

**PRACTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA VALCO CONSTRUCTORES
LTDA COMO AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE MURO
DE CONTENCIÓN UBICADO EN EL SECTOR DEL HOSPITAL FERNANDO
SALAZAR DEL MUNICIPIO DE VILLETA SOBRE LA MARGEN IZQUIERDA
DEL RIO VILLETA DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.**

JUAN PABLO ESTUPIÑÁN CÁRDENAS

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2015

**PRACTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA VALCO CONSTRUCTORES
LTDA COMO AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE MURO
DE CONTENCIÓN UBICADO EN EL SECTOR DEL HOSPITAL FERNANDO
SALAZAR DEL MUNICIPIO DE VILLETA SOBRE LA MARGEN IZQUIERDA
DEL RIO VILLETA DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.**

JUAN PABLO ESTUPIÑÁN CÁRDENAS

**Trabajo de Grado en la modalidad de práctica empresarial para optar al título
de Ingeniero Civil**

Director

LEOCADIO RICO PRADILLA

Ingeniero Civil, Mcs.

Tutor

EDUARDO VANEGAS AMAYA

Ingeniero en Transportes y Vías

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FISICOMECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2015

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por ser mi guía en el camino.

A mi esposa Angie Xilena Villarreal Uribe por ser mi fortaleza y compañía.

A mi hijo Samuel Estupiñán Villarreal por ser mi inspiración y esperanza.

A mis padres, hermanos, amigos y familiares por ser mi apoyo en todo momento, sin ustedes nada sería posible.

Finalmente agradezco a Valco Constructores Ltda y al Ing. Leocadio Rico Pradilla por brindarme la oportunidad de esta práctica, su guía y dirección me permitieron aprender y llevar a buen término mis labores en esta práctica.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	14
1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA	15
1.1 OBJETIVO GENERAL	15
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA.....	16
2.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	16
2.1.1 MISIÓN	16
2.1.2 VISIÓN	17
2.1.3 VALORES	17
2.1.4 POLITICA DE CALIDAD.....	17
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
3.1 IMPORTANCIA.....	20
3.2 INTERESADOS EN EL PROYECTO	20
3.2.1 MUNICIPIO DE VILLETA	20
3.2.2 CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR..	21
4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA	22
4.1 REVISION DEL PROYECTO	22
4.1.1 ESTUDIOS Y DISEÑOS PRELIMINARES DEL PROYECTO	22
4.1.2 MEMORIA DE CANTIDADES DE OBRA.....	25
4.2 VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES	27
4.2.1 VERIFICACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS ACTIVIDADES.....	27
4.2.1.1 COMISIÓN TOPOGRÁFICA PARA CONTROL.....	27
4.2.1.2 NIVELACIÓN A MANO DE BASE DE MURO SOBRE ROCA	28
4.2.1.3 CONCRETO DE LIMPIEZA PARA SOLADOS	30
4.2.1.4 PERNOS DE ANCLAJE DE 1”	31
4.2.1.5 SUMINISTRO, FIGURADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO	32
4.2.1.5.1 ARMADO DE ZARPAS	34
4.2.1.5.2 ARMADO DE MURO	35

4.2.1.6	CONCRETO REFORZADO PARA ELEVACIÓN Y BASE	36
4.2.1.6.1	CONCRETO PARA BASES O ZARPAS	38
4.2.1.6.2	CONCRETO PARA ELEVACIONES O CUERPO DE MURO	39
4.2.1.7	CONCRETO CICLÓPEO PARA NIVELACIÓN DE PISOS	41
4.2.1.8	ICOPOR PARA JUNTAS E = 0.03 m.....	42
4.2.2	PLAN DE SUMINISTRO DE MATERIAL	43
4.2.2.1	ANÁLISIS DE ACTIVIDADES.....	43
4.2.2.2	PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN.....	44
4.2.2.3	COTIZACIÓN Y ORDEN DE PEDIDO	44
4.2.2.4	ALMACENAMIENTO	45
4.2.2.5	INVENTARIO	46
4.2.2.6	ÓRDENES DE PAGO.....	46
4.2.3	ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO	47
4.2.4	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	49
4.2.4.1	IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES	50
4.2.4.2	IMPACTOS ASOCIADOS A LAS ACTIVIDADES	50
4.2.4.3	COMPONENTES Y ELEMENTOS DEL MEDIO SUSCEPTIBLE A LAS ALTERACIONES.....	51
4.2.4.4	MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES	52
5.	CONCLUSIONES.....	53
	REFERENCIAS	54
	BIBLIOGRAFIA.....	55
	ANEXOS	56

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Resumen del Refuerzo Suministrado Obra Muro Villeta</i>	24
Tabla 2. <i>Cantidades de obra iniciales del muro Villeta</i>	26
Tabla 3. <i>Lista Componentes y elementos muro Villeta</i>	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Logo Valco Constructores Ltda</i>	16
Figura 2. <i>Falla de la ladera sobre el margen izquierda del rio Villeta</i>	18
Figura 3. <i>Detalle muro en concreto Villeta</i>	19
Figura 4. <i>Escudo del Municipio de Villeta – Cundinamarca – Colombia</i>	20
Figura 5. <i>Logo de la CAR-Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca</i> ...21	
Figura 6. <i>Imagen del aluvial y de la Lutita con cuarzo de la zona del rio Villeta</i> ...23	
Figura 7. <i>Topógrafo marcando la ubicación de anclajes</i>	28
Figura 8. <i>Excavación a mano</i>	29
Figura 9. <i>Solados en concreto de 13.8 [Mpa]</i>	30
Figura 10. <i>Perforación y anclajes de 1”</i>	32
Figura 11. <i>Acero de refuerzo del muro</i>	33
Figura 12. <i>Armado de acero para zarpa</i>	34
Figura 13. <i>Cuerpo de muro armado</i>	36
Figura 14. <i>Preparación de concreto en obra</i>	37

Figura 15. <i>Vaciado del concreto en la zarpa</i>	39
Figura 16. <i>Desencofrado muro fundido</i>	40
Figura 17. <i>Concreto ciclópeo para nivelación</i>	42
Figura 18. <i>Icopor para juntas</i>	43
Figura 19. <i>Zona de preparación de mezcla de concreto</i>	45
Figura 20. <i>Elaboración de especímenes</i>	49

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Detalle de la sección con pernos de 1”	56
Anexo 2. Formato Análisis de Cotizaciones.....	57
Anexo 3. Formato de entrada y salida de material a obra.....	58
Anexo 4. Formato orden de Pago.....	59
Anexo 5. Matriz de identificación de impactos ambientales obra muro Villeta.....	60
Anexo 6. Excavación a mano sobre roca Lutita.....	61
Anexo 7. Plomada de formaleta para fundir Solados en concreto ciclopeo.....	61
Anexo 8. Zona de preparación de concreto.....	61
Anexo 9. Instalación de anclajes 1”.....	62
Anexo 10. Anclajes de 1” instalados sobre solado.....	62
Anexo 11. Armado de aceros Zarpa.....	62
Anexo 12. Verificación de dimensiones y localización de aceros para zarpa.....	63
Anexo 13. Zarpa armada.....	63
Anexo 14. Fundida de zarpa con arranque de muro.....	63
Anexo 15. Canaleta de vaciado de concreto para fundir zarpa y solados.....	64
Anexo 16. Amarrado de acero cuerpo de muro.....	64
Anexo 17. Encofrado de muro armado.....	64
Anexo 18. Verificación de plomos en la formaleta metálica.....	65
Anexo 19. Instalación de tubería PVC 3” para lloraderos embebidos en el muro.....	65
Anexo 20. Aplicación del desmoldante para la formaleta metálica del muro.....	65
Anexo 21. Muro encofrado con formaleta metálica.....	66
Anexo 22. Preparación de mezcla de concreto en obra.....	66
Anexo 23. Vaciado de concreto sobre cuerpo de muro.....	66
Anexo 24. Vibrado del cuerpo de muro durante su fundida.....	67
Anexo 25. Retiro de formaleta.....	67
Anexo 26. Curado de cilindros ensayo de resistencia.....	67
Anexo 27. Grupo de trabajadores obra muro Villeta.....	68
Anexo 28. Módulos 27 y 28 terminados.....	68

RESUMEN

TÍTULO: PRACTICA EMPRESARIAL EN LA EMPRESA VALCO CONSTRUCTORES LTDA COMO AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN UBICADO EN EL SECTOR DEL HOSPITAL FERNANDO SALAZAR DEL MUNICIPIO DE VILLETA SOBRE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO VILLETA DEL DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.*

AUTOR: Juan Pablo Estupiñán Cárdenas**

PALABRAS CLAVES: Muro, Medio Ambiente, Verificación, Supervisión, Programación.

DESCRIPCIÓN:

En este documento se encontrará toda la información referente a la práctica empresarial realizada como auxiliar de ingeniería civil en la construcción del muro de contención ubicado al margen izquierda del río Villeta del departamento de Cundinamarca, proyecto de gran impacto en la prevención de desastres invernales en beneficio de la comunidad de la región del Guavilá e insignia del progreso en el área de la construcción del municipio. Liderado por La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca como primera autoridad de protección ambiental y por la Alcaldía del municipio de Villeta, este proyecto se planteó como solución a la vulnerabilidad del hospital Fernando Salazar que se encuentra junto al río y quien debe prestar los servicios médicos de manera continua. Se detallan las actividades desarrolladas, tales como: La implementación del plan de manejo ambiental, la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas, la revisión de actividades ejecutadas, la programación del suministro materiales y equipos requeridos y la verificación de ensayos de calidad, presentando evidencia contundente del apoyo técnico brindado. También se hallará información general del proyecto en mención, así como cantidades de obra e información de la empresa ejecutante, Valco Constructores Ltda. Finalmente las conclusiones y recomendaciones finales de lo observado durante el periodo de la práctica.

* Proyecto de Grado. Modalidad práctica empresarial.

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Leocadio Rico Pradilla, Ingeniero Civil, Mcs.

ABSTRACT

TITLE: BUSINESS PRACTICE AS AN ASSISTANT ENGINEERING IN THE BUSINESS VALCO CONSTRUCTORES LTDA BUILDING WALL OF CONTENTION LOCATED IN THE FIELD OF HOSPITAL FERNANDO SALAZAR VILLETA TOWNSHIP ON THE LEFT BANK OF VILLETA RIVER OF THE DEPARTMENT CUNDINAMARCA.

AUTHOR: Juan Pablo Estupiñán Cárdenas**

KEYWORDS: Wall, Environment, Verification, Monitoring, Programing.

DESCRIPTION:

The present article describes about the business practice as an assistant Engineer. The practice consisted to build a retaining wall that was located at the left of the Villeta River in the Cundinamarca State. The project impact is the prevention of winter disasters in benefit to the Guavilá region as an evidence of the State construction development. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca as a first authority of environmental protection and the Mayor's Office of Villeta led the project. The project was a vulnerability solution to the hospital located next to the Villeta River in order to provide medical services continuously. Developed activities were the implementation of environmental plan, verification of the technical specifications fulfillment; surveillance of the performed activities, materials schedule, referred equipment and the verification of the quality essays as an evidence of the technical support provided. Finally, the present document will find general information about the large project, the Valco Constructores Ltda Company works, conclusions and the final recommendations observed during the practice.

* Undergraduate Thesis Project. Internship Mode.

** Facultad de ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Leocadio Rico Pradilla, Ingeniero Civil, Mcs.

INTRODUCCIÓN

Cundinamarca es un departamento que está ubicado en zona de altas lluvias y la mayoría de las obras civiles construidas, han cumplido con sus periodos de diseño. Uno de los casos de importancia y objeto de este estudio, fue el colapso de la estructura hidráulica y de contención que se encargaba de la protección del Hospital Fernando Salazar de Villeta y su vía de acceso, debido a que en la pasada ola invernal (2010-2011) el municipio se vio afectado por problemas como inundaciones, deslizamientos y crecientes súbitas de las quebradas y ríos que lo circunda.

Por ello, la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y la Alcaldía Municipal de Villeta, respondiendo a lo sucedido, ha puesto en ejecución el proyecto: “Construcción Muro de Contención barrio Alfonso López sector hospital del municipio de Villeta sobre la margen izquierda del rio Villeta departamento de Cundinamarca”, que tiene como objetivo, solucionar el problema de riesgo que amenaza a la comunidad y a la infraestructura hospitalaria en su prestación de los servicios esenciales.

Los estudios y diseños del proyecto, desarrollados por la empresa de consultoría “Geotecnia & Cimentaciones” garantizan: la protección de la vía y el control sobre los riesgos de inundación, los procesos erosivos laterales, los deslizamientos y la socavación por efecto del flujo de las aguas del río Villeta, además, permite normalidad total en el funcionamiento operacional del hospital.

“Valco Constructores Ltda.”, en este caso, estará ejecutando y dirigiendo el avance de obra, debidamente supervisados por las entidades interesadas y por la interventoría asignada al proyecto, quienes darán aprobación a cualquier actividad de ejecución y a cualquier modificación necesaria no prevista.

1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la práctica empresarial en la empresa Valco Constructores Ltda como Auxiliar de Ingeniería en la construcción de un muro de contención ubicado en el sector del Hospital Fernando Salazar, sobre la margen izquierda del río Villeta del departamento de Cundinamarca.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✓ Implementar el plan de manejo ambiental que se requiera durante la construcción del muro de contención.
- ✓ Apoyar la verificación del cumplimiento de las especificaciones técnicas del diseño y de las actividades realizadas por parte del grupo de trabajadores de la obra, con la periodicidad adecuada, revisando las formaletas, ejes, plomos, niveles y dimensiones de elementos estructurales antes de la fundida de concreto.
- ✓ Programar el suministro de materiales y equipos requeridos, los cuales deben estar en excelente calidad y de manera oportuna en el sitio de la obra para el cumplimiento de las actividades establecidas en el cronograma.
- ✓ Vigilar el desarrollo de todo lo referente a los resultados de los informes de ensayos realizados, verificando desde la toma de la muestra hasta el recibo y análisis de los resultados conjuntamente con el Residente de Obra.

- ✓ Realizar registro fotográfico y audiovisual que ilustre el proceso constructivo desde el inicio hasta la finalización de la práctica, para la compilación de un material en video. Dicho material será un aporte de uso libre para la Escuela de Ingeniería Civil – UIS.

2. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA

Valco Constructores Ltda es un grupo empresarial fundado con capital tecnológico y humano cien por ciento Colombiano, que desde 1998 se ha consolidado en el mercado de la construcción ofreciendo bienes y servicios de calidad dentro de las áreas de la ingeniería civil, eléctrica, mecánica, ambiental y arquitectura.

Han participado en la ejecución de proyectos de gran importancia desde la modalidad de la contratación pública con las diferentes entidades del Estado, esto les ha permitido contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad, y los ha llevado, desde el inicio de la compañía, a ser reconocidos como una de las empresas más importantes y con mayor proyección de Santander.

Con el posicionamiento nacional y brindando los más altos estándares de calidad en la construcción de obra pública, ampliaron el campo de acción incorporando dentro de su portafolio la ejecución de obras privadas desarrolladas para la exigencia y versatilidad del mercado inmobiliario actual.

2.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Figura 1. Logo Valco Constructores Ltda.



Fuente: *Valco Constructores Ltda.*

2.1.1 MISIÓN

“Ofrecemos a nuestros clientes, productos y servicios relacionados con el sector de la construcción y consultoría en todo el territorio Colombiano. Mediante nuestro sistema de gestión, brindamos un alto nivel de calidad, responsabilidad y

cumplimiento, siguiendo las normas técnicas y de ingeniería que exigen los proyectos que se ejecutan, a través del aprovechamiento de nuestro talento humano y nuestros recursos operativos y financieros.”

2.1.2 VISIÓN

“Prendemos establecernos para el año 2015, como una de las más importantes empresas de construcción y consultoría de Santander y el territorio Nacional, caracterizándonos por nuestra imagen, reflejada en la calidad, responsabilidad y cumplimiento, que garantice la satisfacción de nuestros clientes.”

2.1.3 VALORES

“Nos regimos por una escala de valores con la que buscamos proyectarnos a la sociedad como un grupo empresarial con alta competitividad, fundamentada en valores y conductas éticas. Hemos cimentado nuestra filosofía de negocio en los siguientes valores corporativos:

De misión: Calidad - Satisfacción del cliente – Responsabilidad social – responsabilidad ambiental.

De visión: liderazgo – Integración.

De filosofía corporativa: Idoneidad técnica – Cumplimiento – Conocimiento – Pertenencia – participación.”

2.1.4 POLITICA DE CALIDAD

“Nos comprometemos a satisfacer a nuestros clientes con los servicios de construcción e ingeniería mediante el cumplimiento de los compromisos contractuales requeridos, contando para ello con personas altamente calificadas y tecnología adecuada, la ejecución eficaz de los proyectos y contando con proveedores de excelente calidad apoyados en el mejoramiento continuo de los procesos

Objetivos de calidad:

- ✓ Mantener la competencia del personal.
- ✓ Disponer de recursos necesarios para las obras.
- ✓ Cumplir con los compromisos contractuales pactados con el cliente.
- ✓ Contar con proveedores de la más alta calidad.
- ✓ Hacer seguimiento al sistema de calidad e identificar las oportunidades de mejoramiento continuo.” [1]

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Como se mencionó anteriormente, el aumento del caudal del río Villeta dio lugar a procesos de socavación y erosión sobre los materiales aluviales que cubren parcialmente la roca y el talud. Dicho impacto ocasionó el colapso de una estructura existente hecha en concreto ciclópeo y gaviones originando una gran amenaza a las instalaciones del hospital, al igual que a las viviendas que allí se encuentran. También ocasionó la pérdida de la vía principal de acceso al Hospital Salazar dejando sin ingreso a los habitantes del sector. En la Figura 2. Se observa la falla en el borde de la banca debido a la socavación producida por el río Villeta.

Figura 2. *Falla de la ladera sobre el margen izquierda del río Villeta.*

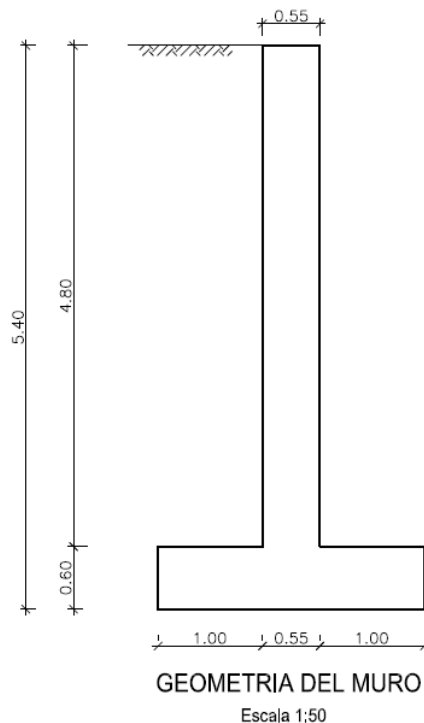


Fuente: *Geotecnia & Cimentaciones.*

Dada la necesidad de reducir a cero la inestabilidad del talud y dadas las condiciones de vulnerabilidad del mismo, la administración municipal de Villeta presentó la situación ante las diferentes entidades a nivel departamental que tienen por función colaborar con los municipios en la creación de proyectos que den solución a este tipo de necesidades, fue allí donde la propuesta de Valco Constructores Ltda dio sus frutos, suscribiendo el convenio interadministrativo y de asociación con la “Corporación Autónoma Regional – CAR”

La alternativa que se diseñó consiste en la construcción de un muro en concreto reforzado de 5.40 m de altura incluyendo la zarpa, en una longitud aproximada de 2.46 m, fundado sobre una zarpa de 0.60 m de altura y un ancho de 2.55 m, este a su vez está anclado verticalmente por dos filas de pernos de 1” de diámetro y de 2 m de longitud con una separación entre elementos de 1 m. En la Figura 3. Se observa en detalle la geometría del muro.

Figura 3. *Detalle muro en concreto Villeta.*



Fuente: *Geotecnia & Cimentaciones.*

3.1 IMPORTANCIA

El Hospital Salazar de Villeta se encuentra en una zona de alto riesgo debido a que colinda con el río, por eso, es altamente susceptible a condiciones que pueden afectar su estabilidad y por ende la prestación de los servicios de salud que ofrece a la población de Villeta y a los Municipios de la Región del Gualivá.

El tema merece especial atención, pues pese al riesgo de desbordamiento del río Villeta, el hospital debe continuar su funcionamiento para garantizar seguridad y continuidad en los tratamientos de los pacientes hospitalizados en las instalaciones y de igual forma continuar atendiendo a la comunidad con los servicios de urgencias y de consulta externa, de ahí la importancia de adoptar medidas preventivas que garanticen la estabilidad de la zona.

3.2 INTERESADOS EN EL PROYECTO

3.2.1 MUNICIPIO DE VILLETA

El municipio de Villeta, se encuentra ubicado en el departamento de Cundinamarca, en la Provincia del Gualivá a 91 km de Bogotá capital colombiana. Su nombre tiene por significado "Pequeña Villa" y se le considera la capital de la provincia.

Figura 4. *Escudo del Municipio de Villeta – Cundinamarca – Colombia.*



Fuente: *Alcaldía Municipal de Villeta.*

Villeta es conocida por ser el municipio donde se da inicio a uno de los corredores viales más importantes del país “la Ruta del Sol”, que comunica a Bogotá con las

ciudades portuarias de la región caribe, también por su producción de caña panelera y por sus festividades, un ejemplo de ello es el el reinado internacional de la panela en enero. Cuenta con centros recreacionales, cascadas, zonas rurales, gastronomía e infraestructura hotelera de alta calidad, convirtiendo a Villeta en uno de los centros turísticos más importantes del departamento. [2]

3.2.2 CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CUNDINAMARCA - CAR

Las corporaciones autónomas regionales son unidades corporativas públicas, creadas en el marco de la Ley 99 de 1993 como primera autoridad de seguridad y defensa ambiental a nivel regional; poseen jurisdicción sobre las zonas que comprenden una misma unidad geopolítica, biogeográfica o hidrogeográfica.

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca tiene, bajo su jurisdicción el territorio comprendido por Bogotá y el departamento de Cundinamarca, incluyendo los municipios de Chiquinquirá, Saboya, San Miguel de Sema, Caldas, Buenavista y Ráquira en el departamento de Boyacá.

Figura 5. Logo de la CAR-Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.



Fuente: La CAR.

Su misión está centrada en procurar el desarrollo sostenible del medio ambiente y los recursos naturales renovables, teniendo en cuenta las políticas y normas establecidas por el Ministerio del Medio Ambiente. Una de sus características más fuertes es que goza de autonomía administrativa y financiera, patrimonio propio y personería jurídica, permitiendo la ejecución de políticas, planes, programas y proyectos ambientales que contribuyen al desarrollo de la región. [3]

4. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

4.1 REVISION DEL PROYECTO

Como primera actividad, antes de cualquier ejecución o labor en obra, se debe hacer la revisión detallada del proyecto, es de gran importancia este paso para poder tener suficiente información y conocimiento sobre los temas relacionados con los estudios y diseños del proyecto, las cantidades de obra y las especificaciones técnicas de las actividades, así como, acercamientos al proyecto a través de recorridos de obra en donde se identifiquen los aspectos más relevantes a tener en cuenta.

4.1.1 ESTUDIOS Y DISEÑOS PRELIMINARES DEL PROYECTO

La revisión de los estudios preliminares, nos ofrece la posibilidad de observar de cerca la alternativa de solución presentada por la empresa encargada del diseño, también permite el desarrollo del marco teórico conceptual necesario para comprender el tema a fondo.

En esta obra los estudios fueron realizados por la empresa “Geotecnia & Cimentaciones” ubicada en la ciudad de Bogotá, quienes tuvieron en cuenta cuatro frentes principales en la elaboración del diseño final: el primero corresponde a los parámetros geo-mecánicos estimados de los materiales que conforman el perfil estratigráfico, así como, sus condiciones de estabilidad; el segundo corresponde a los análisis de estabilidad y dimensionamiento del muro de contención; el tercero corresponde al análisis y diseño estructural del muro, así como el diseño de elementos estructurales, y el ultimo corresponde al estudio hidráulico que determinó el comportamiento de la corriente del rio sobre los materiales que conforman el cauce y el talud de la zona.

Para el desarrollo de estos estudios se tuvo en cuenta información recopilada en campo y la información topográfica detallada levantada por la empresa de consultoría. Es muy importante que las recomendaciones de estabilización sean evaluadas desde un punto de vista técnico, constructivo y económico.

Tal como se muestra en la Figura 6. En el área se encuentra un depósito de terraza aluvial compuesto por cantos rodados de areniscas y fragmentos de Lutita embebidos en una matriz limo arenosa, este material cubre parcialmente el nivel de la roca de cimentación que corresponde a Lutita de color negro con algunas vetas de cuarzo.

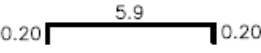
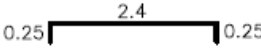
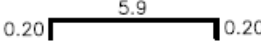
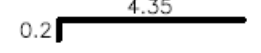
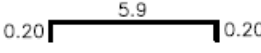

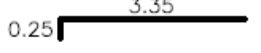
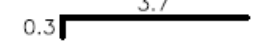
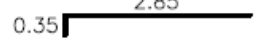
Figura 6. *Imagen del aluvial y de la Lutita con cuarzo de la zona del rio Villeta.*



Los análisis de estabilidad y dimensionamiento proyectan la construcción de un muro de 5.4 m de altura incluyendo la zarpa que mide 0.60 m de altura y de 2.30 m de ancho, anclado con dos filas de pernos de diámetro 1" y una longitud de 2 m separado cada 1 m (Ver Anexo.1 Detalle de la sección con pernos de 1").

A continuación se presenta en la Tabla 1. El acero de refuerzo requerido por los elementos estructurales diseñados a flexión y corte, en nuestro caso zarpa y vástago del muro.

Tabla 1. Resumen del Refuerzo Suministrado Obra Muro Villeta.

RESUMEN DEL REFUERZO SUMINISTRADO OBRA MURO VILLETA				
Ubicación	Numero	Diámetro	cantidad	Figura
ZARPA	#4	1/2"	9 c./0.30 m	0.20  0.20
	#5	5/8"	40 c./0.15 m	0.25  0.25
MURO	#4	1/2"	16 c./0.15 m	0.20  0.20
	#4	1/2"	22 c./0.28 m	0.2  0.2
	#4	1/2"	16 c./0.30 m	0.20  0.20
	#5	5/8"	16 c./0.15 m	0.25  0.25
	#5	5/8"	30 c./0.20 m	0.25  0.25
	#6	3/4"	43 c./0.14 m	0.3  0.3
	#7	7/8"	60 c./0.10 m	0.35  0.35

Para determinar la ocurrencia de la erosión por socavación en el nivel de la Lutita, se investigaron los caudales característicos del río Villeta medidos en la estación Villeta en donde se obtuvieron caudales máximos de 36.01 m³/s. Para el cálculo de la sección hidráulica se tomaron los datos de la batimetría y del levantamiento topográfico obteniendo un área de sección hidráulica de 134.16 m².

La velocidad de corriente obtenida para el caudal máximo es 0.26 m/s, dicha velocidad se comparó con la tabla de “Suárez” [4] donde se muestran las velocidades a las que se produce la erosión para diferentes materiales. La velocidad requerida para que se origine erosión en el nivel de Lutitas es de 1.82

m/s, por lo tanto se concluye en el estudio que para el nivel de cimentación del muro de concreto, en los estratos de Lutitas, no se presentara el fenómeno de socavación.

Sin embargo y con el fin de contrarrestar la fuerza dinámica del río, se ha tenido en cuenta pernos de anclaje de 2 m de longitud que ayuden a garantizar el control de la erosión por socavación.

4.1.2 MEMORIA DE CANTIDADES DE OBRA

Las cantidades de obra son el eje principal para analizar económicamente un proyecto, cada ítem corresponde a cada actividad que compone el proyecto y de su correcto proceso de cálculo depende disminuir los desperdicios calculados y las pérdidas económicas.

Se debe iniciar con la lectura de planos, listando así las actividades constructivas del proyecto con su respectiva unidad de medida, luego se cuantifican las cantidades, es muy importante hacer revisión previa de las especificaciones técnicas, y finalmente dichas cantidades deben ser valoradas a través de los Análisis de Precios Unitarios.

Generalmente las cantidades de obra calculadas inicialmente no corresponden a las cantidades de obra ejecutadas en campo, debido a que durante la construcción se presentan situaciones o condiciones no previstas en los estudios generando variaciones en las actividades, es por eso que las cantidades de obra finales se calculan una vez avanza la obra.

Se debe mantener control sobre los materiales y sobre cada actividad ejecutada, cualquier situación que amerite un cambio significativo debe ser puesta en aviso oportunamente, ya que esto podría significar la aparición de ítems no previstos en el contrato.

Cuando hay un porcentaje de avance en obra, se hace comparación de las cantidades ejecutadas con las cantidades iniciales, los datos obtenidos se ingresan al acta de avance de obra que va a ser entregado a los contratantes del proyecto, recordemos que en nuestro caso son la Alcaldía municipal de Villeta y la CAR de Cundinamarca, finalmente y luego de ser analizada se genera el pago del acta. En la Tabla 2. Encontramos las cantidades de obra presentadas por la empresa de consultoría, quienes elaboraron las cantidades iniciales del proyecto.

Tabla 2. Cantidades de obra iniciales del muro Villeta.

CANTIDADES DE OBRA			
Muro en concreto reforzado de 5.4m de altura anclado por dos filas de pernos de 2m de longitud			
ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	UNID	CANTIDAD
Muro en concreto reforzado			
201 P	DEMOLICIÓN CONCRETO ESTRUCTURAL (INCLUYE CARGUE Y RETIRO DE SOBANTES A UNA DISTANCIA DE 5KM)	m³	291
600.3	EXCAVACIONES VARIAS EN ROCA BAJO AGUA (INCLUYE RETIRO DE SOBANTES A UNA DISTANCIA MENOR DE 5 KM)	m³	696
610.1	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	m³	5,363
630-07	Concreto reforzado clase D (3000PSI) BASES	m³	423
630-07	Concreto reforzado clase D (3000PSI) ELEVACION	m³	731
630-6	CONCRETO CLASE F, 2000 PSI PARA SOLADOS Y ATRAQUES	m³	35
640.1	SUMINISTRO FIGURADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO 60000 PSI	KG	95,480
640.2	Lloraderos muro - Tubería de PVC 3"	ml	200
Anclajes			
EP-02	Pernos de anclaje de 1 1/2" Incluye perforación, lechada y suministro de material	ml	1,230
Manejo de Aguas- Reconformación vía			
210.1.1	EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR DE LA EXPLANACIÓN, CANALES Y PRÉSTAMOS	m³	276.75
	Manejo y evacuación de aguas (Motobombas)	m³	1592.6875
	Terraplenes	m³	1538.9375
INV-680.3	Relleno conformación vía	m³	153.75

Estas cantidades fueron incrementadas en un 25%, por irregularidades del terreno, desperdicios e imprevistos.

Fuente: *Geotecnia & Cimentaciones.*

4.2 VERIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

4.2.1 VERIFICACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LAS ACTIVIDADES

A continuación se describen las especificaciones técnicas para la construcción de la estructura, cabe resaltar que para nuestro caso de estudio solo hacemos mención a las actividades más relevantes durante el periodo de la práctica. Las especificaciones técnicas tienen por objeto definir los parámetros constructivos y los sistemas de cuantificación de las actividades que conforman el proyecto, también ayudan a unificar los criterios de los métodos constructivos y mejora la calidad de los resultados.

4.2.1.1 COMISIÓN TOPOGRÁFICA PARA CONTROL

Esta actividad comprende los trabajos topográficos para el control de lineamientos, niveles y cotas, sobre todo el trazado del proyecto, utilizando equipos de precisión y garantizando la delimitación del área de trabajo en donde se ejecutaran los actividades, de ello depende que se realice de manera correcta la nivelación con solados, la instalación de anclajes y el armado y fundida de los elementos estructurales del proyecto. El topógrafo era el encargado de dirigir esta actividad, pero fue supervisado por el residente de obra y por la interventoría.

Inicialmente, haciendo uso de la estación topográfica y del sistema de coordenadas empleado en el levantamiento topográfico preliminar, se realizaba la marcación del eje del muro de contención, anclando como guía una varilla de 5/8" cada 12 metros. Una vez marcado cada eje convenientemente, se iniciaba el trazado de cotas de cimentación empleando el nivel de precisión, se marcaba el nivel sobre cada varilla del eje, 0.5 metros por encima de la cota de solado

terminado y a partir de allí, con ayuda de hilos y manguera de nivelación, se dimensionaba el solado para su posterior fundida.

Finalmente, cuando el solado ya estaba fundido y terminado, se realizaba un chequeo de niveles, para garantizar que la altura del muro terminado, no fuera inferior a la cota de la vía existente. También se efectuaba la marcación de los puntos de instalación de anclajes, marcando según los planos, anclajes cada 1 metro, utilizando puntillas de acero de 2", hilo y pintura marcadora, como se observa en la Figura 7.

Figura 7. *Topógrafo marcando la ubicación de anclajes.*



4.2.1.2 NIVELACIÓN A MANO DE BASE DE MURO SOBRE ROCA

Esta especificación corresponde a la remoción y retiro a mano del material aluvial o rocoso necesario para obtener los niveles de cimentación requeridos por la

estructura. Esta actividad se desarrolló hasta alcanzar la profundidad indicada por él diseñador, o hasta el nivel que aprobara la Interventoría.

De acuerdo a las cotas de cimentación propuestas y a las recomendaciones hechas por el diseñador, en la obra del muro de contención, hay que cimentar sobre la roca Lutita.

Sobre dicha roca se puede extraer material por los métodos manuales convencionales o mecánicos utilizando herramientas y equipos de uso habitual para este tipo de actividad, por ejemplo, picas, barras, palas y martillos neumáticos, tal como se muestra en la Figura 8.

Al final, las excavaciones deben estar totalmente limpias con un ancho de 2.60 metros, libres de material suelto que cae del talud y libres de agua en el fondo. Su unidad de medida es el metro cuadrado (m²) de nivelación manual.

Figura 8. *Excavación a mano.*



4.2.1.3 CONCRETO DE LIMPIEZA PARA SOLADOS

Se refiere al concreto de 13.8 [Mpa] que se aplica en el fondo limpio y nivelado de la excavación, dicha superficie actúa como protección del suelo de cimentación y del acero de refuerzo, además, ayuda a emparejar y a mantener limpias las zonas en las cuales se va cimentar, ya que en los suelos se pueden presentar cambios o alteraciones propias del tipo terreno.

Antes de la instalación, el fondo debe estar limpio y nivelado a mano, se deben realizar chequeos de las cotas de cimentación y durante el vaciado del concreto se debe tener especial cuidado en verificar, a través de los niveles e hilos, el espesor de la capa del solado, un espesor no menor a 0.05 metros, nivelando la superficie con una regla de aluminio Su unidad de medida es el metro cubico (m³) de nivelación manual. En la Figura 9. Se observa el enrase de nivelación con regla de aluminio.

Figura 9. Solados en concreto de 13.8 [Mpa].



4.2.1.4 PERNOS DE ANCLAJE DE 1”

Esta actividad consiste en el suministro e instalación de dos filas de pernos de anclaje en varillas de 1”, a una profundidad de 2.0 metros a partir de la roca de cimentación, separados cada 1.0 metro, que fijara la zarpa del muro a nivel de la roca. Incluye perforación, lechada y suministro de material.

Se realiza la perforación, con un taladro neumático que utiliza barrenas con punta de tungsteno, sobre la superficie en donde fueron marcados los puntos previamente por la comisión topográfica. La broca debe tener un diámetro mayor al perno, en nuestro caso se usó barrena de 1 1/4” y de longitud 2.40 metros.

Se debe limpiar el hueco con aire a presión y utilizando un tubo de PVC de 1” retiramos el lodo y la presencia de agua que exista en el fondo del hueco, colocamos nuevamente aire limpio a presión para eliminar los residuos finales, es muy importante proteger el hueco de la penetración de materiales sueltos y de agua.

Finalmente, con la barra de acero totalmente limpia, se aplica la lechada llenando toda la cavidad e inmediatamente se introduce la barra lentamente, dando pequeños giros que ayuden a que la lechada se desplace totalmente por la superficie de la barra, y así, garantizar cobertura de la longitud del anclaje y el desplazamiento de aire atrapado en el hueco. La barra de anclaje no debe moverse durante el tiempo de secado y su unidad de medida es el metro lineal (ML) de anclaje.

Durante la perforación de los anclajes ubicados en los módulos 22 al 19 se encontraron niveles freáticos que complicaron la actividad, debido a que, el polvo de la perforación en contacto con el agua crean un lodo espeso que obstruye la salida de aire por la barrena y la atascan, teniendo que extraerla con un diferencial

de 5 toneladas. Este hecho no está contemplado en el diseño, disminuyó los rendimientos y es una situación particular de algunos puntos de la zona que presentaron dicha condición.

En la Figura 10. Se observa el proceso de perforación de anclajes y anclajes instalados según el diseño.

Figura 10. *Perforación y anclajes de 1”.*



4.2.1.5 SUMINISTRO, FIGURADO Y ARMADO DE ACERO DE REFUERZO

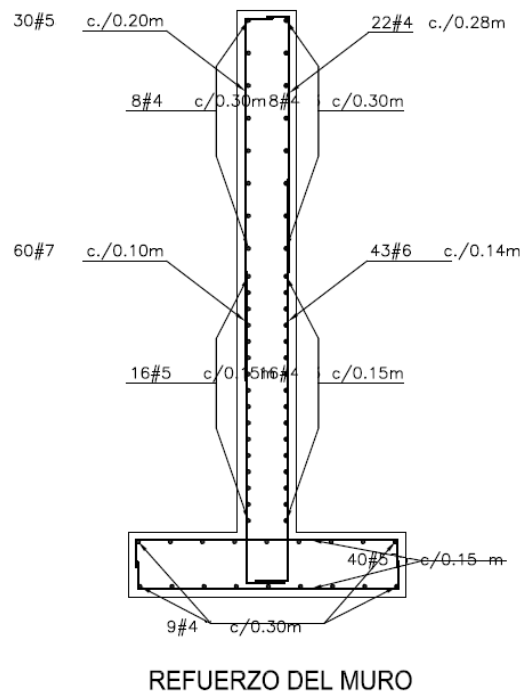
Esta actividad comprende el suministro, figurado y armado de barras de acero de 413.68 [Mpa] para elementos en concreto reforzado, previamente diseñados conforme a lo indicado en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Título C – Concreto Estructural.

Su colocación dependerá de las indicaciones que se encuentren en los planos estructurales del proyecto, además se hará revisión previa de las medidas, cantidades y despieces, esto con el fin, de programar el pedido de acero al

proveedor encargado de la venta del material, en nuestro caso, el acero fue comprado a la empresa GERDAU DIACO S.A, empresa que cumple con todos los requisitos y normas de calidad y quien entrega el material debidamente cortado y figurado según corresponda, libre de defectos, torceduras y curvas.

Las varillas deberán ser instaladas con precisión y aseguradas fuertemente para evitar, antes y durante el vaciado del concreto, que se presenten desplazamientos debido al trabajo de los vibradores y de los otros esfuerzos que sufren las armaduras durante la ejecución del vaciado. El sistema implementado en el muro fue amarrar el acero con alambre negro, garantizando que las armaduras conservaran las distancias de ubicación y traslapes definidos en los planos. Su unidad de medida es el Kilogramo (Kg) de acero armado. El despiece del muro de contención se encuentra detallado en la Figura 11. Allí se describe el número de varilla, la separación y la cantidad requerida por el diseño.

Figura 11. Acero de refuerzo del muro.



Fuente: Geotecnia & Cimentaciones.

El recubrimiento mínimo debe ser de 0.05 metros, excepto las caras de contacto con el terreno, en donde se debe utilizar un recubrimiento de 0.075 metros.

4.2.1.5.1 ARMADO DE ZARPAS

Las zarpas están conformadas por dos tipos de varillas, varillas de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{5}{8}$ ", las primeras tienen una longitud total 6.3 metros cada una, se separan cada una horizontalmente 0.30 metros y verticalmente 0.48 metros. Las segundas tienen una longitud total de 2.9 metros cada una, se colocan arriba y debajo de las anteriores y se separan horizontalmente 0.15 metros. Para separar la canasta de acero del solado y poder garantizar el recubrimiento, se coloca la canastilla sobre unas panelas hechas en obra de espesor de 0.075 metros.

En la Figura 12. Se observa el proceso de armado de acero para zarpa liderado por un oficial de grupo.

Figura 12. Armado de acero para zarpa.



4.2.1.5.2 ARMADO DE MURO

Los cuerpos de muro están conformados por varillas de: $\frac{1}{2}$ ", $\frac{5}{8}$ ", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{7}{8}$ ". Las varillas de $\frac{1}{2}$ " se encuentran ubicadas tanto verticalmente como horizontalmente, las hay de dos tipos, las primeras son bastones de longitud de 2.55 metros, se separados 0.28 metros cada uno. Las siguientes son varillas con doble gancho de 6.30 de longitud ubicadas horizontalmente a lo largo de todo el cuerpo cada 0.15 metros y en la corona del muro cada 0.3 metros.

Las varillas de $\frac{5}{8}$ " se encuentran ubicadas verticalmente cada 0.2 metros con una longitud de 3.6 metros y horizontalmente cada 0.15 metros con una longitud de 6.4 metros. Finalmente las varillas que corresponden al grupo del arranque del muro, las varillas de $\frac{3}{4}$ " y las de $\frac{7}{8}$ ", solo están ubicadas verticalmente, las primeras cada 0.14 metros con longitud de 4 metros y las segundas cada 0.10 metros con longitud 3.2 metros.

Antes de armar el acero del cuerpo de muro debe estar fundida con concreto la zarpa, debido a que el peso del acero del cuerpo de muro podría causar un volteo en la estructura de acero armada. También fue necesaria la construcción de andamios y estructuras de soporte donde los trabajadores pudieran desplazarse durante el amarrado.

En la Figura 13. Se encuentra el cuerpo de muro totalmente armado según las especificaciones dadas en este numeral.

Figura 13. *Cuerpo de muro armado.*



4.2.1.6 CONCRETO REFORZADO PARA ELEVACIÓN Y BASE

Esta especificación corresponde al suministro y colocación del concreto de 20.7 [Mpa] para el muro de contención de acuerdo a las dimensiones y especificaciones señaladas en los planos del diseño estructural. Se debe fundir obteniendo un acabado a la vista, utilizando como encofrado formaleta metálica tipo tableros mano portables.

Previamente se deben consultar los planos estructurales y verificar el lineamiento, las dimensiones y el acero de refuerzo, también debemos tener en cuenta la disposición de los tableros de la formaleta para obtener un adecuado acabado sobre el concreto a la vista. Debemos comprobar los amarres y anclajes requeridos para el armado del encofrado, garantizando estabilidad, posición y limpieza antes de colocar concretos, así como, la ubicación de los drenes en tubería PVC de 3" que deben quedar embebidos al muro y el detalle de las juntas o dilataciones.

El concreto que se utilizó fue elaborado en obra usando agregados y cemento de calidad, tal como se ve en la Figura 14., cumpliendo así, los requisitos mínimos de resistencia, durabilidad y consistencia establecidos en las normas técnicas.

Primero se agrega agua a la mezcladora, no más de la mitad de la requerida para la mezcla, luego se añadirán al tiempo, el agregado fino y el cemento y, después, el agregado grueso, completándose luego la dosificación de agua.

Figura 14. *Preparación de concreto en obra.*



Por las condiciones propias del proyecto en las que tuvimos que vaciar concreto a una altura mayor de 1.5 metros, fue necesaria la construcción de una estructura para el transporte del concreto sobre las zarpas y los solados, que consiste en una canaleta hecha con tejas de zinc y madera, muy resistente, que garantiza el flujo continuo del concreto en el punto de entrega. Se debe usar con una pendiente tal que el vaciado no caiga muy fuerte sobre el acero o el encofrado.

Todo el concreto fue enteramente compactado en su lugar de vaciado por medio de vibradores mecánicos con el objetivo de desplazar horizontalmente al concreto dentro de los encofrados. El vibrado deberá realizarse sobre toda el área del llenado, insertando y retirando en varios puntos, a distancias variables, alcanzando todas las esquinas y eliminando los vacíos que puedan originar porosidades y hormigueos. Se debe garantizar que todas las barras de refuerzo, todos los anclajes y sujetadores queden embebidos en el concreto.

El concreto recién colocado debe protegerse de la pérdida de agua y su curado inicial deberá tener un cuidado especial en las primeras 48 horas. Se utilizó agua y coberturas que mantuvieran la zona continuamente húmeda y así evitar el secado excesivo del concreto. Durante el curado, el concreto no debe someterse a acciones mecánicas y deberá protegerse de esfuerzos por cargas, impactos y vibraciones fuertes que puedan deteriorarlo. Su unidad de medida es el metro cúbico (m³) de concreto.

4.2.1.6.1 CONCRETO PARA BASES O ZARPAS

Como se mencionó anteriormente, debe estar fundida la base o zarpa antes de realizar actividades con el cuerpo de muro. Para fundir la base primero se realiza un chequeo del eje para poder cimbrar las dimensiones correspondientes, en el caso, serían 2.55 metros de ancho por 6 metros de largo, con un espesor de 0.6 metros. Luego se instala el encofrado hecho con tableros de madera sobre la marcación de la cimbra, verificando plomos, niveles y que la estructura sea rígida e inamovible con el peso del vaciado del concreto.

Una vez colocado el concreto en el encofrado, se compactó con el vibrador de tipo inmersión, cumpliendo así las recomendaciones para el vibrado. Finalmente distribuimos con herramienta de mano el material, enrasamos con una regla de aluminio hasta el nivel correspondiente y dejamos la zarpa para iniciar su proceso

de curado y desencofrado. Figura 15. Imagen tomada durante el vaciado de concreto sobre la zarpa # 24.

Figura 15. *Vaciado del concreto en la zarpa.*



4.2.1.6.2 CONCRETO PARA ELEVACIONES O CUERPO DE MURO

Primero limpiamos la base y verificamos los niveles., ubicamos el eje del lineamiento y procedemos a cimbrar las dimensiones del muro según los planos estructurales, 0.55 metros de ancho por 6 metros de longitud y 4.80 metros de altura.

Así como el acero de refuerzo se encuentra en las dos caras del muro, se debe armar el sistema de encofrado en tableros metálicos mano portables, por ambas caras al tiempo, para facilitar la instalación de las corbatas en la formaleta y para que a través de las mariposas se establezca el encofrado a medida que se ubican los tableros. Se instalan los tubos PVC de 3" dentro del acero armado, antes de poner la última cara del encofrado. Se instalan los alineadores verticales y horizontales, para luego verificar niveles, plomos y alineamientos.

Para la fundida de los cuerpos de muro, fue necesario armar andamios y una estructura para el carreteo del material, así como realizar la limpieza sobre la zona de los módulos en donde había material caído del talud, también durante el armado del encofrado se debe instalar el icopor para las juntas de control.

Vaciamos el concreto de 20.7 [Mpa] según la especificación, realizamos el vibrado para evitar porosidades y hormigueos en la estructura y garantizar los acabados solicitados de concreto a la vista. También utilizamos “chapulines” o mazos de caucho para el vibrado y para lograr el acabado requerido, en esta actividad, se debe garantizar la frecuencia de los golpes y la uniformidad sobre toda la superficie. Finalmente desencoframos las superficies, como se muestra en la Figura 16., e iniciamos el curado.

Figura 16. *Desencofrado muro fundido.*



4.2.1.7 CONCRETO CICLÓPEO PARA NIVELACIÓN DE PISOS

Mientras se buscaba la roca de cimentación Lutita, roca aprobada por el diseñador y la interventoría para la fundación de la estructura, se presentó una situación particular que no estaba contemplada en el diseño, la roca Lutita se encontraba en una cota más baja con respecto a la cota del diseño, en la zona entre los módulos #9 hasta el #18, ocasionando que el muro quedara en el aire.

Con las nuevas cotas de cimentación ajustadas, al ser muy bajas, ocasionó que la altura del muro quedara por debajo de la cota máxima del talud donde se encuentra el nivel de la vía existente. Se informó al diseñador de la situación, y en respuesta se planteó para estas zonas, fundir una base en concreto ciclópeo para nivelación.

El trabajo consistió en aplicar concreto ciclópeo sobre los puntos donde la nivelación con solados superara los 0.1 metros, para obtener el nivel requerido para el armado de los aceros, respetando la ubicación y profundidad de los anclajes de refuerzo.

Se usó concreto de 20.7 [Mpa] y bolo de río, primero se humedeció la piedra y limpiamos la excavación retirando el material suelto, inmediatamente, vaciamos una capa de concreto simple en el fondo y seguido a este paso colocamos la primera hilada de piedra evitando el contacto lateral entre ellas.

Rellenamos los espacios entre las piedras vaciando una nueva capa de concreto de 0.1 metros de espesor, luego colocamos una nueva hilada de piedra, volvemos a rellenar los espacios entre las piedras con concreto y repetimos el proceso hasta alcanzar el nivel requerido. Finalmente se debe verificar los niveles obtenidos.

Su unidad de medida es el metro cubico (m³) de concreto ciclópeo.

En la Figura 17. Se observan los cantos de río embebidos en el concreto, utilizados para la elaboración del concreto ciclópeo.

Figura 17. *Concreto ciclópeo para nivelación.*



4.2.1.8 ICOPOR PARA JUNTAS E = 0.03 m

Esta actividad consiste en la colocación de icopor entre las juntas de los muros adyacentes, con el fin de dar la separación requerida por el diseñador, como se muestra en la Figura 18.

El icopor utilizado en obra debía tener un espesor de 0.03 metros, se instaló durante el armado del encofrado y se debía tener especial cuidado durante la colocación de los respectivos concretos, ya que este podía remover o dañar la lámina instalada, perjudicando la estabilidad de la junta.

Su unidad de medida es el metro cuadrado (m²) de icopor.

Figura 18. *Icopor para juntas*



4.2.2 PLAN DE SUMINISTRO DE MATERIAL

Unos de los puntos más importantes en cualquier obra de construcción, es la programación del suministro de material, la buena administración de esta actividad puede representar una optimización de los recursos, es muy importante realizar control y desarrollar mecanismos que nos ayuden en la planificación, compra y almacenamiento de los materiales.

A continuación se describen brevemente los pasos utilizados en el proceso del suministro de material:

4.2.2.1 ANÁLISIS DE ACTIVIDADES

Se debe tener pleno conocimiento de las actividades a desarrollar, así como su especificación técnica, planos detalles, análisis de precios, cantidades y orden en

el cronograma de obra, ya que es importante conocer el tipo de material que se debe usar y la cantidad requerida en obra.

4.2.2.2 PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN

Se debe realizar la planificación de los materiales, cabe resaltar que la obra del muro tiene cuatro frentes de trabajo importantes, excavaciones y solados, anclajes, armado de aceros y fundida de muros, y de ellos depende el avance de obra y la identificación de las prioridades en la adquisición de materiales. Con ayuda de hojas de Excel podemos cuantificar y calcular las cantidades de material requerido y proyectar la programación de los siguientes pedidos según el cronograma de obra.

4.2.2.3 COTIZACIÓN Y ORDEN DE PEDIDO

Una vez esté lista la programación del material y la cantidad, se realiza la respectiva cotización, que consiste en llamar a los diferentes proveedores de la zona para hacer solicitud del material, teniendo en cuenta, el precio, la cantidad, tiempo de entrega y calidad. Se elabora un cuadro que compara los precios y se envía al departamento de compras de la empresa para ser analizada y aprobada la opción que cumpla con las condiciones más favorables. (Ver. Anexo 2. Formato Análisis de Cotizaciones)

Cuando esté aprobado el proveedor, el departamento de compras emitirá una orden de pedido, especificando la fecha de entrega, nombre del proveedor, la cantidad, unidad y el valor, con el fin de controlar que el material que llega a obra sea el que se pidió y sin variaciones en el precio.

4.2.2.4 ALMACENAMIENTO

El almacenamiento influye directamente en la programación del suministro de material, ya que se pueden presentar casos, dependiendo del material, en el que se deba tener especial cuidado al contacto con el agua y el ambiente, o que sean materiales que ocupen mucho espacio, como lo son los agregados arena y triturado, que en nuestro caso de estudio, presentaron dificultades en su almacenamiento, ya que debían estar cerca al área de trabajo porque la mezcla de concreto se preparaba en obra y solo existía una vía de acceso muy pequeña en donde se descargaba material, por lo tanto no se podía descargar más de 21 metros cúbicos de agregados en la zona, como se muestra en la Figura 19., y en donde podemos observar que las viviendas se encontraban muy cerca del lugar de trabajo.

Figura 19. *Zona de preparación de mezcla de concreto.*



El almacenista es la persona encargada de llevar el control sobre el material que sale y entra a la obra. El control se realiza a través de los formatos de entrada y salida de material, y también con la ayuda de las remisiones entregadas por el proveedor. (Ver. Anexo 3 Formato de entrada y salida de material a obra)

Al momento de llegada del material se debe verificar su estado, calidad, precio, cantidad y tipo según corresponda el pedido, también si es un equipo, se debe ingresar al inventario de equipos.

4.2.2.5 INVENTARIO

Esta actividad consiste en contabilizar la cantidad de material y equipos que tenemos realmente en obra, y así poder tomar decisiones para la programación de nuevo material, también sirve para llevar control sobre material que se pierde por robos o desperdicios con respecto a las cantidades ejecutadas, también nos facilita información acerca del estado de los equipos, para programar de ser necesaria, su reparación.

4.2.2.6 ÓRDENES DE PAGO

Los pagos también representan un factor influyente en la programación de material, debido a los tipos de pagos que se manejan con los proveedores para el despacho de material.

En la obra del muro se manejaron tres modalidades de pago, muy frecuentes en la construcción:

- ✓ Pago anticipado: Materiales como el cemento Argos y el acero Diaco, deben estar primeramente pagos para que sean entregados en obra.

- ✓ Pago por anticipo: Algunos proveedores reciben un anticipo para ir realizando los despachos, una vez va llegando material a la obra, se va legalizando el anticipo hasta completar el valor total del anticipo.
- ✓ Pago a crédito: Estos son los proveedores que despachan el material sin pagarse, al final de cada mes facturan el total de material entregado.

Para cualquiera que sea el caso, durante la realización del corte de obra semanal, se debe llenar un formato de orden de pago, que va acompañado de su soporte contable, factura o documento equivalente, para ser aprobado el pago por el departamento de compras. (Ver. Anexo 4. Formato orden de Pago)

4.2.3 ENSAYO DE CALIDAD DEL CONCRETO

Uno de los métodos más eficientes para la verificación de la resistencia y calidad del concreto es el “Método para ensayo de cilindros de concreto a la compresión”

Los pasos para la elaboración de las muestras debe ceñirse a lo estipulado en la norma NTC -550 “Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra”.

Este ensayo permite demostrar el cumplimiento de la resistencia requerida en los diseños, comprobar que las relaciones agua/cemento de las mezclas de concreto sean las adecuadas, también, permite el control de la calidad, determinando así, los tiempos de curados adecuados y los tiempos de retiro de formaletas, esto con el fin de proteger la estructura en concreto.

Es muy importante que se realice este ensayo de la manera adecuada, por personas idóneas y capacitadas en la elaboración de las muestras, ya que, los resultados pueden alterarse debido a errores en la toma de la muestra, en la elaboración del espécimen, en el curado o en el ensayo a compresión.

En la obra del muro de contención, se tomaban las muestras y se elaboraban los cilindros en campo, teniendo en cuenta:

1. Que el sitio de la elaboración fuera cubierto, no expuesto a condiciones extremas del ambiente y que la superficie de preparación sea plana.
2. Que se contara con los implementos y la herramienta adecuada, recomendada por la norma, para la elaboración de los especímenes, como por ejemplo, los moldes metálicos y la varilla de compactación.
3. Que para cada fundida de muro se debe elaborar mínimo tres cilindros, dos para cada edad de ensayo y un testigo en obra.
4. Antes de cualquier elaboración se debe medir el asentamiento con el cono de Slump.
5. Que el cilindro se elabore en tres capas iguales de 10 centímetros y que a cada capa se le apliquen 25 golpes con la varilla de compactación. El número de golpes depende según lo estipulado en la norma.
6. Que al final se le apliquen unos golpes suaves sobre las paredes del molde, con un martillo chapulín para eliminar los vacíos, y que se realice un adecuado enrase con palustre.
7. Una vez protegido el cilindro de la pérdida de agua y se halla realizado el curado inicial, se retira del molde para ser marcado con la fecha de la toma y con la ubicación en donde fue vaciado este concreto.

Cumplido el tiempo de curado, y con los cilindros listos para las pruebas, enviamos los especímenes a la empresa encargada del ensayo a compresión, en nuestro caso CONCRELAB, quienes elaboraban los informes de resultados.

Se deben tomar medidas que aumenten la resistencia del concreto, en caso de que los resultados obtenidos no sean favorables. En la Figura 20. Se observa el concreto seleccionado para la elaboración de los especímenes y un cilindro listo para el enrase.

Figura 20. *Elaboración de especímenes.*



4.2.4 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

Las administraciones municipales de todo el país, adelantan estrategias y metodologías que permiten una adecuada gestión de calidad en la construcción de obras públicas y que aportan a la integración de los aspectos ambientales y sociales, como eje en la formulación de los proyectos, a través de los planes de manejo ambiental.

Cada tipo de proyecto involucra diferentes variables ambientales, sociales y laborales, dependiendo de las actividades que se desarrollan durante la ejecución, y ellas a su vez, definen los impactos socio-ambientales.

En nuestro caso de estudio y dentro de las actividades desarrolladas durante la práctica, se elaboró la identificación de impactos y actividades, con el fin de categorizar el proyecto dependiendo de las influencias ambientales y sociales propias del mismo, para así definir las medidas de manejo ambiental y social que debían aplicarse.

4.2.4.1 IDENTIFICACIÓN DE ACTIVIDADES

Como primera instancia, se enlistaron las actividades que se iban a ejecutar en la construcción del muro de contención:

- ✓ Estudios y diseños previos
- ✓ Contratación de personal
- ✓ Montaje de campamentos y construcciones temporales
- ✓ Cerramiento Provisional
- ✓ Señalización.
- ✓ Excavación (incluye transporte y disposición final).
- ✓ Instalación de anclajes. (perforación e instalación)
- ✓ Construcción de obras en concreto (incluye encofrado, preparación y vaciado de concreto).
- ✓ Colocación de aceros.
- ✓ Desplazamiento vehicular (volquetas y maquinaria).

Cada actividad descrita anteriormente produce una serie de impactos socio-ambientales, que según sea el tipo de obra y su magnitud, se le asocia diferentes programas de manejo ambiental y social.

4.2.4.2 IMPACTOS ASOCIADOS A LAS ACTIVIDADES

Se identificaron los siguientes impactos ambientales que se asocian a las actividades:

- ✓ Generación de ruidos.
- ✓ Generación de residuos sólidos.
- ✓ Generación de escombros.
- ✓ Emisiones de gas.
- ✓ Manejo de combustibles.
- ✓ Derrames.
- ✓ Ocupación de cauces.
- ✓ Generación y vertimientos de aguas residuales.

- ✓ Vertimientos de grasas y aceites.
- ✓ Demanda de recursos naturales.
- ✓ Emisiones de material particulado.
- ✓ Vibraciones.
- ✓ Deficiente e inoportuna información a comunidades.
- ✓ Desinformación a la comunidad e instituciones.
- ✓ Demanda de recurso agua.
- ✓ Interrupciones parciales en el servicio de la vía existente.
- ✓ Demanda del recurso de agua.
- ✓ Riesgos de accidentes.

Es posible clasificar estos datos gracias a al estudio previo de la oferta ambiental propia de la zona de influencia del proyecto, definida por las características ambientales del entorno inmediato, también se debe realizar un análisis de la demanda ambiental requerida por las actividades y procesos constructivos del proyecto, y por último se debe caracterizar socio-económicamente la población aledaña al proyecto para la identificación de impactos sociales.

4.2.4.3 COMPONENTES Y ELEMENTOS DEL MEDIO SUSCEPTIBLE A LAS ALTERACIONES

Cuando hablamos de “los componentes y elementos”, se refiere aquellos que naturalmente conforman cada medio ambiente y que serán los directamente afectados por las actividades. Dependiendo de la zona de influencia y de las características que lo definen, encontramos diferentes elementos.

A continuación se encuentra la Tabla 3. Que enlista los componentes y elementos identificados en la obra del muro Villeta.

Tabla 3. Lista Componentes y elementos muro Villeta.

LISTA COMPONENTES Y ELEMENTOS DEL MEDIO AMBIENTE OBRA MURO VILLETA	
ELEMENTO	IMPACTO
Suelo	Pérdida de Suelo
	Contaminación del suelo
	Alteración o cambio del uso del suelo
Agua	Contaminación de agua
	Disminución en la capacidad de transporte
	Alteración del cauce
	Alteración del nivel freático
Aire	Alteración capacidad del acuífero
	Contaminación del aire
Biotico	Aumento en decibeles de ruido
	Afectación áreas sensibles ambientales
	Afectación de la cobertura vegetal
	Afectación fauna terrestre
	Afectación especies endémicas
Paisaje	Incremento de demanda de recursos naturales
	Alteración de calidad visual
Eventos contingentes	Riesgo de inundación
	Riesgo de accidentalidad
	Caida de materiales
	Movimientos en masa
	Deslizamientos
	Riesgos operacionales
Socio-económicos	Incendios
	Alteración actividades económicas
	Incremento de demanda de bienes o servicios
	Afectación infraestructura existente
	Afectación en la movilidad peatonal y vehicular
	Afectación en la cotidianidad
	Alteración en los ingresos de la comunidad
	Afectación patrimonio arqueológico y/o cultural
Afectación salud de los trabajadores	
Conflictos con comunidades e instituciones	

4.2.4.4 MATRIZ DE IMPACTOS AMBIENTALES

Con el fin de identificar y evaluar el grado de impacto generado por el proyecto, y de obtener información que permita la construcción y la implementación del plan de manejo ambiental, se realizó, con base a toda la información anterior, una matriz de impactos ambientales, que permita cruzar las actividades del proyecto con los elementos del medio afectados. (Ver. Anexo 5 Matriz de identificación de impactos ambientales obra muro Villeta)

5. CONCLUSIONES

- ✓ Durante la construcción de obras es posible que se presenten situaciones o condiciones no previstas, que pueden alterar los procesos constructivos y las condiciones económicas, por eso se debe hacer revisión previa de planos, cantidades, materiales, tiempos, etc., para poder prever y solucionar de manera efectiva los casos que se presenten.
- ✓ La buena verificación y control, depende del conocimiento y el estudio de cada actividad que compone el proyecto. Conocer a fondo los procesos y desarrollar métodos para el manejo del personal, ayudan a garantizar que se disminuyan los desperdicios, que se cumplan los tiempos de ejecución y que se eviten los errores que puedan generar una variación en la localización, dimensiones, niveles, ejes, etc.
- ✓ Las vías de comunicación son de vital importancia en el cumplimiento de las especificaciones técnicas, ya que frente al cambio más significativo, se debe dar aviso oportuno para estudiar la solución más adecuada y así mantener el seguimiento y control de las actividades en tiempo real.
- ✓ El proceso administrativo de planeación, control y seguimiento de los materiales de construcción, es un proceso que esta subestimado, la elección minuciosa de los proveedores, organizar las compras y el buen uso del almacenamiento pueden significar una ventaja económica.
- ✓ La matriz de impacto ambiental representa un elemento de vital importancia en la elaboración de un plan de manejo ambiental, ya que esta representa de forma sencilla la relación que existe entre las actividades de la obra y los impactos que estas generan en cada uno de los aspectos ambientales evaluados.

REFERENCIAS

[1] Valco Constructores Ltda “Brochure de la empresa Valco Constructores Ltda” Bucaramanga, 2011, p. 5-11.

[2] Información Municipio de Villeta. Disponible en línea: http://www.villeta-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml [Consultado el 8 de Octubre de 2014].

[3] Información Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Disponible en línea: http://es.wikipedia.org/wiki/Corporaciones_Aut%C3%B3nomas_Regionales [Consultado el 9 de Octubre de 2014].

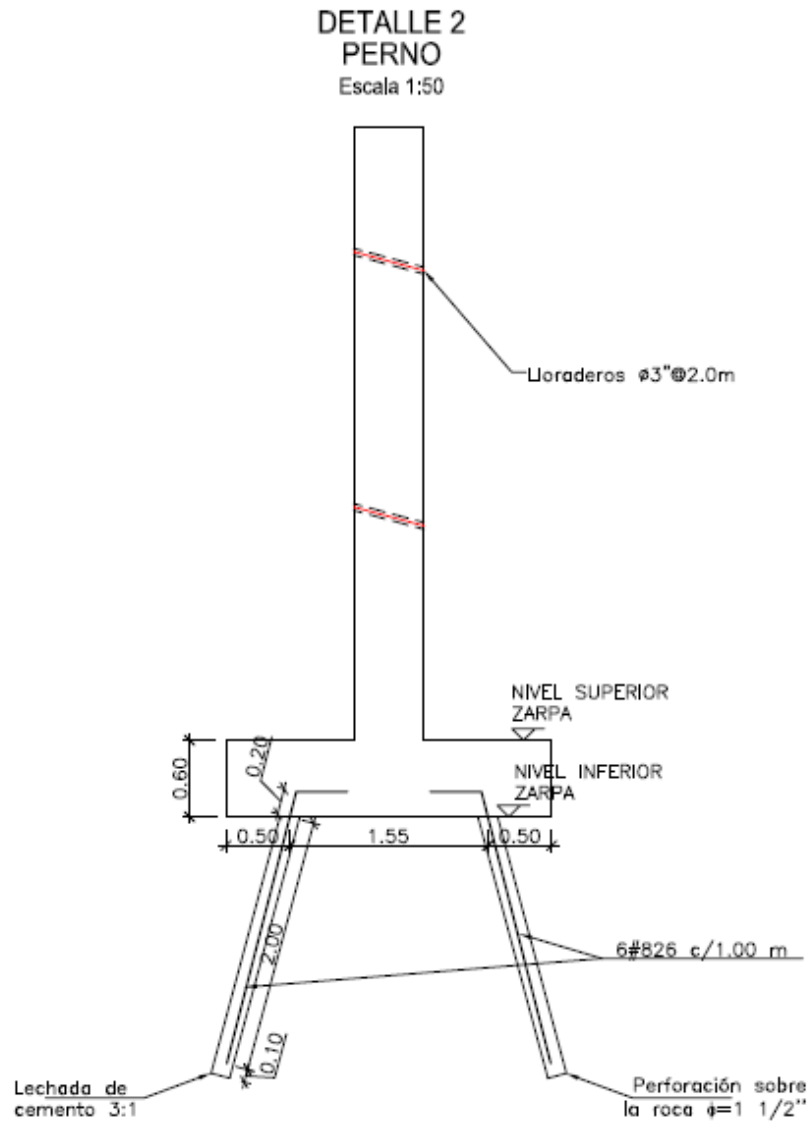
[4] Suárez J. “Control de Erosión” Bucaramanga, 2001, p. 49.

BIBLIOGRAFIA


1. Alcaldía de Medellín – Secretaria del Medio Ambiente “Guía de manejo Socio-ambiental para la construcción de obras de infraestructura pública”. Medellín, 2014.
2. Alcaldía de Villeta. “Estudio Previo Ajustado – Decreto 734 de 2012 – Construcción Muro de Contención barrio Alfonso López, Sector Hospital del Municipio de Villeta Cundinamarca”. Colombia, 2013.
3. Almeyda F. – Serrano G. “Guía para la administración de los materiales de construcción aplicada a proyectos de obra civil”. [Tesis especialización]. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, 2010.
4. Geotecnia & Cimentaciones “Análisis de Estabilidad talud Hospital Fernando Salazar de Villeta” Bogotá D.C, 2012.
5. Norma Técnica Colombiana NTC – 550.
6. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10, “Titulo –C, Concreto Estructural”. Bogotá D.C, 2010.

ANEXOS

Anexo 1. Detalle de la sección con pernos de 1".



Anexo 2. Formato Análisis de Cotizaciones

ANÁLISIS DE COTIZACIONES		FECHA		FT-EJ-02	
		21/11/2014			
PROCESO EJECUCIÓN		FECHA RECIBIDO EN COMPRAS:		FECHA APROBACIÓN:	
		22/11/2014		22/11/2014	
		FECHA ELABORACIÓN:		ANÁLISIS DE COTIZACIONES NO.:	
		22/11/2014		001	
	 <small>CONSTRUCTORES & CONSULTORES LTDA.</small>	PROYECTO: MURO VILLETA			
ITEM	DESCRIPCIÓN	UN	CANT. (ALCANCE)	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2
				NOMBRE: AM FERRETERIA S.A.S PAGO: <input type="checkbox"/> CREDITO <input type="checkbox"/> CONTADO REGIMEN: <input type="checkbox"/> SIMPLIFICADO <input type="checkbox"/> COM UN TIEMPO DE ENTREGA: <input type="checkbox"/> SE <input type="checkbox"/> PEDIDO	NOMBRE: GERDAU DIACO PAGO: <input type="checkbox"/> CREDITO <input type="checkbox"/> CONTADO REGIMEN: <input type="checkbox"/> SIMPLIFICADO <input type="checkbox"/> COM UN TIEMPO DE ENTREGA: <input type="checkbox"/> SE <input type="checkbox"/> PEDIDO
		VR. COSTO PRESUPUESTO	VR. PARCIAL	VR. UNIT	VR. PARCIAL
1	HIERRO FIGURADO 3/8 A 1"			\$1.699	\$91,715,418
2	HIERRO FIGURADO 1 1/4"	KG	53982	\$1.799	\$94,468,500
3	ALAMBRE NEGRO	KG	530,25	\$1.699	\$900,963
		VR. COSTO PRESUPUESTO	VR. PARCIAL	VR. UNIT	VR. PARCIAL
			\$0		\$97,609,463
	SUBTOTAL				
	DESCUENTO FINANCIERO				
	OTROS DESCUENTOS				
	IVA				\$15,617,514
	TOTAL				\$113,226,977
OBSERVACIONES		PROVEEDOR SELECCIONADO PARA LA COMPRA:			
		FIRMA DE APROBACIÓN			
		LIDER DE COMPRAS			
		COMITÉ COMPRAS			
		HOJA			
		1 DE 1			

Anexo 6. Excavación a mano sobre roca Lutita.



Anexo 7. Plomada de formaleta para fundir Solados en concreto ciclopeo.



Anexo 8. Zona de preparación de concreto.



Anexo 9. Instalación de anclajes 1”.



Anexo 10. Anclajes de 1” instalados sobre solado.



Anexo 11. Armado de aceros Zarpa.



Anexo 12. Verificación de dimensiones y localización de aceros para zarpa.



Anexo 13. Zarpa armada



Anexo 14. Fundida de zarpa con arranque de muro.



Anexo 15. Canaleta de vaciado de concreto para fundir zarpa y solados.



Anexo 16. Amarrado de acero cuerpo de muro.



Anexo 17. Encofrado de muro armado.



Anexo 18. Verificación de plomos en la formaleta metálica.



Anexo 19. Instalación de tubería PVC 3" para lloraderos embebidos en el muro.



Anexo 20. Aplicación del desmoldante para la formaleta metálica del muro.



Anexo 21. Muro encofrado con formaleta metálica.



Anexo 22. Preparación de mezcla de concreto en obra.



Anexo 23. Vaciado de concreto sobre cuerpo de muro.



Anexo 24. Vibrado del cuerpo de muro durante su fundida.



Anexo 25. Retiro de formaleta.



Anexo 26. Curado de cilindros ensayo de resistencia.



Anexo 27. Grupo de trabajadores obra muro Villeta.



Anexo 28. Módulos 27 y 28 terminados

