

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL
CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PANTALLAS
ANCLADAS EN LA OBRA TORRE DEL VENTO.**

ANDRES FERNANDO MORENO ROA



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD INGENIERIA FISICO MECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
BUCARAMANGA
2013**

**PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL
CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PANTALLAS
ANCLADAS EN LA OBRA TORRE DEL VENTO.**

ANDRES FERNANDO MORENO ROA

**Trabajo realizado en la modalidad de práctica empresarial para optar el título
de Ingeniero Civil**

DIRECTOR DEL PROYECTO DE GRADO

**Álvaro ViviescasJaimes
Ingeniero Civil, PhD.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOMECAÑICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA
2013**

DEDICATORIA

A dios por darme salud y sabiduría por haber alcanzado esta meta.

A Luz Marina, mi madre por su apoyo, confianza, lecciones de vida y enseñanzas que fueron cimiento y guía para que hoy haya logrado este objetivo.

A Lizeth, por ser mi gran amiga, compañera y confidente.

A mis familiares y amigos que siempre estuvieron durante este tiempo.

A los que se fueron de este mundo, dejando en mi mente un bello recuerdo.

A todos ellos muchas gracias.

ANDRES FERNANDO MORENO R.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCION	11
1. GUIA CONTROL DE CALIDAD PANTALLAS ANCLADAS OBRA TORRE DEL VENTO.....	11
1.1 ELABORACION DE ANCLAJE	12
1.2 EXCAVACIÓN Y UBICACIÓN DE PUNTOS DE ANCLAJE	13
1.3 PERFORACION	14
1.4 INYECCION	15
1.5 ARMADO DE MURO.....	15
1.5.1 ARMADO DE PARRILLA	16
1.5.2 PERFILADA DE TERRENO	16
1.5.3 ARMADO DE FORMALETA.....	17
1.6 FUNDIDA	18
1.7 TENSIAMIENTO	18
1.8 CONTROL DE CALIDAD CONCRETO DE PANTALLAS ANCLADAS	19
1.8.1 ENSAYO DE ASENTAMIENTO	20
1.8.1.1 PROCEDIMIENTO	20
1.8.2 ENSAYO DE CILINDROS	20
1.8.2.1 MUESTREO	20
1.8.2.2 PROCEDIMIENTO	21
1.8.2.3 CURADO.....	21
1.8.2.4 TRANSPORTE DE MUESTRAS	21
1.8.2.5 RECEPCION DE LOS RESULTADOS DE LOS CONCRETOS.....	21
1.8.2.5.1 Comparación con Elemento Patrón.....	22
1.9 TRAZABILIDAD RESISTENCIA CONCRETOS PANTALLAS ANCLADAS ..	22
1.10 CONTROL DE CALIDAD DE ACERO DE PANTALLAS ANCLADAS.....	23
1.10.1 ENVIO DE MUESTRAS A ENSAYO EN LABORATORIO	23
1.10.2 RECEPCION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS MUESTRAS	23
2. CONCLUSIONES.....	23
3. AGRADECIMIENTOS	24
REFERENCIAS.....	24

LISTADO DE FIGURAS

Figura1. Pantalla en concreto proyectado Fuente Urbanas S.A.....	11
Figura2 .Pantallas Ancladas Torre del Vento Fuente El Autor.....	12
Figura 3. Verificación Diámetro Torones. Fuente El Autor.....	12
Figura 4. Disco Separador AnclajeFuente El Autor.	12
Figura 5. Anclaje Fuente El Autor.	12
Figura 6. Amarre de Disco Separador Anclaje. Fuente El Autor.....	12
Figura 7. Medición Longitud Anclaje.Fuente El Autor.	13
Figura 8. Excavación y Corte. Fuente El Autor.	13
Figura 9. Corte terreno Marcado. Fuente El Autor.....	13
Figura 10. Verificación de cotas Pantallas. Fuente El Autor.	14
Figura 11. Puntos de Perforación Fuente El Autor.	14
Figura 12. Medición Angulo Inclinación Perforación Fuente El Autor.	14
Figura 13. Perforación. Fuente El Autor.	14
Figura 14. Introducción Anclaje. Fuente El Autor.....	15
Figura 15. Fabricación Lechada. Fuente El Autor.....	15
Figura 16. Perforación Inyectada. Fuente El Autor.	15
Figura 17. Anclajes Inyectados. Fuente El Autor.	15
Figura 18. Amarre Parrilla.Fuente El Autor.....	16
Figura 19. Verificación Distancias separación Parrilla.	16
Figura 20. Colocación Refuerzo Zona de Anclaje. Fuente El Autor.....	16
Figura 21. Canasta Armada Capitel. Fuente El Autor.....	16
Figura 22. Perfilada Terreno. Fuente El Autor.	17
Figura 23.Colocacion Parrilla.....	17
Figura 24. Armado de Formaleta. Fuente El Autor.	17
Figura 25. Muro Armado en una sola cara.Fuente El Autor.....	17
Figura 26.Fundida..Fuente El Autor.....	18
Figura 27.Colocacion Gato Tensionamiento. Fuente El Autor.....	18
Figura 28. Platina y Cuñas Cabeza del Anclaje Fuente El Autor.....	18
Figura 29. Recepción Concreta en Obra. Fuente El Autor.	19
Figura 30 .Martillo de Caucho. Fuente El Autor.	19
Figura 31.Cucharon.Fuente El Autor.	20
Figura 32 .Ensayo Asentamiento. Fuente El Autor.	20
Figura 33. Medición Asentamiento. Fuente El Autor.....	20
Figura 34. Elaboración Cilindros. Fuente El Autor.....	21
Figura 35. Cilindros desencofrados..Fuente El Autor.....	21
Figura 36 .Prueba Ultrasonido.Fuente El Autor.	22

Figura 37 .Prueba Ultrasonido. Fuente El Autor.	22
Figura 38 .Muestras Acero. Fuente El Autor.....	23
Figura 39. Informe ensayo a traccion.Fuente El Autor.....	23

RESUMEN

Título: PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PANTALLAS ANCLADAS EN LA OBRA TORRE DEL VENTO.

Autor: Andrés Fernando Moreno Roa. andres.fmoreno@hotmail.com

Palabras Claves: Pantalla anclada, Anclaje, Inyección, Control de Calidad.

DESCRIPCION

Debido a las características de las pantallas ancladas y su proceso constructivo, surgió la idea de crear una guía de referencia que sirviera de apoyo y contara según experiencias adquiridas en obra, sus características y controles de calidad.

El primer paso fue investigar y reunir información sobre procesos constructivos utilizados en edificaciones de sótanos que sirvieran de ayuda al caso real. Entendido el proceso se relacionó la información mostrando mediante registro fotográfico y visitas de obra diarias supervisando el proceso constructivo.

Las pruebas, ensayos y controles de calidad fueron determinadas de acuerdo al plan calidad, el cual indicaba ensayos de resistencia para hormigón y ensayos de tracción para el acero utilizados en las pantallas. Simultáneamente se llevaba registro escrito de cada uno de los pasos, describiendo los puntos principales y controles básicos de calidad relevantes en este proceso constructivo concluyendo en una guía, basada en procesos insitu que se realizaron en obra.

Este tipo de sistema constructivo abarca diferentes actividades constructivas y controles de calidad que dependen en gran medida de la organización conjunta entre contratistas y dirección de obra, la planeación, personal y maquinaria son parte fundamental del avance y construcción de anclajes y muros, todo con el fin de tener un avance en la construcción de las pantallas ancladas.

*Trabajo de Grado. Modalidad Práctica Empresarial

**Facultad de Ingeniería Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil. Director Ing. PhD Álvaro ViviecasJaimes

Tutor: Ing Julián Mora Chávez.

ABSTRACT

Title: Entrepreneurial practice as an assistant engineer in the quality control of the construction process of anchored screens of the Obra Torre del Vento.

Author: Andrés Fernando Moreno Roa. andres.fmoreno@hotmail.com

Key Words: Screen anchored, Anchor, Injection, Quality Control.

DESCRIPTION

Due to the characteristics of the screens anchored and construction process, did the idea of creating a reference guide serve as support and count as experiences in work, their characteristics and quality controls.

The first step was to investigate and gather information about construction processes used in buildings basements that would assist the real case. Understood the process was related information by showing photographic record and daily site visits to monitor the construction process.

Tests, trials and quality controls were determined according to plan quality, which indicated strength trials for concrete and tensile trials for the steel used in the screens. Simultaneously took written record of each of the steps, describing the main points and relevant quality basic controls in this constructive process concluding in a guide, based on insitu processes were conducted on sit.

This type of construction system includes various construction activities and quality controls that depend heavily on the joint organization between contractors and construction management, planning, personnel and equipment are vital part of progress and construction of anchors and walls, all with the order to have a breakthrough in the construction of the anchored screens

*Project of Grade. Modality Business Practice.

**Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering. Director: Ing. PhD

Álvaro ViviescasJaimes

Tutor: Ing Julián Mora Chávez.

PRÁCTICA EMPRESARIAL COMO AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE PANTALLAS ANCLADAS EN LA OBRA TORRE DEL VENTO.

ANDRÉS FERNANDO MORENO ROA
Estudiante de Ingeniería Civil
Universidad Industrial de Santander
andres.fmoreno@hotmail.com

INTRODUCCION

La construcción de grandes edificaciones y obras de urbanismo contribuyen al desarrollo económico de las regiones, debido a sus características geográficas la meseta de Bucaramanga impide una expansión urbana normal, motivo por el cual la solución a la vivienda ha evolucionado de un modelo unifamiliar a modelo de solución en altura optimizando el uso del suelo y logrando satisfacer la demanda.

Proyectos como “Torre del Vento” el cual dentro de su diseño estructural cuenta con cinco (5) sótanos que determinan la construcción de profundas excavaciones, definiendo así la utilización de métodos de estabilización apropiados para controlar derrumbes o deformaciones del terreno.

Como método de estabilización utilizado para este tipo de excavación, en los últimos años se ha utilizado la construcción de muros anclados, dicho método consiste básicamente en la aplicación esfuerzos que han sido diseñados para estabilizar y mantener en equilibrio el terreno que ha sido cortado.

Los esfuerzos son generados mediante un gato hidráulico y los encargados de transmitirlos al suelo son tirantes de acero junto con el muro en concreto armado. Con este método se pretende soportar los esfuerzos que cargan al muro, como lo son, el empuje del suelo, agua y el de sobrecargas generadas por tránsito de vehículos y construcciones adyacentes a las excavaciones.

Urbanas con el fin del mejoramiento de los procesos constructivos y en colaboración a los objetivos de calidad que lidera debe estar enterado de los procesos constructivos utilizados en obra para la ejecución de este tipo de método de estabilización, este Aporte pretende la creación de una guía de referencia que relacione los aspectos constructivos básicos que cumplan con los aspectos de calidad y de acuerdo a las exigencias del mercado sirva a futuros proyectos con características similares para la utilización de muros anclados

1. GUIA CONTROL DE CALIDAD PANTALLAS ANCLADAS OBRA TORRE DEL VENTO

La construcción de pantallas ancladas (muros anclados) es un proceso constructivo utilizado en la estabilización de excavaciones profundas, hechas en sótanos de edificaciones.

Generalmente el proceso constructivo está determinado por actividades como excavación, perforación, inyección y tensionamiento, los muros son hechos en mallas electro soldadas y concretos proyectados elaborados en obra por el contratista, sin que estos tengan ningún control de calidad. Los anclajes están localizados y unidos a lo largo del muro sobre una Viga (llamada en obra viga-cinta), la cual da un comportamiento estructural dependiente en el muro para cada uno de los anclajes.

Figura1. Pantalla en concreto proyectado



Fuente Urbanas S.A

Esta guía (aporte) muestra una descripción detallada de los controles de calidad que se pueden realizar en obra para el proceso constructivo de las pantallas ancladas provisionales con muros armados en una sola cara y capiteles independientes en concreto reforzado, basada en experiencias adquiridas en obra, control y supervisión diaria durante la práctica empresarial en la obra Torre del Vento de la constructora URBANAS S.A.

Figura2. Pantallas Ancladas Torre del Vento.



Fuente El Autor.

1.1 ELABORACION DE ANCLAJE

La elaboración del anclaje o torones es una actividad que puede ser realizada antes de la excavación o durante la perforación, la meta es que una vez estén listas las perforaciones los anclajes estén armados para ser introducidos en la perforación.

Para esta actividad es importante verificar el diámetro de los tendones de acero, que cumplan con las especificaciones de diseño, para esto se debe tener en obra un calibrador pie de Rey, de manera que a la llegada del material (tendones) se verifique el diámetro, además la revisión debe ser continua durante el proceso de fabricación del anclaje.

Figura 3. Verificación Diámetro Torones.



Fuente El Autor

Las longitudes de cada anclaje se verifican antes de que los torones sean introducidos a la perforación, a su vez se observa el estado (calidad) en que se encuentran los torones, evitando que se utilicen tendones corroídos por el óxido.

Como actividad preventiva se deben proteger o almacenar en lugares cubiertos, secos, limpios y alejados de todo agente ambiental que puede alterar el estado de los tendones, ya sea el sol, agua, ácidos, contacto con barro, entre otras.

Para incrementar la adherencia mecánica de los tendones con la zona de perforación se ondulara su trazado con la ayuda de

una serie de elementos que alternativamente separan o aproximan los tendones y las tuberías de inyección. Los elementos separadores de los tendones suelen ser fabricado en materiales como polietileno o polipropileno.

Figura 4. Disco Separador Anclaje



Fuente El Autor.

Usualmente la aproximación entre tendones y tubería de inyección se consigue en obra mediante un simple amarre con alambre, aunque pueden emplearse aproximadores especiales para dicha actividad.

Figura 5. Anclaje Fuente



El Autor.

Se recomienda verificar la distancia entre separadores (según diseño), además que el amarre de alambre hecho para ajustar los torones sea intermedio entre cada separador con una distancia de metro y medio (1.5m).

Figura 6. Amarre de Disco Separador Anclaje.



Fuente El Autor.

Para la tubería de inyección encargada de transportar la lechada al fondo del anclaje, se debe verificar que estos tengan orificios suficientes en la parte final del anclaje ya que con la presión generada en la inyección son los encargados de crear la zona del bulbo del anclaje.

Para esto se utilizan dos tuberías, una tubería tiene la misma longitud del anclaje, la otra debe estar corrida con respecto a la primera a una distancia apropiada (2m) con el fin de garantizar el transporte de la lechada, ya que pueden haber derrumbes internos dentro de la perforación tapando alguna tubería.

Se debe cubrir la parte inicial del tendón con la tubería utilizada para la inyección con el ánimo de evitar cementación con el suelo generada por la pérdida de lechada el momento de la inyección. Esta debe tener una longitud no menor a 1.5m.

Normalmente como protección ante la corrosión y contacto con sulfatos, se sugiere encamisar los tendones con tubería a lo largo de la perforación, para el caso de estudio se determinó que por el tiempo de servicio para lo que fueron diseñados no era necesario recurrir a esta medida.

Figura 7. Medición Longitud Anclaje.



Fuente El Autor.

El control de calidad se debe llevar a la par con la actividad, una vez se está ejecutando, llevando control en el formato CONTROL DE EJECUCION Y RECIBO DE OBRA (CTR-FO-69) indicando las actividades correspondientes a ANCLAJES, dicho formato se puede descargar de www.urbanas.com/site.

1.2 EXCAVACIÓN Y UBICACIÓN DE PUNTOS DE ANCLAJE

El movimiento de tierras es el primer paso para iniciar el proceso constructivo de pantallas ancladas, proceso en el cual interviene un grupo de personas especializadas e idóneas las cuales se encargan de desarrollar esta actividad, como lo son grupos de Topografía y operarios de maquinaria. Se debe tener en cuenta estudios de suelos e indicaciones del Ingeniero geotecnista.

Debido a recomendaciones del ingeniero geotecnista se determinó hacer cortes de talud en trinchera separados por luces no mayores a seis metros (6m) para así garantizar la estabilidad del terreno evitando cualquier imprevisto.

Figura 8. Excavación y Corte. Fuente El Autor.



Director de obra y Residente planean, y dan las indicaciones correspondientes a las excavaciones que se realizarán en el transcurso de la jornada. Luego el Equipo de topografía debe marcar la zona de corte, indicándola claramente y supervisando que el operador no corte terreno adicional al marcado.

El perfil del corte excavado no debe ser demasiado irregular para reducir al mínimo las cantidades de concreto cubicado para la fundida. Perfiles de suelos que contienen cantos rodados y/o rocas pueden requerir de una excavación manual y deben ser removidos en su totalidad o parcialmente.

Figura 9. Corte terreno Marcado.



Fuente El Autor

El grupo de topografía debe verificar que las cotas contempladas en los diseños sean las ejecutadas en los cortes hechos por los operarios de las retroexcavadoras para cada nivel de sótano de la edificación.

Cumpliendo con las cotas de diseño se marcan los puntos de perforación para cada anclaje, esto dependiendo del muro que se vaya a realizar. Dicha marcación es coordinada por el grupo topografía, estos deben verificar que se cumpla con las distancias de separación entre anclajes, entre pantallas y

garantizar la linealidad de las perforaciones que se traen de niveles de sótanos superiores dadas por los diseños.

Figura 10. Verificación de cotas Pantallas.



Fuente El Autor.

1.3 PERFORACION

Este es el paso previo a la colocación del anclaje donde la selección del método de perforación depende en gran medida del contratista. El proceso de perforación debe ser realizado por personal capacitado en la utilización de estos tipos de equipos, ya que un mal manejo podría ocasionar daños en la zona de trabajo y además debido los altos ruidos ocasionados por estos generaría reclamos de los habitantes donde se estén realizando los anclajes.

La perforación debe realizarse en tal forma que garantiza una superficie rugosa entre el suelo y el cementante a todo lo largo del bulbo. Es importante garantizar que no haya colapso de las paredes de la perforación con el fin de garantizar adherencia de la lechada de cemento posteriormente inyectada.

La perforación debe limpiarse adecuadamente, esto dependerá del tipo de barreno que se utilizó. Para el caso de estudio el barreno de residuos de la perforación se limpiaba mediante presión de aire. Esta limpieza depende del método de perforación utilizado. En este caso se empleó perforación a Rotación.

Figura 11. Puntos de Perforación.



Fuente El Autor.

Listo los puntos de marcación, se inicia el proceso de perforación, garantizando el ángulo de inclinación solicitado en los diseños, para esto Residente de Obra o Topografía dan visto bueno a la perforación en base a la lectura dada por el Inclinómetro con base magnética, una vez cumple se inicia la perforación, se recomienda cubrir la zona de perforación con lonas o carpas que eviten la expansión de polvo.

Figura 12. Medición Angulo Inclinación Perforación



Fuente El Autor.

El diámetro de la perforación generalmente es determinado por el tipo de equipo disponible, debe ser de tal tamaño que permita la inserción del anclaje sin necesidad de forzarlo. La perforación debe efectuarse en un correcto alineamiento y ángulo de inclinación, se debe controlar la longitud del sondeo con los tubos de perforación, teniendo en cuenta que la longitud de estos es de tres metros (3 m). Terminada la perforación se recomienda introducir lo más rápido posible los anclajes y en ningún caso la demora debe ser superior a 24 horas.

Figura 13. Perforación.



Fuente El Autor.

1.4 INYECCION

El anclaje es introducido en la perforación hasta la profundidad requerida. La operación se debe llevar a cabo evitando daños a las guayas y demás implementos que al ancla tenga.

Se coloca el tirante en el hueco y se inyecta el mortero a presión hasta la zona de sello. Si se produce una pérdida considerable de inyección es necesario reducir la presión de inyección. La parte inicial del tirante ha sido previamente aislada con el objeto de evitar su cementación en el suelo.

Figura 14. Introducción Anclaje.



Fuente El Autor.

La mezcla utilizada para la elaboración de lechada de inyección debe cumplir una relación agua /cemento de 0.4 y 0.55 en peso, para esta condición en obra se mezclaban 3 bultos de cemento en 16 galones de agua. Dicha mezcla se realizaba utilizando una mezcladora que daba una consistencia uniforme en un tiempo menor de cinco min. Después del mezclado, debe ser continuamente agitada.

Figura 15. Fabricación Lechada.



Fuente El Autor.

Esta relación produce una lechada que puede ser bombeada por el orificio del perforado y al mismo tiempo producir resistencia alta, con un mínimo de exudación de agua de la mezcla. Esta

mezcla puede obtener una resistencia a la compresión de 3000 psi. Se pueden agregar productos químicos como acelerantes, con el fin de obtener una resistencia alta para un tensionamiento rápido y avance de obra.

La inyección debe realizarse lo más rápido posible, se recomienda como máximo 30 minutos en el proceso de elaboración de la lechada. El procedimiento de inyección debe garantizar que no quede aire o agua dentro de la zona inyectada. La inyección debe colocarse en forma lenta y permanente y debe continuar hasta la terminación del trabajo, que es el momento en el cual ha salido mezcla continua por el tubo de control, mínimo durante 1 min.

Figura 16. Perforación Inyectada.



Fuente El Autor.

Figura 17. Anclajes Inyectados.



Fuente El Autor.

1.5 ARMADO DE MURO

Este proceso es importante, ya que se concluye en gran parte con el proceso constructivo y control de calidad de las pantallas ancladas. Consta de varios pasos esenciales para obtener un buen resultado.

- Perfilada de terreno
- Armado de parrilla
- Armado de Formaleta
- Fundida
-

1.5.1 ARMADO DE PARRILLA

Este proceso depende en gran medida de los diseños estimados por parte del ingeniero estructural, en base a ellos se procede a organizar el material necesario para dicho fin. Como medidas de control se recomienda:

Verificar Corte y doblado de flejes, así como el almacenamiento, se haga adecuadamente. Para al caso cuando estas son hechas con anterioridad a la hora la fundida.

Figura 18. Amarre Parrilla.



Fuente El Autor.

Verificar las distancias de separación vertical y horizontal, diámetros y longitudes de traslapo contempladas en los diseños, para la obra Torre del Vento los diámetros fueron de 3/8" y 1/2 de pulgada y separaciones de 15 centímetros.

Figura 19. Verificación Distancias separación Parrilla.



Fuente el Autor

Verificar la colocación del refuerzo adicional utilizado en la zona del anclaje. Refuerzo encargado de soportar las fuerzas de punzonamiento generadas por el tensado.

Figura 20. Colocación Refuerzo Zona de Anclaje.



Fuente El Autor.

Adicional al armado de la parrilla se elaboraban el armado de las canastas de los capiteles en concreto encargados de soportar los esfuerzos de punzonamiento y aplastamiento, estos son instalados en la pantalla una vez se garantice la resistencia apta para realizar esta actividad, adicional a esto los capiteles deben garantizar la resistencia especificada en los diseños estructurales para evitar aplastamiento en las estructura o posibles fallas. Estos pueden ser construidos al tiempo o con anterioridad al muro. De igual forma se recomienda verificar las distancias de separación y diámetros del acero y demás características contempladas en los diseños estructurales.

Figura 21. Canasta Armada Capitel.



Fuente el Autor

1.5.2 PERFILADA DE TERRENO

Proceso en el cual personal de la obra da forma regular al terreno cortado, para luego colocar la parrilla e iniciar el armado de la formaleta.

Este puede ser afectado por la aparición de rocas donde es necesario la intervención de maquinaria (Compresor) para

romper y adecuar la zona para la colocación de la parrilla, este proceso debe ser supervisado y avalado por el ingeniero residente de obra.

Figura 22. Perfilada Terreno.



Fuente El Autor.

1.5.3 ARMADO DE FORMAleta

Perfilado el terreno, se coloca la parrilla para luego dar forma mediante formaleta a lo que va ser el muro, dicha armada debe cumplir con las medidas establecidas en los diseños. Por lo general para la colocación de la parrilla se realizó con la retroexcavadora debido a que estas alcanzaban pesos entre 500 Y 700 KG.

Figura 23. Colocacion Parrilla



Fuente el Autor

Se recomienda verificar la ubicación de los alineadores utilizados en el armado de la formaleta, estos deben ser de forma continua a lo largo del muro, de no ser así se debe garantizar que en las uniones de la formaleta haya traslapes entre alineadores como mínimo de 1 m.

Figura 24. Armado de Formaleta.



Fuente El Autor.

La formaleta debe quedar fija, de manera exacta, limpia, firme y adecuadamente apuntalada con materiales que le den el acabado deseado al concreto endurecido cuando vaya a ser retirada, igualmente se debe revisar la hermeticidad de la formaleta para prevenir escapes de concreto

Los ángulos de inclinación dependen de las dimensiones de los muros, para el caso de estudio fueron muros de 2.4 metros de altura y anchos entre 2.1 y 4.85 metros, estas últimas servían de referencia para repartir a lo largo del muro los puntos de apoyo.

Figura 25. Muro Armado en una sola cara.



Fuente El Autor.

A su vez los parales se apoyaban en estacadas ubicadas a una distancia de un metro y medio metros (1.5 m) del muro, estas deben ser hincadas sobre material firme, de ninguna forma se debe hincar en material suelto, además si se llega presentar lluvia se recomienda colocar apoyos adicionales.

1.6 FUNDIDA

Debido a que las mezclas de concreto son productos altamente perecederos en estado fresco, que no pueden ser producidos o transportados a un lugar determinado en un tiempo, también determinado, para su colocación y acabado es indispensable planear de manera apropiada su programación y suministro.

Siguiendo las indicaciones dadas por los diseños estructurales la dirección de obra debe verificar y confirmar la información general inicial, el tipo de mezcla y sus especificaciones técnicas, la cantidad y frecuencia de suministro.

El recibido y posterior vaciado de la mezcla será autorizado mediante el ensayo de Slump (asentamiento) con una tolerancia de $\pm 2.5\text{cm}$ de lo solicitado.

Dentro del proceso de Vaciado se debe eliminar o minimizar cualquier variable que induzca al concreto a fraguar anticipadamente, se recomienda como un máximo de tiempo 2 horas para el transporte y vaciado en obra

Figura 26.Fundida.



Fuente El Autor.

Para obtener un concreto de buena calidad las labores de curado deben ser oportunas, al momento del desencofrado se recomienda hidratar durante los tres (3) primeros días, debido a que estas labores tienen una gran influencia sobre las propiedades del concreto.

1.7 TENSIONAMIENTO

Es el que nos permite aplicar en forma activa la carga contra el corte que se piensa estabilizar, y una vez realizado de forma adecuada indicará si todos los procesos previos, como perforación, colocación e inyección están de conformidad a los criterios considerados en el diseño, en consecuencia su ejecución debe ser hecha con cuidado y por personal capacitado.

Debido al tipo de anclaje y su fin se tensiona teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

Debido a especificaciones estructurales, el muro en concreto armado debe alcanzar la mitad de la resistencia de diseño, para ello se tendrá como apoyo la trazabilidad de la resistencia de concretos utilizada en obra.

El tiempo transcurrido desde la inyección al tensionamiento no debe ser menor a 7 días.

Figura 27.Colocacion Gato Tensionamiento.



Fuente El Autor.

Para poder realizar un tensionamiento normal los tendones deberán sobresalir de la placa una cierta longitud llamada sobre longitud. Dicha sobre-longitud permite el agarre de los gatos de tensionamiento. La longitud mínima que debe tener la sobre longitud depende del gato que se vaya a utilizar, normalmente una longitud es de 1.5 m suele permitir el tensionamiento con cualquier tipo de gato.

Se debe limpiar los tendones con un cepillo de distes metálicos con el fin de eliminar puntos de oxidación y permitir un buen agarre con el gato hidráulico encargado de generar las fuerzas de tensionamiento en los anclajes. Para la colocación de los capiteles en los puntos de tensionamiento o anclajes es necesaria la ayuda de maquinaria como retroexcavadoras, ya que estos son pesados y sería tedioso hacerlo con personal de la obra.

Se debe verificar la colocación de platinas, cuñas y el correcto posicionamiento del gato hidráulico; para el buen agarre del gato hidráulico, se recomienda verificar que tenga la misma inclinación de los tendones.

Figura 28. Platina y Cuñas Cabeza del Anclaje



Fuente El Autor

Durante la actividad de tesado se debe exigir al contratista certificados de calidad de los torones utilizados y el formato de control de tensionamiento, verificando que las cargas de tensado sean las solicitadas en los diseños. Según diseños e indicaciones del ingeniero Geotecnista, para las pantallas ancladas en la obra TORRE DEL VENTO la fuerza de tensionamiento debía ser de cuarenta (40) Toneladas y utilizándose cuatro (4) anclajes cada uno tensionado a 10 Toneladas.

1.8 CONTROL DE CALIDAD CONCRETO DE PANTALLAS ANCLADAS

Llevar trazabilidad del concreto utilizado en elaboración de las pantallas es importante, ya que nos ayuda en la toma de decisiones y avance del tensionamiento de las mismas. Cabe aclarar que los concretos utilizados en las pantallas ancladas de obra Torre del Vento fueron en su mayoría concretos de 4000 psi (Bombeado) a 28 días, 6" de asentamiento, 3/4" grava.

Paso importante en la recepción del concreto en obra es la toma de muestras y recepción del concreto utilizado para las pantallas ancladas. Un buen muestreo determinara buenos resultados y dará confiabilidad a la muestra.

RECOMENDACIONES

Toda muestra debe ser hecha en un tiempo no menor a 30 minutos después de llegado el mixer a la Obra.

Para obtener una mezcla homogénea y apta para verificar el asentamiento especificado en la remisión se debe remezclar como mínimo por 5 minutos.

Los equipos básicos y apropiados que nos permiten obtener un buen muestreo al momento de recepción del concreto y que deben estar listos son carretilla (que no tenga ningún tipo de fuga), una pala y cucharón con mango.

Una vez se obtiene la mezcla descargada del mixer se debe remezclar cuantas veces sea posible con la pala, con el ánimo de evitar que el agregado no se vaya al fondo y se mantenga homogénea. Esto garantiza en gran medida un buen muestreo y resultados apropiados en cuanto a resistencia.

Figura 29. Recepción Concreta en Obra.



Fuente El Autor.

EQUIPO

Para la obtención de un buen muestreo e apropiado tener en obra equipos básicos que sirven de ayuda y dan confiabilidad al muestreo. A continuación se describen los requisitos que debe tener esto equipos:

-Cono de Abrams: molde fabricado en material metálico inatacable por el concreto, que no debe presentar protuberancias o remaches en su interior. Su forma interior es un tronco de cono de: 20+/-0.2 cm de diámetro interior, en la base mayor 10+/- 0.2 cm de diámetro interior en la base menor y 30 +/- 0.2 cm de altura.

-Varilla compactadora: es una varilla de acero lisa (en ningún caso debe ser de acero corrugado) y de 1.6 cm 5/8 pulg de diámetro y de 60 cm de largo; el extremo compactador de tener forma semiesférica.

- Martillo de Caucho (Chipote):Se debe usar un martillo con cabeza de cuero o caucho con un peso aproximado de 0.6 kg ± 0.2 kg.

Figura 30 .Martillo de Caucho.



Fuente El Autor.

- **Herramientas pequeñas:** Algunas herramientas y elementos que se pueden requerir son: palas, palustres, cucharones, base metálica y cinta métrica.

Figura 31.Cucharon.



Fuente El Autor.

1.8.1 ENSAYO DE ASENTAMIENTO

La determinación del asentamiento es de gran importancia pues este es un criterio fundamental para definir si un concreto puede ser colocado. Se debe tener cuidado a la hora de realizarlo pues ligeros errores podría ocasionar problemas de interpretación. Como guía para realizar este ensayo existe la Norma Técnica Colombiana como la NTC 396 “METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL ASENTAMIENTO”.

1.8.1.1 PROCEDIMIENTO

El ensayo o verificación de asentamiento consiste en llenar el cono en tres capas consecutivas en lo posible de un tercio del volumen total del cono, con una altura promediado de 10 cm por capa. Cada capa debe ser chuzada 25 veces con la varilla compactadora tratando en lo posible de no tocar el fondo de la base metálica en la primera capa, para las siguientes capas se debe evitar chuzar la capa inmediatamente inferior.

Figura 32 .Ensayo Asentamiento.



Fuente El Autor.

La base metálica debe estar correctamente nivelada, con el fin de evitar asentamientos caídos. Una vez es llenado el cono, se levanta de manera suave y vertical, evitando giros e inclinaciones, esto ayuda a que la muestra tenga un buen acomodo, por norma se recomienda levantar el cono en un tiempo de 5 +/-2 segundos, el tiempo total del ensayo no debe ser mayor a 2 ½ minutos.

Junto al concreto asentado se coloca el cono de cabeza y sobre este la varilla compactadora y con el flexometro se mide el asentamiento de la muestra. Por reglamentos internos de calidad de urbanas se avalan concretos con 1+/-pulgadas de tolerancia.

Figura 33. Medición Asentamiento.



Fuente El Autor.

1.8.2 ENSAYO DE CILINDROS

El número de muestras para el control de calidad de pantallas ancladas se hayo en base a la cantidad de concreto calculada sobre dimensiones de planos estructurales. quedando registradas el anexo 2 del Plan Calidad de la obra Torre del Vento.

1.8.2.1 MUESTREO

Por dirección de obra se determinó enviar muestras a ensayos de compresión a 3, 7, 14,28 días para las pantallas ancladas de igual forma también se enviaban muestras (testigos) a 56 días si a los 28 días la muestra no alcanzaba la resistencia.

Esto con el fin de programar los días y fechas de tensionamiento, ya que por indicaciones de diseño y constructivas cada pantalla debería alcanzar la mitad de su resistencia, esto con el fin de evitar agrietamientos generados por las fuerzas de tesado.

Por lo anterior, para cada fundida se preparaba una muestra (10 cilindros), se utilizaban en promedio 28 litros de concreto.

1.8.2.2 PROCEDIMIENTO

Los especímenes se deben elaborar sobre una superficie nivelada, rígida, libre de vibración o de cualquier otra perturbación y en un sitio lo más cercano posible a donde van a ser almacenados.

Cada cilindro debe ser llenado en tres capas de un tercio del volumen, cada capa debe ser chuzada 25 veces con la varilla compactadora evitando en lo posible de no tocar el fondo de la base metálica en la primera capa, para las siguientes capas se debe evitar chuzar la capa inmediatamente inferior.

A su vez cada capa debe ser golpeada 14 veces con el martillo de caucho hasta que desaparezcan los posibles huecos que haya dejado la varilla, también se hace con el fin de eliminar vacíos que pueden quedar en la muestra.

Figura 34. Elaboración Cilindros.



Fuente El Autor.

Después de compactar la muestra, se enrasa la superficie de este para quitar el exceso de concreto, utilizando la varilla de compactación. Este acabado se realiza con el mínimo de manipulación necesaria para producir una superficie homogénea y lisa que este a nivel con el borde del molde y no tenga depresiones ni proyecciones mayores de 3 mm.

1.8.2.3 CURADO

Después del moldeo, las muestras se deben almacenar a un intervalo de temperatura en lo posible de 16 °C a 27 °C y en un ambiente húmedo, de manera que se impida la pérdida de humedad hasta por 48 h. la temperatura en los especímenes y entre ellos se debe controlar en todo momento protegiéndolos de la luz solar directa y de dispositivos de calefacción radiantes.

Los especímenes que van a ser transportados antes de 48 h, al laboratorio para el curado final, deben permanecer en los moldes en un ambiente húmedo, hasta que sean recibidos en el laboratorio, desmoldados y sometidos a curado final. Si los especímenes no son transportados en un lapso de 48 h, los moldes se deben retirar dentro de $24 \text{ h} \pm 8 \text{ h}$ y se debe aplicar el curado final hasta que sean transportados.

Al terminar el curado inicial y antes de que transcurran 30 min después de retirado el molde, se deben almacenar los especímenes en un ambiente húmedo, con agua libre sobre la superficie de estos, a una temperatura de $23 \text{ °C} \pm 2 \text{ °C}$ sobre la superficie del cilindro.

Figura 35. Cilindros desencofrados.



Fuente El Autor

1.8.2.4 TRANSPORTE DE MUESTRAS

Para el envío de las muestras se tenía una programación semanal. Las fechas de ensayo eran llevadas en obra, teniendo cuidado que estas coincidieran con las fechas de envío, de lo contrario se debía hablar para que se recogieran el día de ensayo.

Mediante el formato CTR-FO-34 ENVIO DE ELEMENTOS DE CONCRETO A ENSAYO se controlaba el envío y proporcionaban las fechas de ensayo de cada una de las muestras que eran enviadas.

Para el transporte de la muestras se hacía en cajones en donde se colocaban las muestras, este sirve para evitar golpes y fisuraciones en las muestras.

1.8.2.5 RECEPCION DE LOS RESULTADOS DE LOS CONCRETOS

El laboratorio en este caso concreteservicios realiza un suministro de informes en la plataforma de su página web los cuales son descargados por el auxiliar de calidad y que se deben registrar en elFormato concreto CTR-FO-15, como documento soporte en obra.

En el llegado caso que los concretos no lleguen a cumplir con su porcentaje de desarrollo, se debe acordar ensayar los testigos y se evaluar junto con el residente estructural e interventor, que medidas deben de ser tomadas en cuenta. Cuando el porcentaje de desarrollo de los cilindros es menor de 95% a 28 días según el manual de construcciones de Urbanas S:A se deben ensayar muestras a 56 días (testigos). Si no cumple a los 56 días se procede a hacer ensayos no destructivos.

Uno de los métodos es realizar pruebas ultra sonido .Se solicitara al proveedor en este caso Cemex que envíe al laboratorista de la empresa y haga los ensayos sobre los elementos estructurales a los cuales se les aplico ese concreto. El laboratorista junto con el AUXO, concuerdan un día para realizar la prueba.

Al momento de la prueba se debe tener en cuenta: Preparar la Superficie de Ensayo: Para esto deberán ser pulidas con la piedra abrasiva, consistente en carburo de silicón con textura de grano medio o un material equivalente. Separadas cada 30 centímetros.

Figura 36 .Prueba Ultrasonido.



Fuente El Autor.

El ensayo consiste en determinar el tiempo durante el cual una onda de pulso ultrasónico atraviesa una dimensión conocida del elemento de concreto. Así la longitud de la trayectoria dividida por el tiempo que la onda tarda en recorrer esta trayectoria da como resultado la velocidad de pulso ultrasónico, permitiendo conocer el peso unitario del concreto.

1.8.2.5.1 Comparación con Elemento Patrón

Cuando se va a realizar el chequeo de la resistencia de aquellos elementos que no alcanzaron la resistencia esperada se debe tomar un elemento patrón que sirva de punto de referencia, y que haya registrado unos resultados favorables. Cemex hará llegar a la obra el informe de los resultados obtenidos en la prueba.

Figura 37 .Prueba Ultrasonido.



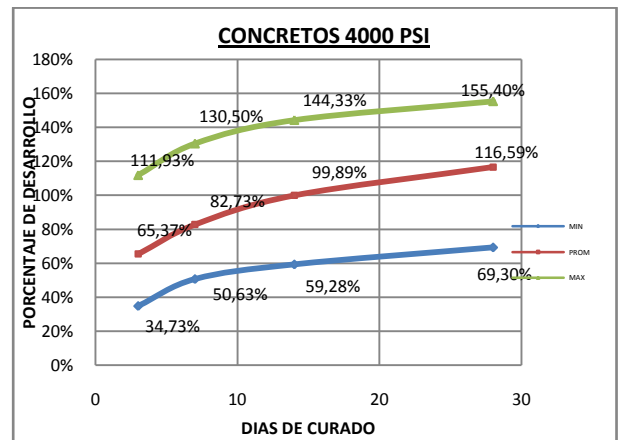
Fuente El Autor.

1.9 TRAZABILIDAD RESISTENCIA CONCRETOS PANTALLAS ANCLADAS

Enviadas las muestras de concreto a ensayo y obtenidos los resultados de la prueba a compresión según norma NTC-673 se deben registrar con el propósito de llevar el historial de evolución de la resistencia de concretos. Identificando el número de muestra, fecha de la toma, elemento, asentamiento, resistencia a 28 días, porcentajes de desarrollo y valores de resistencia de cada uno de las muestras. Para esto en obra se debe llevar el formato CTR-FO-15 ENSAYO DE CONCRETO.

En obra se elabora curva de evolución para concretos utilizados en pantallas, donde los datos eran tabulados en un máximo, mínimo y promedio. Para la programación de las fechas de tensionamiento era importante la información que suministraba esta gráfica ya que nos indicaba la evolución de los concretos a 3,7,14 y 28 días .Esto para concretos de 4000 psi 6” de asentamiento.

A continuación se muestran las graficas de la evolución de concretos en cuanto a su porcentaje de desarrollo y resistencia. Ver Grafica 1 .



Grafica 1. Porcentaje Desarrollo Concretos.Fuente El Autor.

	% DESARROLLO DIAS			
RANGO	3	7	14	28
MIN	34.73%	50.63%	59.28%	69.30%
PROM	65.37%	82.73%	99.89%	116.59%
MAX	111.93%	130.50%	144.33%	155.40%

Tabla 1. Valores % Desarrollo..Fuente El Autor.

Los resultados de las resistencias obtenidas en laboratorio presentan una evolución favorable para el tipo de concretos utilizados en la obra. Se recomienda mantener en obra las condiciones particulares de curado en los elementos fundidos, y garantizar los cuidados requeridos según Norma NTC 3318 para el curado y transporte en obra de las muestras tomadas (El curado es el mantenimiento de un adecuado contenido de humedad y temperatura en el concreto a edades tempranas, de manera que este pueda desarrollar las propiedades para las cuales fue diseñada la mezcla.

El curado comienza inmediatamente después del vaciado y acabado, de manera que el concreto pueda desarrollar la resistencia y la durabilidad deseada así como también, unas mejores condiciones de servicio y apariencia.

1.10 CONTROL DE CALIDAD DE ACERO DE PANTALLAS ANCLADAS

1.10.1 ENVIO DE MUESTRAS A ENSAYO EN LABORATORIO

El acero que se maneja en la obra fue anteriormente aprobado, el numero pruebas fueron realizadas según lo estipulado en plan de calidad y normativa de Urbanas S.A. Por cada 10000 kg de acero recibido se debe enviar muestras a ensayo, para las pantallas ancladas solo fue necesario una muestra.

Se debe exigir al proveedor los certificados de calidad de cada lote, conjuntamente y para corroborar la veracidad se deben enviar al laboratorio muestras para ensayo dos (2) de cada diámetro de 50 cm de largo y se deja un testigo por muestra, para el caso de pantallas se utilizaron varillas de 3/8” y 1/2”.

Figura 38 .Muestras Acero.



Fuente El Autor.

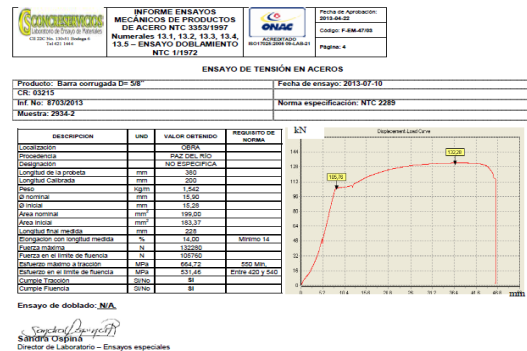
La meta es enviar las muestras antes de completarse los 10000 kg, ya que de presentarse inconformidades seria tarde para crear alguna acción correctiva debido a que los elementos (Acero) estarían armados y fundidos. Para evidenciar este control existe el formato CTR-FO-33 ENVIO ELEMENTOS DE ACERO A ENSAYO.

1.10.2 RECEPCION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS MUESTRAS

Los resultados tardan 15 días en llegar a obra, estos son recibidos por el Auxiliar de Calidad que debe analizar los datos, corroborar con la información del proveedor y dado el caso de no cumplir enviar testigos y levantar el producto no conforme, en este caso es urgente el producto no conforme; pues el hierro en obra debe ser muestreado, antes de ser fundido para evitar sobrecostos por demoliciones y complicaciones de otros tipos.

Luego de recibir los resultados se debe tener en cuenta los siguientes aspectos: La Fluencia (f_y debe estar entre los 420 Mpa y 540 Mpa) según la norma NTC 2289, la resistencia ultima debe estar por encima de 550 Mpa. La resistencia a la tensión R_m , que es el esfuerzo con la máxima carga, y los límites de fluencia. El auxiliar informa al REIN (Residente de Interventoría), al DIRO (Director de Obra) y al RESI (Residente de Obra) los resultados de las muestras.

Figura 39. Informe ensayo a traccion.



Fuente El Autor.

2. CONCLUSIONES

- La oportunidad de realizar practica empresarial es de gran valor debido a que esto permite relacionar los conocimientos adquiridos durante el pregrado, obtenido a la vez experiencia en campo, la cual durante el transcurso de la práctica da la posibilidad de relacionarse con personas las cuales con sus conocimientos dan un aporte importante al crecimiento profesional.
- Las pantallas ancladas, es un proceso constructivo utilizado para estabilizar cortes de terreno hechos en algunos casos para la construcción de sótanos de edificación, donde su ejecución depende en gran medida de la organización conjunta entre Dirección de Obra y Contratista. La planeación, el personal, los

materiales y la maquinaria, son parte importante en el avance de obra.

- Es de suma importancia contar en obra con certificados de calidad, el control de tensionamiento y personal capacitado en el proceso constructivo de pantallas ancladas que avalen y certifiquen los procesos y materiales utilizados en la elaboración de pantallas ancladas.
- Para el control de resistencia de la lechada normalmente se sugiere realizar ensayos que determinen esta condición mecánica y en base a estos programar las fechas de tensionamiento. Para el caso de estudio en donde se utilizaron anclajes provisionales dirección de obra determino programar las fechas de tensionamiento 7 días después del día de inyección basándose en la evolución de resistencia de concretos de 4000 psi llevada en obra.
- La creación de la guía se fundamentó en una experiencia práctica de donde se han extraído los puntos más relevantes de todo el proceso constructivo sin pretender profundizar en alguno de ellos. Como bien se planteó en un objetivo es crear una guía de referencia y apoyo básica que pueda orientar futuros proyectos para la Constructora Urbanas S.A.

3. AGRADECIMIENTOS

A la Urbanizadora David Puyana URBANAS S.A y personal que sirvieron de apoyo para la realización de la práctica.

A la Universidad industrial de Santander que por medio de convenios permiten la realización de prácticas empresariales y por ultimo al personal humano, docentes y compañeros que me acompañaron en el trascurso de mi vida universitaria.

REFERENCIAS

- [1] A. MORENO, PLAN DE CALIDAD TORRE DEL VENTO Primera Versión, Bucaramanga 2013, Anexo 1-2.
- [2] GEOFORTIS, Procedimiento Constructivo: Muro Anclado <http://www.geofortis.co.cr/descargas/Procedimiento%20constructivo%20muro%20anclado.pdf> [23-07-13]
- [3] GUÍA PARA EL DISEÑO Y EJECUCIÓN DE ANCLAJES EN OBRAS DE CARRETERA. Dirección General de Carreteras, Ministerio de Fomento. Segunda edición. Madrid. 60p, (2003).
- [4] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION -ICONTEC. Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto. NTC – 673, Bogotá D.C.: El Instituto, 2000, 11p.

[5] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION- ICONTEC, Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. NTC-396 Bogotá D.C. El Instituto, 1992-01-15p.

[6] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACION -ICONTEC. Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. NTC – 550, Bogotá D.C.: El Instituto, 2000, 11p.

[7] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN-ICONTEC, Hormigón fresco toma de muestras .NTC 454 Bogotá D.C, 1998 -09-23p.

[8] J. SUAREZ, Deslizamientos: Técnicas de remediación, <http://www.erosion.com.co/deslizamientos-tomo%20C3%A9nicas-de-remediaci%C3%B3n.html>[23-07-13]

[9] JOSE MARTIN PRADA QUINTERO. Control de calidad del Proyecto Edificio Casa Puyana de Urbanas S.A. y Elaboración de un Manual del Proceso Constructivo de Muros Anclados. Trabajo de grado ingeniería civil. Universidad Industrial de Santander. Facultad de ingenierías físico-mecánicas. (2010).

[10] MUROS PANTALLAS CON ANCLAS PRE-TENSIONADAS; <http://www.erosion.com.co/especiales/80-pantallas-ancladas.html> [23-07-13]

[11] R. UCAR NAVARRO, P H.D, Manual de Anclajes en Obras de Tierra, primera edición; Mérida, Mayo de 2002, 20 p.

[12] SÁNCHEZ DE GUZMÁN D; Concretos y Morteros Manejo y Colocación. Cuarta Edición .Instituto del Concreto. Bogotá D.C 1998. Protección y Curado 125-.137p.