

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTIA PARA
OBTENER EL TITULO DE INGENIERA CIVIL**

**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA SUPERVISION TECNICA DE LA
PROGRAMACION DE OBRA Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES
UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DEL CENTRO COMERCIAL *TERRA*
*PLAZA-POPAYAN***



**PRESENTADO POR:
SARA JULIANA CUMBAL AÑASCO
100411024451**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN, JUNIO DE 2016**

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTIA PARA
OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA SUPERVISION TECNICA DE LA
PROGRAMACION DE OBRA Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES
UTILIZADOS EN LA CONSTRUCCION DEL CENTRO COMERCIAL *TERRA*
*PLAZA-POPAYAN***



**PRESENTADO POR:
SARA JULIANA CUMBAL AÑASCO
100411024451**

**DIRECTOR DE PASANTIA:
ING. GERARDO ANTONIO RIVERA LOPEZ**

**SUPERVISOR DE PASANTIA:
ING. LUIS EDUARDO RODRIGUEZ TORO**

**PRESENTADO A:
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN, JUNIO DE 2016**

TABLA DE CONTENIDO

1. EMPRESA RECEPTORA.....	10
2. INTRODUCCIÓN	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	14
4. OBJETIVOS.....	15
4.1 GENERAL	15
4.2 ESPECIFICOS	15
5. ESPECIFICACIONES GENERALES.....	16
5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO	16
5.2 ESPECIFICACIONES GENERALES.....	17
5.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS	18
6. EJECUCION DE LA PASANTIA	20
6.1 CIMENTACIÓN.....	21
6.1.1 EXCAVACION DE ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION	23
6.1.2 SOLADO DE ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION.....	25
6.1.3 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE LOS ELEMENTOS VERTICALES CONTENIDOS EN LAS ZAPATAS.....	26
6.1.4 COLOCACION DE REFUERZO DE ZAPATAS Y VIGAS.....	26
6.1.5 FUNDICIÓN DE ZAPATAS Y VIGAS.....	29
6.1.6 CHEQUEOS REALIZADOS DURANTE LA CIMENTACIÓN	31
6.2 ESTRUCTURA.....	32
6.2.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE ELEMENTOS VERTICALES.....	32
6.2.2 FUNDICION DE PEDESTALES.....	33
6.2.3 FUNDICION DE MUROS DE CONTENCION	35
6.2.4 NIVELACIÓN DEL TERRENO	38
6.2.5 FUNDICIÓN DE COLUMNAS Y PANTALLAS.	39
6.2.6 FUNDICION DE NUDOS DE COLUMNAS.	42
6.2.7 FUNDICIÓN DE LOSAS DE ENTREPISO	43
6.2.8 FUNDICIÓN DE LOSAS DE PARQUEADERO.....	46

6.2.9	CHEQUEOS REALIZADOS DURANTE LA CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA	47
6.3	DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO EN OBRA Y REALIZACIÓN DE ENSAYOS AL CONCRETO.....	49
6.3.1	ENSAYOS Y TOMA DE MUESTRAS.....	51
6.3.2	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	52
6.3.3	ENSAYO DE ASENTAMIENTO	55
6.3.4	ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN	55
7	CONCLUSIONES	57
8	BIBLIOGRAFIA	58
9	ANEXOS	59

NOTA DE ACEPTACION

El Director y los Jurados han evaluado este documento, escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan que la estudiante desarrolle las gestiones administrativas para optar al título de Ingeniera Civil.

Firma del Presidente del Jurado

Firma del Jurado

Firma del Director

Popayán, Junio de 2016

AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme la vida, la salud, el conocimiento e iluminar el camino para alcanzar esta meta

A mi madre quien ha sido mi soporte durante toda mi vida y día a día ha dado lo mejor de sí misma para brindarme lo mejor, por sus consejos, su cariño, fortaleza y entrega permanente.

A mi padre que con gran esfuerzo me ha brindado todo para alcanzar cada uno de mis logros y superar aquellos obstáculos que se me han presentado.

A mis compañeros que fueron siempre un apoyo y convirtieron este proceso una competencia sana que me permitió esforzarme día a día buscando crecer como persona y como profesional.

Al grupo de trabajo de Procal Constructores SAS que me abrieron sus puertas para ganar la experiencia laboral que me convierta en una profesional competitiva.

Por ultimo agradecer a la Universidad del Cauca y a todos mis maestros por acogerme y brindarme las herramientas necesarias para formarme como una excelente profesional.

LISTA DE TABLAS

Tabla No. 1 Dosificación concreto 21 Mpa

Tabla No. 2 Dosificación concreto 28 Mpa

Tabla No. 4 Resultados de ensayo de compresión para concreto elaborado en obra de 4000 PSI

Tabla No. 5 Resultados de ensayo de compresión para concreto proveniente de la planta de ARGOS 4000 PSI

LISTA DE FIGURAS

Figura No. 1 Organigrama de Procal Constructores SAS.

Figura No. 2 Localización en el mapa del proyecto. Fuente Google Maps.

Figura No. 3 Render centro comercial Terraplaza. Fuente Nagui Sabet.

Figura No. 4 Modelado estructura TEKLA

Figura No. 5 Sistema Geopier. Fuente Centra Ingeniería y Construcción S.A.

Figura No. 6 Plano de puntos de geopier. Fuente Centra Ingeniería y construcción SA.

Figura No. 7 Ubicación de puntos de geopier en campo. Fuente Propia.

Figura No. 8 Midi Drill Mait usada en perforación de geopier- Mini cargador vertiendo agregado en perforación de geopier. Fuente Propia.

Figura No. 9 Excavación de zapata con retroexcavadora. Fuente propia.

Figura No. 10 Excavación y perfilado de zapata realizado a mano. Fuente propia.

Figura No. 11 Compactación de geopier en zapata realizado a mano. Fuente propia.

Figura No. 12 Solado de viga de cimentación y zapata. Fuente propia.

Figura No. 13 Localización con estación total y cimbrado de columna en zapata. Fuente propia.

Figura No. 14 Colocación de acero en zapatas. Fuente propia.

Figura No. 15 Sección transversal y longitudinal de vigas de cimentación. Fuente Estrumetal

Figura No. 16 Chequeo de acero de refuerzo en vigas de cimentación. Fuente propia.

Figura No. 17 Colocación de formaleta metálica y en madera para fundición de zapatas y vigas de cimentación. Fuente propia.

Figura No. 18 Fundición de zapatas y vigas de cimentación. Fuente propia.

Figura No. 19 Curado de zapatas y vigas de cimentación. Fuente propia.

Figura No. 20 Cimbrado y colocación de pines para fundición de pedestal en pantalla. Fuente propia.

Figura No. 21 Localización de platina para fundición de pedestal de pantalla. Fuente propia.

Figura No. 22 Fundición de pedestal de pantalla. Fuente propia.

Figura No. 23 Detalle de columna en pedestal. Estrumetal.

Figura No. 24 Detalle de pedestal de pantalla. Estrumetal.

Figura No. 25 Secciones de muros de contención en sótanos 1 y 2. Estrumetal.

Figura No. 26 Secciones de muros de contención en sótano 1 y Planta baja. Estrumetal

Figura No. 27 Chequeo de cantidades de acero y distribución. Fuente propia.

Figura No. 28 Formaleta aplomada para fundición de muros de contención. Fuente propia

Figura No. 29 Nivelación del terreno con saltarín. Fuente propia.

Figura No. 30 Compactación de sub base con vibro compactador. Fuente propia.

Figura No. 31 Montaje de estructura metálica. Fuente propia.

Figura No. 32 Hi Flow Grout utilizado en pedestales-Fundición de Grouting en pedestales. Fuente propia.

Figura No. 33 Colocación de acero en columna- Chequeo de plomo en formaleta de columna. Fuente propia.

Figura No. 34 Colocación y vibrado de concreto en columna. Fuente propia.

Figura No. 35 Curado de columna envuelta en papel celofán. Fuente propia.

Figura No. 36 Encofrado y fundición de nudo de columna. Fuente propia

Figura No. 37 Rebaba de concreto en nudo de columna-Pulimiento entre nudo y cuerpo de columna. Fuente propia.

Figura No. 38 Detalles de acero en losas de entrepiso. Fuente Estrumetal

Figura No. 39 Colocación de malla electrosoldada y silletas FORZA para garantizar recubrimiento. Fuente propia.

Figura No. 40 Apuntalamiento temporal de vigas y viguetas para evitar cualquier tipo de accidente. Fuente propia.

Figura No. 41 Nivelación de concreto con llana metálica. Fuente propia.

Figura No. 42Corte de dilatación con cortadora de concreto. Fuente propia.

Figura No. 43 Endurecedor para pisos-Pulimiento con máquinas allanadoras. Fuente propia.

1. EMPRESA RECEPTORA

Nombre: PROCAL CONSTRUCTORES SAS NIT 900.514.667-3

Dirección: Calle 20N # 16-10 Campamento

Telefax: 8361616-3217641550

Página web: www.procalconstructores.com

Correo: comercial@procalconstructores.com

Actividad principal: Construcción de vivienda

Ingeniero director de obra *Terra plaza*: **Luis Eduardo Rodríguez Toro**

Ingeniero residente de obra *Terra plaza*: **Mauricio Cerón.**



Misión

Somos una empresa constructora, cuyo factor diferenciador es que brindamos la mejor opción inmobiliaria, en cuanto a calidad, diseño, precio y valorización de la ciudad y segmento de cada proyecto, porque anteponemos nuestra disponibilidad de servir a los demás, a intereses particulares.

Visión

En el año 2020 seremos la mejor empresa constructora de vivienda y proyectos inmobiliarios de cada ciudad donde desarrollemos nuestra industria.

Valores corporativos

- Respeto: aceptar a los demás con todas sus condiciones y considerar antes que cualquier situación particular, la dignidad de cada ser humano.
- Ética: el carácter que tiene PROCAL para resolver los inconvenientes y asumir las responsabilidades.

- Honestidad: relación directa entre lo que promulgamos, diseñamos, promovemos, construimos y entregamos.
- Liderazgo: influir a partir de la inspiración, en la forma de ser de las personas que trabajan en PROCAL constructores, haciendo que este equipo trabaje con entusiasmo y compromiso en el logro de metas y objetivos, siendo responsable de cada labor.
- Innovación: la capacidad que tenemos de crear nuevos diseños, conceptos, modelos, adaptaciones para facilitar, y mejorar la vida de nuestros clientes internos y externos.

Política de calidad

En Procal Constructores S.A.S., conscientes de seguir la voluntad de Dios, nos comprometemos a planear, diseñar y construir las mejores opciones de vivienda e inmobiliarias en general, para nuestros clientes, generando confianza y satisfacción, a través de: controles a los procesos constructivos y cumplimiento de las normatividades; alianzas para generar diversas opciones y oportunidades de inversión; seguimiento a los diseños para cumplir las expectativas de los clientes y de la empresa; y la consideración de nuestros empleados como clientes primarios, factores que hacen nuestra empresa sostenible en el tiempo.

Objetivos de calidad

- Planear, diseñar y construir las mejores opciones de vivienda y comercio para el sector seleccionado, en la ciudad donde se desarrollará el proyecto probable.
- Generar confianza y satisfacción a nuestros clientes, a través del seguimiento a Diseños, expectativas de los clientes y la empresa.
- Controlar permanentemente nuestros procesos constructivos.
- Cumplir las normatividades vigentes.

- Proponer, evaluar y ejecutar alianzas estratégicas para que los clientes puedan acceder a la compra de nuestros inmuebles.
- Considerar a nuestros empleados como clientes primarios.
- Mantener a la empresa sostenible y vigente ante cualquier situación interna o externa.

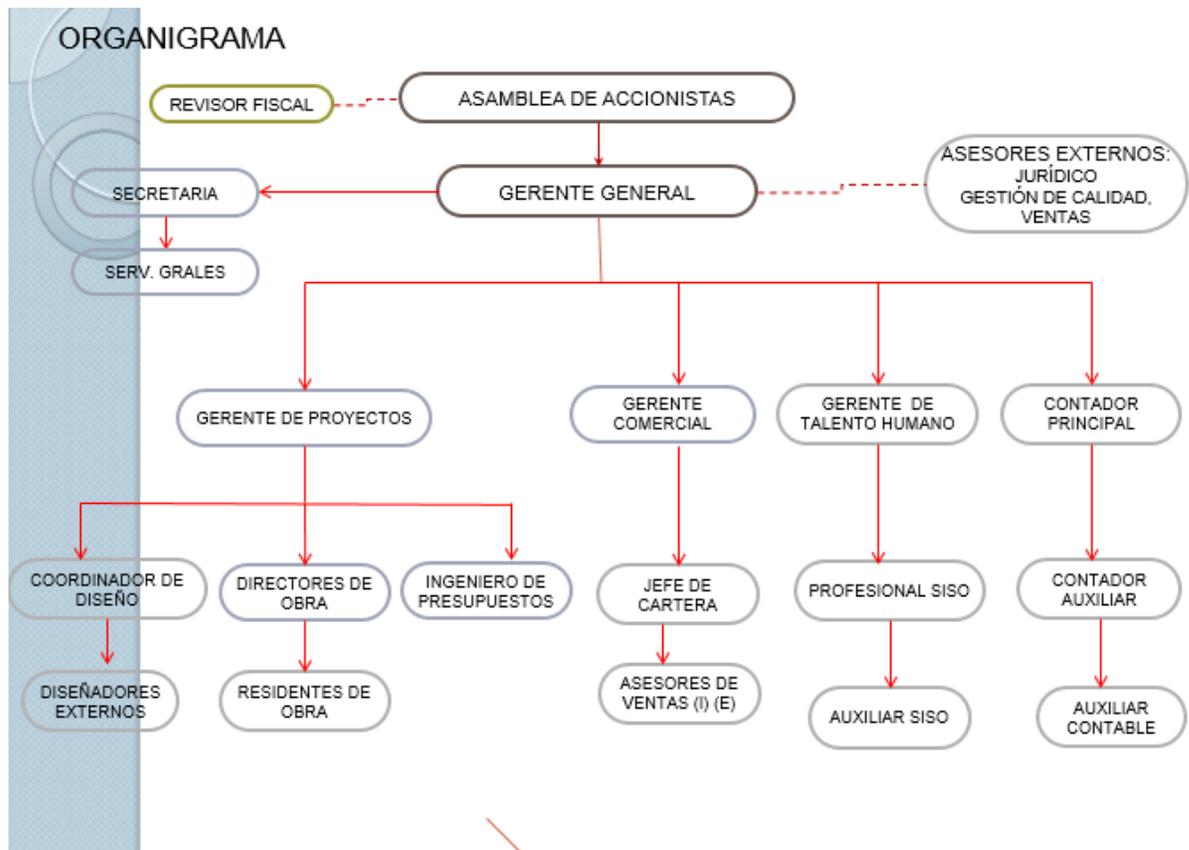


Figura No. 1 Organigrama de Procal Constructores SAS

2. INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo de grado se realizó para optar al título de Ingeniera Civil, y se enfoca en la práctica como pasante en la empresa **PROCAL CONSTRUCTORES SAS**, ubicada en la ciudad de Popayán donde se ofreció la oportunidad a la pasante de participar en los procesos de revisión de avance y programación de obra, control de calidad de los materiales utilizados en obra y auxiliar del ingeniero residente en el proyecto del centro comercial *Terraplaza*, donde la estudiante pudo incursionar y conocer acerca de los diferentes procesos llevados a cabo en el área de supervisión técnica y análisis de calidad de los materiales de construcción.

De esta manera se garantiza que los resultados obtenidos en esta práctica satisfagan los esperados, permitiendo adquirir la experiencia necesaria para el futuro desempeño profesional, aplicando activamente los conocimientos y criterios desarrollados a lo largo del periodo de aprendizaje universitario.

En la formación del ingeniero civil se debe tener cuenta que además de la sólida base teórica adquirida durante la etapa académica, es también importante la práctica, el ejercicio serio y responsable de la actividad profesional, dado que permite comprobar nuestros conocimientos y obtener criterios.

El objetivo del ingeniero civil es modificar el entorno de manera favorable para suplir necesidades esenciales en términos de infraestructura; es por ello que cualquier rama seleccionada dentro de esta área, debe ser ejercida en un contexto social, cultural y económico.

El trabajo sirvió para poner en práctica lo aprendido durante la carrera universitaria, reafirmando lo visto en las diferentes áreas de la ingeniería y llevándolo a un escenario real, en este informe se recopilaron todas las actividades de relevancia realizadas, con el fin de dejar un documento que sirva de consulta para los interesados en este tema.

3. JUSTIFICACIÓN

La Facultad de Ingeniería Civil a partir del año 2001 implementó el trabajo de grado para obtener el título como ingeniero civil y el Consejo de Facultad mediante la resolución N° 820 de 2014 definió la posibilidad de que el estudiante mediante la modalidad de práctica profesional (pasantía) pueda realizar su trabajo de grado para optar por el título profesional de ingeniero civil, promoviendo la confrontación de los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de la carrera.

Se buscó brindar un apoyo técnico a PROCAL en el campo de la ingeniería civil en cuanto a supervisión técnica de gestión de calidad de obra, con base en la recopilación de información durante la construcción para llevar el adecuado seguimiento del presupuesto, control y uso de materiales y equipos.

La participación en un proyecto de construcción de gran magnitud como terraplaza, permite contribuir a la preparación necesaria del estudiante tanto en el área teórica como técnica y administrativa y reforzar sus conocimientos en diversos campos, como fundaciones, materiales y estructuras mediante una profundización en el proceso constructivo de cada uno de estos, para adquirir una visión más amplia acerca de la ingeniería civil, para estar en capacidad de desenvolverse en la ejecución de proyectos y afrontar situaciones imprevistas de manera eficiente a lo largo de su vida profesional.

Al finalizar la pasantía se obtuvieron conocimientos que se adquieren exclusivamente al realizar prácticas como esta; y es así, como con la experiencia de ser pasante se aprendió a interrelacionarse con profesionales de la ingeniería y de la construcción, obteniendo de los mismos además de su experiencia en la materia, una experiencia de vida.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

- Ampliar, fortalecer y aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil, mediante la aplicación de estos en actividades que permitan poner en práctica la supervisión de los procesos constructivos, manejo de la programación de la obra y control de calidad de los materiales utilizados en el proyecto *TERRAPLAZA*.

4.2 ESPECIFICOS

- Participar en la supervisión de los procesos técnicos de la obra y el control de calidad de los materiales usados en la construcción del centro comercial Terraplaza.
- Realizar controles exigidos para los materiales estructurales empleados, (Normas técnicas, ensayo de materiales).
- Aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera en un proyecto definido, que permita reafirmarlos mediante la realización de diversas actividades.
- Profundizar en las diferentes actividades técnicas y administrativas necesarias para el correcto desempeño de la obra, cumpliendo con la normatividad correspondiente.
- Realizar el control de las cantidades de obra requeridas para la construcción del centro comercial.
- Informar a la empresa oportunamente acerca de daños, falta de suministros, posibles deficiencias en materiales estructurales, procesos constructivos, equipos, mano de obra o cualquier otro factor que pueda afectar la construcción, y vigilar que se tomen los debidos correctivos

5. ESPECIFICACIONES GENERALES

5.1 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto Terraplaza se encuentra ubicado en la ciudad de Popayán, sobre la Carrera 9 con calle 73BN junto al colegio Los Andes.

El lote tiene un área de 23.708,99 m², e inicialmente contaba con una topografía ondulada y una geometría irregular, que genero un gran movimiento de tierras para lograr la ubicación de tres terrazas donde se realizó la cimentación de la estructura y donde posteriormente estarán los parqueaderos y el supermercado del centro comercial.

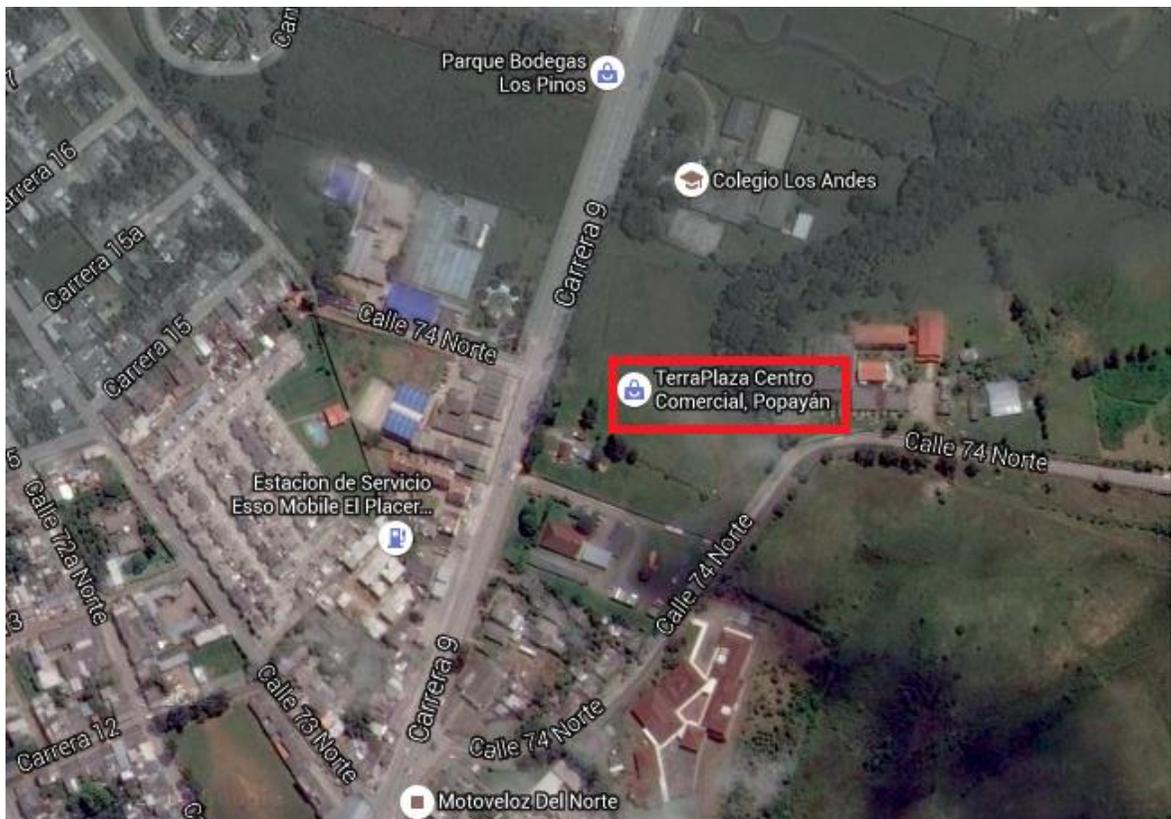


Figura No. 2 Localización en el mapa del proyecto. Fuente Google Maps.

5.2 ESPECIFICACIONES GENERALES

La ejecución del presente proyecto permite la construcción del centro comercial más grande de la ciudad de Popayán y su región, el cual contará con dos sótanos para parqueaderos, una planta baja donde se ubicará un supermercado y tres pisos con un diseño vanguardista, una plaza temática y grandes terrazas que privilegian el paisaje de montañas y bosques hacia el oriente, ambientes abiertos, modernos, seguros, iluminados y cómodos que harán de Terraplaza, el lugar preferido de las familias; y que contará con los más altos estándares de arquitectura e ingeniería.

El proyecto cuenta con dos accesos vehiculares de 6.5 m de ancho, uno sobre la carrera 9ª Norte y el otro sobre la calle 73 BN, mediante rampas que descienden con diversas pendientes hasta los niveles cero de cada sótano.

La obra contempla 86.762 m² construidos conformados por tres pisos, una planta baja y dos sótanos distribuidos así:

- Dos Sótanos para 702 parqueaderos
- Planta baja para un supermercado de 7000 m² y cuatro locales para bancos
- Primer piso con una plazoleta central temática, tres locales ancla y setenta locales y kioscos
- Segundo piso con dos locales anclas, un casino y sesenta y seis locales comerciales
- Tercer piso con cines, dos locales para juegos y una plazoleta de comidas con 20 locales.



Figura No. 3 Render centro comercial Terraplaza. Fuente Nagui Sabet.

5.3 ESPECIFICACIONES TECNICAS

El sistema estructural principal consiste en pórticos conformados por perfiles de acero y concreto reforzado en cada sentido principal de la edificación (ver figura no. 4), estos aportan la rigidez y resistencia necesaria para cumplir con los límites de desplazamiento sísmico y las cargas verticales generadas en las respectivas losas de entrepiso, las cuales tienen un espesor de 12 cm y se componen de concreto y láminas de acero calibre 22 apoyadas sobre vigas metálicas IPE. Entendiéndose por Perfil IPE como un producto de acero laminado con una sección en forma de I o doble T, cuya altura es mayor que el ancho de las alas, manteniendo una relación menor a 0.66. Las caras exteriores e interiores de las alas son paralelas entre ellas (es decir de grueso constante) y son perpendiculares al alma. Las uniones entre las caras del alma y las caras interiores de las alas son redondeadas y las alas tienen el canto con aristas vivas.

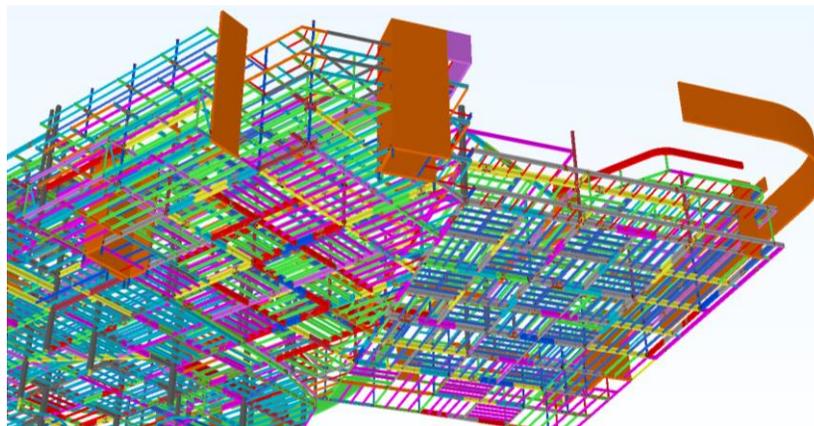
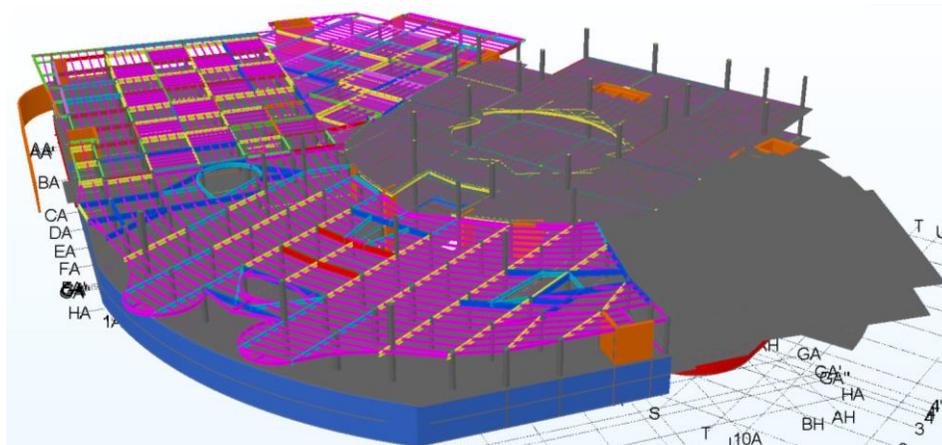


Figura No. 4 Modelado estructura TEKLA

La cimentación de la estructura está compuesta por zapatas individuales y combinadas desplantadas a diferentes niveles, soportadas sobre pilas de agregado compactado mediante el sistema geopier e impact y amarradas por vigas de cimentación.

El sistema geopier consiste en la construcción de Pilas de Agregado Compactado para reforzar suelos tales como arcillas blandas a duras, limos, arenas sueltas a densas, limos orgánicos, turba y rellenos no controlados (ver figura no. 5). El sistema Geopier aumenta la resistencia y rigidez del suelo empleando un sistema constructivo comprobado, económico y de rápida instalación. La compactación vertical en capas finas de agregado es la clave para aumentar la resistencia y rigidez de la matriz de suelo, la compactación del agregado resulta en elementos de alta densidad y resistencia que proporcionan al suelo alta capacidad de soporte, con un incremento en la rigidez de la matriz de suelo que proporciona control de asentamientos.

El sistema Impact es similar al sistema Geopier y es aplicable a suelos susceptibles a inestabilidad durante la excavación. En el sistema Impact se hinca una herramienta especialmente diseñada para generar desplazamiento y permitir a su vez la instalación de la columna de agregado compactado.



Figura No. 5 Sistema Geopier. Fuente Centra Ingeniería y Construcción S.A.

6. EJECUCION DE LA PASANTIA

La pasantía inicio el día lunes 4 de enero de 2016 y tuvo su fin el día sábado 2 de abril, con una duración de 12 semanas aproximadamente tal y como se había proyectado.

Una vez se llegó a la obra Terraplaza, se fueron asignadas diferentes tareas, las cuales fueron cumplidas satisfactoriamente en el transcurso de toda la pasantía.

La mayor parte de las actividades realizadas giraron en torno al sistema estructural de la obra.

Al iniciar la pasantía, se estaba realizando la cimentación de la estructura en el primer sector de la obra.

Actividades realizadas

- Excavación de zapatas individuales, combinadas y de muros pantalla en dos de los cuatro sectores de la edificación.
- Fundición de zapatas individuales, combinadas y de muros pantallas, zarpas de muros, muros de contención, pedestales, columnas y losas.
- Toma de muestras para ensayos, elaboración de cilindros para ensayo de resistencia a la compresión, elaboración de viguetas para ensayo de módulo de rotura y conos SLUMP para ensayo de asentamiento.

6.1 CIMENTACIÓN

Como se había mencionado anteriormente mediante el estudio de suelos realizado se determinó que la cimentación del proyecto consistiría en zapatas amarradas por vigas de cimentación, las cuales estarían apoyadas sobre columnas de grava compactadas mediante el sistema Geopier, dichas zapatas cuentan con diferentes dimensiones y espesores dependiendo de las cargas que estas recibirán, las cuales fueron determinadas en el diseño estructural.

Para iniciar la etapa de cimentación fue necesario excavar previamente el lote hasta llegar a los niveles definidos por el diseño arquitectónico y estructural, gran parte de esta etapa ya había culminado en el momento en que se inició la pasantía, terminado este proceso se da inicio a la construcción de los geopier, para esto es necesario ubicar los puntos donde se realizarán las pilas de agregado mediante localización topográfica, estos puntos se marcan con cal y estacas con los números del geopier (ver figuras No. 6 y 7)

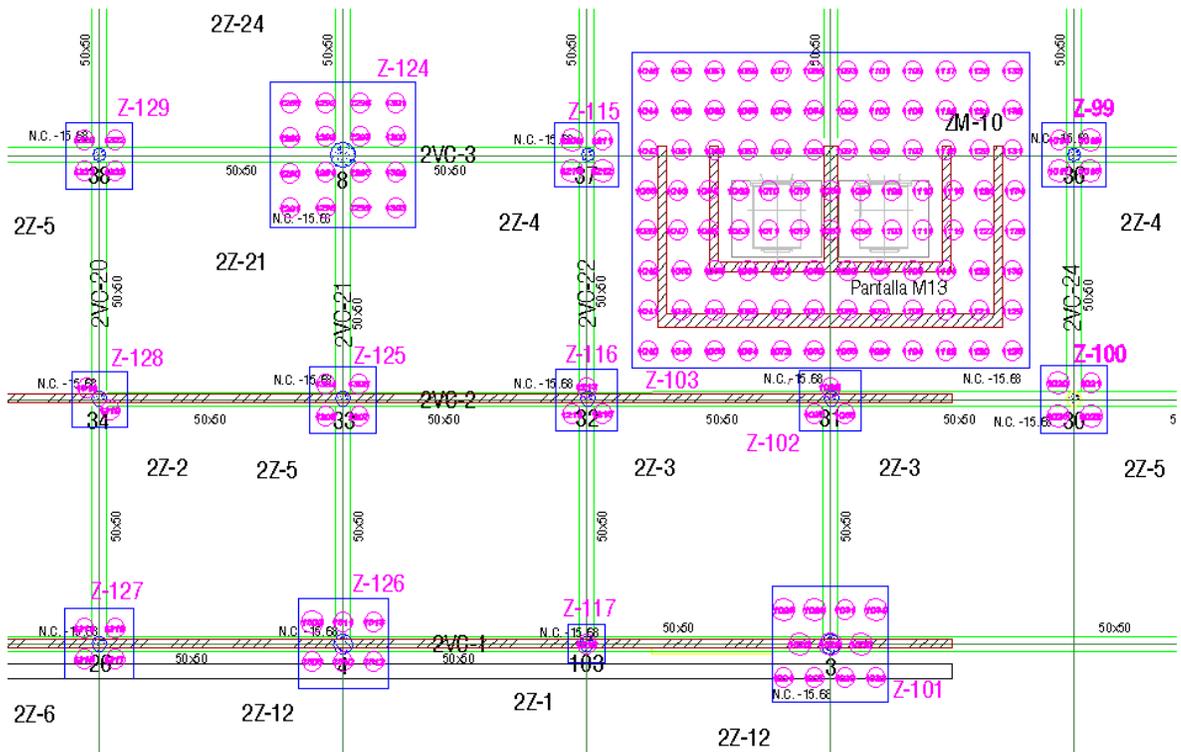


Figura No. 6 Plano de puntos de geopier. Fuente Centra Ingeniería y construcción SA.

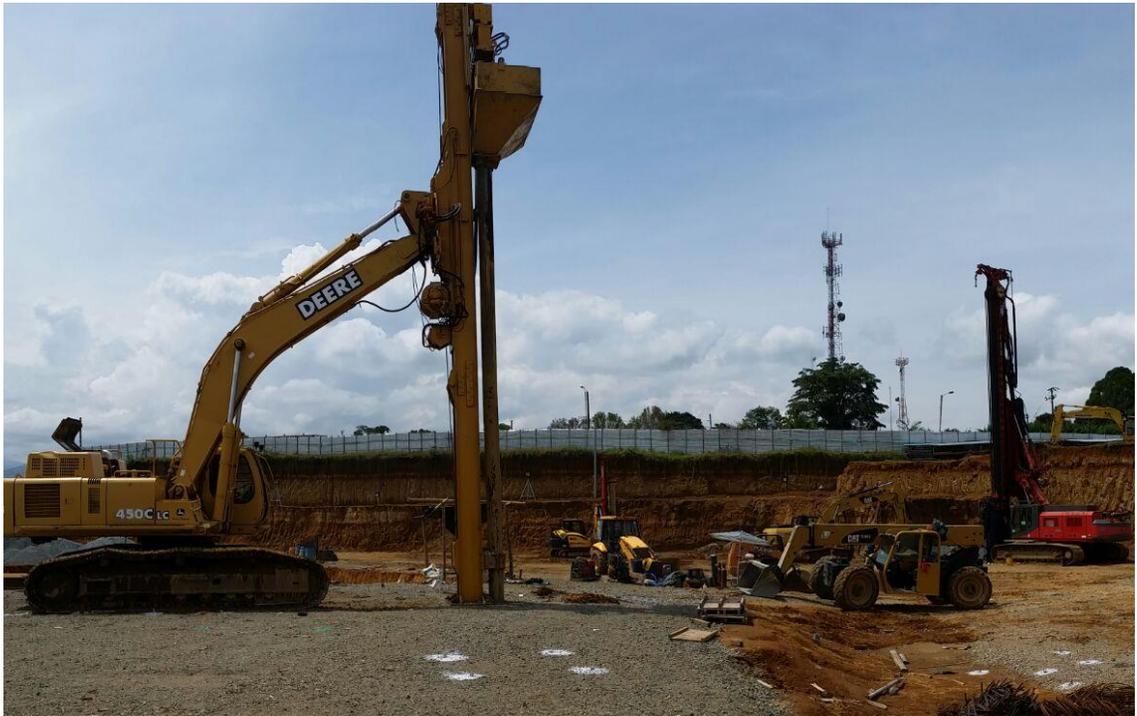


Figura No. 7 Ubicación de puntos de geopier en campo. Fuente Propia.

Luego se lleva a cabo la perforación de manera similar como si se tratara de un pilote pre-excavado, la profundidad de la excavación se determina en el diseño y depende de las cargas a disipar en profundidad, en este caso la profundidad es de 14 pies contados a partir de la profundidad de desplante de cada zapata y el diámetro de 0.7 m, a continuación se vierte el agregado, el cual debe ser de alta calidad, en la cavidad perforada mediante un telehandler o un cargador y se procede a compactar en capas finas con una retroexcavadora acondicionada con un pisón o la maquina ABI (Ver figura No.8), El apisonador densifica cada capa de agregado verticalmente y lo desplaza lateralmente formando una especie de bulbos, que obligan al suelo a retroceder mejorando su densidad relativa, resistencia y características de deformabilidad, para lograr un control confiable de asentamientos.



Figura No. 8 Midi Drill Mait usada en perforación de geopier- Mini cargador vertiendo agregado en perforación de geopier. Fuente Propia.

6.1.1 EXCAVACION DE ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION

Para la excavación de las zapatas y vigas de cimentación, se realiza mediante topografía la ubicación de los puntos que representan las aristas de las zapatas y los ejes en el caso de las vigas, se demarcan con cal los bordes de zapatas y vigas; alrededor de las zapatas se colocan unas niveletas de acero que sirven a los maestros y oficiales como guía para saber el nivel final de las excavaciones y finalmente se procede a excavar.

En los casos en que las dimensiones y profundidades de desplante de las zapatas son grandes se utiliza la retroexcavadora y se perfila a mano después con palas y palines (Ver figura No.9), de lo contrario la excavación se realiza a mano para evitar sobre excavaciones que exijan el uso de formaleta y conduzcan al desperdicio de concreto para alcanzar los niveles de fundición (Ver figura No. 10).



Figura No. 9 Excavación de zapata con retroexcavadora. Fuente propia.



Figura No. 10 Excavación y perfilado de zapata realizado a mano. Fuente propia.

6.1.2 SOLADO DE ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION

Antes de realizar el solado de las zapatas se debe volver a chequear que la cantidad de geopier corresponda a los especificados en el plano y se procede a compactar nuevamente con saltarines (Ver figura No. 11), finalmente se realiza el solado de vigas y zapatas con un concreto elaborado en obra cuya resistencia es 2000 PSI aproximadamente (Ver figura No. 12 - Dosificación Del concreto en capítulo 2).



Figura No. 11 Compactación de geopier en zapata realizado a mano. Fuente propia.



Figura No. 12 Solado de viga de cimentación y zapata. Fuente propia.

6.1.3 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE LOS ELEMENTOS VERTICALES CONTENIDOS EN LAS ZAPATAS.

Antes de iniciar el armado de acero de las zapatas es necesario realizar la localización y replanteo de los elementos verticales que contiene cada zapata como columnas, pantallas o muros (Ver figura No. 13), esta es realizada por el topógrafo y su ayudante, pero es necesario realizar el chequeo de las dimensiones de cada uno de los elementos.



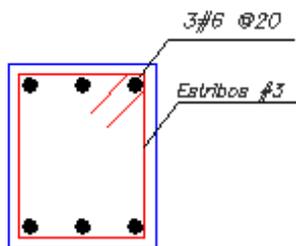
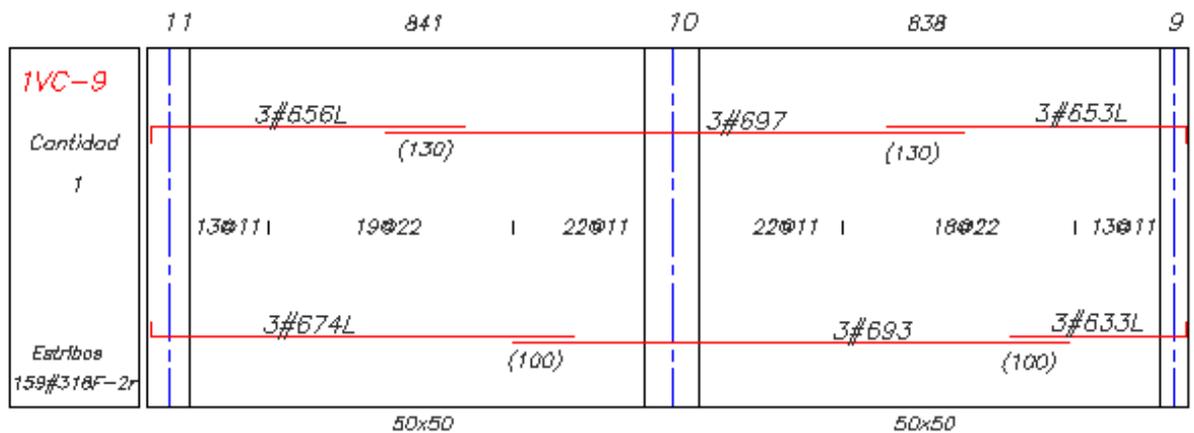
Figura No. 13 Localización con estación total y cimbrado de columna en zapata. Fuente propia.

6.1.4 COLOCACION DE REFUERZO DE ZAPATAS Y VIGAS

Se contó en el proyecto con diversos tipos de zapatas que variaban en espesor desplante y cantidad de acero dependiendo de las cargas recibidas por estas, las dimensiones y cantidad de acero fueron definidas en el diseño estructural en cuadros numerados según el sector donde estuvieran localizadas(Ver Anexo E), para las vigas se tuvo una sección transversal igual en todos los casos compuesta por 6 varillas No. 6 y estribos en varilla No. 3, cuyas dimensiones eran de 0.40*0.40m y un recubrimiento de 5 cm para una sección total de 0.50*0.50m.(Ver figuras No 14, 15 y 16)



Figura No. 14 Colocación de acero en zapatas. Fuente propia.



Notas:

- $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- $F'y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$
- El primer estribo se localizara a 5 cm del borde de la columna
- $Ldh = (\text{traslapo inferior} / 2)$

2 r

Figura No. 15 Sección transversal y longitudinal de vigas de cimentación. Fuente Estrumetal



Figura No. 16 Chequeo de acero de refuerzo en vigas de cimentación. Fuente propia.

6.1.5 FUNDICIÓN DE ZAPATAS Y VIGAS

Antes de realizar la fundición de los elementos es necesario demarcar los espesores, guiándose con las niveletas de acero y verificar si es necesario el uso de formaleta, en la mayoría de los casos el mismo terreno sirvió de formaleta, pero en algunas ocasiones se hizo necesario el uso de esta (Ver figura No 17), ya que debido a las condiciones del tiempo ocurrieron derrumbes que generaban grandes desperdicios de concreto o el nivel del terreno era muy bajo para poder dar el espesor requerido a los elementos.



Figura No. 17 Colocación de formaleta metálica y en madera para fundición de zapatas y vigas de cimentación. Fuente propia.

Las fundiciones de zapatas y vigas se realizaron con un concreto premezclado proveniente de la planta de ARGOS, el cual era conducido a presión a través de una tubería o bomba que permitía alcanzar grandes distancias horizontales y verticales que facilitaban las fundiciones (Ver figura No 18)



Figura No. 18 Fundición de zapatas y vigas de cimentación. Fuente propia.

Terminada la fundición se verifica que el proceso de curado se realice de manera adecuada, es decir se mantiene saturado el concreto durante siete días, de forma que el contenido de humedad y la temperatura sean favorables mientras se da la hidratación de los materiales cementantes, de forma que se desarrollen en el concreto las propiedades deseadas, para esto se designa a una persona la tarea de regar con una manguera durante el transcurso del día los elementos vaciados. (Ver figura No. 19)



Figura No. 19 Curado de zapatas y vigas de cimentación. Fuente propia.

Este último proceso es uno de los más importantes ya que un buen curado aumenta la resistencia, durabilidad y demás propiedades del concreto endurecido.

La falta de hidratación del concreto hace que el concreto deje de ganar resistencia.

El proceso anteriormente descrito referente a la cimentación también se realiza en las zarpas de muros.

6.1.6 CHEQUEOS REALIZADOS DURANTE LA CIMENTACIÓN

- Verificar con el nivel de precisión la profundidad de desplante referida al nivel de obra negra de cada uno de los sótanos, para saber si hubo sobre excavación o falta de esta.
- Comprobar que las dimensiones de las zapatas en campo, correspondan a las indicadas en el cuadro de zapatas, para evitar el desperdicio de concreto.
- Chequear las dimensiones de los elementos verticales contenidos en cada una de las zapatas.
- Chequear que la cantidad de acero en zapatas, vigas y elementos verticales sea el indicado en el diseño estructural y garantizar el plomo de los últimos antes, durante y después de la fundición.
- Garantizar el recubrimiento mínimo de los aceros mediante panelas de concreto y separadores de acero en el caso en que las zapatas tengan doble parrilla.
- Verificar durante la fundición que el espesor de los elementos sea el indicado, usando varillas de acero.
- Verificar que se realice correctamente el curado del concreto de los elementos vaciados

6.2 ESTRUCTURA

El sistema estructural del edificio se conforma de perfiles metálicos recubiertos con concreto reforzado en el caso de las columnas y pantallas, viguetas metálicas apoyadas sobre vigas, sobre las cuales descansan unas láminas de metaldeck calibre 22 que sirven de refuerzo a las losas de entrepiso y cuyo espesor es de 12 cm, el conjunto estructural busca cumplir con las condiciones de rigidez, estabilidad y resistencia necesarias para garantizar el correcto funcionamiento de la estructura.

6.2.1 LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO DE ELEMENTOS VERTICALES.

La primera actividad que hay que realizar para iniciar la conformación de la estructura es la localización de pantallas, columnas y muros de contención, esta se hace mediante topografía con la estación total, los puntos de los centros de las columnas y los paramentos de las pantallas y muros de contención deben coincidir con los ubicados antes de la fundición, una vez chequeados que estos coinciden se procede a la colocación de pines para la correcta ubicación de la formaleta (Ver figura No. 20)



Figura No. 20 Cimbrado y colocación de pines para fundición de pedestal en pantalla.
Fuente propia.

6.2.2 FUNDICION DE PEDESTALES.

Colocados los pines se procede al armado de la formaleta para la fundición de los pedestales los cuales sobresalen 30 cm del nivel de obra negra de cada sótano y una vez se termina el encofrado se procede a la localización de las platinas, para esto es necesario ubicar con la estación total las coordenadas de cada uno de los pernos de cada platina (Ver figura No. 21)



Figura No. 21 Localización de platina para fundición de pedestal de pantalla. Fuente propia.

Una vez ubicados los ejes y pernos de la platina se sueldan unas varillas a los estribos de las columnas y elementos de borde de pantallas y a su vez a la platina para garantizar que esta no sufra ningún desplazamiento durante la fundición; Finalmente se procede a realizar la fundición de los pedestales chequeando que el nivel de fundición sea el correcto(Ver figura No.22), es decir que este a 30 cm sobre el nivel de obra negra y que la platina quede a 5 cm del nivel de fundición para la fundición del grouting de nivelación (Ver figura No.23 y 24), de lo contrario posteriormente surgirán problemas con los niveles de las vigas durante el montaje de los perfiles metálicos.



Figura No. 22 Fundición de pedestal de pantalla. Fuente propia.

6.2.3 FUNDICION DE MUROS DE CONTENCIÓN

El diseño arquitectónico del centro comercial define tres terrazas y una serie de rampas que exigen la construcción de muros de contención, los cuales tienen distintas especificaciones, a continuación se muestran las secciones de algunos de estos (Ver figuras No.25 y 26).

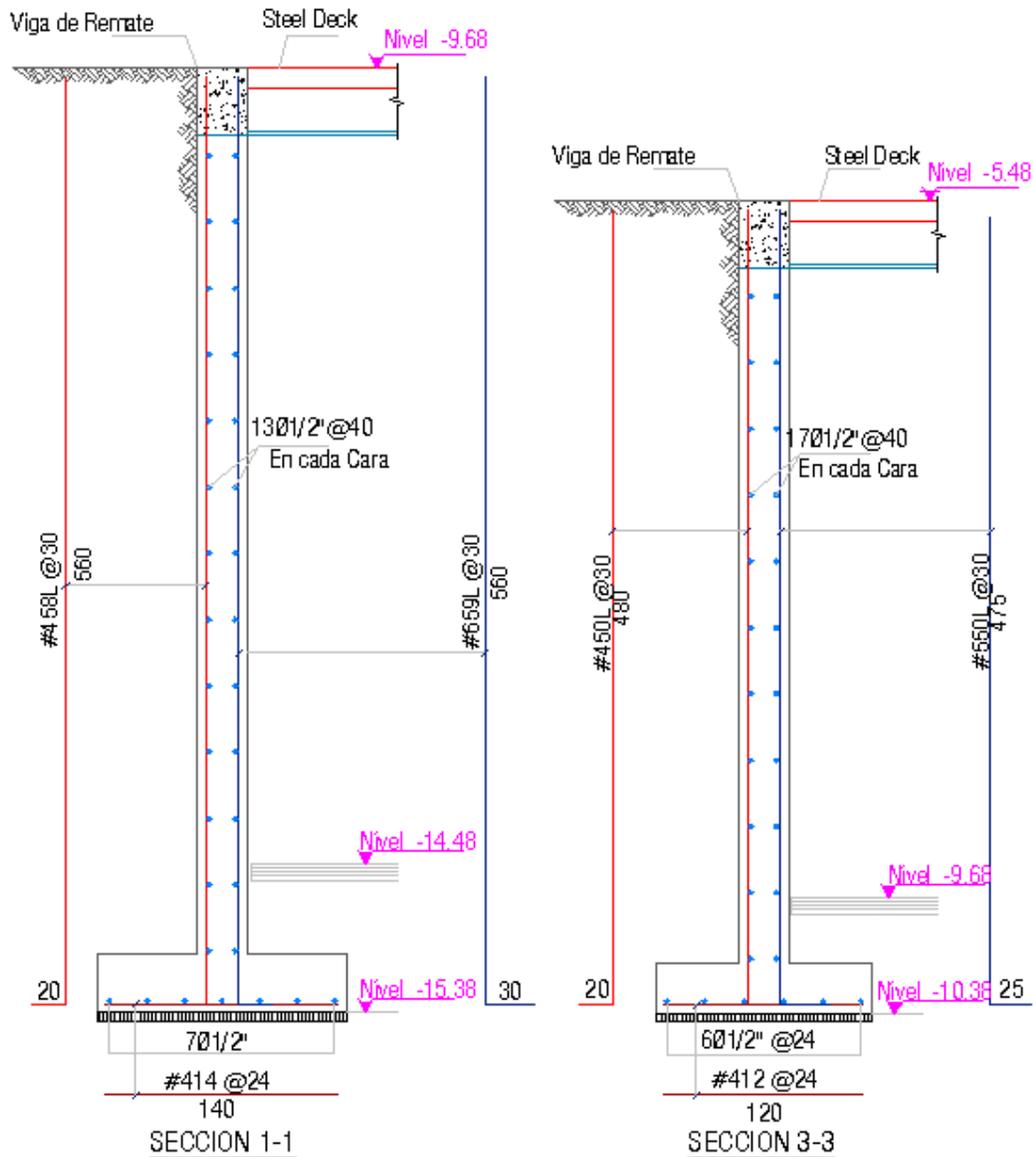


Figura No. 25 Secciones de muros de contención en sótanos 1 y 2. Fuente Estrumetal

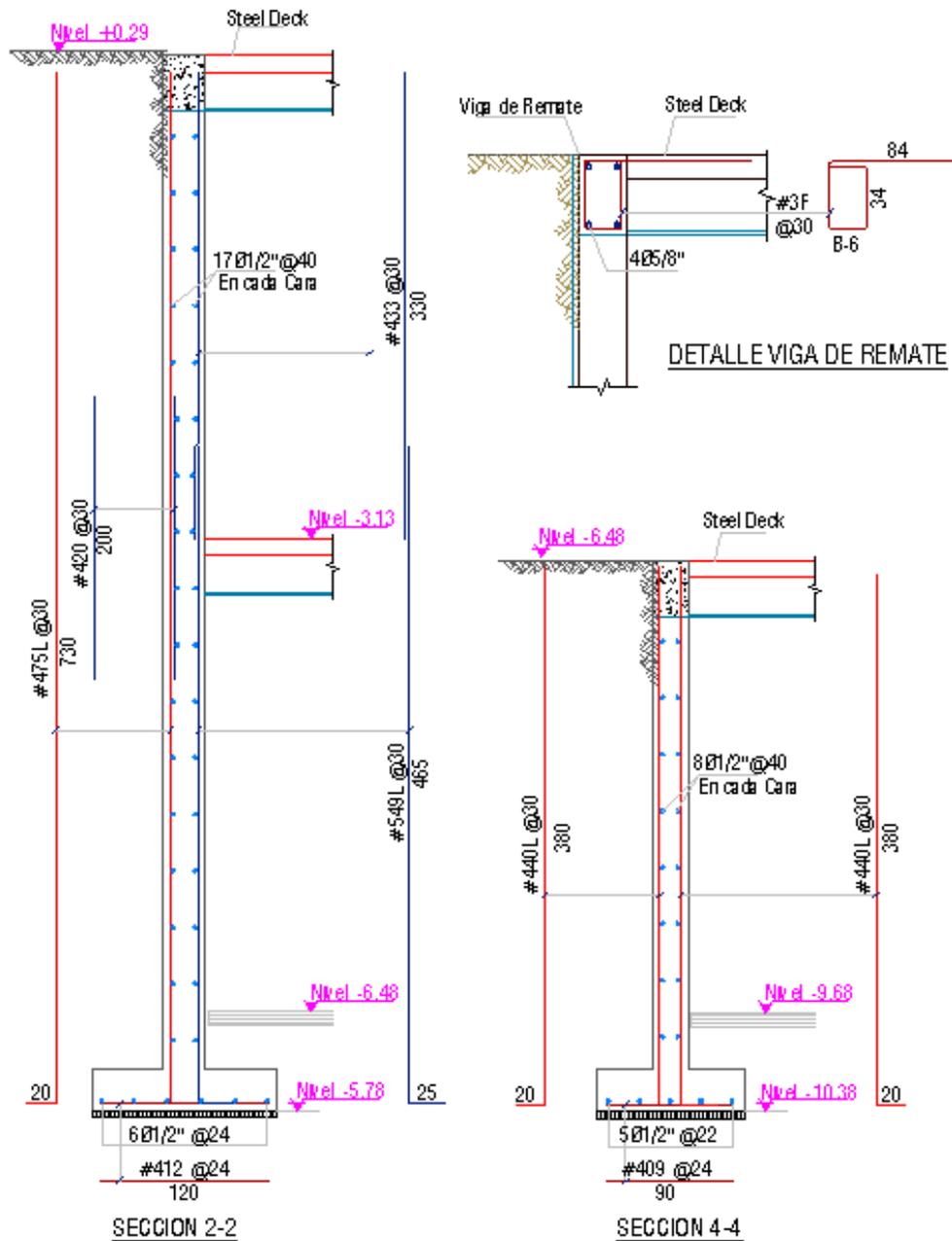


Figura No. 26 Secciones de muros de contención en sótano 1 y Planta baja. Fuente Estrumetal.

Para realizar la fundición de los muros de contención se requiere realizar al igual que en los pedestales el replanteo de los paramentos para poder armar correctamente la formaleta, se requiere verificar que el acero colocado corresponda al establecido en el diseño es decir cantidad de varillas, diámetro de estas, traslajos y espaciamientos (Ver figura No. 27) y finalmente se procede a iniciar el encofrado.

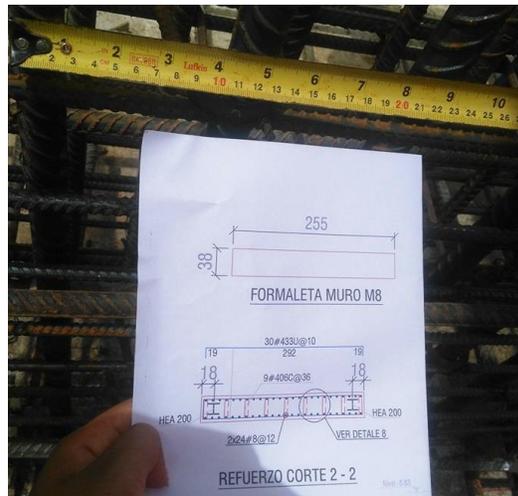


Figura No. 27 Chequeo de cantidades de acero y distribución. Fuente propia.

Para el encofrado de los muros de contención se utilizó formaleta metálica, ya que brinda un rendimiento superior y al ser reutilizable también resulta más económica, además de brindar un mejor terminado; para la ubicación de la formaleta se utilizan como guía los pines puestos sobre los paramentos anteriormente replanteados, sobre estos se inicia el armado de la formaleta de forma que esta quede resistente e indeformable y una vez terminado el armado se aploma para garantizar verticalidad y se realiza la ubicación de las platinas de la estructura metálica, estas deben quedar soldadas al acero para que no se desplacen durante la fundición. (Ver figura No. 28)



Figura No. 28 Formaleta aplomada para fundición de muros de contención. Fuente propia

Finalmente se procede a realizar la fundición de los muros con un concreto premezclado de 3000 psi proveniente de la planta de ARGOS.

6.2.4 NIVELACIÓN DEL TERRENO

Una vez realizada la fundición de todos los pedestales del sector se procede a realizar la nivelación del terreno hasta los niveles deseados, para esto se utilizó la tierra que resultaba de las excavaciones de las zapatas siempre y cuando esta no se encontrara mojada, se realiza el riego del material con retroexcavadora y mini cargador y la compactación se realizó con saltarines y vibro compactador (Ver figura No. 29), una vez nivelado el terreno se llevó a cabo el riego de subbase granular en varias capas y se compacto nuevamente hasta obtener capas de 15 cm (Ver figura No.30)



Figura No. 29 Nivelación del terreno con saltarín. Fuente propia.



Figura No. 30 Compactación de sub base con vibro compactador. Fuente propia.

La nivelación del terreno se realizó con el fin de dar paso al montaje de la estructura metálica a cargo del contratista Estrumetal S.A.

6.2.5 FUNDICIÓN DE COLUMNAS Y PANTALLAS.

Previo a la fundición de columnas Estrumetal realiza el montaje (Figura No. 31), y la entrega de estas a plomo, para esto es necesaria la presencia del inspector de calidad de la empresa contratista y de un auxiliar del residente; adicional al plomo debe chequearse que el nivel de las vigas que transmiten carga a la columna estén en el nivel adecuado, de no ser así debe pedirse a Estrumetal que se hagan las correcciones pertinentes.



Figura No. 31 Montaje de estructura metálica. Fuente propia.

Una vez chequeado que el elemento se encuentra a plomo, se procede a realizar la fundición del grouting o mortero de nivelación (Ver figura No. 32), para esto se empleó el Hi Flow Grout, el cual no presenta retracción en anclajes por el efecto expansivo que se produce en la mezcla, ya que contiene aditivos especiales para obtener una mezcla de alta resistencia y fluidez.



Figura No. 32 Hi Flow Grout utilizado en pedestales-Fundición de Grouting en pedestales. Fuente propia.

Una vez realizada la fundición del grouting se procede a hacer el armado de acero de la columna revisando que la cuantía, separación y traslapos sean los especificados en los planos, tal chequeo se consigna en los formatos dados por la empresa, finalmente se realiza el encofrado y fundición de la columna, verificando que la formaleta se encuentre a plomo (Ver figuras No.33 y 34)



Figura No. 33 Colocación de acero en columna- Chequeo de plomo en formaleta de columna. Fuente propia.



Figura No. 34 Colocación y vibrado de concreto en columna. Fuente propia.

Al día siguiente de la fundición se realiza el desencofrado de los elementos y durante los siguientes siete días debe realizarse un correcto curado del concreto, en el caso de las columnas, estas se envuelven en papel celofán para evitar la pérdida de humedad.



Figura No. 35 Curado de columna envuelta en papel celofán. Fuente propia.

El procedimiento anteriormente descrito para la fundición de columnas es el mismo realizado en el caso de las pantallas.

6.2.6 FUNDICION DE NUDOS DE COLUMNAS.

Antes de realizar la fundición de las losas de entrepiso es necesario realizar la fundición de los nudos de las columnas ya que estas se hacen con un concreto cuya resistencia es 4000 PSI, mientras que la resistencia del concreto para las losas es de 3000 PSI, de esta forma se evita que el concreto invada la sección de la columna en la parte de la losa (Ver figura No. 36)



Figura No. 36 Encofrado y fundición de nudo de columna. Fuente propia.

Una vez encofrado el nudo, se revisa el estado de este ya que en varias ocasiones se encontró que en las uniones entre el cuerpo de la columna y el nudo de esta era necesario resanar, además se observó que luego de fundir el segundo tramo de estas aparecían rebabas de concreto las cuales se debían pulir o lijar para facilitar el posterior trabajo de acabados (Ver figura No. 37)

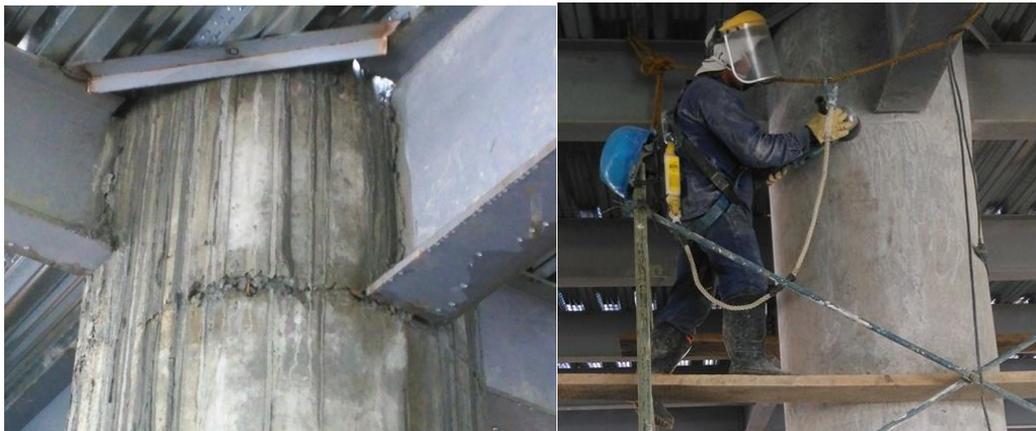


Figura No. 37 Rebaba de concreto en nudo de columna-Pulimiento entre nudo y cuerpo de columna. Fuente propia.

6.2.7 FUNDICIÓN DE LOSAS DE ENTREPISO

Una vez realizadas las fundiciones de las columnas y pantallas sobre las cuales reposa la sección de losa a fundir, se realiza el chequeo de los niveles de las vigas sobre las cuales descansará el metaldeck, este chequeo es realizado por el topógrafo, luego se realiza el montaje de las láminas, estas se sueldan a las vigas metálicas para luego colocar los conectores de cortante, se debe verificar que estos se encuentran fijos a las vigas para esto se realiza un chequeo que consiste en pegarle a cada uno con una maceta y estos deben quedar intactos, realizados estos chequeos, se procede a colocar el refuerzo de la losa para evitar la retracción del fraguado que consiste en una malla electrosoldada y un refuerzo negativo ya que las fundiciones incluían varias luces continuas que hacen que se presenten sobre los apoyos esfuerzos de tensión en la parte superior de la placa que generan fisuras en la superficie, por lo tanto es necesario adicionar en estas zonas algunas varillas, en nuestro caso franjas de malla que absorban los esfuerzos generados, evitando así la presencia de fisuras(Ver figura No. 38), al realizar la fundición se debe garantizar el recubrimiento de esta, para esto se utilizan siletas de fuerza (Ver figura No. 39)

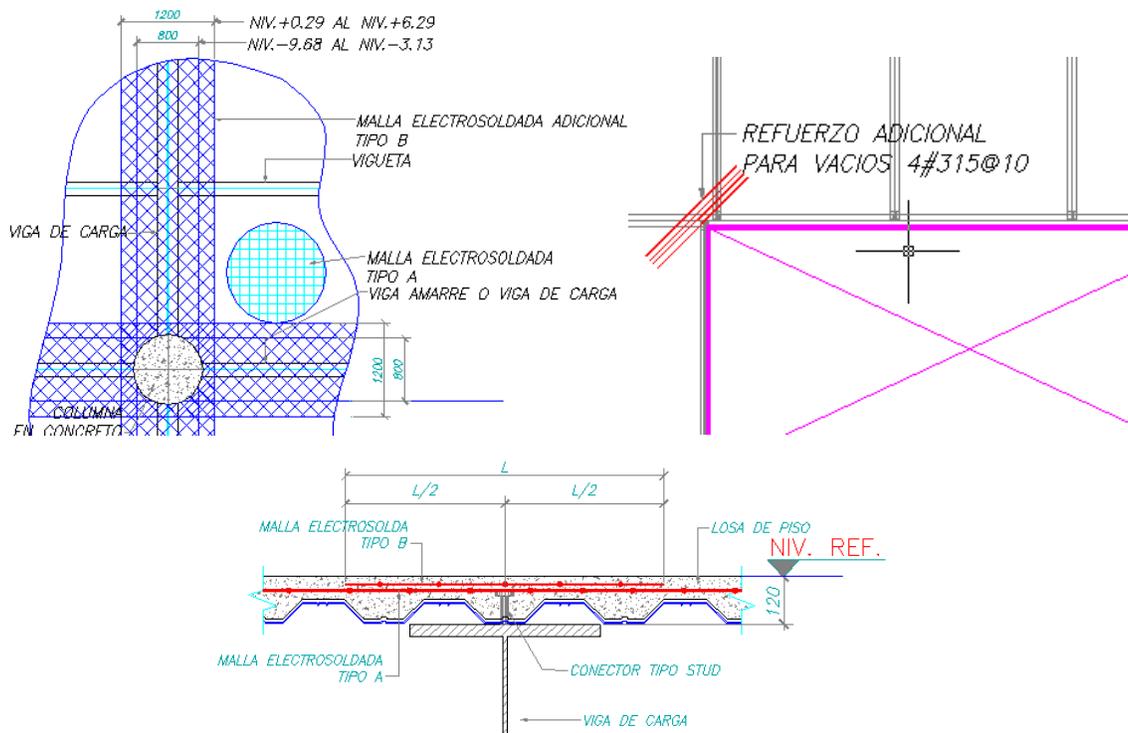


Figura No. 38 Detalles de acero en losas de entrepiso. Fuente Estrumetal



Figura No. 39 Colocación de malla electrosoldada y silletas FORZA para garantizar recubrimiento. Fuente propia.

Antes de realizar la fundición es necesario realizar el apuntalamiento de las vigas, para evitar que estas se flecten durante la fundición debido al peso del concreto (Ver figura No. 40), además se debe verificar la instalación de tapas de cierre para evitar que el concreto se salga de los límites definidos, estos se definen a partir de las dilataciones y lo especificado por el ingeniero estructural.



Figura No. 40 Apuntalamiento temporal de vigas y viguetas para evitar cualquier tipo de accidente. Fuente propia.

Finalmente se procede a realizar la fundición de la losa, para esto se emplea un concreto premezclado de 3000 PSI proveniente de la planta de ARGOS, durante la fundición se debe chequear constantemente el espesor de la losa, en este caso la losa se definió con un espesor de 12 cm medidos a partir de la parte llana del metaldeck.

Además, se debe supervisar que se esté realizando un adecuado vibrado del concreto durante el vaciado y que la superficie de la losa este quedando lisa (Ver figura No. 41), durante la fundición deben tomarse las muestras de concreto pertinentes para realizar el ensayo de compresión, el cual será explicado en el siguiente capítulo.



Figura No. 41 Nivelación de concreto con llana metálica. Fuente propia.

Una vez el concreto ha fraguado se procede a cimbrar las dilataciones, para posteriormente realizar los cortes con una cortadora de concreto (Ver figura No. 42) y de esta forma evitar la aparición de fisuras.



Figura No. 42 Corte de dilatación con cortadora de concreto. Fuente propia.

Finalmente se verifica que se realice el proceso de curado de forma adecuada.

6.2.8 FUNDICIÓN DE LOSAS DE PARQUEADERO

El proceso de fundición de las losas donde se ubican los parqueaderos se realiza de igual forma que las demás losas de entrepiso, solo que en estas losas el concreto utilizado es un MR 36, ya que este presenta una vida útil mayor que un concreto de compresión, pues está diseñado para soportar esfuerzos de compresión y tensión y además presenta una resistencia mayor al desgaste ocasionado por el paso de los vehículos; debido al uso de este tipo de concreto debe realizarse el ensayo de resistencia a la flexión el cual será explicado en el siguiente capítulo.

La única actividad adicional que surge en las losas de los parqueaderos es el pulimiento del piso, este fue realizado por una empresa contratista especialista en el tema, el procedimiento consiste en la aplicación del endurecedor que es un mineral de alta dureza, inerte al ataque de agentes químicos y de granulometría controlada que mezclados con cemento se espolvorean sobre el concreto durante el fraguado, inmediatamente después de su aplicación se inicia el pastado con disco de flotado, finalmente se hace el terminado superficial que consiste en pasar máquinas allanadoras con paletas finas de acabado hasta lograr una superficie lisa y brillante(Ver figura No. 44), terminado el procedimiento se procede a cimbrar y cortar como se describió anteriormente.



Figura No. 43 Endurecedor para pisos-Pulimiento con máquinas allanadoras. Fuente propia.

6.2.9 CHEQUEOS REALIZADOS DURANTE LA CONFORMACION DE LA ESTRUCTURA

- Verificar que las dimensiones de las pantallas, columnas y muros cimbrados después del replanteo correspondan a las establecidas en el diseño y que el hierro tenga el recubrimiento necesario.
- Verificar que la formaleta en el momento de fundir los pedestales se encuentre aplomada
- Chequear las coordenadas y niveles de los pernos antes y después de la fundición de los pedestales
- Chequear el plomo de las columnas metálicas y verificar que se realice la fundición del grouting de nivelación en la base del elemento metálico.
- Verificar que antes de iniciar el armado de acero se encuentren puestos todos los elementos concernientes a la estructura metálica como riostras y conectores de cortante.
- Realizar el chequeo de cuantías de acero en muros de contención, pantallas y columnas.
- Verificar que se aplique el desencofrante a las formaletas que se van a usar.
- Chequear la ubicación de las platinas en los muros de contención antes de la fundición.
- Comprobar que durante el encofrado de los diferentes elementos se garantice el recubrimiento del acero establecido en el plano y que la formaleta se encuentre aplomada durante la fundición, garantizando así la verticalidad de los elementos fundidos.
- Confirmar que durante el mezclado en obra que se está agregando la cantidad de agregado, cemento y agua establecida en la dosificación.
- Supervisar que durante la fundición se realice un correcto vibrado del concreto y un buen golpeado con el chipote en las zonas más bajas de la formaleta para evitar hormigueros y que se tomen de forma correcta las muestras de concreto para realizar los ensayos pertinentes.
- Chequear que después de retirada la formaleta de columnas, pantallas y muros, esta se limpie y que se realice un correcto curado del concreto.

- Confirmar que después de terminada la fundición de los nudos se realice el pulimiento de las columnas.
- Verificar que antes de la fundición de las losas de entrepiso estén puestos los ángulos que sirven de apoyo al metaldeck en pantallas y en columnas cuyo diámetro es muy grande, evitando que la lámina se hunda en estos puntos donde no presenta apoyo.
- Realizar el chequeo de los niveles finales de las vigas donde se apoyará el metaldeck con nivel de precisión.
- Comprobar el correcto apuntalamiento de las vigas y viguetas sobre las que descansa la losa a fundir.
- Realizar el chequeo a los conectores de cortante en las losas dando golpes con una maceta.
- Verificar el diámetro de las mallas electrosoldadas para retracción, el ancho y diámetro de las franjas puestas para los esfuerzos de tensión en las luces continuas y la colocación de varillas para los esfuerzos de cortante en aristas.
- Garantizar el recubrimiento de las mallas mediante el uso de silletas.
- Confirmar que en el momento de fundir la losa se encuentren fundidos nudos de pantallas y columnas, de lo contrario restringir el paso del concreto a estos mediante el uso de formaletas.
- Comprobar durante la fundición el espesor de la losa y la realización de un correcto vibrado y acabado con las llanas metálicas.
- Chequear la longitud entre cimbras para el posterior corte de las dilataciones de las losas.
- Garantizar un correcto curado del concreto durante los 7 días siguientes a la fundición de las losas.
- Supervisar durante la nivelación del terreno que este llegue a los niveles establecidos y que la compactación se haga en capas que permitan realizar de forma correcta este procedimiento, de igual forma deberá hacerse con la sub base, verificando que el espesor de esta sea de 15 cm como lo establece el diseño.

6.3 DOSIFICACIÓN DEL CONCRETO ELABORADO EN OBRA Y REALIZACIÓN DE ENSAYOS AL CONCRETO.

La mayor parte de las fundiciones del centro comercial se realizaron con concreto premezclado de la planta de argos, sin embargo, en los casos donde los volúmenes eran muy pequeños como en el caso de las columnas, los nudos de estas y los pedestales el concreto fue elaborado en la obra, para estos elementos se requiere un concreto de 4000 PSI (28 MPa) de resistencia, este se mezcla en un trompo usando los siguientes materiales:

- **Cemento:** Es el material más importante en la mezcla ya que es el que proporciona la resistencia, este debe cumplir con las normas NTC 121 y NTC 321. En la obra se utilizó cemento Argos tipo 1 en presentación de sacos de 50 kg.
- **Agregado fino:** En conjunto con el triturado representan el mayor porcentaje del volumen de concreto, debe ser bien gradada y estar libre de materiales contaminantes e impurezas orgánicas con el fin proporcionar trabajabilidad y adherencia a la mezcla. Se utilizó arena limpia, bien gradada proveniente de puerto
- **Triturado:** Deben tener una resistencia propia suficiente para no afectar las propiedades de la mezcla, por el contrario, deben aportar a la trabajabilidad, resistencia y durabilidad de esta, se recomienda que las partículas sean angulares para tener una buena adherencia entre la pasta y el agregado. El material utilizado es proveniente del chocho Valle, resultado de un proceso de trituración mecánica de la roca.
NOTA: Los agregados para el concreto deben cumplir con la norma NTC 174.
- **Agua:** Cumple dos funciones muy importantes, le da manejabilidad a la mezcla e hidratación al cemento, en general se considera que el agua que es apta para consumo humano es la adecuada para producir el concreto. En la obra se utilizó agua del acueducto.
- **Aditivos:** Son sustancias químicas que sirven para mejorar propiedades del concreto como la durabilidad, a acelerar la resistencia y el fraguado o disminuir la cantidad de agua utilizada.
Durante la ejecución de la obra se utilizaron los siguientes aditivos:
Sikafluid: Fluidificante para mezclas de concreto.
Sikaviscocret: Reductor de agua.

La dosificación del concreto elaborado en la obra se presenta en las siguientes tablas (ver tabla no. 1 y ver tabla no. 2)

T.M triturado	Dosificación 21 Mpa	A/C
1/2	1:2:3	0,44
3/4	1:2:3	

Tabla No. 1 Dosificación concreto 21 Mpa

T.M triturado	Dosificación 28 Mpa	A/C
1/2	1:1,75:2,25	0,44
3/4	1:1,5:2,5	

Tabla No. 2 Dosificación concreto 28 Mpa

La preparación del concreto se hizo de forma mecánica, en una mezcladora basculante; para realizar la mezcla es necesario realizar anteriormente el tamizado de la arena para retirar impurezas y revisar la forma y textura del agregado (ver figura No. 44), una vez comprobado que los materiales son aptos para la mezcla, se procede a verter los materiales en la mezcladora iniciando por los agregados, luego se incorpora el cemento y finalmente el agua, se realiza el mezclado de estos durante dos minutos aproximadamente (ver figura No 45), finalmente el concreto es transportado manualmente en carretas hasta el elemento a fundir.



Figura No. 44 Triturado almacenado en obra- Tamizado de arena antes de mezclado.
 Fuente propia.



Figura No. 45 vaciado de concreto en carretas. Fuente propia.

6.3.1 ENSAYOS Y TOMA DE MUESTRAS.

Para ejercer el control al concreto se tomaban muestras y se realizaban dos ensayos constantemente, SLUMP y Resistencia a la compresión, el ensayo de resistencia a la flexión se realizaba con menor frecuencia, ya que se hacía solo al concreto de las losas de parqueadero (MR-36), dichos ensayos se hacían con el fin de verificar las propiedades del concreto.

En obra se fabricaron los cilindros de acuerdo a la norma INV-E-402 de 2013.

La toma de muestras se hacía extrayendo una muestra representativa de las características y propiedades de la mezcla de concreto, esta era tomada durante el vaciado del mixer en la bomba y con esta se elaboraban los cilindros y las vigas.

En obra se fabricaron los cilindros de acuerdo a la norma INV-E-402 de 2013.

Se realizó el llenado de los cilindros en tres capas de igual volumen dando 25 golpes por capa con una varilla de punta redondeada, estos golpes debían distribuirse uniformemente en la sección transversal del molde, antes de realizar el llenado de los cilindros debía verificarse que estos estuvieran aceitados y al desencofrar estos debían quedar limpios. (Ver figura No. 46)

Una vez elaborados los cilindros, se colocaron sobre una superficie horizontal, rígida, libre de perturbaciones y donde se restringiera la pérdida de humedad por evaporación, transcurridas 24 horas se desencofraban y se sumergían en un tanque de agua saturada con cal hasta el día del ensayo (Ver figura No. 47).



Figura No. 46 Elaboración de cilindros de concreto. Fuente propia.



Figura No. 47 Almacenamiento de muestras de concreto en tanque de agua saturada con cal. Fuente propia.

En la obra se realizó toma de cilindros para cada elemento estructural: vigas, columnas, pantallas, zapatas, muros y losas, los resultados se consignaron en un formato dado por la empresa (Ver Anexo F)

6.3.2 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Es el más importante de los ensayos ya que determina la calidad del concreto, se usó fundamentalmente para verificar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia de diseño $f'c$, también se utilizó para estimar la resistencia del concreto de las columnas y de esta manera poder programar las fundiciones de las losas de entrepiso.

Para realizar la prueba se debe verificar que las bases de los cilindros sean planas sino deben refrentarse, en la obra se realizó el refrentado con almohadillas de neopreno, los cilindros se ensayaron en la obra en estado húmedo, aplicando carga a una velocidad constante hasta que estos fallaran (Ver figura No. 48)



Figura No. 48 Ensayo de resistencia a la compresión del concreto. Fuente propia.

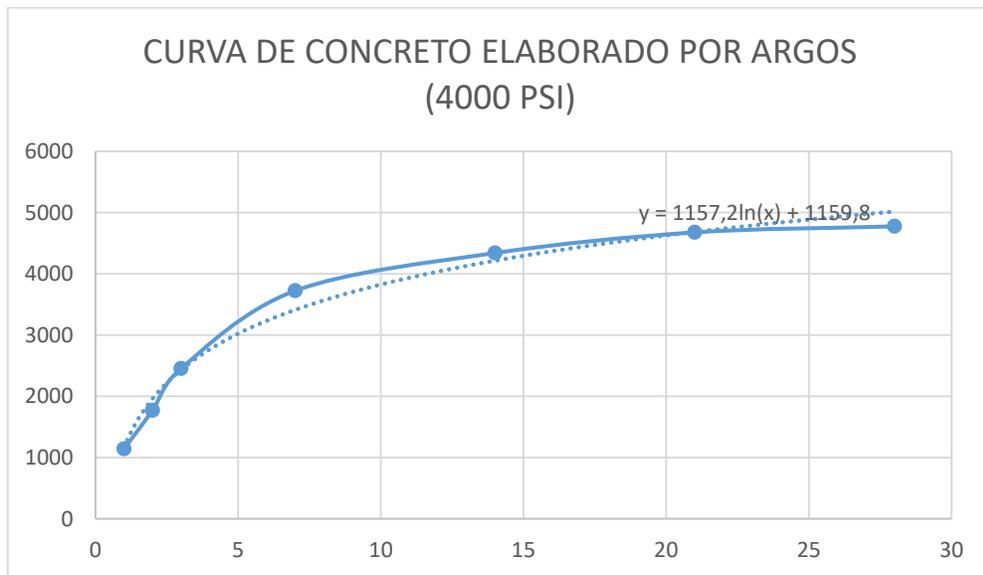
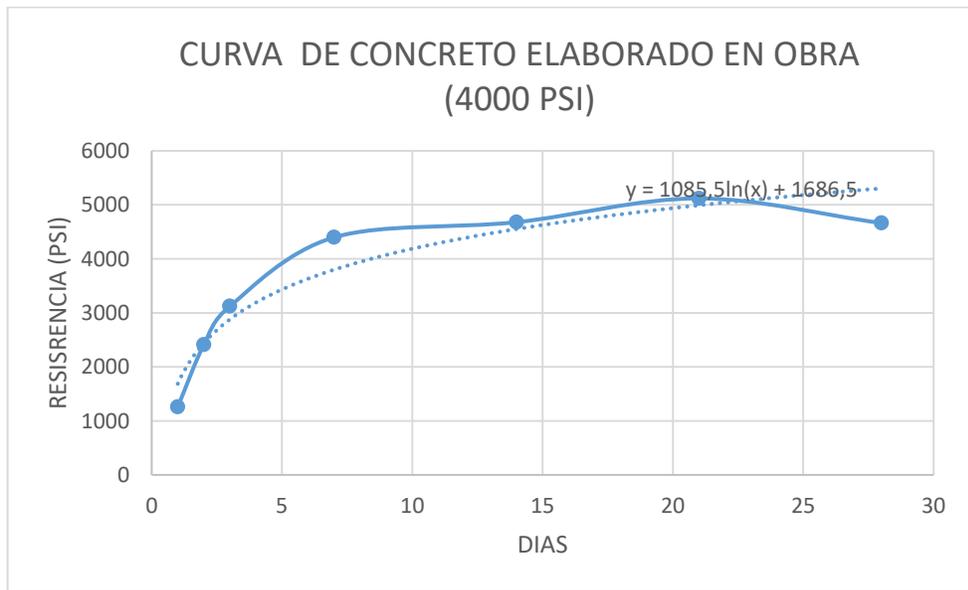
Se elaboró una curva de concreto a partir de los resultados obtenidos de ensayos de resistencia a la compresión realizados al concreto elaborado en obra con el cual se fundieron las columnas, con el fin de dar a los contratistas de la estructura metálica una fecha aproximada para realizar el montaje de las láminas de metaldeck, para esto el concreto debía haber alcanzado una resistencia mínima de 3000 psi, en la gráfica se observa que a partir del día sexto puede realizarse el montaje, igual ejercicio se hizo para el concreto premezclado proveniente de la planta de ARGOS ya que con este se realizaban las fundiciones de las pantallas.

Día	Resistencia PSI
1	1259
2	2411
3	3123
7	4398
14	4679
21	5118
28	4663

Tabla No. 4 Resultados de ensayo de compresión para concreto elaborado en obra de 4000 PSI

día	Resistencia PSI
1	1142
2	1770
3	2453
7	3723
14	4339
21	4676
28	4774

Tabla No. 5 Resultados de ensayo de compresión para concreto proveniente de la planta de ARGOS 4000 PSI



6.3.3 ENSAYO DE ASENTAMIENTO

Este ensayo sirve para determinar la manejabilidad de la mezcla, consiste en medir la consistencia del concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla e indica qué tan seco o fluido está el concreto. Se realizó de acuerdo a la norma INV-E-404 de 2013, llenando el tronco de cono en tres capas de igual volumen dando 25 golpes por capa con una varilla de punta redondeada, una vez compactada la última capa, se enrasa y se levanta el tronco de cono y se mide la disminución de la altura en la parte superior (ver figura No. 49).



Figura No. 49 Ensayo de asentamiento SLUMP. Fuente propia.

6.3.4 ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

El ensayo se realizó de acuerdo a la norma INV-E 402, se realizó el llenado de los moldes rectangulares previamente aceitados, en tres capas ya que la altura del molde superaba los 20 cm dando a cada capa 57 golpes con una varilla de punta redondeada, al finalizar la compactación de la última capa se procedió a enrasar y colocar en una superficie libre de vibraciones(ver figura No.50), transcurridas 24 horas se realizó el desencofrado y se llevó al tanque de agua saturada con cal, llegado el día de la prueba se enviaron al laboratorio de geofísica.

Este ensayo se realizó únicamente a las losas de parqueadero ya que el concreto utilizado en estas es un MR-36.



Figura No. 50 Elaboración de viguetas para ensayo de resistencia a la flexión. Fuente propia.

7 CONCLUSIONES

- La participación en la construcción del proyecto Terraplaza, fue de gran importancia en el crecimiento tanto profesional como personal ya que permitió reforzar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera mediante la aplicación de estos en campo, de esta forma se logra adquirir una mayor capacidad para analizar y tomar decisiones que contribuyan al buen desarrollo de la obra.
- De acuerdo a la gráfica obtenida a partir de los ensayos de resistencia a la compresión del concreto elaborado en obra, se puede planear el montaje y fundición de las losas de entrepiso, ya que esta permite observar la fecha en la cual se obtendrá la resistencia mínima necesaria para iniciar el montaje.
- Al observar la totalidad de los ensayos de resistencia a la compresión aparecen algunos valores por debajo de la resistencia de diseño, se infiere que este resultado puede deberse a una mala toma de las muestras de concreto o a algún error durante la elaboración de los cilindros ya que estos datos resultan atípicos.
- Las Pilas de Agregado Compacto, como sistema de cimentación, poseen diversas ventajas en comparación con los sistemas de uso común, en términos de economía, mayor rendimiento en el proceso constructivo y reducción de asentamientos.
- Es de vital importancia la buena planeación en la construcción de una obra civil ya que evita el surgimiento de imprevistos que afecten la calidad, el presupuesto y buen desarrollo de la obra, una buena planeación y administración mejora el rendimiento del personal viéndose reflejado en una mejor calidad de la obra.
- Es importante realizar los chequeos descritos a lo largo de este trabajo, ya que por medio de ellos se garantiza una buena calidad en cada una de las actividades realizadas.

8 BIBLIOGRAFIA

- Rivera L. Gerardo A. Concreto Simple. Unicauca. 1992.
- Manual de normas de ensayo para carreteras INVIAS 2013.
- <http://www.centraic.com>
- <http://www.acesco.com>

9 ANEXOS

Anexo A: Copia carta de presentación del estudiante a la entidad, expedida por la Universidad del Cauca.

Anexo B: Copia carta de aceptación del estudiante, expedida por parte de la empresa.

Anexo C: Certificación horas pasantía por parte de la empresa.

Anexo D: Tabla de zapatas sector 1.

Anexo E: Formato de control de concretos.

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
 INFORME FINAL TRABAJO DE GRADO
 DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA-FIC

CILINDRO #	FECHA DE VACIADO	ELEMENTO VACIADO	RESISTENCIA DE DISEÑO (PSI)	Proporción C:A:G	Slump (cm)	Ensayo a 7 días		Ensayo a 28 días		OBSERVACION
						Fecha	Resistencia obtenida psi	Fecha	Resistencia obtenida psi	
20	14/01/2016	Pantalla M-18(N-6.48), Col 1242(N-6.48)	4000	---	15.2	21/01/2016	3626	11/02/2016	5633	ok
21	16/01/2016	Muro Sección 3-3(L=10 ml), 1vc-12, 1vc-13,1vc-4	3000	---	17.8	23/01/2016	2683	13/02/2016	4109	ok
22	17/01/2016	ZM-13	4000	---	17.8	24/01/2016	3698	14/02/2016	5458	ok
23	19/01/2016	1Z-3(199), 1Z-3(207), 1Z-5(398), 1Z-30(390), 1VC-10(8-10), 1VC-9(8-9), 1VC-3(D-F), 1VC-4(D-F)	3000	---	15.2	26/01/2016	2596	16/02/2016	3876	ok
24	20/01/2016	1VC-11(8-10), 1VC-4(D-F), Muro en Voladizo Sótano 1	3000	---	15.2	27/01/2016	2698	17/02/2016	4198	ok
25	21/01/2016	ZC-106, 1Z-3(215), 1VC-9(9-11),1VC-2(E-F), Zapata Muro Sótano 2	3000	---	15.2	28/01/2016	2567	18/02/2016	3954	ok
26	22/01/2016	ZM-11	4000	---	15.2	29/01/2016	3495	19/02/2016	4530	ok
27	28/01/2016	PEDESTALES: COL 398, COL 406, COL 548, COL 556, COL 414	4000	1:1,5:2,5	15.2	04/02/2016	3564	25/02/2016	4574	Concreto elaborado en obra
28	04/02/2016	ZM-3, ZM-4	4000	---	15.2	11/02/2016	3582	03/03/2016	5325	ok

CUADRO DE ZAPATAS - TERRA PLAZA - SECTOR 1									
Zapata	Lx	Ly	H _z	Ref As1	Inf As2	Ref As1	Sup As2	Cantidad	Columnas
Z1	190	190	30	10#418	9#418			3	866-1244-365
Z2	200	200	30	9#519	9#519			6	914-1214-515-871-888-223
Z3	210	210	30	10#520	10#520			10	1102-180-700-381-188-199-880-207-215-556
Z4	210	210	35	10#520	10#520			4	172-523-532
Z5	230	230	35	9#622	9#622			7	342-473-149-398-540-717-548
Z6	230	230	40	9#622	9#622			1	608
Z7	240	240	35	12#523	12#523			1	1086
Z8	250	250	40	11#624	11#624			3	1004-770-91
Z9	270	270	45	12#626	12#626			1	1215
Z10	300	300	50	11#729	11#729			1	649
Z11	310	310	50	14#730	14#730			1	507
Z12	330	330	55	15#732	15#732			2	574-453
Z13	330	330	60	13#732	13#732			1	451
Z14	340	340	60	15#733	15#733			3	991-418-900
Z15	350	350	60	17#734	17#734			1	687
Z16	350	350	65	15#734	15#734			1	500
Z17	360	360	60	14#835	14#835			1	275
Z18	380	380	70	18#737	18#737			1	414
Z19	390	390	70	16#838	16#838			1	1212
Z20	400	400	75	20#739	20#739			2	845-725
Z21	450	450	80	14#1044	14#1044			1	1242
Z22	460	460	90	20#845	20#845	15#445	15#445	1	244
Z23	470	470	90	22#846	22#846	16#446	16#446	1	1200
Z24	480	480	90	15#1047	15#1047	16#447	16#447	1	1047
Z25	490	490	90	16#1048	16#1048	16#448	16#448	1	1154
Z26	490	490	95	20#848	20#848	16#448	16#448	1	406
Z27	510	510	100	16#1050	16#1050	17#450	17#450	1	373
Z28	540	540	105	25#853	25#853	18#453	18#453	2	475-709
Z29	550	550	105	17#1054	17#1054	18#454	18#454	1	651
Z30	560	560	105	26#855	26#855	19#455	19#455	1	390
Z31	630	630	125	25#1062	25#1062	21#462	21#462	1	772
Z32	650	650	130	23#1064	23#1064	22#464	22#464	1	949

