

APOYO AL CUMPLIMIENTO DEL PLAN CALIDAD DE LOS PROYECTOS  
MONTSERRAT Y BARANOA EN URBANAS S.A.

DEISY YADIRA LEAL CAMPOS

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
2017

APOYO AL CUMPLIMIENTO DEL PLAN CALIDAD DE LOS PROYECTOS  
MONTSERRAT Y BARANOA EN URBANAS S.A.

DEISY YADIRA LEAL CAMPOS

Trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial para optar al título de  
INGENIERA CIVIL

Director  
PhD. NÉSTOR IVÁN PRADO GARCÍA  
Ingeniero Civil

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
2017

## Nota de aceptación

---

Firma del director

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

*Mis agradecimientos son para Dios por darme la oportunidad de vivir y siempre estar a mi lado; a mi familia por los principios y valores inculcados, ya que estos me han ayudado a enfrentar la vida; a mis amigos por enseñarme a apreciar los pequeños detalles y la actitud de servicio; al PhD. Néstor Iván Prado García por compartir su conocimiento y creer en mí; a Urbanas S.A. por abrirme una puerta y permitirme vivir esta experiencia de aprendizaje. Finalmente al equipo de trabajo de Montserrat y Baranoa por siempre haber estado en disposición para orientarme, aconsejarme y por la confianza depositada en mi trabajo.*

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>13</b>
2.1.OBJETIVO GENERAL .....	13
2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	13
<b>3. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA .....</b>	<b>14</b>
3.1.MISIÓN .....	14
3.2.VISIÓN .....	14
3.3.POLÍTICAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD .....	14
<b>4. INFORMACIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>15</b>
4.1.ESPECIFICACIONES MONTSERRAT .....	15
4.2.ESPECIFICACIONES BARANOA.....	15
<b>5. FUNCIONES REALIZADAS COMO AUXILIAR DE CALIDAD.....</b>	<b>16</b>
<b>6. CONTROLES DE CALIDAD .....</b>	<b>17</b>
6.1.CONCRETO.....	17
6.1.1.ASENTAMIENTO DEL CONCRETO .....	18
6.1.2.ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES .....	20
6.2.REDES .....	23
6.2.1.VERIFICACIÓN DE MANÓMETROS .....	23
6.2.2.PRUEBA HIDROSTÁTICA DE PRESIÓN .....	24
6.2.3.PRUEBA HERMETICIDAD .....	25
6.2.4.PRUEBA DE ESTANQUEIDAD.....	26
6.3.INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN.....	27
6.3.1.CIERRE POLIGONAL .....	27
6.3.2.NIVELACIÓN Y CONTRA NIVELACIÓN.....	28
6.3.3.MIRA Y FLEXÓMETRO .....	29
6.4.ACEROS .....	29
6.5.DENSIDADES .....	30
<b>7.PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS .....</b>	<b>31</b>
7.1.INTEGRIDAD DE PILOTES .....	32
7.2.ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO .....	34

7.3.PULSO DE ULTRASONIDO .....	36
<b>8.EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE ESTRUCTURA .....</b>	<b>38</b>
8.1.CIMENTACIÓN .....	38
8.1.1.LOCALIZACIÓN DE ELEMENTOS .....	39
8.1.2.EXCAVACIÓN.....	39
8.1.3.CONCRETO DE LIMPIEZA.....	40
8.1.4.ARMADO ACERO DE REFUERZO.....	40
8.1.5.FUNDIDA DE ELEMENTOS.....	41
8.2.ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN .....	42
8.2.1.MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	43
8.2.2.DRENAJE .....	44
8.2.3.CIMENTACIÓN DEL MURO.....	45
8.2.4.MURO DE CONTENCIÓN .....	46
8.3.ANTEPISO .....	47
8.4.PLACA MACIZA Y STEEL-DECK.....	49
<b>9.EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE ACABADOS .....</b>	<b>51</b>
9.1.MAMPOSTERÍA.....	51
9.2.FRISO .....	53
9.3.ESTUCO .....	55
9.4.PINTURA .....	56
<b>10.ACTIVIDADES ADICIONALES.....</b>	<b>58</b>
<b>11.CONCLUSIONES.....</b>	<b>59</b>
<b>12.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>60</b>

## **LISTA DE FIGURAS**

**Figura 1.** Montserrat

**Figura 2.** Baranoa

**Figura 3.** Equipo para prueba de asentamiento

**Figura 4.** Ingreso de la Mixer a la Obra

**Figura 5.** Toma de la muestra de concreto

**Figura 6.** Apisonamiento del concreto

**Figura 7.** Medida del asentamiento

**Figura 8.** Equipo para elaboración de especímenes

**Figura 9.** Moldes cilíndricos

**Figura 10.** Elaboración de especímenes

**Figura 11.** Curado

**Figura 12.** Verificación de manómetros

**Figura 13.** Presurización de la red hidráulica

**Figura 14.** Presión de prueba hidrostática

**Figura 15.** Presurización de la red de gas

**Figura 16.** Presión de prueba hermeticidad

**Figura 17.** Marcación de tubería

**Figura 18.** Tapón de prueba

**Figura 19.** Estación Total

**Figura 20.** Cierre Poligonal

**Figura 21.** Nivel

**Figura 22.** Nivelación y Contra nivelación

**Figura 23.** Excavación de hueco

**Figura 24.** Retiro de material

**Figura 25.** Llenado del hueco

**Figura 26.** Retiro de arena calibrada

**Figura 27.** Limpieza de la superficie

**Figura 28.** Compuesto viscoso

**Figura 29.** Acelerómetro

**Figura 30.** Acople sobre el pilote

**Figura 31.** Golpe con martillo

**Figura 32.** Equipo NDE 360

**Figura 33.** Piedra abrasiva

**Figura 34.** Liberación del émbolo

**Figura 35.** Accionamiento del esclerómetro

**Figura 36.** Lectura del esclerómetro

**Figura 37.** Calibración de Equipo

**Figura 38.** Colocación indirecta

**Figura 39.** Colocación semidirecta

**Figura 40.** Colocación de transductores

**Figura 41.** Localización de elementos en el terreno

**Figura 42.** Excavación manual

**Figura 43.** Excavación con retroexcavadora

**Figura 44.** Solado sobre placa de cimentación

**Figura 45.** Solado sobre zapata

**Figura 46.** Armado de zapata

**Figura 47.** Armada de foso de ascensor

**Figura 48.** Panorámica de armado cimentación

**Figura 49.** Fundida de placa de cimentación

**Figura 50.** Fundida de zapata

**Figura 51.** Panorámica de fundida cimentación

**Figura 52.** Secuencia corte de talud

**Figura 53.** Excavación zanja

**Figura 54.** Instalación de drenaje

**Figura 55.** Verificación de drenaje

**Figura 56.** Cierre de drenaje

**Figura 57.** Instalación Geodren Planar

**Figura 58.** Armado cimentación de muro

**Figura 59.** Fundida cimentación de muro

**Figura 60.** Armado de muro

**Figura 61.** Encofrada y fundida de muro

**Figura 62.** Elemento desencofrado

**Figura 63.** Armado de antepiso

- Figura 64.** Dilatación con EPS
- Figura 65.** Fundida de antepiso
- Figura 66.** Recorte de la superficie
- Figura 67.** Allanado de la superficie
- Figura 68.** Localización de elementos
- Figura 69.** Instalación de perlines y malla de refuerzo
- Figura 70.** Instalación de lámina colaborante y redes eléctricas
- Figura 71.** Fundida de la placa
- Figura 72.** Replanteo de mampostería
- Figura 73.** Plomada de muros
- Figura 74.** Aplicación de pega
- Figura 75.** Humectación de muro
- Figura 76.** Chafarreo
- Figura 77.** Guías
- Figura 78.** Recorte de muro
- Figura 79.** Pulida de muro
- Figura 80.** Limpieza de superficie
- Figura 81.** Aplicación de estuco
- Figura 82.** Aplicación de pintura con equipo de proyección
- Figura 83.** Fisuras
- Figura 84.** Agujeros
- Figura 85.** Partes voluminosas
- Figura 86.** Rayas
- Figura 87.** Gotas
- Figura 88.** Filos deteriorados

## **LISTA DE TABLAS**

**Tabla 1.** Presiones para el ensayo de hermeticidad

## RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

**TITULO:** APOYO AL CUMPLIMIENTO DEL PLAN CALIDAD DE LOS PROYECTOS MONTSERRAT Y BARANOA EN URBANAS S.A.

**AUTOR(ES):** Deisy Yadira Leal Campos

**PROGRAMA:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR(A):** Néstor Iván Prado García

### RESUMEN

La satisfacción del cliente se alcanza cuando se logra superar sus expectativas y Urbanas S.A. le apuesta a ese objetivo en todos sus productos. En el presente informe de grado se describen las funciones del cargo de Auxiliar de Calidad, el control de calidad realizado a las actividades de construcción y acabados contempladas en el Plan Calidad de los proyectos Montserrat y Baranoa, el seguimiento de los procesos constructivos en la ejecución de actividades de cimentación, drenaje, estructura tradicional, obra gris y blanca.

**PALABRAS  
CLAVE:**

Calidad, Ensayos, Cimentación, Muro de Contención, Placa Maciza y Steel-Deck

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** SUPPORT FOR THE COMPLIANCE OF THE PLAN QUALITY OF THE MONTSERRAT AND BARANOA PROJECTS IN URBANAS S.A.

**AUTHOR(S):** Deisy Yadira Leal Campos

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Néstor Iván Prado García

### **ABSTRACT**

Customer satisfaction is achieved when it exceeds their expectations and Urbanas S.A. bets on that goal in all its products. In the present report of degree it describe the functions of the position of Auxiliary of Quality, the control of quality realized to the activities of construction and finishes contemplated in the Plan Quality of the Montserrat and Baranoa projects, the follow-up of the constructive processes in the execution of activities of foundation, drainage, traditional structure, gray and white work.

### **KEYWORDS:**

Quality, Testing, Foundations, Containment Wall, Solid Plate and Steel-Deck

**V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK**

## **1. INTRODUCCIÓN**

Debido al dinamismo del sector de la construcción y de los requisitos cada vez más exigentes de los clientes, ha sido necesario mejorar continuamente los procesos de diseño, construcción y comercialización de inmuebles con el fin de ofrecer un producto de calidad al menor costo posible.

Esto se ha logrado en Urbanas S.A. mediante la implementación del Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001, el cual proporciona criterios y estructuras aplicables a la empresa con el objetivo de regular la calidad de sus productos. Este sistema se enfoca en mejorar los procesos en todas las áreas con el fin de minimizar los productos finales defectuosos logrando de esta manera, competir en el mercado con una garantía adicional de calidad en el tiempo; con una reducción de costos en su elaboración al evitar los re procesos y con una mayor eficiencia laboral por parte de los colaboradores.

De esta forma es como se busca un control y seguimiento en la ejecución de los procesos en las diferentes actividades mediante la implementación del Plan Calidad de la obra. Este es un documento que contiene las especificaciones, el control de calidad y el debido registro de las actividades durante la construcción del inmueble.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GENERAL**

Velar por el cumplimiento del plan de calidad de la obra Montserrat y Baranoa establecido por la empresa Urbanas S.A., ejecutando las actividades asignadas a los procesos de estructura y acabados.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Ejecutar y documentar la trazabilidad de los ensayos de calidad realizados a los materiales empleados en la obra, rigiéndose en su mayoría bajo las especificaciones de la Norma Técnica Colombiana NTC.

Verificar el correcto funcionamiento de los equipos y elementos de medición utilizados por el personal de la obra, así como sus respectivos certificados de calibración.

Registrar la ejecución de los diferentes procesos constructivos realizados en la obra y la supervisión de los controles de calidad pertenecientes a cada actividad.

### **3. INFORMACIÓN DE LA EMPRESA**

En 1923, Alejandro Puyana Martínez conformó, junto con sus familiares, Sucesores de David Puyana S.A., una de las primeras sociedades anónimas fundadas en Santander. Posteriormente, en 1949, con el liderazgo y la visión de Armando Puyana Puyana, los mismos socios transformaron la sociedad en Urbanizadora David Puyana S.A. – URBANAS S.A.

Desde entonces y hasta hoy, con seguridad esta es la empresa que más ha influido en la conformación y el crecimiento urbanístico del Área Metropolitana de Bucaramanga. Esta ha sido constructora de múltiples proyectos de vivienda social, centros comerciales, parques industriales, construcciones institucionales, entre otros.

#### **3.1. MISIÓN**

Desarrollar proyectos inmobiliarios innovadores de alta calidad con atractivas zonas comunes y servicios complementarios, creando entornos urbanos acogedores que atienden las necesidades de familias y usuarios en ciudades con desarrollo sostenibles, generando crecimiento a los colaboradores, valor a sus clientes y rentabilidad para sus accionistas. Servicios complementarios: Transporte, conectividad, seguridad, facilidades de acceso y desarrollo sectorial.

#### **3.2. VISIÓN**

En el 2021 ser una empresa constructora fortalecida con un crecimiento interanual sostenible, con presencia a nivel nacional y nuevos negocios en la cadena de valor, destacándose por su eficiencia operacional, el cumplimiento a sus clientes y un equipo humano integral. Al 2021 alcanzar un nivel de escrituración de \$400mm con una rentabilidad del 19% de utilidad bruta y un endeudamiento financiero decreciente no superior al 28% sobre el total de activos.

#### **3.3. POLÍTICAS DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD**

Diseñar, comercializar y construir proyectos inmobiliarios y construcciones para terceros en las que consideran serán las “ciudades del mañana” en Colombia. Esto se logra a través de la excelencia y funcionalidad de su

diseño, cumpliendo satisfactoriamente con la normatividad legal pertinente y con los requisitos y especificaciones acordados con sus clientes, por medio de procesos que mejoran continuamente, apoyados en la alta competencia de su equipo humano y de sus proveedores y contratistas.

#### **4. INFORMACIÓN DEL PROYECTO**

##### **4.1. ESPECIFICACIONES MONTSERRAT**



**Figura 1. Montserrat**  
Fuente: Autor

Montserrat es uno de los conjuntos de apartamentos que hace parte del proyecto Abadías Condominio. El proyecto consiste en la construcción de dos torres de 19 pisos y dos torres de 21 pisos. Éste tiene apartamentos con áreas construidas entre 79.99 m<sup>2</sup>, y 90.86 m<sup>2</sup>, 4 viviendas por piso, 4 tipos de apartamentos, 320 apartamentos en total, 3 niveles de sótanos, piscina sin fin con playa para adultos, piscina de niños, zona húmeda y dotaciones en estas áreas. Además cuenta con jacuzzi, salón de piscina, baños turcos para hombres y mujeres, salón social, cancha múltiple recreativa, juegos de niños, plazoleta y senderos.

##### **4.2. ESPECIFICACIONES BARANOA**



**Figura 2.** Baranoa  
Fuente: Urbanas S.A.

El conjunto residencial Baranoa consta de 302 parqueaderos y 2 torres con 6 apartamentos por piso. Donde la Torre 1 tiene 24 Pisos con 144 apartamentos y la Torre 2 tiene 22 Pisos con 132 apartamentos, para un área total de 33631,51 m<sup>2</sup>. Las zonas comunes están conformadas por portería, lobby, cuarto de basuras, salón social, salón piscina, juegos infantiles, cancha múltiple, baños turcos, piscina para niños y adultos.

## **5. FUNCIONES REALIZADAS COMO AUXILIAR DE CALIDAD**

- Preparar la documentación de actividades correspondientes al SGC en obra periódicamente, tales como: mantenimiento de equipos y maquinaria externa e interna, legalización de las modificaciones de cambios en los diseños realizados, formatos de control y ejecución de obra, productos no conformes, recibo de obra, ensayo, seguimiento, verificación y control de las actividades contempladas en el plan de calidad.
- Verificar los registros de calibración y mantenimiento preventivo de los equipos topográficos a utilizar.
- Supervisar la calibración de los equipos topográficos.
- Verificar el estado de los flexómetros del personal de obra.
- Supervisar la toma de muestras de concreto para la realización de ensayos de resistencia a la compresión en elementos estructurales, tales como: pantallas, columnas, vigas, escaleras y placas.
- Verificar los certificados de calidad del acero (hierro recto, figurado y mallas)

utilizado para elementos estructurales.

- Supervisar la toma de muestras de acero (hierro recto, figurado y mallas) para la realización de ensayos de tensión y fluencia, doblado y corte en soldadura en elementos estructurales.
- Controlar el ingreso y salida de planos mediante un registro documentado.
- Registrar los resultados de los ensayos realizados para la trazabilidad de la información y la toma de acción oportuna.
- Llevar registro del control diario del concreto que llega a la obra, donde se tenga en cuenta características tales como: asentamiento, horas de inicio y fin de descargue de concreto.
- Llevar registro del control de desperdicios y volúmenes de los materiales que llegan a la obra, especialmente la llegada de concreto.
- Participar en el plan de seguridad industrial de la obra a través del uso de los elementos de protección personal y el cumplimiento de las recomendaciones de seguridad básicas en la obra.
- Liderar actividades tendientes al cumplimiento de la misión, visión y valores organizacionales.

## **6. CONTROLES DE CALIDAD**

Un Sistema de Gestión de Calidad es una forma de trabajar, mediante la cual una organización asegura la satisfacción de las necesidades de sus clientes. Para lo cual planifica, mantiene y mejora continuamente el desempeño de sus procesos, bajo un esquema de eficiencia y eficacia que le permite lograr ventajas competitivas.

Los controles de calidad se estipulan en el plan Calidad de la obra con el fin de garantizar un desarrollo transparente en los procesos, cumpliendo con leyes y normas que finalmente aportan a la entrega de un producto de calidad. Estos abarcan: concretos, aceros, redes, instrumentos de medición, suelos y ejecución de actividades.

### **6.1. CONCRETO**

El concreto es un material compuesto de cemento, grava, arena, agua y aditivos que al solidificarse alcanza altas resistencias de acuerdo a su

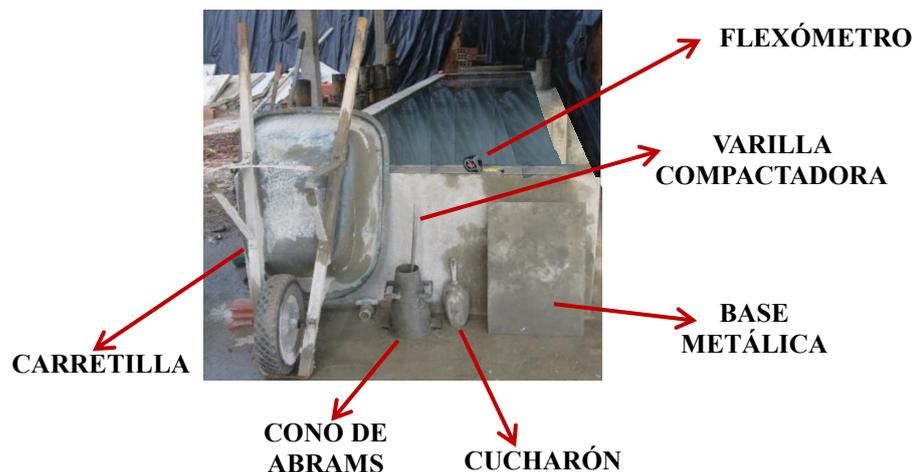
dosificación. Este es uno de los materiales más utilizados en el sector de la construcción por motivo de sus valiosas propiedades.

La estructura de los parqueaderos, torres y zona social del proyecto se componen de concreto y su control de calidad se basa en la realización de la prueba de Asentamiento por cada Mixer que ingresa a la obra y la Elaboración y Curado de Especímenes.

La toma de especímenes de concreto se realiza por cada 40 m<sup>3</sup> de concreto o por jornada de fundida. La cantidad de especímenes varía de acuerdo al tipo de estructura. Para la estructura tradicional se ensayan 8 cilindros por parejas a los 7, 14, 28 y 56 días (estos dos últimos se toman como testigos en caso de que a los 28 días no se alcance la resistencia esperada) y para estructura túnel se ensayan 10 cilindros por parejas a los 3, 7, 14, 28 y 56 días. El proyecto maneja resistencias de 3000 PSI Y 4000 PSI.

#### 6.1.1. ASENTAMIENTO DEL CONCRETO

El ensayo de asentamiento se realizó con el fin de ejercer un control de calidad al concreto en términos de consistencia y fluidez (NTC 396, 1992). Este ensayo fue un factor determinante que apoyó la decisión de recibir o rechazar el concreto que ingresó a la obra.



**Figura 3.** Equipo para prueba de asentamiento  
Fuente: Autor

Ejecución del ensayo: Una vez que ingresó la Mixer, se inició verificando en la remisión de concreto el nombre de la obra, el sello de la canaleta, la receta, la

diferencia de tiempo entre el cargue del concreto y el tiempo de llegada de la Mixer a la obra (Éste no debía exceder los 60 minutos).



**Figura 4.** Ingreso de la Mixer a la Obra  
Fuente: Autor

Enseguida se tomó una muestra representativa directamente de la Mixer, utilizando una carretilla para depositar el concreto.



**Figura 5.** Toma de la muestra de concreto  
Fuente: Autor

Se humedeció el interior del cono de Abrams y se colocó sobre la base metálica en una superficie horizontal, firme y nivelada. Se sujetó el molde firmemente con los pies y se procedió a llenar el molde en tres capas, cada una a un tercio del volumen. Cada capa se compactó con la varilla 25 veces garantizando una distribución uniforme de los golpes sobre la sección transversal. (Las tres capas se deben compactar a través de todo su espesor y adicionalmente cuando se encuentren en la capa superior e intermedia, la varilla debe penetrar ligeramente la capa anterior).



**Figura 6.** Apisonamiento del concreto  
Fuente: Autor

Una vez llenada la última capa, se enrasó la superficie del molde con la varilla y se retiró los sobrantes de concreto alrededor del molde. Se levantó suavemente el cono en dirección vertical en un tiempo entre 5 y 7 segundos.

Se procedió a colocar el cono de cabeza junto al concreto y sobre éste, la varilla compactadora en dirección horizontal. Con el flexómetro se midió la diferencia de alturas entre el cono y la porción central de la superficie del concreto, siendo esta la medida del asentamiento del concreto.

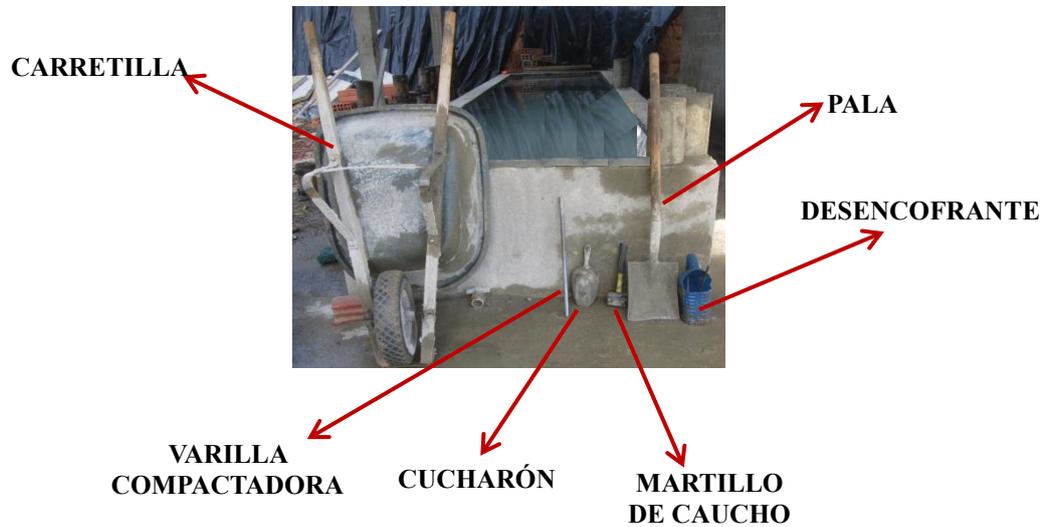


**Figura 7.** Medida del asentamiento  
Fuente: Autor

#### 6.1.2. ELABORACIÓN DE ESPECÍMENES

El ensayo de elaboración de especímenes de concreto en obra se realizó con el fin de ejercer un control de calidad sobre el cumplimiento de la resistencia específica de cada uno de los elementos que componen la estructura del

proyecto y como indicador del momento de remoción de la formaleta. (NTC 550, 2000)



**Figura 8.** Equipo para elaboración de especímenes  
Fuente: Autor

Para su ejecución, se inició aplicando una capa delgada de desencoformante sobre el interior del molde para evitar la adherencia del concreto a éste. (Los moldes se deben colocar sobre una superficie firme, lisa y protegida de los rayos solares y de la lluvia)



**Figura 9.** Moldes cilíndricos  
Fuente: Autor

Enseguida se tomó una muestra representativa de concreto directamente de la Mixer mediante una carretilla y se mezcló el concreto con la pala para garantizar uniformidad en la mezcla. Mediante el palustre se llenó la primera capa de concreto a un tercio de la altura del molde aproximadamente a 10 cm

de la base y se apisonó el concreto 25 veces con la varilla en forma de espiral evitando tocar el fondo del molde.

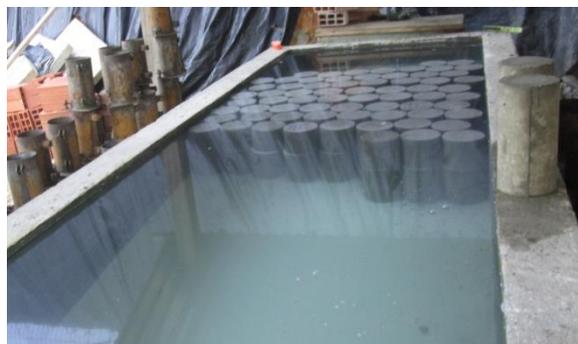
Después se golpeó las paredes del molde con el martillo de caucho de 10 a 15 veces para eliminar las burbujas de aire, se llenó la segunda capa a dos tercios de la altura del molde aproximadamente a 20 cm de la base y se apisonó el concreto 25 veces penetrando ligeramente la capa anterior. Finalmente se golpeó las paredes del molde de 10 a 15 veces. En la tercera capa se repitió el mismo procedimiento de la capa anterior.



**Figura 10.** Elaboración de especímenes

Fuente: Autor

Se enrasó el molde con una regla metálica y se almacenó durante 24 horas en un ambiente húmedo, protegiéndolos de la luz solar directa. Una vez finalizado este tiempo, se desencofraron los especímenes de los moldes y se marcaron para su identificación. Antes de que transcurrieran 30 minutos, se almacenaron los especímenes en una pila de agua garantizando su cobertura con agua libre sobre la superficie de estos a una temperatura de 23° C.



**Figura 11.** Curado

Fuente: Autor

Se diligenció el formato de envío de elementos de concreto utilizado por la empresa y el laboratorio transportó los cilindros para su ensayo a compresión. (Durante el transporte se deben proteger con un material amortiguador para evitar daño por golpes o por pérdida de humedad).

## 6.2. REDES

Los controles de calidad abarcan las redes hidráulicas, sanitarias, de gas y de electricidad con el fin de garantizar su perfecto funcionamiento y evitar fugas futuras. Estos controles se basan en la prueba de Estanqueidad realizada en las redes de aguas lluvias y aguas negras y la prueba Hidrostática de Presión realizada a las redes hidráulicas que alimentan los aparatos sanitarios de los apartamentos y zonas comunes. Adicionalmente se realiza el ensayo de Hermeticidad a las redes internas de gas que alimentan los diferentes gasodomésticos.

### 6.2.1. VERIFICACIÓN DE MANÓMETROS

Antes de realizar las pruebas a las redes hidráulicas y de gas que componen el proyecto, se realizó una verificación para constatar la correcta calibración de los manómetros empleados en estas pruebas y de esta forma garantizar que al presurizar la red, el manómetro arroje la medida exacta. Esta verificación se realizó posterior a la prolongación de las redes, una vez terminada la actividad de friso. Para esto se empleó una flauta que es un conjunto de uniones de tubería en la cual se instalaron los manómetros de prueba con un Patrón y se presurizó la tubería a la presión indicada. Pasada media hora, se verificó el nivel en todos los manómetros.



**Figura 12.** Verificación de manómetros

Fuente: Autor

### 6.2.2. PRUEBA HIDROSTÁTICA DE PRESIÓN

Esta prueba se realizó a la red hidráulica localizada en los apartamentos del proyecto con el fin de certificar la hermeticidad de la tubería, descartando la presencia de fugas o defectos de fabricación de los accesorios que pudieran entorpecer el adecuado funcionamiento de la red.

El material PVC se utilizó para conducir agua fría y CPVC para conducir agua caliente.

Para su ejecución, se inició ubicando el manómetro en la salida de un punto hidráulico y se presurizó la red utilizando una bomba que le administró agua a la tubería hasta que el manómetro marcó 150 PSI de presión.



**Figura 13.** Presurización de la red hidráulica

Fuente: Autor

Se registró la hora de inicio de la prueba y cuatro horas después se verificó la presión. Esta debía permanecer con una tolerancia de 2% a la presión inicial, de lo contrario se realizaba una inspección visual de la red para localizar las posibles fugas mediante humedades en el friso

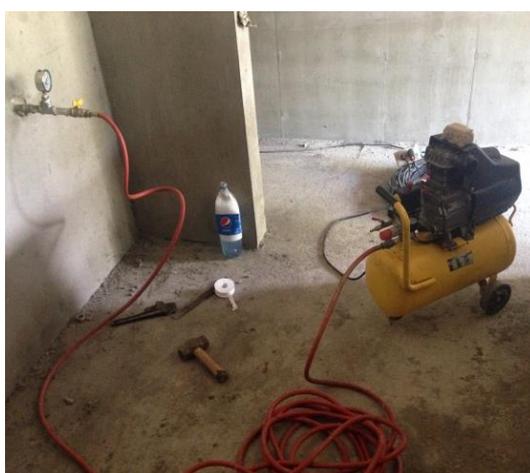


**Figura 14.** Presión de prueba hidrostática  
Fuente: Autor

### 6.2.3. PRUEBA HERMETICIDAD

Esta prueba se realizó a la red de gas localizada en los apartamentos del proyecto con el fin de certificar la hermeticidad de la tubería, descartando la presencia de fugas o defectos de fabricación de los accesorios que pudieran entorpecer el adecuado funcionamiento de la red. La tubería galvanizada se utilizó en los apartamentos y la PEALPE desde los apartamentos hasta los centros de medición.

Para su ejecución, se inició ubicando el manómetro en la salida de un punto de gas y se presurizó la red utilizando un compresor que le administró aire a la tubería hasta que el manómetro marcó 40 PSI de presión.



**Figura 15.** Presurización de la red de gas  
Fuente: Autor

Tabla 1

*Presiones para el ensayo de hermeticidad*

Presión de operación en la tubería	Presión mínima de ensayo	Tiempo mínimo de ensayo
$P \leq 13,8 \text{ kPa}$ ( $P \leq 2 \text{ psig}$ )	34,5 kPa (5 psig)	15 min
$13,8 \text{ kPa} < P \leq 34,5 \text{ kPa}$ ( $2 \text{ psig} < P \leq 5 \text{ psig}$ )	207 kPa (30 psi)	1 h
$34,5 \text{ kPa} < P \leq 138 \text{ kPa}$ ( $5 \text{ psi} < P \leq 20 \text{ psi}$ )	414 kPa (60 psi)	1 h

**Nota.** Fuente: NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales. Bogotá: ICONTEC, 2006. 41p. (NTC 2505)

Se registró la hora de inicio de la prueba y una hora después se verificó la presión. Está debía permanecer con una tolerancia de 2% a la presión inicial, de lo contrario se realizaba una inspección visual de la red para localizar las posibles fugas aplicando agua jabonosa sobre válvulas y demás accesorios para que se evidenciaran burbujas.



**Figura 16.** Presión de prueba hermeticidad

Fuente: Autor

#### 6.2.4. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

Esta prueba se realizó a la red sanitaria, aguas lluvias y ventilación con el fin de descartar fugas que afectaran el funcionamiento del sistema. Esta se realizó por secciones taponando los puntos abiertos de ensayo.

Para su ejecución, se inició llenando la tubería (incluyendo arañas y bajantes) hasta una altura antes del rebose. Enseguida se marcó con un lápiz la tubería y se registró la medida desde la marca hasta el nivel de rebose. Cuatro horas

después se verificó el nivel del agua comparando la marca con una tolerancia de 1% columna de agua inicial. En caso de que no cumpliera con esta tolerancia, se verificaba al tacto los pegues en las uniones de accesorios y si era necesario se reforzaba la soldadura.

Durante el ensayo se debía garantizar una presión mínima de 3 metros columna de agua. (NTC 1500, 2004) Adicionalmente se debía revisar las pendientes y anclajes de la tubería.



**Figura 17.** Marcación de tubería  
Fuente: Autor



**Figura 18.** Tapón de prueba  
Fuente: Autor

### 6.3. INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

La topografía en la construcción es fundamental a la hora de ejecución de una obra ya que depende de las demarcaciones realizadas por ésta, evaluadas en tiempo y precisión. Por tal motivo se realizó un continuo seguimiento a los aparatos topográficos empleados en estas actividades para garantizar la calibración de los equipos en cuanto a Estación Total, Nivel, Mira y Flexómetro.

A menudo los errores de los equipos se suelen presentar por una incorrecta calibración, por falta de mantenimiento o por golpes al cuerpo del instrumento.

#### 6.3.1. CIERRE POLIGONAL

Para esta verificación de planimetría se evaluó la Estación Total en cuanto a valores arrojados de distancias horizontales y ángulos, mediante el esquema de un polígono.

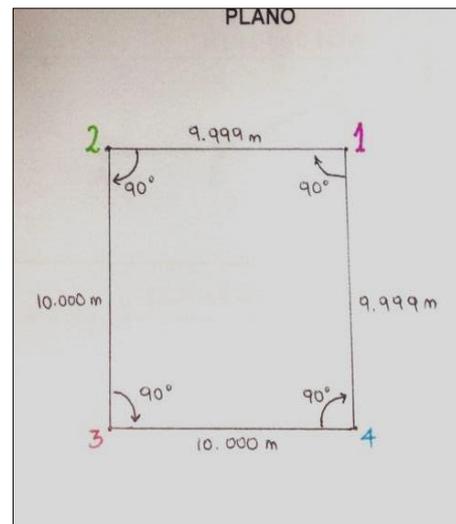
Para su ejecución, se inició armando la Estación Total en un punto 1 sobre el terreno y se marcó a 10 m de distancia el punto 2. Se trasladó el equipo al punto 2 y se miró al punto 1 en  $000\ 00' 00''$  y con referencia a éste, se miró a un punto 3 con un ángulo de  $90^\circ$  y a una distancia de 10 m.

Enseguida se trasladó el equipo al punto 3 y se miró al punto 2 en  $000\ 00' 00''$  y con referencia a éste, se miró a un punto 4 con un ángulo de  $90^\circ$  y a una distancia de 10 m. Finalmente se trasladó el equipo al punto 4, se miró al punto 3 en  $000\ 00' 00''$  y con referencia a éste, se miró al punto 1 verificando el cierre angular del equipo.

La diferencia entre la lectura final y  $90^\circ$  es el error angular que no puede ser mayor a  $18''$  y la diferencia entre el punto 4 y 1 es el error en la distancia, la cual no puede ser mayor de 1cm.



**Figura 19.** Estación Total  
Fuente: Autor



**Figura 20.** Cierre Poligonal  
Fuente: Autor

### 6.3.2. NIVELACIÓN Y CONTRA NIVELACIÓN

Para esta verificación de altimetría se evaluó el Nivel en cuanto a valores arrojados de distancias verticales.

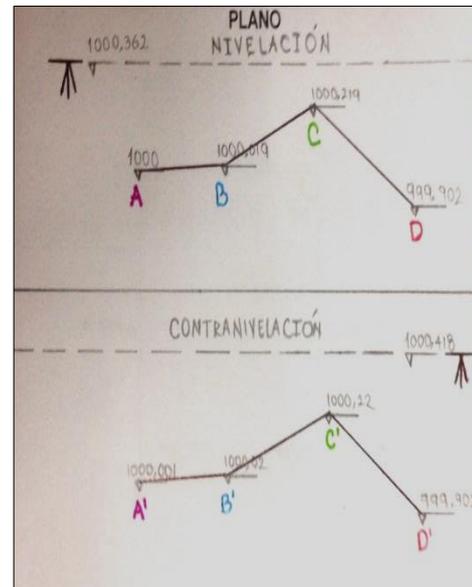
Para su ejecución, se inició marcando tres puntos (A, B, C) en el terreno a una distancia aproximada de 100 metros. Enseguida se armó el Nivel en un lugar donde existiera visibilidad y se empleó la Mira para la toma de las lecturas a los tres puntos. Después, se trasladó el Nivel a otro lugar y se tomó la lectura de

los mismos tres puntos.

El error es igual  $E = (\text{Diferencia A,B}) - (\text{Diferencia A',B'})$  y el segundo error es igual  $E = (\text{Diferencia B,C}) - (\text{Diferencia B',C'})$ . El error admisible debe estar entre  $(00 - 0.02\text{m})$ .



**Figura 21.** Nivel  
Fuente: Autor



**Figura 22.** Nivelación y Contra nivelación  
Fuente: Autor

### 6.3.3. MIRA Y FLEXÓMETRO

Esta verificación se realizó visualmente, comprobando que existiera una secuencia numérica y una estabilidad de la cinta o de los cuerpos en el momento de su extensión.

### 6.4. ACEROS

El acero es una aleación entre hierro y carbono empleado en múltiples obras de construcción debido a sus preciadas propiedades de resistencia a compresión y tracción.

Con los controles de calidad se garantizó que el acero que ingresara a la obra estuviera en condiciones óptimas para ser utilizado. Esto se logró mediante la expedición de certificados de calidad por parte del proveedor en los cuales se especificaban los siguientes requisitos:

-NTC 2289. Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de concreto.

Esfuerzo mínimo a tracción: 550 Mpa

Esfuerzo mínimo en fluencia: 420 Mpa

Esfuerzo máximo en fluencia: 540 Mpa

Elongación mínima: 14%

-NTC 5806. Alambre de acero liso y grafilado y mallas electrosoldadas para refuerzo de concreto.

Esfuerzo mínimo a tracción: 550 Mpa

Esfuerzo mínimo en fluencia: 485 Mpa

Adicionalmente, se tomaban tres muestras de 1m de longitud de cada diámetro de acero ingresado a la obra (esto se realizaba cada 100 Toneladas) y se enviaban dos muestras de 1m al laboratorio para ensayo a tracción, fluencia y % elongación y una muestra quedaba como testigo en caso de que las dos primeras no cumplieran con los requisitos establecidos por las normas anteriormente nombradas.

## 6.5. DENSIDADES

La densidad se define como la cantidad de masa existente en un volumen determinado. Esta propiedad se determinó in situ empleando el ensayo de cono de arena estandarizado por el I.N.V. E-161-07 y se realizó con el objetivo de determinar la densidad, humedad y grado de compactación de un suelo destinado para antepiso.

Para este ensayo, el plan calidad de la obra exige dos densidades por capa, con espesores máximos de 25 cm en área menor a 250 m<sup>2</sup> o por cada 60 m<sup>3</sup>.

Para la ejecución de este ensayo, se inició calibrando el equipo de cono de arena con el objetivo de obtener la masa de la arena calibrada contenida en el cono y la placa base.

Enseguida se seleccionó el sitio de prueba y se retiró el material suelto. Se colocó la placa base sobre el terreno plano y se procedió a excavar un hueco a través del orificio central de la placa base empleando un cincel. Después se colocó el material excavado en una bolsa y se pesó.



**Figura 23.** Excavación de hueco  
Fuente: Autor



**Figura 24.** Retiro de material  
Fuente: Autor

Posteriormente se determinó el peso del equipo junto con la arena calibrada. Enseguida se colocó el equipo de forma invertida colocando el cono sobre la placa base, se abrió la válvula para permitir el paso de la arena y una vez que se logró el llenado del hueco se cerró la válvula.



**Figura 25.** Llenado del hueco  
Fuente: Autor



**Figura 26.** Retiro de arena calibrada  
Fuente: Autor

Después se calculó la masa del equipo con la arena restante y se realizaron los respectivos cálculos para obtener la masa de la arena contenida en el hueco y su volumen.

Se determinó el contenido de humedad y la densidad seca máxima de la arena contenida en el hueco para finalmente obtener su grado de compactación.

## 7. PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

Las pruebas no destructivas son técnicas aplicadas a la inspección de productos acabados y semi-acabados para la detección de heterogeneidades internas y superficiales a través de principios físicos, sin perjudicar la posterior utilización de los productos inspeccionados (OSPINA, HERNANDO & PARRA, 2011). Dentro de los cuales se ejecutaron el Índice esclerométrico, Pulso de ultrasonido e Integridad de Pilotes.

### 7.1. INTEGRIDAD DE PILOTES

Este método está estandarizado por la norma ASTM D5882 y tiene por objeto evaluar la integridad de los pilotes localizando posibles grietas, cambios en la sección del fuste o del material. Esta se basa en el principio teórico de la propagación de ondas longitudinales de baja deformación que genera efectos de dilatación y compresión en el medio en que se propaga (GAVIRIA, GÓMEZ & THOMSON, 2009).

Este ensayo se realizó con el objetivo de avalar la cimentación del proyecto Baranoa, siendo este uno de los ítems requeridos por la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98, en el Título I: Supervisión Técnica y de esta forma obtener el Certificado Técnico de Ocupación

En la ejecución del ensayo se evaluaron seis pilotes y nueve zapatas. Su ejecución inició limpiando la superficie de los pilotes con el objetivo de proporcionar mayor uniformidad a la superficie de contacto. Ésta debía estar libre de cualquier humedad o material extraño.



**Figura 27.** Limpieza de la superficie  
Fuente: Autor

Enseguida se aplicó un compuesto viscoso al sensor de movimiento o acelerómetro, para garantizar el acople ideal sobre la cabeza del pilote.



**Figura 28.** Compuesto viscoso  
Fuente: Autor



**Figura 29.** Acelerómetro  
Fuente: Autor



**Figura 30.** Acople sobre el pilote  
Fuente: Autor

Se golpeó la cabeza del pilote con un martillo de 1.36 kg con el objetivo de enviar una onda de compresión que atravesara el elemento. Los movimientos generados por el golpe, los captaron los acelerómetros y posteriormente los transfirieron por vía electrónica al equipo NDE 360 como un gráfico de velocidad, donde el primer pico representó el impacto del martillo y el segundo pico la reflexión en la punta del pilote.



**Figura 31.** Golpe con martillo  
Fuente: Autor

Se extrajo la memoria del equipo NDE 360 para que la información de la gráfica obtenida se procesara en el software WinSeir 2.4.1 de 2014. Este software se encargó de interpretar las gráficas de velocidad para que se lograra determinar la integridad y profundidad del pilote.



**Figura 32.** Equipo NDE 360  
Fuente: Autor

## 7.2. ÍNDICE ESCLEROMÉTRICO

En la prueba para la determinación del índice esclerométrico o rebote, se emplea un martillo o esclerómetro compuesto por un resorte que impulsa una barra de acero y que al accionarse, golpea un embolo de acero que transmite

el impacto a la superficie de concreto para de esta forma inducir un rebote que es medido en desplazamiento mediante una escala lineal adherida al cuerpo del esclerómetro. “La prueba está basada en el principio de que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de la superficie sobre la que golpea la masa” (Céspedes, 2003). Esta prueba esta estandarizada por el I.N.V. E-413-07 y se realizó con el fin de evaluar la uniformidad del concreto in situ, identificar posibles zonas deterioradas y evaluar por comparación la resistencia entre dos elementos de concreto.

Para su ejecución, se inició identificando el elemento patrón y puliendo su superficie utilizando la piedra abrasiva con el fin de eliminar elementos sueltos no propios del concreto.



**Figura 33.** Piedra abrasiva  
Fuente: Autor

Enseguida se sujetó el esclerómetro de forma perpendicular a la superficie de contacto y se ejerció una pequeña presión para liberar el embolo permitiendo su total extensión.



**Figura 34.** Liberación del émbolo

Fuente: Autor

Nuevamente se sujetó el esclerómetro contra la superficie del elemento y se ejerció presión hasta que el martillo se accionó. Enseguida se oprimió el botón pulsador y se tomó la lectura arrojada por la escala en el cuerpo de éste (se deben tomar mínimo 10 lecturas, despreciando aquellas que difieran en más de 7 unidades del promedio de valores registrados).



**Figura 35.** Accionamiento del esclerómetro

Fuente: Autor



**Figura 36.** Lectura del esclerómetro

Fuente: Autor

Se promediaron los valores y se realizó el mismo procedimiento con el elemento a comparar.

Los elementos de concreto sometidos a esta prueba deben cumplir con un espesor igual o mayor a 100 mm y estar fijados a una estructura. Igualmente se debe evitar realizar este procedimiento en superficies de elementos porosos, con hormigueos o texturas ásperas.

### 7.3. PULSO DE ULTRASONIDO

Esta estandarizado por la norma ASTM C597 y tiene por objeto estimar parámetros de calidad del concreto basándose en la velocidad de pulsos de ultrasonido al atravesar un elemento. Esta velocidad depende directamente de la densidad y características elásticas del concreto y es posible mediante la propagación de ondas longitudinales. Este ensayo se realizó para obtener indicadores de homogeneidad, existencia de vacíos o grietas en un elemento de concreto.

Para su ejecución, se inició calibrando el equipo colocando a cada extremo de la barra calibradora un transductor adherido con vaselina. Enseguida se presionó Enter y el equipo ultrasónico arrojó un valor de 0,0μ.



**Figura 37.** Calibración de Equipo  
Fuente: Autor

Debido a la superficie áspera del elemento ésta fue desgastada hasta lograr uniformidad eliminando residuos de polvo y arena.

Después se colocaron los transductores sobre la superficie del elemento, adheridos con vaselina para garantizar un adecuado acoplamiento y por consiguiente exactitud en la medida. Cuando el transductor emisor envió la onda longitudinal esta se propagó a través del elemento recorriendo una distancia determinada, señal que fue percibida por el transductor receptor. Mediante un temporizador electrónico se midió el tiempo de transito de la onda y de esta forma se obtuvo la velocidad de pulso empleando la distancia entre los transductores.

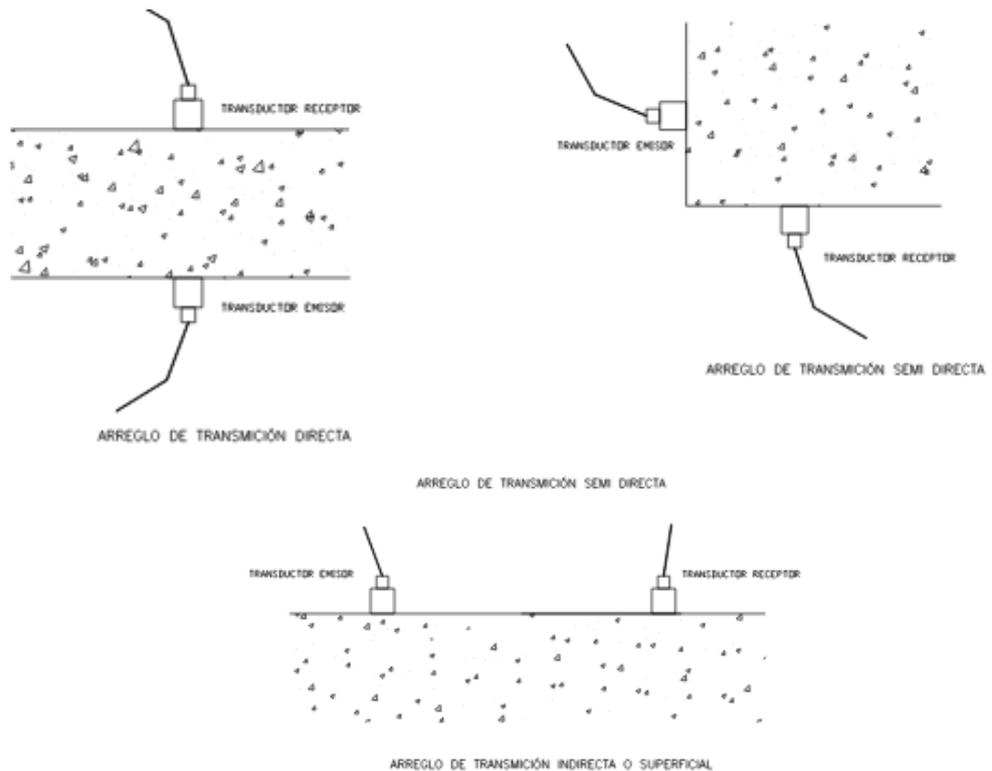
Una vez obtenida la lectura, se tomaron dos adicionales y se realizaron los cálculos respectivos para la evaluación del elemento de concreto.



**Figura 38.** Colocación indirecta  
Fuente: Autor

**Figura 39.** Colocación semidirecta  
Fuente: Autor

La forma de colocación de los transductores puede ser directa, semidirecta o indirecta dependiendo de la facilidad con que se pueda realizar la prueba al elemento, sin embargo el método directo posee más sensibilidad y su trayectoria es más definida.



**Figura 40.** Colocación de transductores  
Fuente: Céspedes, M. (2003).

## 8. EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE ESTRUCTURA

### 8.1. CIMENTACIÓN

La cimentación tiene por objeto transmitir las cargas generadas por la estructura al suelo. Ésta se construye generalmente en concreto reforzado y se encuentran de tipo profunda, semiprofunda y superficial. Su diseño depende directamente de las características del suelo, del uso y dimensiones de la

estructura.

La cimentación del proyecto es de tipo superficial debido a la excelente capacidad portante del suelo.

El sistema estructural de la cimentación de los sótanos se compone de zapatas aisladas con vigas de amarre y el de las torres de una placa de cimentación.

#### 8.1.1. LOCALIZACIÓN DE ELEMENTOS

El control de calidad en la ejecución de la cimentación, se inició con la revisión de la ubicación de los elementos en el terreno, actividad previamente realizada por una comisión topográfica.



**Figura 41.** Localización de elementos en el terreno

Fuente: Autor

#### 8.1.2. EXCAVACIÓN

La excavación de la placa de cimentación se realizó con maquinaria, dado que los volúmenes de material eran de mayor cuantía mientras que la excavación de zapatas y vigas de amarre se realizó de forma manual. Su revisión consistió en la verificación de cotas, niveles y dimensiones de los elementos de acuerdo a lo establecido en los planos.



**Figura 42.** Excavación manual  
Fuente: Autor



**Figura 43.** Excavación con retroexcavadora  
Fuente: Autor

### 8.1.3. CONCRETO DE LIMPIEZA

Se realizó la verificación de la aplicación de 5 cm de concreto de limpieza sobre el terreno con el objetivo de lograr una superficie uniforme para la colocación del acero y para evitar que éste entrara en contacto con el suelo. Para este concreto se manejó una resistencia de 1500 PSI.



**Figura 44.** Solado sobre placa de cimentación  
Fuente: Autor



**Figura 45.** Solado sobre zapata  
Fuente: Autor

### 8.1.4. ARMADO ACERO DE REFUERZO

En el armado del acero de refuerzo se verificó la resistencia, el diámetro, la longitud, la ubicación, los amarres y la debida separación de acero recto y figurado según despiece de planos estructurales.



**Figura 46.** Armado de zapata  
Fuente: Autor



**Figura 47.** Armada de foso de ascensor  
Fuente: Autor



**Figura 48.** Panorámica de armado cimentación  
Fuente: Autor

#### 8.1.5. FUNDIDA DE ELEMENTOS

Finalmente en la fundida de la cimentación se verificó la calidad, colocación y vibrado del concreto, la uniformidad y nivelación del acabado de la superficie y su respectivo curado. El vaciado del material se realizó empleando una bomba de concreto.



**Figura 49.** Fundida de placa de cimentación  
Fuente: Autor



**Figura 50.** Fundida de zapata  
Fuente: Autor



**Figura 51.** Panorámica de fundida cimentación  
Fuente: Autor

## 8.2. ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN

Las estructuras de contención son elementos empleados en la construcción con el objetivo de soportar y contener los esfuerzos horizontales inducidos por el empuje de las tierras o por cualquier otro tipo de material. Se encuentran de tipo rígidas como los muros de contención y de tipo flexibles como las pantallas.

Los límites del proyecto intervienen una masa de terreno natural por el costado sur, razón por la cual se incluyó en el diseño estructural un muro de contención en concreto reforzado.

### 8.2.1. MOVIMIENTO DE TIERRAS

El control de calidad en la ejecución del muro de contención, se inició con la verificación del corte del terreno natural. Su excavación se realizó con maquinaria y durante la conformación de los taludes se garantizó una adecuada inclinación de corte para su estabilidad. El material removido se transportó en volquetas a otra obra de la empresa para ser empleado como relleno.



**Figura 52.** Secuencia corte de talud  
Fuente: Autor

### 8.2.2. DRENAJE

Una vez realizado el movimiento de tierras, se procedió a aplicar mezcla de mortero sobre el talud para prevenir la erosión del terreno. Enseguida se verificó la localización, el replanteo y la excavación manual de la zanja que contendría el drenaje.

La zanja se construyó con una ligera pendiente hacia la derecha, donde conduciría los fluidos a un pozo de inspección.



**Figura 53.** Excavación zanja  
Fuente: Autor

Enseguida se procedió a la ejecución del sistema de drenaje compuesto de un filtro francés envuelto en un geotextil con tubería. Para esto se inició extendiendo el plástico negro a lo largo de la zanja y sobre éste se instaló el Geodrén Planar evitando posibles rasgaduras en su cuerpo (Éste es un tipo de geotextil que actúa como sistema filtrante reteniendo las partículas de suelo y permitiendo el paso de fluidos).

Después se depositó el material granular o grava verificando que estuviera libre de cualquier tipo de impureza. Finalmente se colocó el filtro perforado y se adicionó grava sobre éste.



**Figura 54.** Instalación de drenaje  
Fuente: Autor



**Figura 55.** Verificación de drenaje  
Fuente: Autor

Para el cierre del drenaje se fijó el plástico y el Geodren Planar al terreno asegurándolo con alambre negro. Posteriormente se cubrió el drenaje empleando madera y se instaló en conjunto el geotextil y plástico negro sobre la superficie del terreno asegurando que su parte inferior quedara al interior del drenaje.



**Figura 56.** Cierre de drenaje  
Fuente: Autor



**Figura 57.** Instalación Geodren Planar  
Fuente: Autor

### 8.2.3. CIMENTACIÓN DEL MURO

Posteriormente se inició la excavación de la cimentación del muro de contención compuesta por zapatas excéntricas con vigas principales, vigas de amarre y zarpa de cimentación. Una vez verificada las cotas, ejes y medidas,

se inició el armado de acero de refuerzo y se fundieron los elementos.



**Figura 58.** Armado cimentación de muro  
Fuente: Autor



**Figura 59.** Fundida cimentación de muro  
Fuente: Autor

#### 8.2.4. MURO DE CONTENCIÓN

Finalmente se inició el armado de acero de refuerzo del muro de contención verificando sus ejes y dimensiones. Después se encofró y se fundió la estructura. La verificación del alineamiento y verticalidad del encofrado se realizó antes y después del vaciado de concreto. Al siguiente día se desencofró el elemento y se le realizaron los respectivos resanes.



**Figura 60.** Armado de muro  
Fuente: Autor



**Figura 61.** Encofrada y fundida de muro  
Fuente: Autor



**Figura 62.** Elemento desencofrado  
Fuente: Autor

### 8.3. ANTEPISO

Un antepiso es una losa de concreto reforzado aplicado sobre el terreno natural. El antepiso del proyecto maneja un espesor de 12 cm; está constituido por una malla electrosoldada en la parte inferior para el refuerzo estructural y una superior para el refuerzo por temperatura. El diámetro de los grafiles es de 6 mm y están separados cada 15 cm.

El control de calidad en la ejecución del antepiso se inició con la verificación de la correcta ubicación de la malla electrosoldada, la colocación de los distanciadores para garantizar revestimientos de 2.5 cm y la dilatación de la estructura. Para lo último, se empleó EPS de 1cm de espesor y se instaló junto a los elementos fundidos con anterioridad, tales como muros de contención y columnas.



**Figura 63.** Armado de antepiso  
Fuente: Autor

**Figura 64.** Dilatación con EPS  
Fuente: Autor

Durante la fundida se verificó la calidad, colocación y vibrado del concreto. Después se procedió con el corte y nivelación de la superficie. Una vez que el concreto empezó a fraguar, se inició con el acabado final de la superficie empleando una allanadora mecánica conocida como helicóptero. Finalmente se dilataron las losas realizando cortes con pulidora en áreas de 3m x 3m y alrededor de las columnas.



**Figura 65.** Fundida de antepiso  
Fuente: Autor

**Figura 66.** Recorte de la superficie  
Fuente: Autor



**Figura 67.** Allanado de la superficie  
Fuente: Autor

#### 8.4. PLACA MACIZA Y STEEL-DECK

El diseño estructural del proyecto Montserrat se rigió bajo las especificaciones de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR 98 en relación a elementos estructurales tales como cimentación, muros de contención, pantallas, placas, entre otros.

El sistema estructural de las torres de apartamentos es industrializado en concreto reforzado tipo outinord resistencia 4000 PSI, conformado por muros portantes y placas macizas. La estructura de los sótanos se compone de columnas y pantallas aporticadas mediante placas con vigas descolgadas y un sistema de losa o lamina colaborante (Steel Deck).

Las placas Steel-Deck son elementos estructurales y se componen de una lámina metálica elaborada en frio mediante un proceso de rolado y corte automatizado para lograr su sección trapezoidal. Tiene por objeto reemplazar el encofrado y comportarse como refuerzo positivo durante la etapa de servicio de la losa. Este sistema es atractivo debido a que reduce los tiempos de obra debido a su fácil instalación, reduce costos de concreto debido a su sección, reduce costos de acero y formaleta pues estos son reemplazados por la lámina, además permite un acabado a la vista.

La placa cubierta del Lobby del proyecto es un sistema combinado de maciza con vigas descolgadas y Steel-Deck. El control de calidad en su ejecución, inició con la verificación de la localización de las vigas y viguetas sobre los tableros según las especificaciones de los planos. Se procedió al armado de refuerzo de las vigas y viguetas verificando el diámetro, la longitud, los amarres y la debida separación de los estribos.



**Figura 68.** Localización de elementos  
Fuente: Autor

En la placa Steel-Deck se instalaron los perlines teniendo en cuenta la nivelación y separación entre cada elemento. Por otra parte, en la placa maciza se colocaron las mallas de refuerzo estructural y térmico. Después se instalaron las bandas de las vigas de borde.



**Figura 69.** Instalación de perlines y malla de refuerzo  
Fuente: Autor

En la placa Steel Deck se instaló la lámina colaborante y se verificó la soldadura de los conectores y testereros. Después se instaló la malla de refuerzo por temperatura separada de la lámina colaborante por medio de distanciadores y se colocaron los refuerzos negativos para retracción del fraguado y temperatura. Una vez terminado el armado de acero de refuerzo en la placa maciza, se procedió a la colocación de las redes eléctricas.



**Figura 70.** Instalación de lámina colaborante y redes eléctricas  
Fuente: Autor

Finalmente se procedió a la fundida de la placa verificando el correcto vaciado y vibrado del concreto, así como su posterior nivelación mediante reglas metálicas.



**Figura 71.** Fundida de la placa  
Fuente: Autor

## **9. EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES DE ACABADOS**

### **9.1. MAMPOSTERÍA**

La mampostería es un sistema constructivo que se emplea para levantar muros mediante la colocación manual generalmente de bloques de concreto, piedra o arcilla cocida.

El proyecto contempla muros divisorios y buitrones elaborados en ladrillo H-10 y la fachada en ladrillo H-15, confinados con columnetas en concreto reforzado donde lo requiera según parámetros del título D de la NSR 98.

Para la ejecución de un muro de fachada, se inició con el replanteo de la primera hilada de ladrillo verificando medidas, escuadras y la correcta localización de muros, elementos no estructurales y vanos.

Enseguida, se realizaron los respectivos anclajes a las pantallas. Para esto, se perforaron las pantallas con un taladro a 9 cm de profundidad, se aplicó un epóxico de alta resistencia y finalmente se introdujo la barra de acero de 3/8" de diámetro.



**Figura 72.** Replanteo de mampostería  
Fuente: Autor

Se procedió con la colocación de reglas metálicas aplomadas a cada extremo del muro para garantizar una verticalidad en su levantamiento. Se continuó con la distribución del mortero de pega y la colocación del ladrillo sobre la primera hilada empezando por los extremos y verificando los niveles mediante un hilo. Se colocaron los ladrillos restantes, haciéndolos coincidir con el hilo y se repitió el proceso hasta terminar el muro verificando el alineamiento, la calidad y espesor de las pegas verticales y horizontales. Se manejaron morteros de pega de resistencia de  $75 \text{ kg/cm}^2$ .



**Figura 73.** Plomada de muros  
Fuente: Autor



**Figura 74.** Aplicación de pega  
Fuente: Autor

## 9.2. FRISO

El friso es un revestimiento compuesto por capas de mortero, el cual se aplicó a muros de mampostería interiores y exteriores de las torres del proyecto con el objetivo de proteger y crear una superficie de base más uniforme a la hora de ejecutar el acabado final del muro.

Para su ejecución, se inició humedeciendo con agua la superficie del muro, se preparó la mezcla de friso y se aplicó al muro recubriendo toda su superficie. El mortero utilizado era proveniente de fábrica elaborado con cemento Portland gris, arena y aditivos especiales que le proporcionaban manejabilidad y retención de agua. Para su empleo se le adicionaba la cantidad de agua especificada y estaba listo para ser aplicado. En las áreas húmedas como baños, cocina y zona de ropas los muros se frisaron con mortero impermeabilizado. Para muros interiores se manejaron morteros de resistencia de  $75 \text{ kg/cm}^2$  y para exteriores de  $125 \text{ kg/cm}^2$ .

Esta primera capa se aplicó saturada debido a que corresponde a la capa de agarre o también llamada chafarreo, la cual facilita la adherencia de la siguiente capa.



**Figura 75.** Humectación de muro  
Fuente: Autor



**Figura 76.** Chafarreo  
Fuente: Autor

Después se aplicó la segunda capa con mortero más seco conocido como húmeda. Ésta capa por ser la intermedia maneja un espesor mayor. La

verticalidad del muro se garantizó realizando los plomos constantemente.



**Figura 77.** Guías  
Fuente: Autor



**Figura 78.** Recorte de muro  
Fuente: Autor

Finalmente se humedeció el muro y se aplicó la tercera capa conocida como chirliada. Esta última se aplica en pocas proporciones ya que tiene por objeto dar un acabado final pulido. Esto se logró empleando una llana de madera.



**Figura 79.** Pulida de muro  
Fuente: Autor

El control de calidad de esta actividad se limita a la revisión de guías, escuadras, plomos, tratamiento de dilataciones, medidas de vanos y el respectivo curado del pañete.

### 9.3. ESTUCO

El estuco es un revestimiento con fines decorativos compuesto de una pasta fina generalmente de color blanco, que contiene materiales tales como cal, cemento, yeso, pigmentos naturales y aditivos especiales que le otorgan manejabilidad en su aplicación. Este revestimiento se aplicó a muros frisados, pantallas y placas del proyecto para darles un acabado suave y homogéneo.

Para su ejecución, se inició preparando la superficie liberándola de grasa, polvo o cualquier otro tipo de elementos extraños que impedirían la adherencia del estuco.



**Figura 80.** Limpieza de superficie  
Fuente: Autor

Enseguida se procedió a aplicar el estuco sobre la superficie de la placa con una llana metálica lisa extendiéndola en dirección horizontal de derecha a izquierda y viceversa hasta lograr en la tercera capa una textura lisa y uniforme. Debido a que el estuco empleado venía de fábrica se le adicionó el agua sugerida y quedó listo para usar. Este revestimiento debido a su manejabilidad permitió realizar fillos y dilataciones de excelente calidad.



**Figura 81.** Aplicación de estuco  
Fuente: Autor

#### 9.4. PINTURA

La pintura es una sustancia líquida compuesta de pigmentos y otros subproductos, la cual se empleó como acabado final en muros interiores y placas del proyecto con el objetivo de protegerlos y decorarlos.

Para su ejecución, se aplicó con rodillos, brochas y equipos de proyección. Este último permite lanzar la pintura mediante máquinas proyectadoras que proporcionan un mayor rendimiento en tiempo de ejecución de la actividad y genera menor desperdicio de material.



**Figura 82.** Aplicación de pintura con equipo de proyección  
Fuente: Autor

En un proyecto de construcción de vivienda, el acabado final de pintura de muros debe regirse bajo específicos procedimientos y lineamientos de calidad que logren garantizar la aceptación del producto por parte del cliente.

Para recibir esta actividad en el proyecto Baranoa, se inició elaborando un boceto del apartamento en planta. Enseguida se recorrió cada habitación con el fin de encontrar detalles inadmisibles en la pintura de los muros tales como traslucidos, fisuras, agujeros, rayas, gotas de pintura, filos deteriorados o partes voluminosas. Una vez localizados estos detalles, se registró en el boceto del apartamento para su corrección y se le entregó al pintor para la realización de las modificaciones correspondientes.



**Figura 83.** Fisuras  
Fuente: Autor



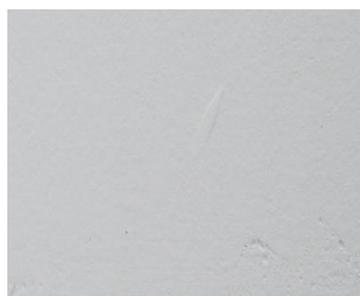
**Figura 84.** Agujeros  
Fuente: Autor



**Figura 85.** Partes voluminosas  
Fuente: Autor



**Figura 86.** Rayas  
Fuente: Autor



**Figura 87. Gotas**  
Fuente: Autor

**Figura 88. Filos deteriorados**  
Fuente: Autor

Finalmente se realizó la verificación de la corrección de los detalles encontrados en los muros de acuerdo a lo registrado en el boceto.

Los detalles registrados deben ser debidamente resanados con estuco, posteriormente lijados para nivelar la superficie y finalmente pintados.

Si los detalles por corregir se localizan en muros de luz, este debe ser pintado por completo para garantizar la uniformidad de la pintura; de lo contrario solo se pintara el área del muro donde se ubique el detalle.

En habitaciones donde haya poca luz natural, se sugiere recorrer los muros con ayuda de una fuente de luz artificial para visualizar mejor los detalles.

## **10. ACTIVIDADES ADICIONALES**

- Apoyo en actividades de supervisión de acabados correspondiente a pintura interior de apartamentos.
- Apoyo en actividades de supervisión de prolongación de redes hidrosanitarias y de gas.
- Calculo de rendimientos de mano de obra en actividades de detallado de apartamentos.
- Apoyo en la elaboración del Manual del Usuario del proyecto Baranoa.
- Cubicación de diversos elementos de concreto.
- Participación en una auditoría externa realizada por el ICONTEC.
- Participación en la brigada de emergencia de la obra.

## 11. CONCLUSIONES

- La implementación de un sistema de gestión de calidad en una organización permite que los procesos sean más eficientes al asegurar que los estándares de calidad se mantengan hasta la ejecución de la última actividad mediante el seguimiento y control permanente de los procedimientos. De esta forma se garantiza un producto final que logre exceder las expectativas del cliente y se diferencie de la competencia por su calidad, confianza y duración.
- El correcto funcionamiento de los diversos equipos de medición que apoyan las actividades de estructura y acabados del proyecto debe ser corroborado por entidades acreditadas que certifiquen su adecuada calibración. No obstante, los equipos deben ser verificados en obra de acuerdo a las frecuencias estipuladas en el Plan Calidad para garantizar que los parámetros de medida se encuentren dentro de las tolerancias admisibles.
- La programación semanal de actividades permite realizar un control del desempeño del contratista, un seguimiento efectivo de la programación de la obra y la identificación de las restricciones que pueden afectar el cumplimiento de las actividades a ejecutar. Una vez establecida la restricción, se generan los planes de nivelación para recuperar los atrasos presentados.
- Las propiedades de los materiales empleados en la obra son verificados mediante la ejecución de los diversos ensayos. De esta manera se garantiza que la construcción del proyecto cumpla con la calidad exigida en las especificaciones de los diseños, se confirma la veracidad de la información técnica del producto indicada por el proveedor, logrando tomar acciones acertadas en caso de identificar un material que no cumpla con los requisitos estipulados.
- Es tarea de los profesionales del proyecto, estudiar, analizar y verificar lo representado en los diferentes planos con respecto a las normas aplicables (NSR, NTC, RETIE, etc.) durante su construcción. En el caso de encontrarse inconsistencias, se debe proceder a darle solución con los diferentes diseñadores de acuerdo a la especialidad.
- Toda obra en construcción debe contar con una brigada de emergencia, capacitada para atender cualquier tipo de situación y que brinden los servicios de primeros auxilios, conrainscendios, evacuación y rescate.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

URBANAS S.A. Plan de calidad Montserrat. Bucaramanga, 2016. 19p. (CTR-FO-04)

URBANAS S.A. Plan de calidad Baranoa. Bucaramanga, 2016. 16p. (CTR-FO-04)

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Ingeniería civil y Arquitectura: Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. Santafé de Bogotá: ICONTEC, 1992. 4p. (NTC 396)

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Concretos: Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra. Santafé de Bogotá: ICONTEC, 2000. 11p. (NTC 550)

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Código Colombiano de Fontanería. Bogotá: ICONTEC, 2004. 101p. (NTC 1500)

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. Instalaciones para suministro de gas combustible destinadas a usos residenciales y comerciales. Bogotá: ICONTEC, 2006. 41p. (NTC 2505)

Céspedes, M. (2003). *Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido*. (Tesis de pregrado). Universidad de Piura, Piura, Perú.

Céspedes, M. (2003). *Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsos de ultrasonido*. (Gráfico).

OSPINA, R., HERNANDO, C., & PARRA, H. (2011). APLICACIÓN Y SELECCIÓN DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS PARA LA EVALUACION DE UNIONES SOLDADAS. *Scientia Et Technica*, XVI(48) 196-201

GAVIRIA, C., GÓMEZ, D., & THOMSON, P. (2009). EVALUACIÓN DE LA INTEGRIDAD DE CIMENTACIONES PROFUNDAS: ANÁLISIS Y VERIFICACIÓN IN SITU. *DYNA*, 76(159), 23-33.