

CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y SUPERVISION EN LA CONSTRUCCION
DE PANTALLAS ANCLADAS (AEROPUERTO DEL CAFÉ) Y COLEGIO DEL MUNICIPIO
DE PALESTINA CALDAS.



EDWIN ARLEY CADENA TRUJILLO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN
2010

CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES Y SUPERVISION EN LA CONSTRUCCION
DE PANTALLAS ANCLADAS (AEROPUERTO DEL CAFÉ) Y COLEGIO DEL MUNICIPIO
DE PALESTINA CALDAS.



Presentado por:
EDWIN ARLEY CADENA TRUJILLO

Informe Final de Práctica Profesional (Pasantía) para optar al título de
Ingeniero Civil

Directora: Ing. JULIA RUIZ DE MURGUEITIO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN
2010

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE FIGURAS

INTRODUCCIÓN

OBJETIVOS.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	1
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	1
2. DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS.....	2
2.1 AEROPUERTO DEL CAFÉ.....	2
2.1.1 UBICACIÓN.....	3
2.1.2 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.....	4
2.2 COLEGIO DE PALESTINA.....	5
3. DESCRIPCION DE MATERIALES Y ELEMENTOS UTILIZADOS EN LAS OBRAS.....	6
3.1 PANTALLAS ANCLADAS.....	6
3.1.1 CONCRETO PARA PANTALLAS.....	6
3.1.2 ANCLAJE ACTIVOS.....	9
3.1.3 ANCLAJES PASIVOS.....	13
3.2 COLEGIO DE PALESTINA.....	15
3.2.1 REQUERIMIENTOS DEL CONCRETO DE LOSAS, VIGAS Y COLUMNAS.....	15
3.2.2 REQUERIMIENTOS CONCRETO ROUTING.....	15
3.2.3 REQUERIMIENTOS MORTERO DE PEGA	16
3.2.4 UNIDADES DE MAMPOSTERIA.....	17
4. SUPERVISION Y CONTROL DE CALIDAD REALIZADO EN LAS OBRAS.....	18
4.1 CONTROL DE CALIDAD A MATERIALES UTILIZADOS.....	18
4.1.1 CONCRETO PARA PANTALLAS.....	18
4.1.2 LECHADA DE LLENADO E INYECCION DE ANCLAJES.....	26
4.1.3 CONCRETO DE LOSAS, VIGAS Y COLUMNAS DEL COLEGIO.....	26
4.1.4 CONCRETO GROUTING DEL COLEGIO	31
4.2 SUPERVISION EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	33
4.2.1 SUPERVISION EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PANTALLAS.....	33
4.2.2 SUPERVISION EN LA CONSTRUCCION DE ANCLAJES.....	37
4.2.3 SUPERVISION EN LA CONSTRUCCION DE LOSAS, VIGAS Y COLUMNAS.....	41
4.2.4 SUPERVISION EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL DEL COLEGIO.....	45

5. FUNCIONES ADMINISTRATIVAS.....48
6. CONCLUSIONES.....49
7. BIBLIOGRAFIA

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Ubicación geográfica Aeropuerto del Café.....</i>	<i>3</i>
<i>Figura 2. Humedad vs Profundidad Sondeo N° 2.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 3. Índice de plasticidad vs Profundidad Sondeo N° 2.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 4. Cemento Argos.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 5. Grava de rio Chinchiná.....</i>	<i>7</i>
<i>Figura 6. Arena de rio Chinchiná.....</i>	<i>8</i>
<i>Figura 7. Anclaje activo (Punta metálica, torón).....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 8. Tubería de inyección con bandas de caucho.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 9. Manguera de protección para zona libre.....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 10. Dispositivo de apoyo anclaje activo.....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 11. Anclajes pasivos.....</i>	<i>14</i>
<i>Figura 12. Unidades de Mampostería.....</i>	<i>17</i>
<i>Figura 13. Curva granulométrica de agregados para concreto de pantallas.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 14. Izq:cemento expuesto a intemperie Der: Almacenamiento de agregados.....</i>	<i>20</i>
<i>Figura 15. Recipientes utilizados en la dosificación.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 16. Ensayo de asentamiento.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 17. Vibrado del concreto.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 18. Elaboración de cilindros de concreto.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 19. Muestras para ensayo de resistencia.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 20. Almacenamiento de muestras de concreto.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 21. Vaciado del concreto para pantallas.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 22. Muestra para ensayo de resistencia de lechadas.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 23. Transporte del concreto.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 24. Vibrado del concreto.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 25. Curado del concreto.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 26. Elaboración del concreto Grouting.....</i>	<i>32</i>
<i>Figura 27. Perfilamiento y solado de limpieza de Talud.....</i>	<i>34</i>
<i>Figura 28. Reemplazo con sacos en talud deslizado.....</i>	<i>34</i>

<i>Figura 29. Deslizamiento de talud reemplazado.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 30. Acero de refuerzo y Formaletas para pantallas.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 31. Izquierda: Pantalla activa Derecha: Pantalla Pasiva.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 32. Preparación de lechada para anclajes.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 33. Llenado de anclajes pasivos.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 34. Introducción de anclaje activo.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 35. Distribución de anclajes activos.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 36. Equipo de inyección para anclajes.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 37. Izq: Gato hidráulico multi-torón Der: Gato hidráulico mono-torón.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 38. Acero de refuerzo y Formaleta para columnas y pantallas.....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 39. Chequeo de alineamiento en columnas.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 40. Vigas metálicas.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 41. Malla venada en vigas de concreto.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 42. Losa de entre piso con Placa de Metaldeck.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 43. Acero de muro estructural soldado a viga metálica.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 44. Concreto Grouting para primeros 25cm de muro estructural.....</i>	<i>46</i>



INTRODUCCIÓN

Para optar al título de Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca, el Concejo Superior Universitario con el Acuerdo N° 051 de 2001 y el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución N° 281 del 10 de junio de 2005, otorgan la posibilidad al estudiante de realizar la pasantía, con una entidad constructora, en un proyecto claramente definido.

Se entiende como pasantía, una práctica de campo o en oficina donde el estudiante pueda hacer uso de sus conocimientos adquiridos en la carrera y así contribuir en la solución situaciones particulares que se le presenten, además esta es una forma de adquirir experiencia la cual ayudará mucho en el desarrollo como Profesional.

Actualmente en el país existen varios proyectos ingenieriles en ejecución, entre estos está El Aeropuerto del Café que se encuentra localizado en el Municipio de Palestina departamento de Caldas. El Aeropuerto del Café es un proyecto de gran envergadura, representado por el Consorcio Aerocafé, este proyecto está constituido por varias etapas, lo que implica la existencia de diferentes consorcios o empresas en dicho proyecto. La empresa GBG INGENIERIA Y PROYECTOS me dio la posibilidad de vincularme a este proyecto como pasante, en la construcción de las pantallas ancladas (activa y pasiva) y de una obra anexa que es el colegio del municipio de Palestina Caldas. Este tipo de proyectos ayudan a que el estudiante adquiera conocimientos que serán de mucha utilidad en su vida profesional.



1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Fortalecer y ampliar los conocimientos adquiridos en el programa de Ingeniería Civil mediante la colaboración de manera efectiva y constante en el control de calidad de materiales y supervisión en la construcción las pantallas ancladas (activa y pasiva) del Aeropuerto del Café y Colegio del municipio de Palestina caldas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Controlar la calidad del los materiales utilizados en obra, principalmente los concretos y los agregados.
- Inspeccionar los procesos técnicos en la construcción de las Pantallas ancladas en el Aeropuerto del Café y Colegio de Palestina Caldas.
- Aplicar en la práctica los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de la carrera en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca



2. DESCRIPCION DE LOS PROYECTOS

2.1 AEROPUERTO DEL CAFÉ

Dadas las limitaciones técnicas y operacionales que presenta en la actualidad el Aeropuerto La Nubia, único terminal aéreo con que cuenta la ciudad de Manizales, se tuvo como solución a estos impedimentos la construcción de un nuevo aeropuerto.

El Aeropuerto del Café es un proyecto de gran envergadura, administrado por el Consorcio Aero-café, este proyecto está constituido por varias etapas, lo que hace necesaria la participación de diferentes consorcios o empresas en dicho proyecto. La empresa GBG INGENIERIA Y PROYECTOS es la encargada de la construcción de la primera etapa de pantallas ancladas (activa y pasiva) y de una obra anexa que es el colegio del municipio de Palestina Caldas. La cuantía para estos dos contratos es de 4800 millones para la construcción de pantallas y 2600 millones en la construcción del colegio. Inicialmente el plazo para la ejecución de dichos contratos era de 8 meses pero, debido a algunos imprevistos y modificaciones, se ha ampliado dicho plazo por unos meses más.

El proyecto Aeropuerto del Café requiere la construcción de diez terraplenes de los cuales a la fecha se han ejecutado seis, el terraplén 4, se encuentra en proceso de nivelación final y los terraplenes 8, 9 y 10, iniciaron su construcción en el mes de Noviembre de 2009.

Para garantizar un comportamiento geotécnico adecuado del sector es necesaria la construcción de obras de estabilidad como zanjas colectoras, filtros, pantallas ancladas activas, pantallas pasivas, etc. La construcción de las pantallas ancladas se divide en varias etapas, la primera (Etapa1), consta de



una longitud de 160 metros aproximadamente y una altura de pantalla de 12m; esta a su vez se divide en dos tramos, un primer tramo de pantalla activa con anclajes de 25m de longitud, distribuidos cada 4m horizontalmente y cada 5m en sentido vertical; un segundo tramo de pantalla pasiva con anclajes de 15 m longitud, distribuidos horizontalmente cada 2m y en sentido vertical cada 2.5m. Se debe resaltar que el contrato adjudicado a la empresa GBG INGENIERIA Y PROYECTOS para la construcción de las pantallas solo incluye la Etapa 1 cuyas dimensiones ya fueron nombradas anteriormente; la otra etapa de la construcción de estas pantallas le corresponde al consorcio encargado de la construcción del terraplén numero 9 el cual esta contiguo a dicha obra. La pantalla terminada tendrá una altura de 35m por debajo del nivel de piso y una longitud de más de 250m.

2.1.1 UBICACIÓN

El proyecto está localizado en el Sur-Oriente del Departamento de Caldas, Ubicado a 24 Km de Manizales, a 26 Km de Pereira y a 75 Km de Armenia.



Figura 1. Ubicación geográfica Aeropuerto del Café



2.1.2 ESTUDIOS GEOTÉNICOS

Para el diseño de las pantallas ancladas se hicieron varios sondeos mecánicos hasta 25 metros de profundidad con el fin de clasificar los estratos encontrados y determinar las propiedades físicas y mecánicas requeridas en el estudio de los suelos.

A continuación se muestra a manera de ilustración algunos resultados obtenidos en uno de los sondeos:

LUIS GONZAGA MONTES GALVIS
Ingeniero Civil
Especialista en Geotecnia

π

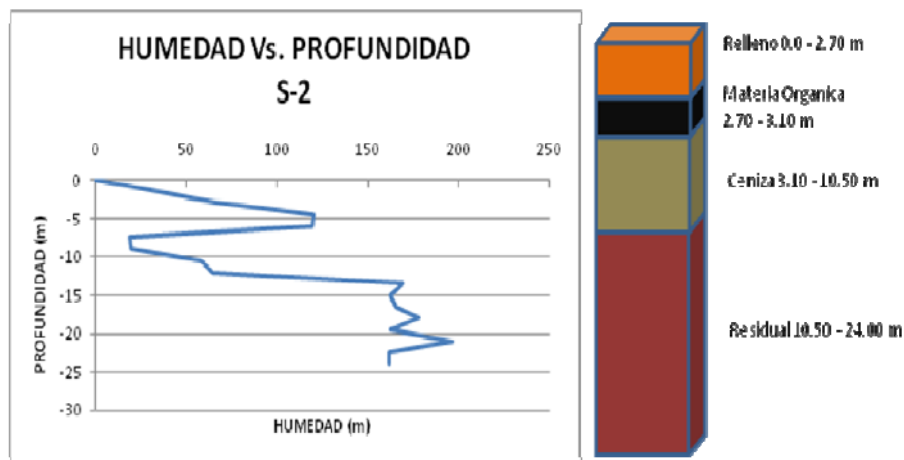


Figura 2. Humedad vs Profundidad sondeo N° 2

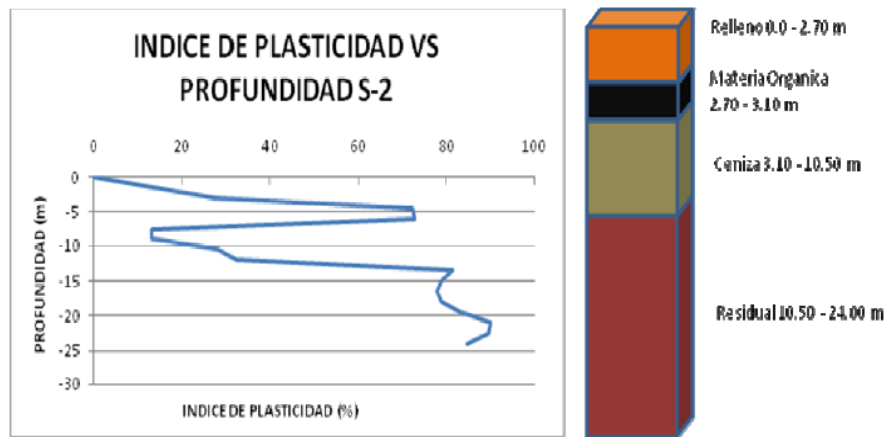


Figura 3. Índice de Plasticidad vs Profundidad sondeo N° 2

2.2 COLEGIO DE PALESTINA

Debido a que la infraestructura de uno de los colegios del municipio de Palestina se localizaba en el sector donde será construido uno de los terraplenes que conforman la pista del aeropuerto (terraplén 10), fue necesaria la construcción de un nuevo colegio como remplazo del colegio existente el cual será demolido.

La construcción del colegio consta de tres bloques, cada uno con tres plantas con cubierta en estructura metálica y cimentados sobre caissons de 6 metros de profundidad; los muros en los tres bloques son en mampostería estructural con ladrillo a la vista. Además dicho colegio contará con una amplia biblioteca, sala de sistemas, red contra incendios, rampas de acceso para discapacitados, etc.



3. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE MATERIALES Y ELEMENTOS UTILIZADOS EN LAS OBRAS

3.1 PANTALLAS ANCLADAS

3.1.1 CONCRETO PARA PANTALLAS

Para la construcción de las pantallas se utilizó concreto hecho en obra y su resistencia de diseño depende del tipo de pantalla a construir. Para el tramo de pantalla pasiva se utilizó un concreto de 3500 *psi* y para las pantallas activas el concreto utilizado fue de 4000 *psi*. Las proporciones en volumen utilizadas son de 1: 2,2: 2,7 y 1: 2,0: 2,3 para pantallas pasiva y activa respectivamente.

Como el concreto es hecho en obra, es indispensable que haya un control riguroso de calidad, tanto de materiales como de producción, para garantizar que sea un concreto de óptimas condiciones que satisfaga las necesidades técnicas y económicas de la obra. Los materiales utilizados son los siguientes:

CEMENTO: Portland Tipo 1.



Figura 4. Cemento Argos



GRAVA: Proveniente del rio Chinchiná (Ver figura 5.)



Figura 5. Grava de rio Chinchiná

ARENA: Proveniente del rio Chinchiná (Ver figura 6.)

AGUA: El agua utilizada es optima, no presenta impurezas que puedan afectar las propiedades del concreto; cumpliendo así con la norma NTC 3459.



Figura 6. Arena de rio Chinchiná



NOTA: Las fotografías mostradas en las figuras 5 y 6 fueron tomadas en la construcción del colegio de palestina, puesto que el material utilizado para las pantallas tiene las mismas características y además proviene del mismo lugar.

Se debe resaltar que tanto la grava como la arena deben cumplir con la Norma NTC 174. Lo que indica que estos agregados no pueden afectar desfavorablemente las propiedades y características de la mezcla y además deben garantizar una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento.

La cantidad, en peso, de materiales para un metro cubico de concreto se muestra a continuación:

CONSUMO DE MATERIALES POR METRO CUBICO DE CONCRETO
MEZCLA PARA : 3500 PSI

Materiales	Masa /m3 Kg	MASA UNITARIA DE LOS AGREGADOS Ton/m3	MATERIALES POR METRO CUBICO DE CONCRETO
Agua	172,0	Ton/m3	172,0 Litros
Cemento **	351,0		351,0 Kg.
Arena	747,4	1,335	0,56 m3
Gravilla	1075,6	1,571	0,68 m3

** Consumo de cemento Portland en bultos de 50 Kg = **7,02**

Relación A/C = 0.50
Asentamiento = 2" a 3"
Tamaño máximo = 3 / 4 "

CONSUMO DE MATERIALES POR METRO CUBICO DE CONCRETO
MEZCLA PARA : 4000 PSI

Materiales	Masa /m3 Kg	MASA UNITARIA DE LOS AGREGADOS Ton/m3	MATERIALES POR METRO CUBICO DE CONCRETO
Agua	174,0	Ton/m3	174,0 Litros
Cemento **	395,5		395,5 Kg.
Arena	730,6	1,335	0,55 m3
Gravilla	1051,4	1,571	0,67 m3

** Consumo de cemento Portland en bultos de 50 Kg = **7,91**



Relación A/C = 0.45
Asentamiento = 2" a 3"
Tamaño máximo = 3 / 4 "

3.1.2 ANCLAJES ACTIVOS

Los anclajes activos y en general todo tipo de anclajes, son utilizados para garantizar la estabilidad de una estructura; son muy eficientes en lugares donde el terreno posea baja resistencia al cortante. Estos anclajes se clasifican de esa manera por su forma de trabajo la cual consiste en una vez instalado, este se tensiona con una carga de prueba y hasta alcanzar una carga de trabajo comprimiendo así el terreno desde la zona de anclaje hasta el cabezote del mismo.

Un anclaje activo se compone de tres partes fundamentales:

ZONA DE BULBO: Es la parte encargada de transferir los esfuerzos al terreno y se debe encontrar ubicada detrás de la línea de falla del mismo. En otras palabras el bulbo es finalmente el que resiste la carga transmitida por la estructura de contención al anclaje.

ZONA LIBRE: Es la parte en la que la armadura se encuentra aislada del terreno que la rodea y se encuentra por delante de la línea de falla del terreno.

CABEZA Y PLACA DE APOYO: Es la unión de la armadura con la estructura de apoyo, y sobre ella se ejerce la acción exterior de tensionamiento.



ELEMENTOS DE UN ANCLAJE ACTIVO

- **TORÓN:** Cable que en conjunto con los otros, transmiten la tensión del punto de apoyo (muro o pantalla) hasta el suelo o roca. (Ver figura 7.)
- **PUNTA METÁLICA:** Elemento metálico que sirve para vincular y proteger la punta de los torones; facilita también la introducción del anclaje en la perforación. (Ver figura 7.)



Figura 7. Anclaje activo (Punta metálica, torón)

SEPARADORES: Elementos metálicos, de caucho o de PVC, que permiten mantener alineados los torones y los separan del tubo de inyección, permitiendo el flujo de lechada alrededor de éstos.



TUBERIA DE INYECCIÓN: Para el sistema de inyección a presión se utiliza una tubería en PVC para presión, perforada y recubierta con bandas de caucho en la zona del bulbo o de inyección a presión; las bandas actúan como válvulas de paso y permiten posteriores inyecciones. Durante el armado del anclaje, debe tenerse especial cuidado en la colocación de estas bandas de caucho asegurando que no sufran desplazamiento durante la inyección, para que la tubería PVC no se llene de cemento. (Ver figura 8.)



Figura 8. Tubería de inyección con bandas de caucho

MANGUERA DE PROTECCIÓN: Es una coraza de polietileno o material similar que protege los torones de la zona libre contra la corrosión, garantizando además, las deformaciones elásticas de los cables y que no haya contacto entre el torón y la lechada antes del tensionamiento. (Ver figura 9.)



Figura 9. Manguera de protección para zona libre.

DISPOSITIVO DE APOYO: Es un elemento de concreto que cuenta con una sección trapezoidal, para este caso, pero su sección puede ser cuadrada o rectangular dependiendo del diseño de los anclajes; además sobre ese elemento se coloca una platina en la parte superior la cual tiene agujeros para cada cable o torón ajustados con cuñas. (Ver figura 10.)



Figura 10. Dispositivo de apoyo anclaje activo.

3.1.3 ANCLAJES PASIVOS.

Este tipo de anclajes se caracteriza por desarrollar la tracción por sí solos, al aparecer la fuerza exterior y oponerse al movimiento del terreno. Para la construcción de las pantallas, los anclajes pasivos que se diseñaron fueron relativamente sencillos; estos están constituidos por cuatro (4) barras de acero corrugado de 6/8", de las cuales solo una tiene una longitud de 15.5m, 15m de anclaje y 0.5m que quedan por fuera formando una especie de gancho. Las otras tres barras de acero solo tienen una longitud de 3.0m, 2.5m de anclaje y 0.5m de gancho. Las cuatro barras forman una especie de cruz con los ganchos, la cual va amarrada al acero de la pantalla lo que implica que queda embebida en esta. (Ver figura 11.)



Figura 11. Anclajes pasivos

Se debe garantizar que las barras de acero queden debidamente amarradas al acero de la pantalla, o de lo contrario el anclaje no trabajaría adecuadamente.

3.2 COLEGIO DE PALESTINA.

3.2.1 REQUERIMIENTOS DEL CONCRETO DE LOSAS, VIGAS Y COLUMNAS.

El concreto utilizado para la construcción de estos tres elementos, tiene las mismas características que el utilizado para la construcción del tramo de pantalla pasiva, su resistencia de diseño también es de 3500 *psi*, el diseño de mezcla y los materiales utilizados son los mismos mencionados el numeral 3.1.1. En las losas



de entrepiso del nivel 2, se utilizó un aditivo acelerante lo cual fue necesario puesto que se requería que el concreto obtuviera una pronta resistencia de diseño para poder avanzar con los siguientes niveles.

3.2.2 REQUERIMIENTOS CONCRETO GROUTING.

Este elemento es el encargado de penetrar las celdas del muro sin sufrir segregación. Consiste en una mezcla fluida de agregados y cemento, la cual se adhiere a las unidades de mampostería y las barras de refuerzo, resultando muy útil e indispensable en la construcción de mampostería estructural.

Para la preparación de este concreto se debe tener en cuenta que el tamaño máximo de los agregados debe ser 12.5mm para eliminar toda posibilidad de obstrucción en el llenado de las celdas y evitar que se produzca segregación.

El material utilizado debe cumplir con los estándares de la norma NTC 4020. En la obra se utiliza material proveniente del río Chinchiná con un tamaño máximo de 3/8" y la proporción utilizada en el mezclado es de 1:6 (cemento /agregado); el cemento Utilizado es Portland tipo I, aunque también se pueden utilizar tipo II y III.

3.2.3 REQUERIMIENTOS MORTERO DE PEGA.

Es el elemento que une las unidades de mampostería a través de las juntas verticales y horizontales, en función de su capacidad de adherencia. Es necesario que su colocación sea de una manera adecuada, por ende este debe tener una buena plasticidad y consistencia, además suficiente capacidad de retención de agua para que las unidades de mampostería no le roben la humedad.



Según la norma NTC 3329 los morteros se clasifican en tipo M, N, S y O de acuerdo con su resistencia de compresión, flujo y retención de agua. De otra manera, la norma sismo resistente NSR 98 solo permite el uso de los morteros tipo M, N y S y que cumplan con las características mostradas en la siguiente tabla.

TIPO DE MORTERO	RESISTENCIA (Mpa)	FLUJO(%)	RETENCIÓN DE AGUA(%)
M	17.5	120	75
S	12.5	115	75
N	7.5	110	75

El tipo de Mortero utilizado en la obra es de tipo M con una proporción 1:3 la cual cumple con lo establecido en la norma NTC 3329 que me da un rango de volumen de arena mínimo 2.5 y máximo 3.0. La elaboración del mortero de pega se realiza de forma manual y debe ser en un lugar limpio, libre de impurezas y sin exceso de humedad.

La arena utilizada es proveniente del río Chinchiná pasante del tamiz N° 4 y debe cumplir con los estándares establecidos en la norma NTC 2240. Se utilizó cemento Portland tipo I de Argos y agua libre de impurezas acta según la norma NTC 3459.

3.2.3 UNIDADES DE MAMPOSTERIA.

Las unidades fueron elaboradas por la Ladrillera Cataluña basándose en el diseño arquitectónico la cuales exigía unas dimensiones específicas para los ladrillos.



Dimensiones: 30cm x 7cm x 12cm.

Numero de celdas interiores: 3

La figura 12 muestra las unidades de mampostería utilizadas en la obra.



Figura 12. Unidades de Mampostería

4. SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD REALIZADO EN LAS OBRAS.

4.1 CONTROL DE CALIDAD A MATERIALES UTILIZADOS

4.1.1 CONCRETO PARA PANTALLAS.

El concreto para las pantallas requiere de mucha supervisión y control de calidad puesto que estas estructuras van a estar sometidas a grandes esfuerzos. Para que el concreto sea el adecuado se debe supervisar la calidad de los materiales, preparación de la mezcla, transporte, vaciado y curado.



CONTROLES REALIZADOS:

- Se chequea que los materiales proporcionados para la realización de la mezcla cumplan con las características exigidas en las normas, como por ejemplo tamaño máximo de agregados y que el material esté libre de impurezas. Como el material es proveniente de río es muy probable que este llegue con algún contenido de materia orgánica y en este caso el material es devuelto; si la contaminación es mínima, se procede a retirarla del material.

A continuación se muestran los resultados de los ensayos realizados a los agregados y cuyos datos fueron suministrados por CONSUAS Y PERFORACIONES LTDA. Empresa que realizó los ensayos.

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA ARENA

MODULO DE FINURA	3,15
ABSORCION (%)	4,12
M.U.S. (g/cm ³)	1,335
M.U.C. (g/cm ³)	1,386
CLASIFICACION S.U.C.S.	SP
EQUIVALENTE DE ARENA %	90,8

Según la NTC 174 el modulo de finura de la arena debe estar entre 2.2 y 3.1.

La arena utilizada tiene un modulo de finura =3.15 (cumple). El equivalente de arena es 90.8% es mayor a 60% que es el mínimo especificado en la norma.

RESUMEN DE ENSAYOS DE LA GRAVA

ABSORCION (%)	1,0
M.U.S. (g/cm ³)	1,571
M.U.C. (g/cm ³)	1,717
CLASIFICACION S.U.C.S.	GW



Curvas granulométricas

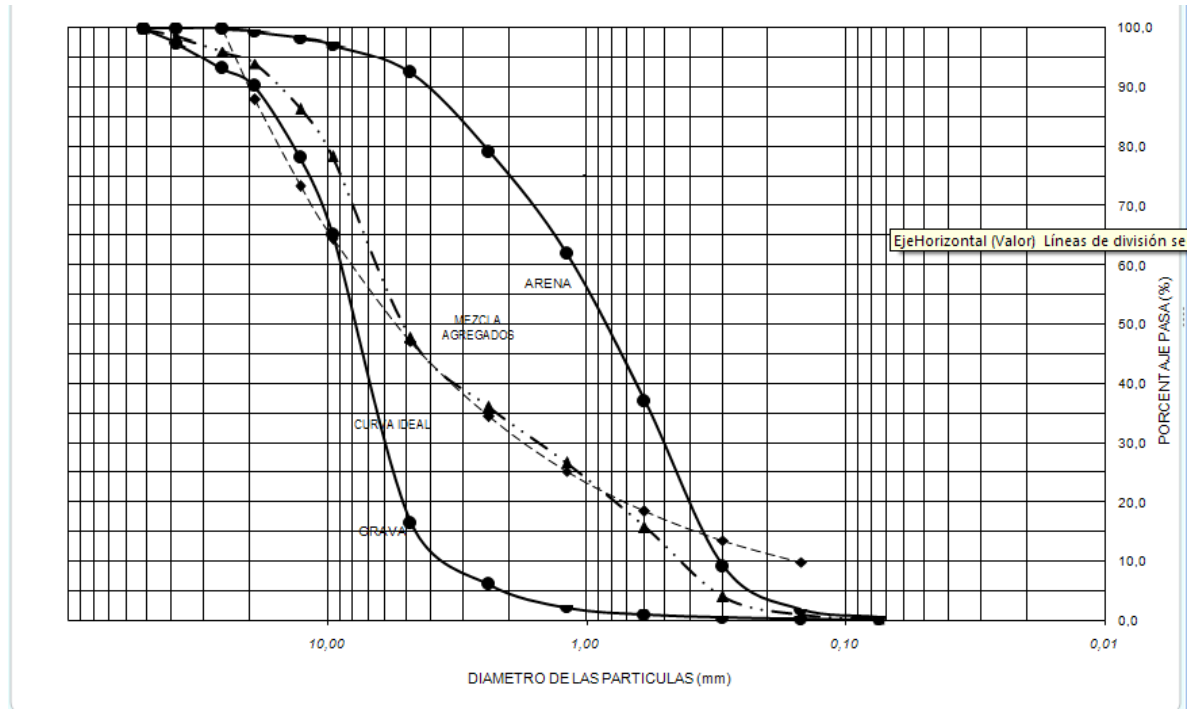


Figura 13. Curva granulométrica de agregados para concreto de pantallas.

- Se debe evitar la segregación de los agregados durante el almacenamiento, las pilas depositadas en el sitio no deben acumular grandes cantidades de agregados. (Ver figura 14)
- Cubrir los sacos de cemento que se encuentran expuestos a la intemperie con lonas o plásticos en buen estado. (Ver figura 14.)



Figura 14. Izq: cemento expuesto a intemperie Der: Almacenamiento de agregados

- En el momento de la mezcla se controla que la cantidad de materiales adicionados sea la correspondiente al diseño de mezcla. Para la dosificación no se elaboraron cajones de madera pero el diseño de mezcla trae la cantidad de baldados según las proporciones. (Ver figura 15.)
- Se hace el control de la cantidad de agua agregada a la mezcla mediante el ensayo de asentamiento con el cono de Slump. (Ver figura 16.)



Figura 15. Recipientes utilizados en la dosificación.



. Figura 16. Ensayo de asentamiento

- El tiempo de mezclado debe estar entre un minuto a un minuto y medio dependiendo de la mezcladora; por lo general 20 revoluciones por minuto según la recomendación del proveedor, esto para garantizar una mezcla lo mas uniforme posible.
- El concreto, al ser descargado de mezcladoras, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra.
- Se controla que el vibrado del concreto sea optimo es decir, que la cabeza del vibrador este por lo menos un tiempo prudencial para sacarle aire incorporado en la mezcla, sin embargo no se puede exceder en un tiempo superior a los 10 segundos en el punto de aplicación del vibrador porque podría segregar la mezcla (Ver figura 17).



Figura 17. Vibrado del concreto

- Es muy importante que el vibrador no tenga contacto con el acero de refuerzo aunque esto es muy difícil controlar.
- Se toman frecuentemente muestras para realizar ensayos de resistencia a la compresión y así verificar que se esté cumpliendo con lo exigido en el diseño (Ver figura 18).



Figura 18. Elaboración de cilindros de concreto.

- Al realizar las muestras, estas se deben marcar con el fin de llevar un registro de las muestras que fueron sacadas un determinado día y así poder llevar cada muestra al laboratorio el día que le corresponda su ensayo ya sea a los 7 o a los 28 días (Ver figura 19). El almacenamiento de las muestras debe hacerse en un tanque con agua y un poco de cal para garantizar un óptimo curado del concreto. (Ver figura 20).



Figura 19. Muestras para ensayo de resistencia.



Figura 20. Almacenamiento de muestras de concreto.

RESULTADOS OBTENIDOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION.

Según las especificaciones dadas para este contrato, la resistencia del concreto será considerada satisfactoria, si ningún ensayo individual presenta una resistencia inferior en más de treinta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (35 kg/cm²) de la resistencia especificados y, simultáneamente, el promedio de tres ensayos consecutivos de resistencia iguala o excede la resistencia de diseño especificada en los planos.



Por lo general todos los ensayos que se realizaron arrojaron muy buenos resultados de resistencia, por eso basta con mostrar los resultados obtenidos en tres ensayos.

PRUEBA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	ESTRUCTURA	RESISTENCIA ESPERADA(Mpa)	RESISTENCIA OBTENIDA(Mpa)
1	23/11/2009	30/11/2009	7	Pantalla Activa		23,4
1	23/11/2009	21/12/2009	28	Pantalla Activa	28	30,1
2	05/03/2010	12/03/2010	7	Pantalla Activa		21,2
2	05/03/2010	02/04/2010	28	Pantalla Activa	28	29,3
3	27/03/2010	03/04/2010	7	Pantalla Pasiva		17,7
3	27/03/2010	24/04/2010	28	Pantalla Pasiva	24,5	25,4

ALGUNAS OBSERVACIONES

- Para la dosificación en el momento de la mezcla lo ideal sería utilizar cajones en vez de los baldes que se están utilizando; esto con el fin de que se utilicen las cantidades adecuadas para la mezcla, puesto que con los baldes esta puede variar un poco.
- El vaciado del concreto no es el más adecuado ya que se utiliza una tolva y una tubería para que este se baje a través de ella, puesto que es vaciado desde una altura muy grande (Ver figura 21). Lo mejor sería utilizar una pluma grúa para evitar la segregación del concreto.



Figura 21. Vaciado del concreto para pantallas.

4.1.2 LECHADA DE LLENADO E INYECCION DE ANCLAJES.

El control en las lechadas para los anclajes es muy importante ya que estas son las que conforman el bulbo que soportará finalmente las cargas. Estas lechadas varían dependiendo del anclaje puesto que para los anclajes pasivos solo se utiliza lechada para el llenado y para los anclajes activos se utiliza para llenado e inyección.

Básicamente se controlan los siguientes factores:

- Para los anclajes pasivos se utiliza una lechada de mortero en proporción 1:1 y relación A/C de 0.45. La arena utilizada debe ser muy fina y libre de contaminación.



- La relación A/C para la lechada de anclajes activos no debe exceder de 0,45 que equivalen a 23 Litros por cada saco de cemento. Para los anclajes activos no se agrega arena a la lechada.
- Se deben tomar muestras para realizar ensayos de resistencia (Ver figura 22.)



Figura 22. Muestra para ensayo de resistencia de lechadas.

4.1.3 CONCRETO DE LOSAS, VIGAS Y COLUMNAS DEL COLEGIO DE PALESTINA.

El control que se realiza al concreto utilizado para estos elementos es el mismo nombrado en el numeral 4.1.1 la diferencia es que en este caso si se puede llevar un buen chequeo en el transporte y vaciado del concreto, lo que no ocurría en la construcción de las pantallas, ya que se contaba en este sector de una pluma por motivo de costo y rendimiento de obra.



- El transporte del concreto se hace por medio de Plumas y carretillas, se controla que la distancia de recorrido de la mezcla no debe ser muy larga para evitar segregación de la misma; para esto se ubican las plumas de tal manera que se tenga un rápido desplazamiento del concreto lo que también ayuda al rendimiento de la obra (Ver figura 23).
- Se procura que la mezcla una vez vaciada sea utilizada lo más rápido posible y de manera continua para evitar sobreponer capas en tiempos de fraguado diferentes.



Figura 23. Transporte del concreto.

- Para elementos como las vigas se debe tener cuidado con el vibrado del concreto ya que la densidad de acero es mayor y es más probable que haya contacto con el vibrador (Ver figura 24.).



Figura 24. Vibrado del concreto.

- El curado del concreto suele ser un factor muy descuidado en toda obra, por esta razón se debe hacer reiterativo en esta actividad ya que un buen curado aumenta la resistencia, durabilidad y en general todas las propiedades del concreto endurecido.
- Para el curado del concreto en estos elementos no se utilizó ningún aditivo, aunque debería ser lo ideal, simplemente se saturaban de agua las vigas y las losas repetidamente durante los primeros 7 días; en las columnas se usó un recubrimiento con costales humedecidos, también regados con agua frecuentemente (Ver figura 25).
- El concreto de las losas del segundo nivel, en el que se utilizó un aditivo acelerante, se curaba solamente durante los primeros 3 días.



Figura 25. Curado del concreto.

- Se elaboran cilindros de concreto para ensayos de resistencia a la compresión, (Ver figura 18) en general los resultados obtenidos alcanzan e incluso sobrepasan un poco la resistencia de diseño (3500 psi). Las muestras de concreto deben ser marcadas, para evitar confusión, y llevadas al tanque para garantizar el curado del concreto. (Ver figuras 19 y 20)

En la siguiente tabla se muestran algunos de los resultados obtenidos en los ensayos de resistencia a la compresión de los diferentes elementos estructurales:



PRUEBA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (Días)	ESTRUCTURA	RESISTENCIA ESPERADA(Mpa)	RESISTENCIA OBTENIDA(Mpa)
1	29/03/2010	05/04/2010	7	Vigas Bloque 1 Nivel 2		17,6
1	29/03/2010	27/04/2010	28	Vigas Bloque 1 Nivel 2	24,5	24,4
2	05/03/2010	12/03/2010	7	Losa Bloque 2 Nivel 2		18,3
2	05/03/2010	02/04/2010	28	Losa Bloque 2 Nivel 2	24,5	25,6
3	14/11/2009	21/11/2009	7	columnas Bloque 3 Nivel 1		18,3
3	14/11/2009	12/12/2009	28	columnas Bloque 3 Nivel 1	24,5	26,2

Hay que resaltar que las condiciones de curado para los cilindros y los elementos estructurales son diferentes puesto que los cilindros se curan en inmersión total durante los 28 días.

4.1.4 CONCRETO GROUTING.

El control de calidad al mortero de relleno básicamente consiste en el control de los materiales utilizados y en la vigilancia durante su elaboración. Al concreto Grouting se le realizó el siguiente control de calidad:

- Además de supervisar que los materiales utilizados no tengan ningún tipo de contaminación es muy importante el chequeo de su tamaño el cual no debe ser superior a 12.5mm, esto para evitar la obstrucción en el llenado de las celdas y que se produzca segregación.



- Se debe procurar que se cumpla con las proporciones especificadas para el material utilizado, en caso de haber alguna anomalía con la granulometría del material se buscara la proporción adecuada que me garantice un adecuado llenado de las celdas.
- Como la mezcla es realizada manualmente, se chequea que el lugar de su producción esté limpio de toda impureza que afecte sus propiedades y de excesos de agua que alteren su proporción. Además que este lugar se encuentre cercano al muro que se va a fundir para evitar la segregación durante su transporte (Ver figura 26).



Figura 26. Elaboración del concreto Grouting.

- Al igual que todos los concretos se debe garantizar que el agua utilizada sea potable, sin sustancias que afecten la resistencia del concreto y que tenga un pH balanceado.



- Se debe tener en cuenta la humedad del material cuando este ha sido afectado por la lluvia tratando de dosificar de manera adecuada el agua, para no obtener una mezcla demasiado fluida

4.2 SUPERVISION EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.

4.2.1 SUPERVISION EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PANTALLAS.

El proceso constructivo es el mismo para pantallas pasivas y activas; obviamente refiriéndose al muro como tal sin incluir los anclajes. Básicamente los pasos a seguir son, perfilamiento de talud, solado de limpieza, armado del refuerzo, colocación de la formaleta y vaciado de la pantalla.

Se hacen los siguientes chequeos:

- El perfilamiento debe hacerse de acuerdo a la inclinación del muro y medidas indicadas en los planos; la pantalla pasiva se construye totalmente vertical y la activa tiene cierto grado de inclinación con respecto a la vertical según lo indique su diseño. La aplicación del solado de limpieza puede hacerse antes o después de haber hecho las perforaciones para los anclajes pero es recomendable primero realizar las perforaciones (Ver figura 27).



Figura 27. Perfilamiento y solado de limpieza de Talud

- En caso de que se presenten fisuras las cuales ocasionen deslizamiento del talud en el tramo que se está construyendo, se reemplaza el material que ha quedado suelto por sacos de suelo y esto impedirá que continúe el deslizamiento (Ver figura 28).



Figura 28. Reemplazo con sacos en talud deslizado



Después de haber realizado el reemplazo es muy importante prevenir un segundo deslizamiento, por esta razón se debe fundir el muro lo más rápido posible para evitar complicaciones (Ver figura 29).



Figura 29. Deslizamiento de talud reemplazado.

- Se verifica que el acero de refuerzo esté bien amarrado y que se coloque según los planos de diseño, además que los traslapos cumplan con la longitud exigida según el diámetro de cada barra. (Ver figura 30).
- La formaleta debe estar reforzada con cerchas y tacos para garantizar un buen acabado. (Ver figura 30)
- No se permite vaciados en condiciones de lluvia, si es el caso se debe parar o garantizar una cubierta sobre el elemento fundido. En caso que se deba suspender el vaciado, se debe adicionar un aditivo que me garantice una buena unión entre los concretos de diferentes tiempos de fraguado.



Figura 30. Acero de refuerzo y Formaletas para pantallas.

A continuación se pueden ver algunos tramos de pantalla activa y pantalla pasiva terminados (Ver figura 31).



Figura 31. Izquierda: Pantalla activa Derecha: Pantalla Pasiva



4.2.2 SUPERVISION EN LA CONSTRUCCION DE ANCLAJES.

El anclaje es el elemento que ayuda a reforzar la estructura de contención para que esta pueda soportar los esfuerzos a los que está sometida. Los anclajes pasivos y activos tienen procesos constructivos diferentes y es más rigurosa la supervisión en los anclajes Activos que en los pasivos.

SUPERVISION EN ANCLAJES PASIVOS:

- Se revisa cada una de las perforaciones para verificar que tengan la profundidad requerida (15m), esto se hace introduciendo un tubo delgado de longitud mayor a 15m. Las perforaciones tienen una inclinación de 10° hacia abajo con respecto a la horizontal.
- No se permite que se perfore adicionando agua al orificio, excepto si es estrictamente necesario para sacar algunos materiales que el compresor no logra sacar por si solos, en este caso la cantidad de agua adicionada es mínima.
- Se verifica que el acero del anclaje sea introducido en su totalidad. Después de introducido este, la parte que queda por fuera debe quedar bien amarrado al refuerzo de la pantalla.
- La preparación de la lechada de llenado debe hacerse de acuerdo a las proporciones indicadas, esta puede hacerse de forma manual o mecánica (Ver figura 32).



Figura 32. Preparación de lechada para anclajes

- El llenado se hace por gravedad y para garantizar que la lechada llegue hasta el fondo del anclaje se utiliza un elemento que sirva como canal para que la lechada fluya sin complicaciones (Ver figura 33).



Figura 33. Llenado de anclajes pasivos.

SUPERVISION EN ANCLAJES ACTIVOS:

- Al igual que en los anclajes pasivos la longitud de la perforación (25m) se revisa introduciendo una tubería en el orificio. Para los anclajes activos las



perforaciones tienen una inclinación de 15° hacia abajo con respecto a la horizontal. No se permite la perforación adicionando gran cantidad de agua.

- El anclaje debe ser introducido por completo, si por alguna razón el anclaje no entra en su totalidad este deberá sacarse y re perforar el orificio hasta lograr que entre por completo (Ver figura 34).



Figura 34. Introducción de anclaje activo.

- Los anclajes deben conservar la distancia exigida en el diseño por esta razón no debe haber errores de localización en el momento de la perforación (Ver figura 35).



Figura 35. Distribución de anclajes activos.

- Se debe conservar la relación A/C la cual es de 0.45 en el momento de preparación de la lechada ya sea de forma manual o mecánica (Ver figura 32).
- El llenado de los anclajes activos no debe hacerse por gravedad sino aplicando una presión mínima y suficiente para garantizar efectividad en el llenado: el equipo utilizado es el mismo que se utiliza en la inyección (Ver figura 36). Por lo general para estos anclajes de 25m la presión de llenado aplicada esta alrededor de 50 psi.



Figura 36. Equipo de inyección para anclajes



- La inyección debe hacerse cada metro empezando de 25m a 24m, de 24m a 23m y así sucesivamente. Se controla que la presión de inyección utilizada en cada metro lineal este en un rango entre **180 psi a 210 psi**, esto se hace con la ayuda del manómetro que tiene el equipo (Ver figura 36).
- El tensionamiento de los anclajes debe hacerse después de transcurrido los primeros 7 días después de la inyección, para esto se pueden utilizar gatos hidráulicos multi-torón o mono-torón (Ver figura 37).
- Se verifica que el anclaje soporte las cargas de prueba (72 Ton) y de trabajo (48 Ton), además la elongación del cable para la carga de prueba no debe superar los 10 cm y para la carga de trabajo debe estar aproximadamente entre 5cm y 6cm. Si se sobrepasa estos límites antes de llegar a la carga aplicada el anclaje se rechaza y hay que re inyectar.



Figura 37. Izq: Gato hidráulico multi-torón

Der: Gato hidráulico mono-torón



4.2.3 SUPERVISIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOSAS, VIGAS Y COLUMNA DEL COLEGIO.

Para esta obra se utilizó un sistema para construcción de losas de entrepiso empleando placas de Metaldeck y malla electro-soldada. Estas losas están soportadas por vigas de concreto, vigas metálicas realizadas con perfiles tipo C unidos mediante soldadura y un sistema de columnas y pantallas.

Supervisión:

- Se verifica el acero de refuerzo las columnas y pantallas de concreto antes de esta ser formaleteda. Las formaletas deben quedar muy bien alineadas y rígidas para esto se emplean tacos (Ver figura 38).



Figura 38. Acero de refuerzo y Formaleta para columnas y pantallas.

- Como se puede ver en la Figura 38, el acero horizontal de las pantallas está anclado a las columnas; para esto se utiliza SikaDur 42 y se supervisa que el acero debe estar anclado mínimo 10cm dentro de la columna.
- Se controla que después de aplicado el Sika para anclar los aceros, el elemento se debe fundir por lo menos 2 días después de haber aplicado el



producto, con el fin de que dicho producto alcance una buena resistencia antes de vaciar el concreto.

- Después de que las columnas estén fundidas y fraguadas, se chequea que estén perfectamente verticales y alineadas (Ver figura 39).
- Se revisa minuciosamente el refuerzo y la formaleta de las vigas ya que estos elementos son muy importantes para la estructura.



Figura 39. Chequeo de alineamiento en columnas.

- Se supervisa que los perfiles metálicos estén correctamente soldados y ubicados antes de colocar la placa de Metaldeck para la losa de entre piso (Ver figura 40).



Figura 40. Vigas metálicas.

- Cuando se suspenda el vaciado de las vigas de concreto, este se debe suspender a un tercio del apoyo (nudo) y además se debe colocar una malla venada con una inclinación de 45° para garantizar una mejor adherencia con el nuevo concreto y evitar las fisuras (Ver figura 41).



Figura 41. Malla venada en vigas de concreto.

- Se supervisa que después de colocadas las placas de Metaldeck, se ubiquen los conectores de cortante, los cuales son barras de acero de pequeña longitud que son soldados a la placa y posteriormente sellados



con asfalto, además estos sirven como soporte de la malla electro-soldada (Ver figura 42).



Figura 42. Losa de entre piso con Placa de Metaldeck

- Se supervisa que se haga el adecuado vaciado y acabado de la losa, empezando desde la esquina en un extremo de esta.

4.2.4 SUPERVISIÓN EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA MAMPOSTERÍA ESTRUCTURAL DEL COLEGIO.

- Se chequea primero la debida localización del muro el cual debe estar ajustado los planos.
- Tanto los aceros verticales como los horizontales van anclados a una estructura; los primeros van anclados a losas y vigas y los segundos a columnas y pantallas; en donde exista una viga metálica el acero vertical debe ir soldado a esta viga (Ver figura 43).



Figura 43. Acero de muro estructural soldado a viga metálica.

- Se supervisa que en el momento de anclar el acero, el producto con el cual se realiza el anclaje se aplique sobre un orificio limpio y libre de agua.
- Se debe garantizar que la distribución del acero de refuerzo sea la correcta, para la obra la distribución es la siguiente:
Acero vertical: $D=3/8''$ cada 0.70m
Acero horizontal: $D=$ un poco menor a $1/4''$ cada 0.50m
- Se controla que en los primeros 25cm del muro todas las celdas deben estar llenas de concreto Grouting de ahí en adelante solo se llenan las celdas donde va el acero vertical (Ver figura 44).



Figura 44. Concreto Grouting para primeros 25cm de muro estructural

- El orificio para el anclaje del acero vertical y horizontal debe ser como mínimo 10cm.
- Las juntas verticales y horizontales de los muros deben ser mínimo 1.0cm y máximo 1.5cm. En los lugares donde haya cambio de elemento por ejemplo muro-columna, se debe hacer una junta de dilatación.



5. FUNCIONES ADMINISTRATIVAS

Las funciones administrativas realizadas en la obra son las siguientes:

- Realizar cálculos de cantidades de obra cada quincena para efectos de pago de nomina, realizar proyecciones para compra de materiales, verificar mediciones de obras ejecutadas, realización de planos record especialmente de las redes hidráulicas y sanitarias.
- Verificar que las cantidades medidas coincidan con las cantidades medidas por la interventoría para que haya claridad en la realización y pago de actas.
- Revisión de pre-actas y actas de obra, como por ejemplo verificar que el pago se realice de acuerdo a los ítems fijados en el contrato, con el fin que no haya problemas con los pagos realizados por la interventoría al contratista.
- Asistir a algunos comités en donde el ingeniero encargado de la seguridad industrial y manejo de personal no pueda asistir y pasar nota sobre el contenido del mismo.



6. CONCLUSIONES

- La pasantía se realizó de acuerdo con lo programado, se cumplieron plenamente los objetivos y resulto muy importante para fortalecer conocimientos adquiridos en los cursos de los departamentos de Geotecnia y construcción.
- Las dos obras en las que participe como pasante resultaron interesantes y enriquecedoras, sobre todo la construcción de las pantallas con los anclajes dado que no son obras corrientes. La supervisión durante la construcción de los anclajes me permitió entender el funcionamiento de soluciones como estas para estabilizar suelos con baja resistencia al corte que presentan alto grado de inestabilidad.
- La construcción de losas de entrepiso utilizando placas de Metaldeck y el empleo de vigas metálicas, resulta muy favorable para la construcción de edificaciones ya que aumentan considerablemente el rendimiento en este tipo de obras.



7. BIBLIOGRAFIA

- RIVERA L. Gerardo A., “Concreto Simple”. Popayán (Colombia). Unicauca. 1992
- “Norma Colombiana Sismo Resistente NSR – 98”, Capitulo D
- GEO Fundaciones S.A, “Obras de Estabilización y protección de Taludes, Anclajes pasivos y activos” Julio-2002.
- “Norma Técnica Colombiana” NTC
- HERRERA Angélica M. , MADRID Germán ., “Manual de construcción de mampostería ”. Medellín (Colombia). ICPC. 2003