

AUXILIAR DE RESIDENCIA DE OBRA EN EL PROYECTO FACULTAD DE CIENCIAS  
HUMANAS Y SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL  
PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL



YISSEL NATALIA AGREDO VELASCO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN  
2015

AUXILIAR DE RESIDENCIA DE OBRA EN EL PROYECTO FACULTAD DE CIENCIAS  
HUMANAS Y SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA



YISSEL NATALIA AGREDO VELASCO  
COD.: 100411011784

Director de Departamento  
Ing. EUGENIO CHAVARRO BARRETO

Director de Pasantía:  
Ing. GERARDO ANTONIO RIVERA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN  
2015

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

**Firma del director**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

## **DEDICATORIA**

A Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar, a mi familia, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación, siendo mi apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad del Cauca, y profesores por brindarme los conocimientos que me permitirán ser una profesional integral.

A mis padres por siempre apoyarme.

A mi hermana y futura colega, por siempre estar a mi lado.

A mi tía Edilma Velasco, por ser mi segunda mamá, por su tenacidad, disciplina, gran corazón, por apoyar mi educación desde mi primer día de jardín y por haber estado en cada uno de los momentos más importantes de mi vida.

Al Ingeniero GERARDO ANTONIO RIVERA, por ser mi director y un gran profesor que aportó muchísimo para mi crecimiento intelectual.

Al ingeniero Julio Diago, por brindarme su apoyo, por ser esa persona tan inteligente, sencillo y colaborador, siendo para mí, un modelo a seguir.

A el Ingeniero Edgar Salazar por haberme permitido ser parte de su proyecto.

A la ingeniera Patricia Rodríguez por su enorme colaboración.

A mis compañeros de facultad por haberme acompañado en mi formación profesional.

Y a todas aquellas personas que pusieron su granito de arena, durante la realización de mi Práctica profesional. Sinceramente Gracias!!!

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN.....	9
1. JUSTIFICACION .....	10
2. OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GENERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. GENERALIDADES .....	12
3.1 JUSTIFICACION DEL PROYECTO .....	12
3.2 INFORMACION DEL CONTRATISTA.....	13
3.2.1 RECURSOS DEL CONTRATISTA PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO .....	13
4. DESCRIPCION GENERAL DE LA OBRA .....	14
5. DESCRIPCION ARQUITECTONICA .....	16
6. DESCRIPCION ESTRUCTURAL Y PARTICIPACION DEL PASANTE.....	18
6.1 CONCRETO PREMEZCLADO:.....	18
6.2 CONTROLES REALIZADOS POR EL PASANTE:.....	19
6.2.1 Materiales: .....	19
6.2.2 Manejabilidad: .....	19
6.2.3 Transporte:.....	20
6.2.4 Colocación:.....	20
6.2.5 Compactación: .....	21
6.2.6. Curado:.....	21
6.2.7 Resistencia .....	23
6.2.8 Acero:.....	28
6.3 CIMENTACION .....	28
6.3.1 MODELO ESTRUCTURAL.....	29
6.3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO .....	30
6.4 MURO DE CONTENCION: .....	33

6.4.1 MODELO ESTRUCTURAL.....	33
6.4.2 PROCESO CONSTRUCTIVO .....	33
6.5 COLUMNAS Y PANTALLAS:.....	34
6.5.1 MODELO ESTRUCTURAL.....	34
6.5.2. PROCESO CONSTRUCTIVO .....	38
6.6 LOSA DE ENTREPISO.....	41
6.6.1 MODELO ESTRUCTURAL.....	41
6.6.2 PROCESO CONSTRUCTIVO .....	42
6.7 RAMPA DE ACCESO A SÓTANO .....	46
6.7.1 MODELO ESTRUCTURAL.....	47
6.7.2 PROCESO CONSTRUCTIVO .....	47
6.8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO: .....	49
6.8.1 MODELO ESTRUCTURAL.....	49
6.8.2 PROCESO CONSTRUCTIVO: .....	49
7. CONCLUSIONES:.....	53
9. BIBLIOGRAFIA.....	56





## INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el informe final de trabajo de grado como requisito para optar al título de Ingeniera Civil, en la modalidad de Pasantía (acuerdo N° 051 de 2001 del Consejo Superior Universitario y la resolución N° 281 del 10 de junio de 2005 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca), cuyo desarrollo se fundamenta en la participación como ingeniera pasante en el proyecto denominado “PRIMERA ETAPA NUEVA SEDE FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA” con el fin de adquirir una serie de conocimientos que me permitan desempeñar la labor profesional de la mejor manera posible.

La construcción, requiere potencialmente precisión y efectividad; debido a que son los ingenieros civiles quienes proveen las estructuras físicas por las cuales se ha de impulsar nuestra sociedad, y es ahí donde radica la importancia de la práctica profesional o pasantía que me permitió consolidar, profundizar y ampliar las perspectivas del conocimiento adquirido. Igualmente me ha permitido manejar en obra los materiales, supervisar los procesos constructivos y demás actividades que coinciden para la adecuada realización de una obra aportando los conocimientos adquiridos en la formación profesional en el programa de Ingeniería Civil, en especial los temas relacionados con la calidad de concreto utilizado en la edificación y el seguimiento de los procesos constructivos desde la cimentación hasta la superestructura.

## **1. JUSTIFICACION**

La pasantía tiene como finalidad formar al futuro profesional en un escenario real sobre los procesos constructivos, las actividades administrativas que se presentan en el desarrollo de un proyecto de construcción y abrir las puertas del aprendizaje de manera directa en obra, además de permitir adquirir experiencia y aplicar los conocimientos aprendidos durante la etapa de formación académica dentro de la Facultad de Ingeniería Civil.

El Consorcio L.M. UNICAUCA desarrolla un importante proyecto para la ciudad de Popayán y el departamento del Cauca, el cual consiste en la construcción de la nueva sede de la Universidad del Cauca. La empresa ofreció un gran campo de trabajo y brindó la oportunidad de participar en todos los procesos que se desarrollaran al interior de dicha obra, tanto constructivos como administrativos, técnicas de control de calidad, manejo de los materiales para la construcción, el control que se debe llevar en una obra para garantizar excelentes resultados en la construcción y el afianzamiento de los conocimientos y la adquisición de nuevas experiencias para un futuro desempeño profesional.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

- Participar como auxiliar de ingeniería en la construcción del edificio de la Facultad de Ciencias Humanas y Sociales de la Universidad del Cauca.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Participar y colaborar en los procesos constructivos y técnicos correspondientes a la residencia de obra de la nueva sede de la Universidad del Cauca
- Llevar a la práctica los conocimientos infundidos por los profesores que ayudan en la formación de ingenieros civiles en la Universidad del Cauca
- Identificar los distintos problemas constructivos y plantear las posibles soluciones para contribuir al buen desarrollo de obra.
- Corroborar el cumplimiento de las normas técnicas que rigen la construcción, el seguimiento y cumplimiento de diseños y plazos estipulados.
- Observar las características y realizar control de los diferentes materiales utilizados para la elaboración de una mezcla de concreto, adquirir conocimientos sobre el, y la importancia de darle un buen manejo.
- Conocer los diferentes tipos de aditivos utilizados en la obra y las reacciones que generan en el concreto.
- Verificar la calidad que se obtiene al producir un concreto bajo la norma técnica NSR - 10.

### **3. GENERALIDADES**

#### **3.1 JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

En la sede actual se desarrollan siete programas de pregrado, cuenta con aproximadamente 1273 estudiantes, 118 docentes y 18 funcionarios administrativos, cifras que superan ampliamente la capacidad instalada de la facultad, que cuenta con apenas 7000 m<sup>2</sup>. Por ello se contempla la construcción de LA NUEVA FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD DELCAUCA buscando dar solución a los insuficientes espacios para desarrollar los currículos de los programas con el fin de mitigar las actuales condiciones de hacinamiento en las actividades académicas, que según expertos en psicología ambiental, genera problemas de estrés, inadecuados niveles de comunicación, limitada interacción entre los actores de la comunidad académica, desinterés, inflexibilidad, problemas crónicos de intolerancia, entre otros.

### **3.2 INFORMACION DEL CONTRATISTA**

El CONSORCIO LM UNICAUCA fue constituido en el año de 2014 mediante documento privado y se encuentra inscrita ante la Cámara de Comercio del Cauca, con Nit No. 900805207-8, para la ejecución del contrato 2.3.31.4/59 DE 2014 celebrado con La Universidad del Cauca, cuyo objeto es OBRA CIVIL PARA LA CONSTRUCCION DE LA DE LA NUEVA SEDE DE LA FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA, localizada en la calle 5 # 3-58/76 de la ciudad de Popayán. Su propósito es ofrecer productos de óptima calidad y permanecer como líderes en el sector construcción con capacidad de competir exitosamente en el mercado, con un equipo comprometido, generando productos innovadores que satisfagan las necesidades de los clientes, con altos estándares de calidad, cumplimiento, diseño y conciencia de servicio al cliente que garanticen solidez y reconocimiento de la empresa, contribuyendo al desarrollo de la región y del país.

#### **3.2.1 RECURSOS DEL CONTRATISTA PARA LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO**

##### **3.2.1.1 RECURSOS HUMANOS**

La obra cuenta con el siguiente personal profesional y técnico:

- Director de obra: Ingeniera civil. Es la persona que planea, dirige, organiza y controla la ejecución de la obra.
- Ingeniero residente: Ingeniero civil. Es el profesional sobre quien recae toda la responsabilidad en el manejo y coordinación de las actividades que se cumplen en la obra.
- Maestros de obra: Son personas de gran experiencia en construcción encargados de coordinar labores del personal de oficiales y ayudantes de la obra.
- Oficiales y ayudantes de obra: Realizan las diferentes instrucciones que dan los maestros de obra.
- Almacenista: Tiene gran responsabilidad en la recepción, inventario, entrega y control de materiales, equipos y herramientas de la obra.
- Conductor: es la persona encargada del traslado de materiales e insumos necesarios para la ejecución de la obra.

##### **3.2.1.2. RECURSOS ECONOMICOS**

El presupuesto oficial de la obra es de \$ 2'794.000.000, el contratista cuenta con un anticipo del 50% y pagos parciales justificados por las actas de obra.

#### 4. DESCRIPCION GENERAL DE LA OBRA

La nueva obra del edificio de la Facultad de Humanidades de la Universidad del Cauca se encuentra ubicada entre la calle 5 y carrera 4 del sector histórico de la ciudad de Popayán.

La cimentación del proyecto consta de dos losas, la primera maciza y la segunda aligerada en la cual se utilizó casetón de guadua.

El sistema estructural está compuesto por pórticos y losas aligeradas de entrepiso.

La ejecución del proyecto estaba programado para un periodo de 8 meses, presupuestado para el mes de agosto hacer la entrega a conformidad, pero debido a hechos fortuitos no imputables al contratista se pidió una prórroga de tres meses, proyectando así la culminación para finales del mes de enero.

En las siguientes figuras se presenta la distribución y los cuadros de áreas presentes en proyecto.

ÁREAS	M2	
PREDIO	1.296,30	
<b>SÓTANO</b>		
SÓTANO	1.280,00	
TOTAL CONSTRUIDO SÓTANO	<b>1.280,00</b>	
<b>PRIMER PISO</b>		
	M2	CARGA OCUPACIÓN
CAFETERÍA	55,50	27,75
BAÑOS 1	4,00	
SALÓN 101	51,20	25,60
SALÓN 102	43,40	21,70
SALÓN 103	43,40	21,70
SALÓN 104	58,00	29,00
DEPÓSITOS	4,50	
UTB	4,80	
PORTERÍA LOGÍSTICA	28,60	2,00
BAÑOS 2	30,50	
SALÓN 105	62,30	31,15
CIRCULACIONES	379,00	
RAMPA	84,00	
MUROS - ESTRUCTURA - BUITRONES	56,00	
TOTAL CONSTRUIDO PRIMER PISO	<b>905,20</b>	
CARGA DE OCUPACIÓN PRIMER PISO		158,90
<b>LIBRE PRIMER PISO</b>		
PATIO 1	260,00	
PATIO 2	108,00	
ASLAMIENOS	23,10	
TOTAL LIBRE PRIMER PISO	<b>391,10</b>	

<b>SEGUNDO PISO</b>	<b>M2</b>	<b>CARGA OCUPACIÓN</b>
SALÓN 210	60,10	30,05
BAÑOS PROFESORES	5,80	0,00
PROFESORES	62,40	12,00
SALÓN 202	43,40	21,70
SALÓN 203	43,40	21,70
SALÓN 204	61,00	30,50
SALÓN 205	40,40	20,20
SALÓN 206	68,70	34,35
SALITA	19,30	9,65
DEPÓSITOS	9,80	0,00
BAÑOS	51,70	0,00
SALÓN 207	132,00	66,00
CIRCULACIONES	247,00	0,00
MUROS - ESTRUCTURA - BUITRONES	70,00	0,00
<b>TOTAL CONSTRUIDO SEGUNDO PISO</b>	<b>915,00</b>	
<b>CARGA DE OCUPACIÓN SEGUNDO PISO</b>		<b>246,15</b>
<b>CUARTO PISO</b>	<b>M2</b>	<b>CARGA OCUPACIÓN</b>
SALÓN 401MULTIFUNCIONAL	154,50	104,00
SALÓN 402	44,00	22,00
DEPÓSITO	5,30	0,00
BAÑOS	40,20	0,00
CIRCULACIONES	100,40	0,00
MUROS - ESTRUCTURA - BUITRONES	29,70	0,00
<b>TOTAL CONSTRUIDO CUARTO PISO</b>	<b>374,10</b>	
<b>CARGA DE OCUPACIÓN CUARTO PISO</b>		<b>126,00</b>
<b>ÁTEA TOTAL CONSTRUIDA</b>	<b>4.387,00</b>	
ÍNDICE OCUPACIÓN %	69,83	
ÍNDICE CONSTRUCCIÓN %	338,42	
<b>TERCER PISO</b>	<b>M2</b>	<b>CARGA OCUPACIÓN</b>
DECANATURA	140,40	25,00
SALÓN 301	42,60	21,30
SALÓN 302	42,60	21,30
SALÓN 303	59,80	29,90
SALÓN 304	39,70	19,85
SALÓN 305	67,80	33,90
SALITA	19,30	9,65
DEPÓSITOS	9,80	0,00
BAÑOS	51,70	0,00
SALÓN 306	132,00	66,00
CIRCULACIONES	237,00	0,00
MUROS - ESTRUCTURA - BUITRONES	70,00	
<b>TOTAL CONSTRUIDO TERCER PISO</b>	<b>912,70</b>	
<b>CARGA DE OCUPACIÓN TERCER PISO</b>		<b>226,9</b>

Tabla No 1. AREAS CONSTRUIDAS

## 5. DESCRIPCION ARQUITECTONICA

El proyecto está ubicado en el sector histórico de la ciudad de Popayán entre la calle 5 y carrera 4, por lo cual su diseño arquitectónico busca acoplarse de manera visual a las edificaciones que lo rodean, por tal razón su fachada es de tres pisos, pero su aspecto es de dos y su diseño es de tipo colonial.



Figura No 1. CORTE TRANSVERSAL



Figura No 2. FACHADA CARRERA 4

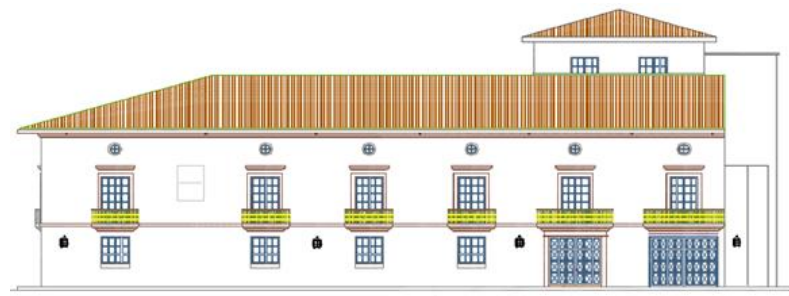


Figura No 3. FACHADA CALLE 5



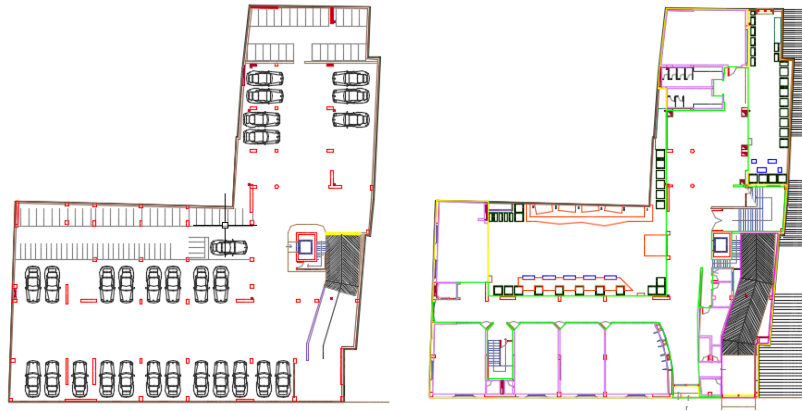


Figura No 4. PLANTA SOTANO Y PRIMER PISO



Figura No 5. PLANTA SEGUNDO PISO Y PLANTA TERCER PISO

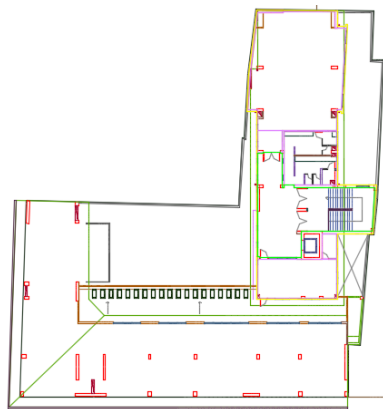


Figura No 6. PLANTA CUARTO PISO

## 6. DESCRIPCION ESTRUCTURAL Y PARTICIPACION DEL PASANTE

El desarrollo de la pasantía se enfocó en el control de calidad de los procesos constructivos: cuidando así la instalación correcta del refuerzo, la colocación, vibrado, y adecuado curado del concreto que para este caso es premezclado.

### 6.1 CONCRETO PREMEZCLADO:

Buscando cumplir con las especificaciones otorgadas por la entidad contratante tanto en calidad, como en tiempo. Se tomó la decisión que el concreto utilizado fuese premezclado, para así obtener elevadas resistencias, mejor calidad, durabilidad y reducirlos tiempos de colocado al poder controlar su manejabilidad.

Ventajas:

- Aumento de la durabilidad.
- Disminución de Agrietamientos.
- Homogeneidad en los resultados de la resistencia a la compresión o flexión.
- No exista la segregación de los materiales que componen la mezcla.
- Continuidad en el elemento estructural.
- Aumento en la estabilidad de la estructura
- Adecuado control de calidad sobre concreto suministrado.
- Posibilidad de suministrar el concreto las 24 horas.
- Dosificaciones exactas debido a la provisión de materiales con pesadas controladas y precisas.
- No se requiere espacio de almacenamiento para agregados y el cemento en la obra.
- Eliminación de desperdicios en los materiales y combustibles.
- Conocimiento real del costo del concreto.
- Mejor manejabilidad.
- Mayores velocidades de colocación y por consecuencia un avance en la terminación de la obra.
- Disponibilidad de bombas de concreto para las zonas de difícil acceso.

## 6.2 CONTROLES REALIZADOS POR EL PASANTE:

### 6.2.1 Materiales:

- ☑ Se pidió al proveedor del concreto los respectivos ensayos de los materiales utilizados para controlar que sean materias primas de alta calidad, libre de impurezas y realizar un análisis para determinar si eran los adecuados.

### 6.2.2 Manejabilidad:

Para la colocación del concreto en elementos tales como columnas, pantallas y losas aligeradas se busca que tenga una manejabilidad que facilite su colocación y compactación sin que se pierda su homogeneidad.

- ☑ Para comprobar la manejabilidad se realiza el ensayo de asentamiento: cono o slump, este permite evaluar la consistencia y fluidez de la pasta.



Figura No 7. ENSAYO DE SLUMP.

Además se utilizó un aditivo que permitiera mejorar aún más la consistencia requerida para la fundición de los elementos estructurales.

- **Aditivo sikafluid**



Figura No 8. ADITIVO PLASTIFICANTE USADO EN LA PREPARACIÓN DE MEZCLAS DE CONCRETO.

Sikafluid es un aditivo líquido para concreto, color café, que permite la obtención de mezclas fluidas sin el empleo de agua en exceso, además mejora las resistencias a todas las edades y disminuye la permeabilidad.

El Sikafluid proporciona las siguientes propiedades:

- Mejora considerablemente la manejabilidad de la mezcla.
- Facilita la colocación.
- Reduce el tiempo de vaciado del concreto.
- Disminuye la permeabilidad de la mezcla.
- Incrementa las resistencias.
- Mejora el acabado de los concreto

Cada vez que se funden este tipo de elementos lo más importante es verificar que se adicione el aditivo en la dosificación requerida para evitar que se presente segregación y chequear que el asentamiento este, entre 7 y 10 cm

### **6.2.3 Transporte:**

Teniendo en cuenta la distancia en la que se encuentran los elementos que se van a fundir, el transporte se realiza con bomba y se deposita en un cajón del cual se empieza a trasladar con baldes hasta las columnas o pantallas, en caso de que se deba transportar con carretilla se supervisa que no se sea largas distancias porque pueden generar mucha vibración que pueda segregar la mezcla.

### **6.2.4 Colocación:**

- La mezcla de concreto debe pasar a través de la armadura del acero, así que los agregados no deben ser de tamaños superiores a los espacios entre el refuerzo.
- Se controló que la formaleta haya sido apuntalada adecuadamente, para que resista los esfuerzos producidos por la carga del concreto
- La formaleta debe estar bien nivelada o en el caso de las columnas y pantallas que estén a plomo.
- Después de haber fundido las pantallas y columnas se debe tomar de nuevo los plomos para corroborar que se encuentren alineados y no se hayan movido durante la fundición.
- Al formaletear las losas de entrepiso se debe tener especial cuidado en que tenga una rigidez y estabilidad necesaria porque las cargas serán muy altas, se utiliza un retaqueo y tablonés de madera en el extremo de cada taco para que no se genere una carga puntual en los nervios de la losa inferior.
- Supervisar que la mezcla una vez vaciada sea utilizada lo más rápido posible y que cada uno de los elementos se funda de manera continua hasta su terminación, para evitar sobreponer capas con tiempos de fraguado diferentes.

- ☑ si el concreto se va a dejar caer a una altura mayor de 1,50 se debe utilizar la canaleta para evitar la segregación.
- ☑ Evitar la contaminación del concreto con tierra, arcillas, limos, sales, hojas, basura, o materias orgánicas, por tal razón se realizaron solados de limpieza.
- ☑ No permitir la colocación de concreto parcialmente endurecido, ni dejar adicionar agua para mejorar su plasticidad.
- ☑ Se debe tener en cuenta el estado de los accesos y distancia del sitio donde se ubicará el carro al elemento a fundir, con esto se tiene en cuenta el tiempo de manejo necesario para el llenado

### 6.2.5 Compactación:

- ☑ Controlar que el vibrador este un tiempo prudencial para sacarle aire incorporado en la mezcla.
- ☑ La posición del vibrador debe cambiarse a medida que avanza el vaciado del concreto.
- ☑ Se debe inspeccionar que el concreto sea puesto por capas y que se vibre cada una de ellas.
- ☑ Evitar que se sobrevibre porque podría segregar la mezcla.
- ☑ El vibrador no debe tocar el acero de refuerzo.
- ☑ Supervisar que los puntos de aplicación del vibrador no sean tan distantes sobre todo en la fundición de las losas, teniendo en cuenta el radio de acción del vibrador.

### 6.2.6. Curado:

- ☑ Controlar el curado de los elementos en concreto, ya que éste es un proceso muy importante en toda obra, mediante el cual se busca mantener el contenido de humedad que permita la adecuada hidratación de los materiales cementantes.
- ☑ Un buen curado define la resistencia y durabilidad y en general todas las propiedades del concreto endurecido. Este se realiza en la obra mediante una emulsión de SIKA llamado Antisol Blanco, en el caso de las pantallas y columnas se cubren con plástico y se adiciona agua en los días siguientes a la fundición.



Figura No 9. CURADO CON PLASTICO

- **Antisol:**

Antisol Blanco es una emulsión acuosa de parafina que forma, al aplicarse sobre el concreto, una película impermeable que evita la pérdida prematura de humedad, retiene el agua y evita el resecamiento prematuro, para garantizar así un completo curado del material, se usa para curar el concreto garantizando el completo desarrollo de resistencias. El Antisol impide el resecamiento prematuro del concreto permitiendo el normal desarrollo de las resistencias. El Antisol se aplica una vez, reduciendo así los costos del curado de concretos y morteros por mayor rendimiento en la mano de obra y es fácil de aplicar. El Antisol ayuda a controlar la fisuración en grandes áreas expuestas al sol y al viento como en pavimentos rígidos o pisos en concreto.



Figura No 10. CURADO CON ANTISOL.

### **6.2.7 Resistencia:**

En general la resistencia del concreto endurecido se considera como la propiedad determinante de su calidad, la medida que informa sobre esta calidad, es la que resulta de los ensayos de resistencia a la compresión.

Siguiendo las normas INV-E 402, INVE-401 para realizar este ensayo se utilizan moldes cilíndricos y una varilla compactadora y el procedimiento de llenado y compactación del cilindro se realizó por 3 capas debidamente compactadas con varilla (método apisonado).

#### Procedimiento del ensayo en obra:

1. Se sacó una muestra representativa de las características y propiedades de la mezcla de concreto Se llenó el molde y se compactó cada capa con una varilla lisa, cilíndrica , de punta redondeada, dando 25 golpes los cuales son distribuidos en toda la sección transversal del molde, al compactar la última de ellas se enrazó.
2. Una vez elaborados los cilindros, sus primeras 24 horas, se colocaron sobre una superficie horizontal, rígida, previéndose de perturbaciones o vibraciones como también pérdida de humedad por evaporación. Luego son llevados al laboratorio, son sumergidos en agua, a igual temperatura, y saturada de cal.
3. En el Laboratorio cada cilindro se prueba en la máquina de ensayo, aplicando carga axial a cada cilindro, a una velocidad constante, hasta que estos fallen, Un ensayo de resistencia debe ser el resultado del promedio de resistencia de 2 cilindros tomados de una misma mezcla y ensayados a los 28 días, o a la edad especificada en caso de que sea diferente de 28 días. En la Obra se realizó toma de cilindros para cada elemento estructural, para la cimentación, fundición de pantallas, columnas, losas de entepiso y rampa de acceso al sótano, en cada muestra se elaboraron 3 cilindros, para evaluarlos a los 7, 14 y 28 días.

A continuación se muestran los resultados de las resistencias obtenidas:

PRO B	FECHA	LOCALIZACION:	FECHA	AST	TIPO DE					PROB.
No.	FUNDIDA		ROTURA	P g.	MEZCLA				MAS DE	P.S.I.
					P.S.I.	LECT DIAL	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS	28 DIAS
1	06-03-15	MUROS	20-03-15		3000	35,94		<b>2837</b>		<b>3546</b>
2	06-03-15		03-abr-15			45,84			<b>3619</b>	
3	06-03-15	PREMEZCLADO PREDELCA	03-abr-15			46,59			<b>3678</b>	
4	14-03-15	MUROS	21-03-15		3000	37,55	<b>2964</b>			<b>4064</b>
5	14-03-15		28-03-15			46,11		<b>3640</b>		<b>4550</b>
6	14-03-15		11-abr-15			53,47			<b>4221</b>	
7	14-03-15	PREMEZCLADO PREDELCA	11-abr-15			55,89			<b>4412</b>	
8	14-03-15	MUROS	23-abr-15		3000	59,78			<b>4719</b>	
9	14-03-15		23-abr-15			58,43			<b>4612</b>	
10	14-03-15		23-abr-15			52,05			<b>4109</b>	
11	14-03-15		23-abr-15			52,62			<b>4154</b>	
12	14-03-15	PREMEZCLADO PREDELCA	23-abr-15			54,49			<b>4301</b>	
13	14-03-15		23-abr-15			48,05			<b>3793</b>	
14	10-abr-15	PREMEZCLADOS PREDELCA	17-abr-15		3000	30,00	<b>2368</b>			<b>3390</b>
15	10-abr-15	ZARPA DE MUROS	24-abr-15			35,62		<b>2812</b>		<b>3515</b>
16	10-abr-15	EJES: 1-H-J, 1-H-F, 1-E-F	08-05-15			46,39			<b>3662</b>	
17	05-05-15		12-05-15		3000	51,17	<b>4039</b>			<b>5279</b>
18	05-05-15		12-05-14			45,26	<b>3573</b>			<b>4752</b>
19	05-05-15	PREMEZCLADO PREDELCA	02-06-15			60,35			<b>4764</b>	
20	05-05-15		02-06-15			63,58			<b>5019</b>	
21	13-05-15	COLUMNAS	20-05-15	5		30,69	<b>2423</b>			<b>3452</b>
22	13-05-15	F11 - G11 - I 11	27-05-15	"		35,62		<b>2812</b>		<b>3515</b>
23	13-05-15	PREMEZCLADO PREDELCA	10-06-15			47,23			<b>3728</b>	
24	17-05-15	LOSA DE CIMENTACION	24-05-15	5,5		29,86	<b>2357</b>			<b>3378</b>
25	17-05-15	I - 3 F - H	31-05-15	"		36,29		<b>2865</b>		<b>3581</b>



26	17-05-15	PREMEZCLADO PREDELCA	14-06-15			48,51		<b>3829</b>	
27	21-05-15		28-05-15			41,34	<b>3263</b>		<b>4402</b>
28	21-05-15		04-06-15			46,23		<b>3649</b>	<b>4562</b>
29	21-05-15		18-06-15			60,95			<b>4811</b>
30	26-05-14	COLUMNAS	02-06-14	" 4	3000	38,26	<b>3020</b>		<b>4127</b>
31	26-05-14	3H' - 3H' - 5F - 2F - 2H	09-06-14			50,99	<b>4025</b>		<b>5263</b>
32	26-05-14	PREMEZCLADO PREDELCA	23-06-14			68,25			<b>5388</b>
33	01-06-15	FOSO ASCENSOR SOTANO	08-06-15	" 4		27,69	<b>2186</b>		<b>3184</b>
34	01-06-15	PREMEZCLADO PREDELCA	15-06-15			36,92		<b>2914</b>	<b>3643</b>
35	01-06-15		29-06-15			48,98			<b>3866</b>
36	10-06-15	1ra ETAPA LOSA DE CIMENTACION	17-06-15	" 4		59,46	<b>4694</b>		<b>6018</b>
37	10-06-15	1 - 3 A - F	24-06-15			62,58		<b>4940</b>	<b>6175</b>
38	10-06-15	PREMEZCLADO PREDELCA	08-07-15			73,62			<b>5812</b>
39	17-06-15	COLUMNAS	24-06-15	" 4		50,23	<b>3965</b>		<b>5195</b>
40	17-06-15	D2 - D3 - E2 - E3	01-07-15			55,92		<b>4414</b>	<b>5518</b>
41	17-06-15	LOSAS 1 - 3 - H - J	15-07-15			71,74			<b>5624</b>
		PREMEZCLADO PREDELCA							
42	04-07-15	LOSA ZONA FRONTAL	11-07-15	4"	3000	53,62	<b>4233</b>		<b>5497</b>
43	04-07-15	PREMEZCLADO PREDELCA	18-07-15			58,18		<b>4593</b>	<b>5741</b>
44	04-07-15		01-ago-15			75,84			<b>5987</b>
45	10-07-15	PANTALLAS 2do PISO	17-07-15	4"		39,92	<b>3151</b>		<b>4275</b>
46	10-07-15	EJES: 12 - F - G - I - 11 - 12	24-07-15			52,43		<b>4139</b>	<b>5174</b>
47	10-07-15	COLUMNAS 2do PISO	07-ago-15			70,12			<b>5535</b>
		11-6 - HI - 10F - 10G - 10I - 11F - 2F - 2H							

48	15-07-15	PANTALLAS 3 - F - G - 8	22-07-15	4"		52,67	<b>4158</b>			<b>5413</b>
49	15-07-15	COLUMNA: 2F - 2H - 3E - 2E - 2D	29-07-15			55,89		<b>4412</b>		<b>5515</b>
50	15-07-15	PREMEZCLADO PREDELCA	12-ago-15			63,18			<b>4987</b>	
51	18-07-15	RAMPA - MURO	25-07-15			40,53	<b>3199</b>			<b>4330</b>
52	18-07-15	PANTALLAS CRUZADAS	01-ago-15			45,89		<b>3623</b>		<b>4528</b>
53	18-07-15	PREMEZCLADO PREDELCA	15-ago-15			58,01			<b>4579</b>	
55	23-07-15	PANTALLAS EJES: B y C - ENTRE 1 y 2	30-07-15	4"	3000	50,38	<b>3977</b>			<b>5208</b>
56	23-07-15	PANTALLA EJE 3-C	06-ago-15			55,23		<b>4360</b>		<b>5450</b>
57	23-07-15	COLUMNAS C5 - EJES D1 y E1	20-ago-15			72,26			<b>5704</b>	
		PREMEZCLADO PREDELCA								
58	30-07-15	FOSO ASCENSOR MURO	06-ago-15	4"		28,42	<b>2243</b>			<b>3249</b>
59	30-07-15	COLUMNAS 8K 6J	13-ago-15			44,25		<b>3493</b>		<b>4366</b>
60	30-07-15	PREMEZCLADO PREDELCA	27-ago-15			54,18			<b>4277</b>	
61	06-ago-19	TANQUE ALMACENAMIENTO	13-ago-19	7"	4000	57,22	<b>4517</b>			<b>5818</b>
62	06-ago-19	IMPERMEABILIZADO CON FIBRA	20-ago-19			62,38		<b>4924</b>		<b>6155</b>
63	06-ago-19		03-09-19			78,95			<b>6232</b>	
64	22-ago-15	LOSA ALIGERADA 2do PISO	29-ago-15	3"		40,52	<b>3199</b>			<b>4329</b>
65	22-ago-15		05-09-15			47,39		<b>3741</b>		<b>4676</b>
66	22-ago-15		19-09-15			55,41			<b>4374</b>	
67	01-09-15	PANTALLAS EJE: 12 - F - G - J - 1 - 2	08-09-15	4"	3000	33,17	<b>2618</b>			<b>3673</b>
68	01-09-15	COLUMNAS: 9F-9I - 10F-10I-11F-11I	15-09-15			40,61		<b>3206</b>		<b>4007</b>
69	01-09-15	GRADAS EJES: B - C - 1 - 2	29-09-15			49,39			<b>3899</b>	

70	10-09-15	PANTALLAS EJES: (A-1-B-C) (B-1-2)	17-09-15	4"	3000	42,59	<b>3362</b>			<b>4513</b>
71	10-09-15	(C-1-2) (B-3-4) ((1-E-F)	24-09-15			46,72		<b>3688</b>		<b>4610</b>
72	10-09-15	COLUMNAS EJES: A1-A2-43-J1-J6-K8	08-10-15			60,28			<b>4759</b>	
		MURO 5 - FOSO ASCENSOR								
73	29-09-15	LOSA 3er PISO	06-10-15	4"	4000	38,25	<b>3019</b>			<b>4126</b>
74	29-09-15		13-10-15			42,51		<b>3356</b>		<b>4195</b>
75	29-09-15		27-10-15							
76	14-10-15	PANTALLAS (F-6-8) ( 8-G2) ( I-8-9)	21-10-15		3000	32,69	<b>2581</b>			<b>3630</b>
77	14-10-15	COLUMNAS	28-10-15							
78	14-10-15	G8 - F9 - I9 - I10 - F10	11-11-15							

TABLA No 5 RESULTADOS DE ENSAYOS REISTENCIA A LA COMPRESION

Con los anteriores resultados obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto de la obra se puede observar que todas las resistencias son superiores a la de diseño, esto quiere decir que se cumple satisfactoriamente con la resistencia establecida por el calculista.

### 6.2.8 Acero:

- ☑ En cuanto a la colocación del refuerzo, se revisó la cantidad de acero que este conforme a los planos y especificaciones.
- ☑ la separación de los estribos.
- ☑ la separación del acero transversal y longitudinal de los muros de contención.
- ☑ Las barras deben ser de los diámetros indicados en los despieces.
- ☑ Antes de instalar se limpia el acero que estaba almacenado y durante las fundiciones han sido cubiertos de concreto.
- ☑ Verificar la instalación de panelas en concreto que sirve como apoyo a la armadura y que garantiza el recubrimiento.
- ☑ La adecuada longitud de los traslapos.
- ☑ Los estribos deben estar bien amarrados con alambre negro calibre 18 y sus ganchos deben estar completamente cerrados

### 6.3 CIMENTACION

La cimentación está compuesta de losa una de ellas maciza y otra aligerada utilizando casetones de guadua, zapatas y vigas de cimentación.

La profundidad de cimentación es de 60 cm, contados a partir del nivel del sótano. Hay que tener en cuenta que se tomaron medidas preventivas durante la construcción de la cimentación y en el proceso de implantación de la nueva estructura ya que existían edificaciones colindantes muy antiguas cuyas estructuras fueron construidas sin los requisitos previos de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistentes, las cuales pueden tener problemas de estabilidad, es por esto que se decidió realizar la excavación para la construcción del sótano por tramos de 300 cm sobre las paredes de la excavación que colindaban con las edificaciones vecinas, en los tramos que no existía peligro de derrumbe y previa autorización del ingeniero que realizó el estudio de suelos, se excavo de manera continua.



Figura No 11. EXCAVACION Y FUNDICION POR TRAMOS



Figura No 12. EXCAVACION CONTINUA

### 6.3.1 MODELO ESTRUCTURAL

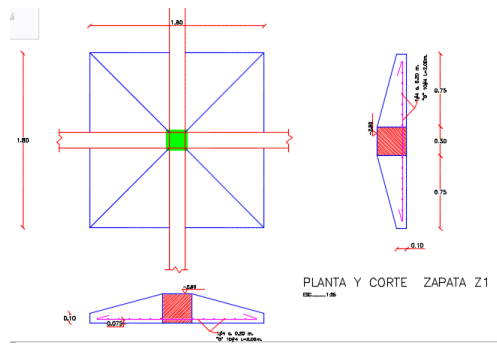


Figura No 13. MODELO ESTRUCTURAL DE ZAPATAS

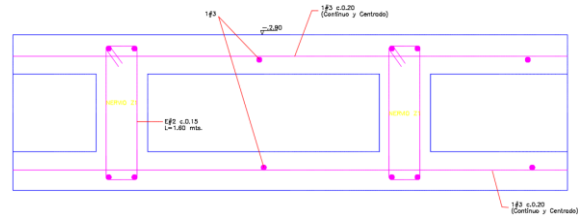


Figura No 14. SECCION LOSA DE CIMENTACION.

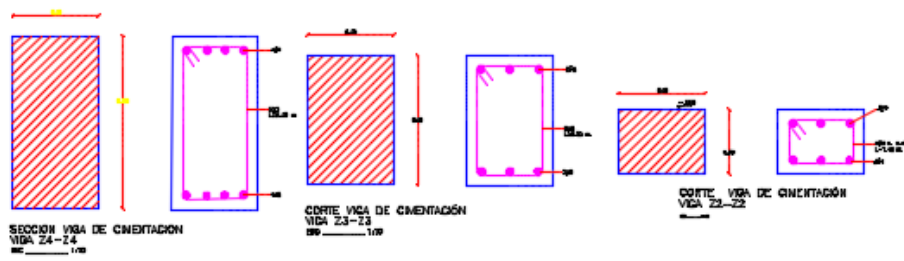


Figura No 15. SECCION VIGAS DE CIMENTACION.

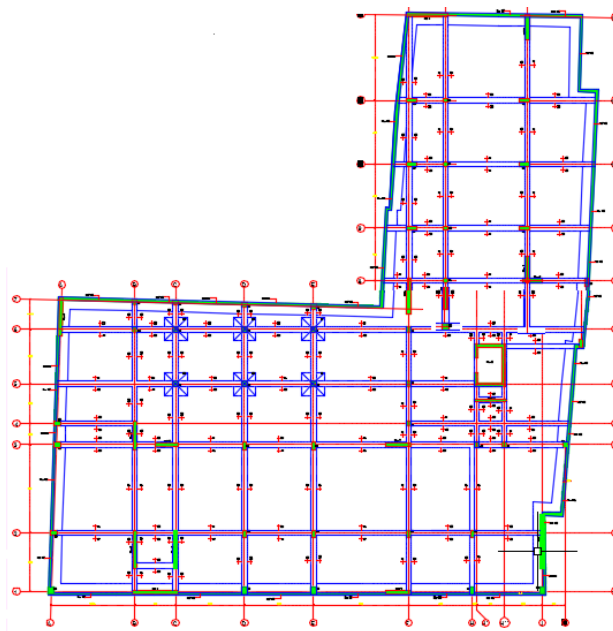


Figura No 16. PLANTA VIGAS DE CIMENTACION.

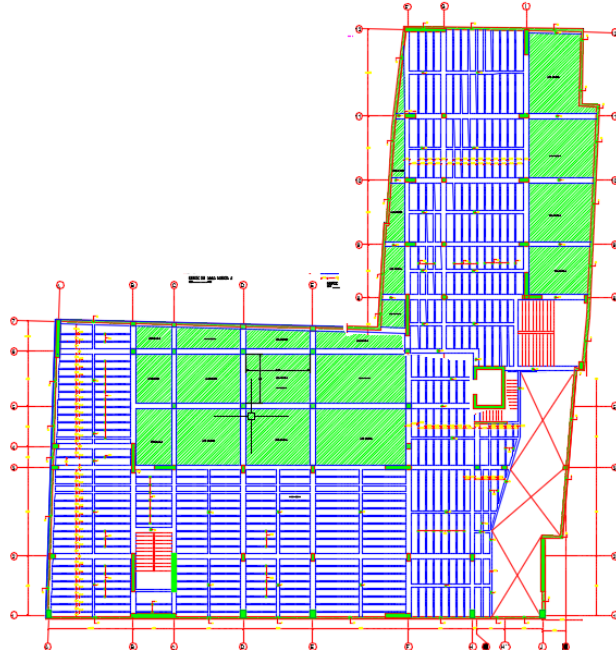


Figura No 17. PLANTA LOSA DE CIMENTACION

### 6.3.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Inicialmente se realizó la excavación de toda el área del sótano y se hizo el replanteo de ejes de cimientos, descritos en los planos estructurales y con base en ellos se dibujaron sobre el área las correspondientes zanjas para las zapatas y viga de cimentación, simultáneamente se realizó el perfilado del terreno para la posterior construcción de los muros de contención.



Figura No 18. PERFILADO DEL TERRENO



Figura No 19. SOLADO DE LIMPIEZA

Se procede hacer la excavación de las zanjas de manera cuidadosa para que conserve las dimensiones exactas para la posterior fundición de las vigas y las zapatas, después se coloca el solado de limpieza en toda la superficie para evitar que el suelo contamine el concreto.

Una vez endurecido el solado se procede a instalar los castillos de las vigas de cimentación zapatas y losas, debido a que se va a fundir la cimentación de manera monolítica; simultáneamente se realizó la armadura para fundir los muros de contención



Figura No 20 . ACERO DE ZAPATAS, COLUMNAS, VIGAS Y LOSA MACIZA DE CIMENTACION

Se procede a armar los castillos de las diferentes pantallas y columnas que parten desde la viga de cimentación y van amarrados a esta.



Figura No 21. INSTALACION DE NERVIOS EN LA LOSA ALIGERADA

Posteriormente se realizó la instalación del refuerzo de la losa maciza, que corresponde a una parrilla de barras No. 3 cada 12.5 cm, se verificó constantemente que la cantidad de acero puesto en obra, coincida con la especificación del diseño estructural, también se instalaron los nervios y los casetones de guadua que irán en la losa aligerada.



Figura No 22. INSTALACION DE ACERO DE CIMENTACION TERMINADA

Después de haber terminado la instalación de la armadura de acero se procede a la fundición.

En este caso como la distancia entre el concreto y la zona a fundir es larga y alta no se puede arrojar el concreto pues este se segregaría así que se trasladó por medio de bomba y tubería de acero

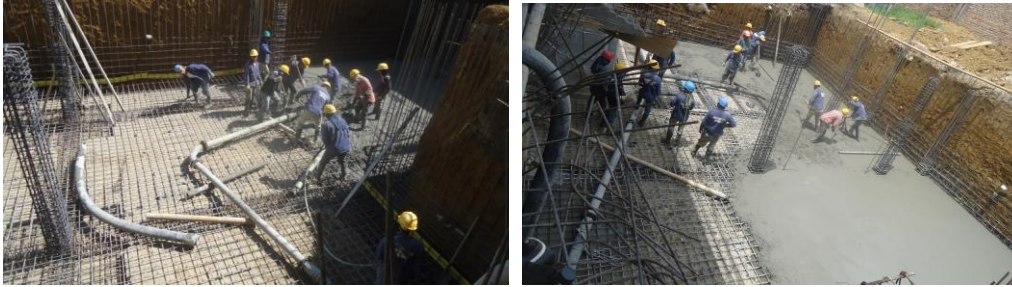


Figura No 23. FUNDICIÓN LOSA DE CIMENTACIÓN.

### **Colocación**

Una vez que llega el concreto al lugar indicado, la persona encargada hace el vaciado. La mezcla se acomoda con palas por el personal dispuesto para eso.

### **Compactación**

Este proceso consiste en reducir al mínimo la cantidad de aire atrapado una vez ha sido vaciada la mezcla, la compactación de concreto se hizo por vibración interna, insertando directamente al concreto un vástago vibratorio, se debe evitar que el vibrador toque el refuerzo y controlamos que tampoco se vibre por mucho tiempo porque también se produciría segregación de los agregados.

### **Acabado**

Después de que el concreto ha sido extendido y vibrado, se inicia el proceso de nivelación que consiste en retirar el exceso de concreto de la superficie para dejarlo al nivel apropiado. Para obtener este nivel se colocaron una serie de hilos, estos son suspendidos de los castillos de columnas o pantallas, con los cuales se va midiendo que haya una altura uniforme entre el concreto y los hilos. Con ayuda de codales se enrasa el concreto con movimiento de vaivén avanzando una pequeña distancia en cada desplazamiento.



Figura No 24. ACABADO LOSA DE CIMENTACIÓN



## Curado

El curado consiste en aplicar a la losa antisol y suficiente cantidad de agua, esparciéndola con una manguera, procurando humedecer la totalidad de la superficie de la losa. Este se realizó una vez el concreto endureció y durante los 7 días posteriores, cumpliendo con lo estipulado por la norma NSR 10.

## 6.4 MURO DE CONTENCION:

En el diseño estructural se sugirió realizar en el sótano muros de contención en concreto reforzado. Los muros del sótano tienen una altura de 2.8 m y espesor de 0.2 m, tienen la finalidad de contener el suelo que rodea el sótano.

### 6.4.1 MODELO ESTRUCTURAL

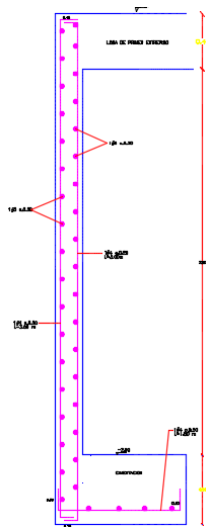


Figura No 25. MODELO ESTRUCTURAL MURO DE CONTENCION.

### 6.4.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Se instaló refuerzo longitudinal dos varillas #4 de longitud 3 m cada 0,2 metros y refuerzo transversal dos #3 cada 0,20 metros.

- Se verificó la longitud de los traslapos en el acero transversal y que las distancias sean las indicadas.

Se procedió a encofrar con cerchas y tacos metálicos que le proporcionen la estabilidad necesaria.



Figura No. 26 FORMAleta  
MUROS DE CONTENCIÓN



Figura No 27 MURO DE CONTENCIÓN  
TERMINADO

Se inició la colocación y compactación del concreto cuidando tener un vibrado apropiado

## 6.5 COLUMNAS Y PANTALLAS:

### 6.5.1 MODELO ESTRUCTURAL

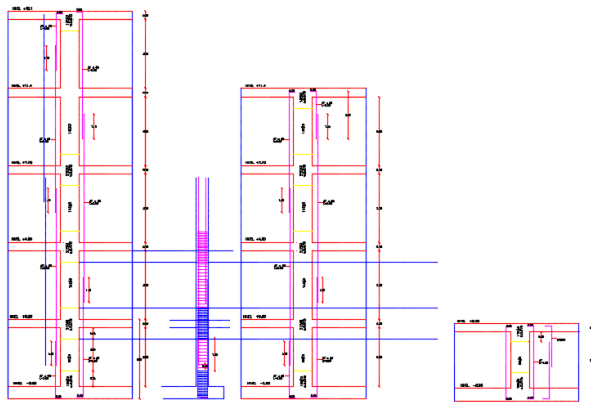


Figura No 28 ALZADA DE COLUMNAS Y PANTALLAS DE LOS DIFERENTES PISOS.

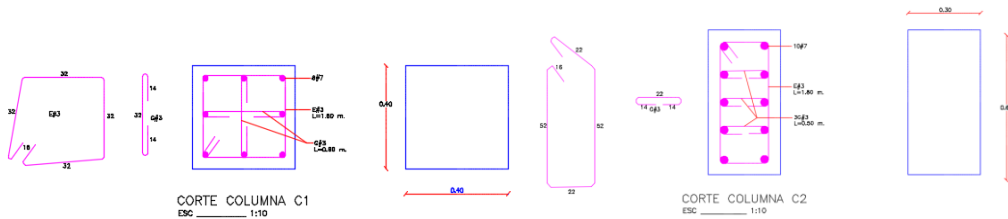
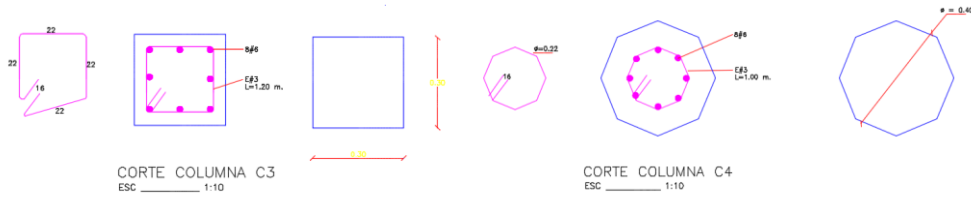


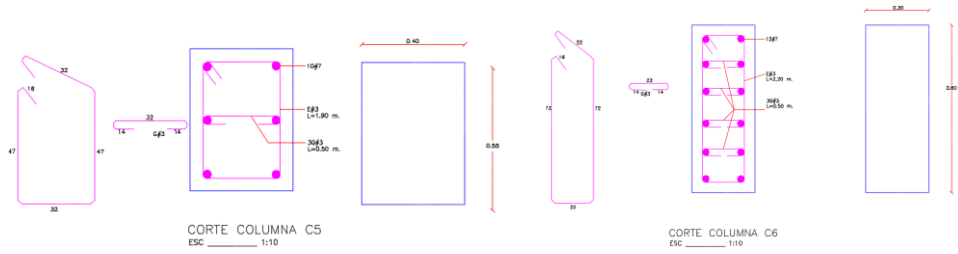
Figura No29. COLUMNAS C1

Figura No 30 COLUMNAS C2



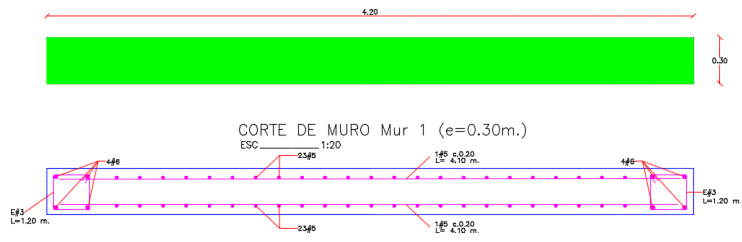
**Figura No 31 COLUMNAS C3**

**Figura No 32 COLUMNAS C4**

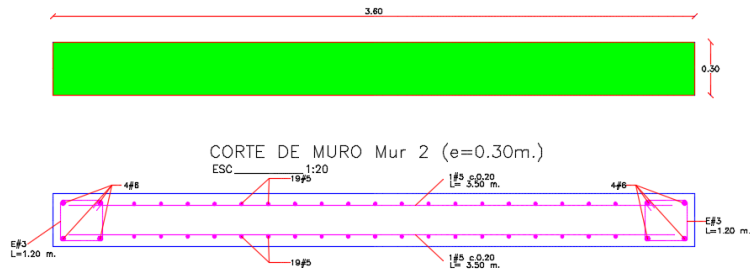


**Figura No 33 COLUMNAS C5**

**Figura No 34 COLUMNAS C6**



**Figura No 35 MURO 1**



**Figura No 36 MURO 2**

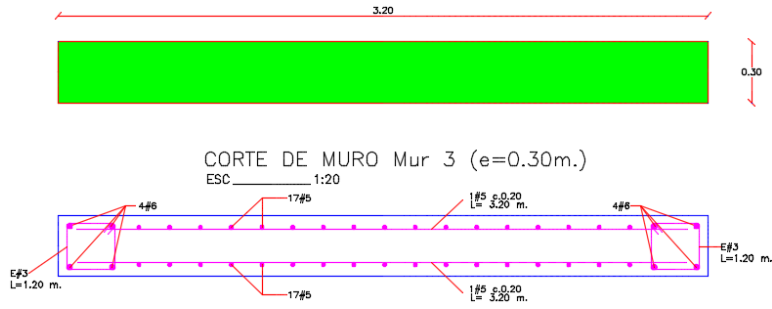


Figura No 37 MURO 3

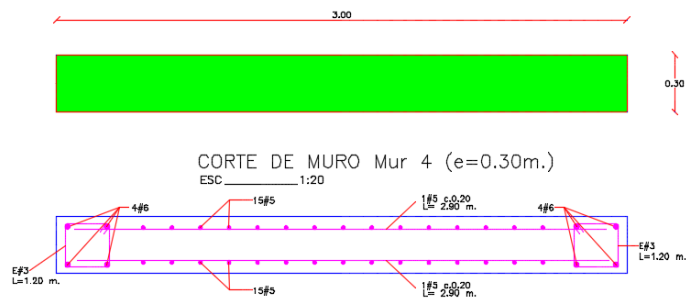


Figura No 38 MURO 4

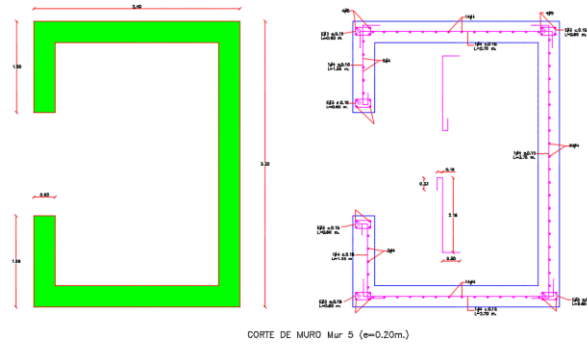


Figura No 39. MURO 5

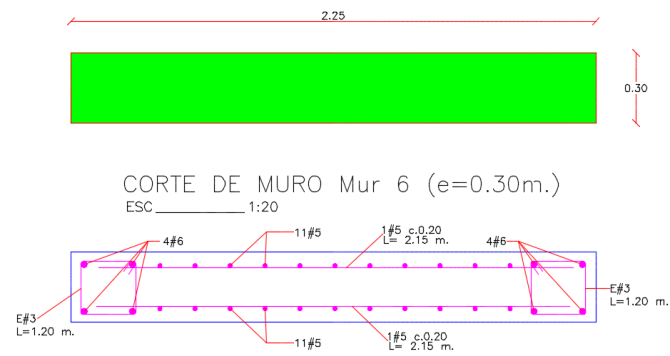
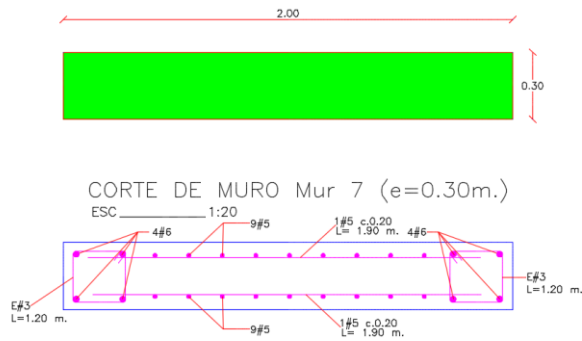
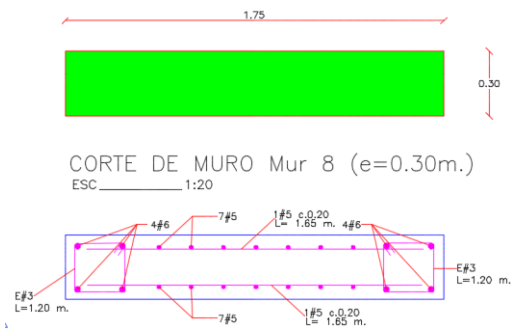


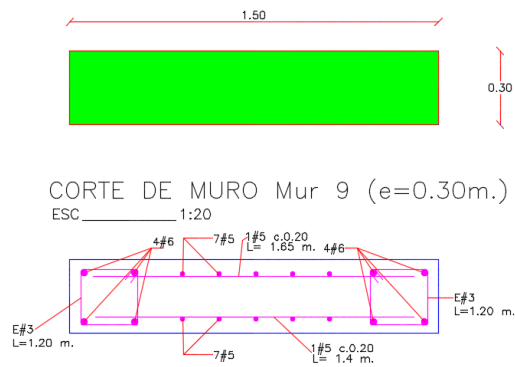
Figura No 40. MURO 6



**Figura No 41. MURO 7**



**Figura No 42. MURO 8**



**Figura No 43. MURO 9**



**Figura No 44 MURO 10**

## 6.5.2. PROCESO CONSTRUCTIVO

### Figurado de estribos

El figurado de estribos de columnas y pantallas se realiza en obra de manera manual con una herramienta llamada flejadora en donde se tienen previamente marcadas las dimensiones de estribos.



Figura No. 45 MAQUINA FLEJADORA



Figura No .46 ESTRIBOS

### Instalación de acero:

Al acero de las columnas y las pantallas es instalado desde la cimentación, amarrando los aceros desde las vigas de la losa de cimentación, para las columnas del sótano y luego se continúa traslapando las varillas para las columnas de niveles superiores.

El refuerzo en columnas y pantallas se instala de acuerdo a las especificaciones del diseño estructural el cual describe 6 tipos de columnas y 10 tipos de muros.

- Los chequeos realizados fueron: que tanto para el acero de refuerzo en pantallas como en columnas se cumpla con los diámetros de las barras, las separaciones entre estribos y los traslapos de las barras, dispuestos en los planos del diseño estructural.



Figura No 47 COLOCACIÓN DE ACERO DE COLUMNA

### **Encofrado:**

Los ejes de los alineamientos son chequeados en cada nivel de la obra por un topógrafo para así evitar excentricidades y garantizar la correcta ubicación de la formaleta de los elementos estructurales.

Buscando que las pantallas y las columnas tuvieran un estético acabado superficial se empleó formaleta metálica, además que esta es más resistente e indeformable, la formaleta se cubrió con ACPM para evitar la adherencia entre el concreto y la formaleta y además para facilitar su retiro durante el desencofrado.



**Figura No 48** VERIFICACION DE ALINEAMIENTOS

La armadura de aceros es enderezada con alambre para que quede centrada en la formaleta y así también se garantiza el recubrimiento en cada uno de sus lados.



**Figura No 49** FORMALETA INSTALADA

En la construcción de columnas y pantallas es muy importante garantizar su verticalidad, para esto se utilizan pesas, que pueden ser pequeños cilindros de concreto y plomadas, la formaleta se apoya con tacos y se ajusta con cerchas, con el fin de darle un mayor soporte a la formaleta

### **Colocación:**

Se utilizó concreto premezclado al cual se adiciono sikafluid para obtener una mezcla más fluida, debido a su altura se utilizaron andamios, se subía el concreto con baldes y se tuvo especial cuidado en colocar el concreto en capas con espesor no muy grande y se iba vibrando cada capa, evitando que el vibrador toque el refuerzo, simultáneamente con un martillo de caucho se dan algunos golpes alrededor de la formaleta con el fin de evitar que

se presenten hormigueros en el concreto en sitios donde el vibrador no tiene alcance; por ultimo el vaciado se realiza en forma continua hasta completar la fundición del elemento.



**Figura No 50 ANDAMIOS METALICOS**

### ***Desencofrado y curado***

El retiro de la formaleta en las columnas y pantallas, se hace al día siguiente a la fundición; el curado se realizó cubriendo las pantallas y las columnas con plástico adicional a esto se la aplico agua con manguera alrededor de toda la superficie.



**Figura No 51 CURADO CON PLÁSTICO Y AGUA**



**Figura No 52 COLUMNAS FUNDIDAS Y DESENCOFRADAS**



## 6.6 LOSA DE ENTREPISO

### 6.6.1 MODELO ESTRUCTURAL

La losa del primer piso está compuesta por una parte maciza y otra aligerada, las de los pisos subsiguientes son completamente aligeradas.

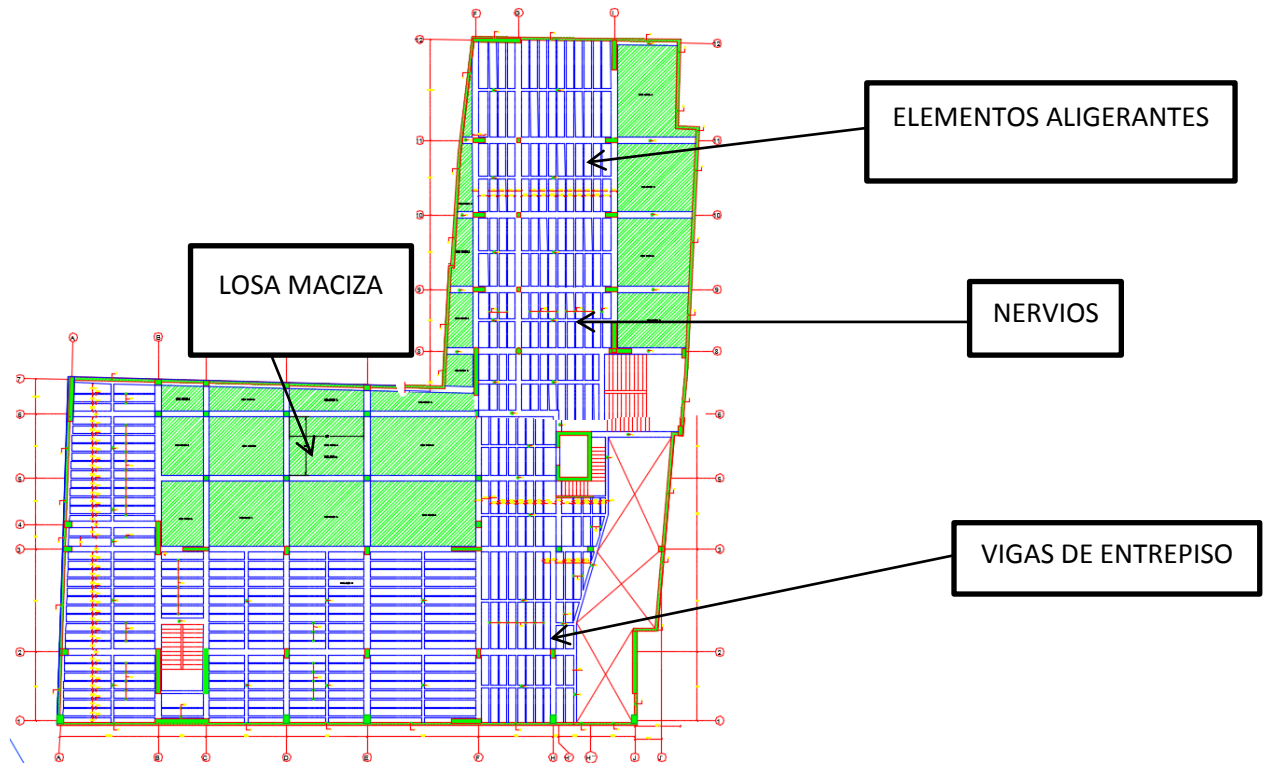


Figura No 52 PLANTA LOSA DE ENTREPISO

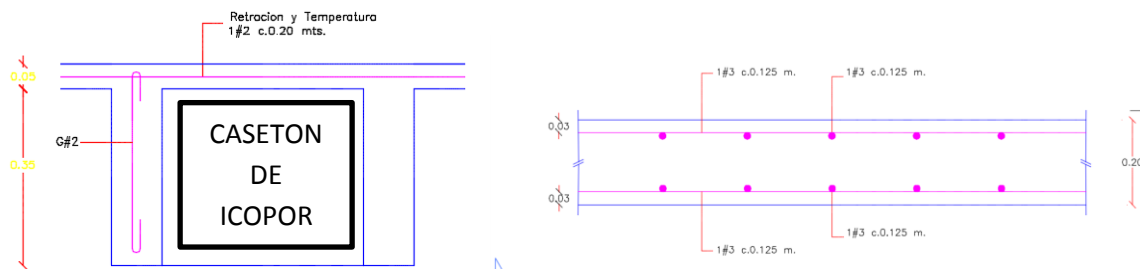


Figura No 53 CORTE DE LOSA ALIGERADA, CORTE DE LOSA MACIZA

## 6.6.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

### Encofrado:

La formaleta es la encargada de sostener los elementos de la losa mientras ésta desarrolla sus propiedades de resistencia y comienza a trabajar por sí sola según ha sido diseñada.

El encofrado está compuesto por tacos metálicos, cerchas metálicas de 3 metros, diagonales largas y cortas (tijeras) con las que se obtiene la rigidez necesaria para el sistema. Para el entarimado se usó tableros de madera sobre los cuales, se arma el acero de refuerzo y posteriormente se funde la losa, las dimensiones de los tableros utilizados son 1.40\*0.70 m.

Se tuvo especial cuidado al escoger las dimensiones de los tacos procurando que estos no se prolonguen en toda su longitud por que podrían fallar, se utilizaron tacos que quedarán con 60 centímetros por dentro de la flauta.



Figura No 55 ENCOFRADO LOSA DE ENTREPISO



Figura No 56 ENCOFRADO LOSA DE ENTREPISO

### Acero:

Al garantizar la estabilidad de la formaleta se procedió a armar la estructura de acero, respetando el despiece y los diámetros de las barras, dispuestos en los planos y verificando que estas cumplan con las longitudes de desarrollo necesarias, los ganchos en sus extremos, los tamaños adecuados de los estribos y su respectiva separación.



**Figura No 57 ACERO LOSA ALIGERADA**



**Figura No 58 ACERO LOSA MACIZA**

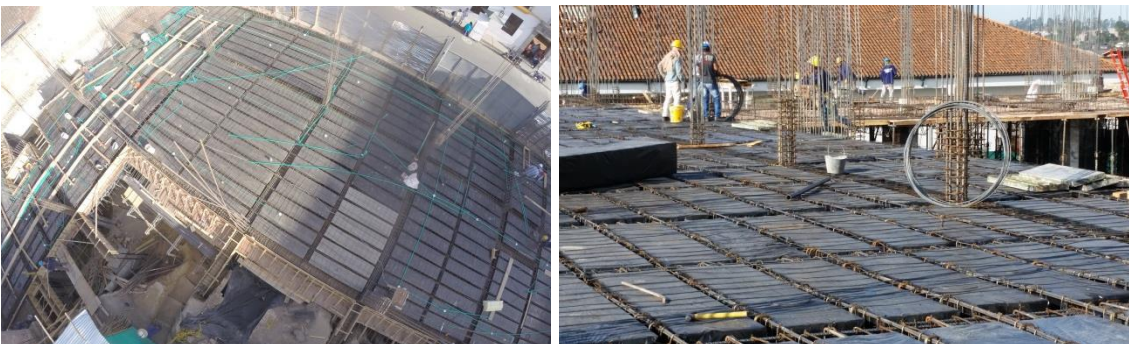
A medida que se instala el acero se van poniendo panelas de concreto fabricadas en la obra con el fin de que el acero tenga el recubrimiento especificado.



**Figura No 59 ACERO DE PANTALLAS Y COLUMNAS**

### ***Instalación de los elementos aligerantes***

En este tipo de losa se utilizan elementos aligerantes para rebajar su peso propio y sirven de formaleta para las viguetas. Para la losa se utilizaron casetones de icopor los cuales, eran forrados en plástico, después de ser fundida y desencofrada la losa se extraían y forraban de nuevo para ser utilizados en la losa siguiente.



**Figura No 60 INSTALACIÓN DE CASETONES**

### **Instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias**

Su diseño se basa en los planos arquitectónicos, para determinar los puntos de iluminación, interruptores, tomacorriente, salidas de televisión, redes, datos, teléfonos, puntos sanitarios, puntos hidráulicos.

Los ductos, curvas y terminales utilizados en las instalaciones eléctricas son PVC conduit tipo pesado.

Las instalaciones hidráulicas y sanitarias consisten en la construcción de todas las redes de abastecimiento de agua potable y la instalación de tuberías de desagües a cada piso, se utiliza tubería tipo PAVCO PVC.

- ☑ Se debe prever antes de la fundición de cada losa que se hayan colocado todos los puntos eléctricos, hidráulicos y sanitarios en los lugares correspondientes previstos en los planos.

### **Fundición:**

Para la fundición de la losas de entrepiso se tuvo especial control en los aspectos antes mencionados y adicional a estos se revisó que la zona a fundir estuviese completamente limpia, libre de plásticos, basura y en general de elementos no pertenecientes a la estructura, se revisó la distancia y alineación de cada uno de los casetones que determinarían la sección de los nervios; se utilizó concreto premezclado el cual fue bombeado y transportado por la tubería de acero que se colocó sobre guaduas para evitar la deformación de los casetones y en algunos casos según la distancia también se llevaba en carretilla a través de unos tabloncillos colocados sobre la parrilla de acero con el fin de evitar la vibración exagerada de la carretilla que se produce por el paso sobre el acero.



TUBERIA DE ACERO

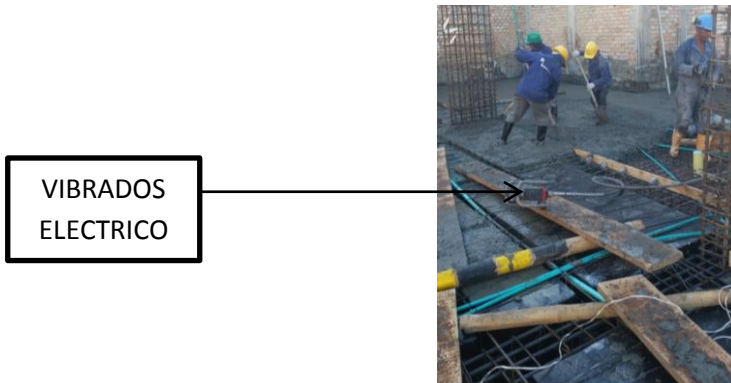
**Figura No 61 TRANSPORTE DEL CONCRETO**



**Figura No 62** LOSA DE ENTREPISO LISTO PARA FUNDIR

### **Vibrado:**

El vibrado de la losa se realizó simultáneamente con el vaciado del concreto y se emplearon vibradores eléctricos. El personal encargado de esta labor debe tener experiencia para no llegar a exceder el vibrado de la mezcla ya que puede generar segregación además debe evitar que el vibrador toque el refuerzo o la formaleta.



**Figura No 63** COMPACTACIÓN POR VIBRACIÓN INTERNA

### **Acabado**

Después de que el concreto ha sido vibrado, se retiró el exceso de concreto de la superficie dejando el nivel apropiado, para esto se colocó una serie de hilos ubicados en forma estratégica, estos fueron suspendidos de los castillos de columnas o pantallas, con los cuales se va midiendo que haya una altura uniforme entre el concreto y los hilos. Con ayuda de codales se enrasó el concreto con movimiento de vaivén avanzando una pequeña distancia en cada desplazamiento.

La losa debe ser terminada de tal forma que su superficie quede lisa, esto se logró pasando llanas metálicas, después de nivelada.

## Curado

El curado consistió en aplicar a las losas antisol y suficiente cantidad de agua, esparciéndola con una manguera, procurando humedecer la totalidad de la superficie de la losa. Este se realizó una vez el concreto endureció y durante 7 días posteriores.



**Figura No 64** CURADO DEL CONCRETO

## Desencofrado:

La losa no se desencofra completamente, a los 15 días retiran los tableros, casetones y retaqueo y se vuelve a apoyar pero solo en algunas cerchas, este proceso se sigue en cada una de las losas de entepiso y no se retiran los tacos restantes hasta la fundición de la 4 losa.



**Figura No 65** APOYO DE LA LOSA DESPUES DE SER DESENCOFRADA.

## 6.7 RAMPA DE ACCESO A SÓTANO

Para la rampa de acceso al sótano se diseñó una losa maciza de espesor 24cm y concreto con resistencia de diseño de 21 Mpa.

### 6.7.1 MODELO ESTRUCTURAL

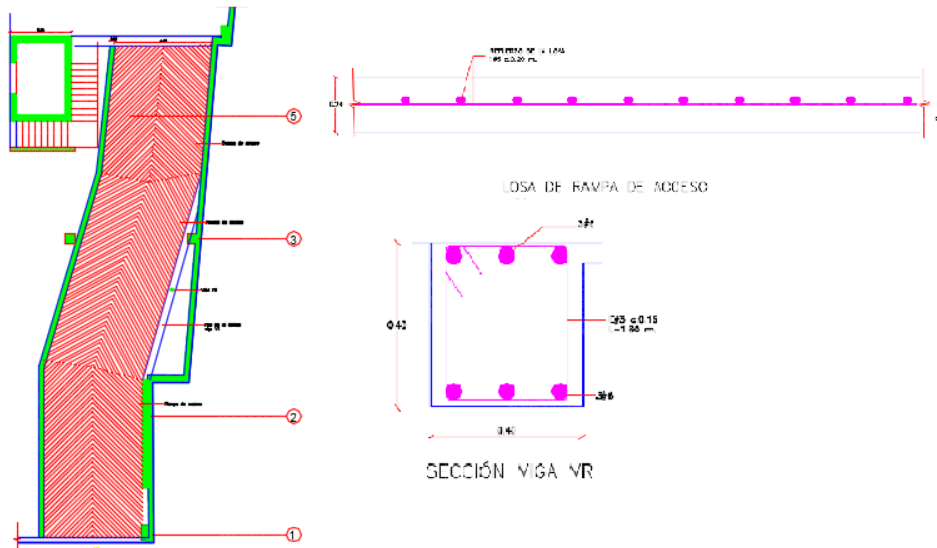


Figura No 66 DISEÑO DE RAMPA DE ACCESO

### 6.7.2 PROCESO CONSTRUCTIVO

Inicialmente se hicieron muros los cuales sirven de apoyo a la losa de la rampa de 20 cmtrs de ancho, longitudinalmente cuenta con una varilla #4 cada 20 ctrs y transversalmente una #3 cada 20 cmt.

#### Encofrado

El encofrado de la losa se realizó con tableros de madera apoyados sobre cerchas y estas sujetas a tacos, el nivel de la losa se tomó con respecto a los muros de contención de los lados.

#### Colocación del refuerzo

Se diseñó para la losa una parrilla de acero corrugado utilizando en ambos sentidos una varilla #5 cada 0,20 metros, para las vigas se diseñó una sección de: 20x20 cm con 6 barras #3 y para los estribos barra #3 cada 20 cm.



Figura No 67 COLOCACIÓN REFUERZO

**Fundición:**

Por tratarse de una losa en pendiente se necesitaba que el concreto fuera de consistencia seca y este se empezó a colocar de abajo para arriba

El transporte del concreto hasta el sitio de disposición final se realizó por medio de tubería de acero, una vez que llega el concreto se distribuye uniformemente con palas, este proceso se realiza de la parte inferior de la rampa a la parte superior,



**Figura No 68** TRANSPORTE MEDIANTE. TUBERIA DE ACERO



**Figura No 69** FUNDICION RAMPA

**Vibrado:**

El vibrado de la losa se realizó simultáneamente con el vaciado del concreto, se realizó por vibración interna utilizando vibrador eléctrico, de igual manera se debe tener cuidado con la duración del vibrado ya que una vibración excesiva termina por segregar el concreto.

**Acabado superficial**

Después de extendido y compactado, el concreto se somete a un proceso de acabado superficial para lograr una superficie plana y uniforme y se da a la losa la textura superficial adecuada para garantizar la resistencia al deslizamiento requerida, esta es una textura transversal homogénea en forma de estriado y cortes con pulidora en forma de espina de pescado.



**Figura No 70** ACABADO SUPERFICIAL



**Figura No 71** TEXTURA SUPERFICIAL





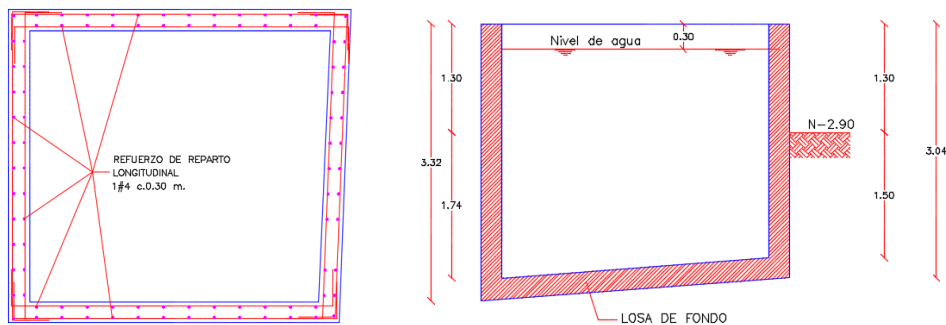
**Figura No 72 CORTE CON PULIDORA.**

### Curado

Inicialmente se aplicó Antisol y se buscó mantener un medio húmedo mediante la aplicación continua o frecuente de agua sobre toda la superficie de la losa.

## 6.8 TANQUE DE ALMACENAMIENTO:

### 6.8.1 MODELO ESTRUCTURAL



**Figura No 73 TANQUE DE ALMACENAMIENTO**

### 6.8.2 PROCESO CONSTRUCTIVO:

#### Excavación:

Debido a que la elaboración del tanque fue después de haber fundido la losa de cimentación se hizo de manera manual.



**Figura No 74** EXCAVACION MANUAL DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO.

**Acero:**

Se utilizó un refuerzo de reparto longitudinal de dos varillas #4 cada 30cmtrs y refuerzo de la pared transversal dos #4 cada 15 cm de 4,5 m de longitud. En este proceso se tuvo especial cuidado en los ganchos que se realizaran de acuerdo a los planos y se instalaron panelas en el fondo para conservar así el recubrimiento de 7 cm.

**Encofrado:**

Para el encofrado se utilizó formaleta metálica, cerchas y tacos buscando dar la estabilidad necesaria para obtener los 20 cm de espesor del muro, sin que este variara en toda su longitud.



**Figura No 75** ENCOFRADO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Teniendo en cuenta que el tanque almacenara agua la cual genera altas presiones, las especificaciones exigidas fueron de colocar un concreto de 4000 psi, y utilizar fibra para evitar fisuraciones que impidan el óptimo funcionamiento del tanque, en este caso se utilizó sikafiberAD.

- Fibra sikafiber AD




**Figura No 76** FIBRA

Estas fibras están destinadas a evitar la fisuración del concreto en estado fresco o antes de las 24 horas. Se dosifican en el concreto para volúmenes de entre 0.03% a 0.15% del mismo. Las más frecuentes son las fibras en polipropileno (Tipo Sikafiber AD) cuya dosificación en peso oscila entre 0.3 a 1.2 kg/m<sup>3</sup> de concreto.

Se trata de dosificaciones extremadamente bajas pero muy eficientes que previenen la fisuración del concreto por retracción plástica. Estas fibras tienen diámetros entre 0.023 mm a 0.050 mm, pueden ser monofilamento o fibriladas.

Las microfibras son una excelente y muy económica forma de prevenir la fisuración antes de las 24 horas por retracción plástica, debido a que absorbe los esfuerzos internos que estos cambios dimensionales provocan.

Resultados de laboratorio:

SUELOS Y PAVIMENTOS.		LISTA DE RESISTENCIAS				RESISTENCIA A COMPRESION					
 Popayan Calle 42N # 6 - 28 B/ Vega de Prieto Tel: 820 23 06 Cel. 315 468 39 80 LUIS ENRIQUE TOBAR PLAZA. GEOTECNOLOGO											
OBRA:	CONSTRUCCION NUEVA										
UBICACIÓN:	UNI-HUMANIDADES - CALLE 4 CON CRA 5 - EL CENTRO POPAYAN CAUCA										
ING:	EDGAR SALAZAR.										
MATERIALES:	PREMEZCLADO PREDELCA										
PROPORCIONES:											
PROB No.	FECHA FUNDIDA	LOCALIZACION:	FECHA ROTURA	AST. Pg.	TIPO DE MEZCLA P.S.I.	RESISTENCIA A COMPRESION				PROB. P.S.I. 28 DIAS	OBSERVACIONES
						LECT DIAL	7 DIAS	14 DIAS	MAS DE 28 DIAS		
55	23-jul-15	PANTALLAS EJES: B y C - ENTRE 1 y 2	30-jul-15	4"	3000	50,38	<b>3977</b>			<b>5208</b>	
56	23-jul-15	PANTALLA EJE 3-C	06-ago-15			55,23		<b>4360</b>		<b>5450</b>	
57	23-jul-15	COLUMNAS C5 - EJES D1 y E1	20-ago-15			72,26			<b>5704</b>		
		PREMEZCLADO PREDELCA									
58	30-jul-15	FOSO ASCENSOR MURO	06-ago-15	4"		28,42	<b>2243</b>			<b>3249</b>	
59	30-jul-15	COLUMNAS 8K 6J	13-ago-15			44,25		<b>3493</b>		<b>4366</b>	
60	30-jul-15	PREMEZCLADO PREDELCA	27-ago-15			54,18			<b>4277</b>		
61	06-ago-19	TANQUE ALMACENAMIENTO	13-ago-19	7"	4000	57,22	<b>4517</b>			<b>5818</b>	
62	06-ago-19	IMPERMEABILIZADO CON FIBRA	20-ago-19			62,38		<b>4924</b>		<b>6155</b>	
63	06-ago-19		03-sep-19			78,95			<b>6232</b>		
64	22-ago-15	LOSA ALIGERADA 2do PISO	29-ago-15	3"		40,52	<b>3199</b>			<b>4329</b>	
65	22-ago-15		05-sep-15			47,39		<b>3741</b>		<b>4676</b>	
66	22-ago-15		19-sep-15			55,41			<b>4374</b>		

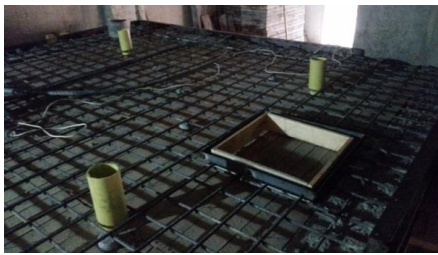
OBSERVACIONES: CILINDROS TRAIADOS AL LABORATORIO PARA SU ENSAYO

TABLA NO 6 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Podemos comprobar que se obtuvieron resistencias de 6232 psi superando las especificaciones que eran de 4000 psi.

### **Fundición:**

Primero se fundieron las paredes del tanque y por último la tapa, durante la colocación del concreto se tuvo especial cuidado en realizar un adecuado vibrado, debido a que de ninguna manera se pueden presentar hormigueros debido a que el tanque almacena agua que podría filtrarse,



**Figura No 77 ACERO DE LA TAPA**



**Figura No78 TANQUE TERMINADO**

### **Curado:**

A pesar de la utilización de fibras que disminuye las fisuras por retracción temprana, el curado se hace indispensable, por tal razón se agregó agua con manguera durante los días siguientes a su fundición; el curado y las microfibras se complementan.

## 7. CONCLUSIONES:

- Para el satisfactorio resultado de una obra es importante cuidar todos y cada uno de los procesos constructivos, adaptándose a las especificaciones y normas técnicas.
- Se debe aplicar los conocimientos infundidos por los docentes universitarios para enfrentar problemas constructivos y plantear las posibles soluciones para contribuir al buen desarrollo de obra
- Es primordial cuidar de los materiales destinados a ser parte del conjunto estructural de la obra por tal razón el acero de refuerzo debe evitar que tenga contacto excesivo con agua ya que se podría generar corrosión que impide la correcta adherencia con el concreto.
- En la instalación del refuerzo se debe chequear que todo sea conforme a los planos estructurales detalles tales como: traslapos que sean de las distancias necesarias de acuerdo a los diámetros de las barras; la separación entre estribos para que reciban los esfuerzos cortantes; la correcta longitud de las barras para que cumplan con los despieces diseñados; adecuada dimensión de ganchos; cuidar el recubrimiento mediante la colocación de panelas de concreto y que el acero suministrado sea del diámetro diseñado
- Hay que tener muy en cuenta que las condiciones de colocación y compactación son de gran importancia para el resultado final y la calidad del concreto endurecido, ya que aseguran que obtengamos la resistencia esperada, impermeabilidad y durabilidad en la estructura construida, por tal razón se debe evitar radicalmente utilizar mezclas parcialmente endurecidas o que hayan perdido su plasticidad, ya que este concreto no se puede recuperar adicionando agua o mezclando nuevamente. la colocación se debe hacer realizarse por capas, vibrando cada una de ellas cuidando el tiempo de aplicación, que este no sea excesivo ni reducido que generen segregación o en caso contrario hormigueros.
- Son muy importantes las condiciones climáticas a la hora de fundir debido a que fuertes vientos o temperaturas excesivas pueden producir una evaporación rápida que impide la hidratación completa del cemento generando contracción plástica y agrietamiento superficial debido a que el enfriamiento posterior del concreto endurecido introduce esfuerzos de tensión.
- Es fundamental que para todos los elementos en concreto se realice el curado adecuado, garantizando un tiempo de curado no menor a siete días; para que estos elementos desarrollen toda su resistencia y además para evitar que se presenten fisuras cuando el concreto haya endurecido, es decir que a mayor tiempo de curado mayor será la resistencia alcanzada por el concreto

- Los aditivos son de gran importancia en la producción del concreto, pues estos favorecen de manera significativa en: la manejabilidad, fraguado y resistencia del concreto, es por esto que se justifica la inversión que se hace para ellos siempre y cuando se haga una buena dosificación en la mezcla.
- Haber tenido la oportunidad de participar como pasante en el proyecto NUEVA FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA fue de gran crecimiento pues permitió ratificar los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación y a tener una perspectiva más real de las actividades constructivas.

## 8. RECOMENDACIONES

- ☑ Disponer con certeza y puntualidad de los materiales imprescindibles de obra, como son el acero de refuerzo, alambre de amarre, combustible o formaletas entre otros, para no generar atrasos adicionales en la ejecución de la obra.
- ☑ Hacer revisiones periódicas a los equipos de trabajo como pulidoras, taladros y en especial los vibradores para tener completa disponibilidad los días de fundición.
- ☑ Llevar un control más eficiente en cuanto a los lugares de acopio de materiales, y garantizar una mejor protección de estos.
- ☑ Exigir mayor puntualidad y constancia en los momentos de fundir a la empresa proveedora del concreto premezclado.
- ☑ Evitar que durante la fundición, se le adicione agua al concreto, ya que esto afecta las resistencias.
- ☑ Supervisar la limpieza de los encofrados antes de que los elementos sean fundidos, especialmente las losas, ya que pueden quedar pedazos de madera o de tubos, sobrantes de la instalación de la formaleta y de los ductos de transporte del cableado eléctrico respectivamente, que pueden generar discontinuidad en la homogeneidad del concreto, una vez este ha endurecido.
- ☑ Continuar con el estricto manejo de la seguridad industrial para evitar accidentes e incentivar con jornadas educativas y charlas más frecuentes al personal para el uso de los elementos de protección personal, con los cuales se cuenta en obra.
- ☑ Los materiales empleados para la producción del concreto son de gran importancia motivo por el cual estos deben ser de la mejor calidad y cumplir con los requisitos establecidos para generar un concreto óptimo, para esto es necesario exigir con mayor frecuencia los ensayos a la empresa proveedora.

## 9. BIBLIOGRAFIA

Fernández, C. A. (2014). *Planos Arquitectonicos, Facultad de Humanidades*. Popayán.

Mosquera, C.A. (2014). Planos estructurales, facultad de humanidades. Popayán.

Rivera López, G. A. *Concreto Simple* (2da Edicion ed.). Popayán, Cauca, Colombia: Universidad del Cauca.

Sika. (Enero de 2015). Hoja Tecnica de Producto. *Construyendo Confianza Sika* , págs. 1 - 2.