

**PROYECTO FINAL DE PASANTÍA COMO  
AUXILIAR DE INGENIERO RESIDENTE EN LOS PROCESOS DE  
CONSTRUCCIÓN DE UN RANCHO Y COMEDOR DE TROPA, Y UN POLVORÍN  
EN EL BATALLÓN DE SERVICIOS N°29, UBICADO EN LA CIUDAD DE  
POPAYÁN – CAUCA**



**NATALIA LÓPEZ BOLAÑOS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN  
2010**

**PROYECTO FINAL DE PASANTÍA COMO  
AUXILIAR DE INGENIERO RESIDENTE EN LOS PROCESOS DE  
CONSTRUCCIÓN DE UN RANCHO Y COMEDOR DE TROPA, Y UN POLVORÍN  
EN EL BATALLÓN DE SERVICIOS N°29, UBICADO EN LA CIUDAD DE  
POPAYÁN – CAUCA**



**NATALIA LÓPEZ BOLAÑOS**

**DIRECTOR**

**ING. NELSON RIVAS MUÑOZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN  
2010**

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del director de trabajo de grado

---

Firma del jurado

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su amor, apoyo incondicional y gran esfuerzo para alcanzar mis metas.

A mis hermanos, por su colaboración, por brindarme sus conocimientos y mejores deseos para alcanzar nuevos logros.

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis profesores en la Facultad de Ingeniería Civil por brindarme las herramientas necesarias para optar a mi título profesional, especialmente al Ingeniero Nelson Rivas Muñoz, director del proyecto y a la Ingeniera Nubia Fernández de Martínez, por confiar en mí, por enriquecerme con sus conocimientos y por la oportuna colaboración para la realización de este proyecto.

A mi familia, a mis amigos y a todas las personas que me acompañaron y apoyaron durante este proceso e hicieron posible que se cumpliera.

## TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN .....	7
2.	OBJETIVOS.....	8
	2.1. OBJETIVO GENERAL .....	8
	2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	8
3.	JUSTIFICACIÓN.....	9
4.	ANTECEDENTES.....	10
5.	INFORMACIÓN GENERAL.....	11
	5.1. EMPRESA RECEPTORA.....	11
	5.2. OBJETO DEL CONTRATO DE LA EMPRESA RECEPTORA.....	13
	5.3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO.....	13
	5.4. DESCRIPCIÓN DE LOS FRENTES DE OBRA EN LOS QUE SE REALIZÓ EL PROYECTO DE PASANTÍA.....	14
6.	PARTICIPACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	18
	6.1. RANCHO DE TROPA .....	18
	6.1.1. COLUMNAS EN CONCRETO .....	19
	6.1.2. SUB-BASE RECEBO .....	22
	6.1.3. LOZA MACIZA CONCRETO .....	24
	6.1.4. ENTREPISO ALIGERADO.....	28
	6.1.5. ESCALERA EN CONCRETO.....	32
	6.1.6. MURO EN BLOQUE.....	35
	6.1.7. PAÑETE LISO DE MUROS INTERIORES.....	37
	6.1.8. ALBARDILLAS EN CONCRETO PARA PROTECCIÓN DE MUROS.....	39
	6.1.9. GRANIPLAST FACHADAS .....	41
	6.1.10. ENCHAPES .....	43
	6.1.11. PISOS.....	45
	6.2. POLVORÍN.....	47
7.	CONTROL REALIZADO A MATERIALES UTILIZADOS EN OBRA.....	59
	7.1. CONCRETO HECHO EN OBRA.....	60
	7.2. CONCRETO PREMEZCLADO.....	61
8.	FUNCIONES ADMINISTRATIVAS.....	65
9.	CUADRO COMPARATIVO ENTRE OBJETIVOS PROPUESTOS Y CUMPLIDOS.....	66
10.	CONCLUSIONES.....	68
11.	BIBLIOGRAFÍA	

## **1. INTRODUCCIÓN**

La práctica profesional pretende formar al futuro ingeniero en un escenario real sobre los diferentes procesos constructivos y las actividades administrativas que se presentan en el desarrollo de un proyecto de construcción.

Esto se logra satisfactoriamente con una participación activa en las tareas asignadas y el desarrollo responsable del trabajo, complementando con la adquisición de conocimientos provenientes de opiniones, propuestas y discusiones originadas en los problemas prácticos sobre las diferentes situaciones que se presenten en el desarrollo de las actividades de la construcción, todo con el fin de proponer soluciones y adquirir criterio con estas experiencias para tomar decisiones acertadas en la futura vida profesional.

Ser auxiliar de ingeniero residente en los procesos de construcción de la obra, exige el manejo práctico de conceptos constructivos, estructurales, técnicos y administrativos adquiridos teóricamente que permiten la correcta ejecución y avance de las actividades en la obra y garantizan calidad en su desarrollo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Complementar y ampliar los conocimientos adquiridos en la formación como Ingeniera Civil, mediante la participación efectiva y constante como Auxiliar del Ingeniero Residente en el desarrollo de los procesos constructivos del proyecto de Construcción de un Rancho y Comedor de Tropa, y un Polvorín.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Observar y participar en las actividades desarrolladas durante la realización de la pasantía como procesos constructivos, técnicos y administrativos, que sirven de experiencia para la formación del Ingeniero Civil.
- Efectuar un control permanente del avance en la construcción de la obra, haciendo registro de los procesos observados y una comparación con los programados.
- Vigilar y controlar la correcta ejecución de todos los trabajos de acuerdo con las normas, especificaciones y planos del proyecto de construcción.
- Aplicar los conocimientos adquiridos durante el proceso formativo como Ingeniera Civil, en las diferentes actividades de la obra, afianzando y adquiriendo criterios profesionales.



### **3. JUSTIFICACIÓN**

El desarrollo del proyecto de pasantía buscó aplicar y fortalecer el conocimiento adquirido en el transcurso de la carrera, con el fin de adquirir experiencia que permita al profesional un mejor desarrollo en el ámbito laboral en el futuro, pues en los procesos constructivos realizados en la obra se relacionaron las diferentes ramas de la ingeniería como la localización topográfica, la mecánica de suelos, la hidráulica, la construcción, además del manejo adecuado de información como planos arquitectónicos y estructurales, entre otros.

La conveniencia de construir un Rancho - Comedor de Tropa y un Polvorín en el Batallón de Servicios No.29 en la ciudad de Popayán, resultó de la necesidad de mejorar las condiciones de estadía del personal militar durante su permanencia en la institución y contribuir a la seguridad, protección y buen manejo de los elementos de guerra.

## **4. ANTECEDENTES**

### **FUNCIONES DEL INGENIERO RESIDENTE**

El ingeniero residente de la obra es el profesional sobre quien recae la mayor responsabilidad en el manejo y coordinación de todas las actividades que se cumplen en el lugar de la obra y quien recibe y transmite todas las instrucciones que se imparten desde los organismos directivos y ejecutivos de la compañía.

Un ingeniero residente debe responder por la marcha de la obra, tanto desde el punto de vista técnico como administrativo, encargándose de vigilar y controlar la correcta ejecución de todos los trabajos de acuerdo con las normas, especificaciones y planos.

El estudio del contrato, planos, programas, presupuestos, normas y especificaciones, y el adecuado manejo de documentos y archivos de la obra, es indispensable para verificar el cumplimiento de las metas propuestas por la programación, al medir y hacer registro de las actividades cumplidas en cada día o cada periodo de trabajo. Todo esto con el fin de hacer una comparación entre el comportamiento real de la obra ejecutada y el estimado en el presupuesto y en el programa de construcción.

Cuando las obras son grandes y complejas, es necesario delegar en personal auxiliar la supervisión y control directo de los trabajos en forma taxativa, con quien se efectúan reuniones posteriores para discutir problemas y soluciones, compartir experiencias y conocimientos adquiridos, y en general, estar al tanto del avance de la obra.

Además, coordina las sesiones periódicas del comité de obra para analizar las observaciones y sugerencias del personal auxiliar y del personal de interventoría, determinando las medidas correctivas necesarias o cambios efectuados para programar su ejecución y anexarlos en el libro de obra.

## **5. INFORMACIÓN GENERAL**

### **5.1. EMPRESA RECEPTORA**

#### **ÁVILA LTDA**

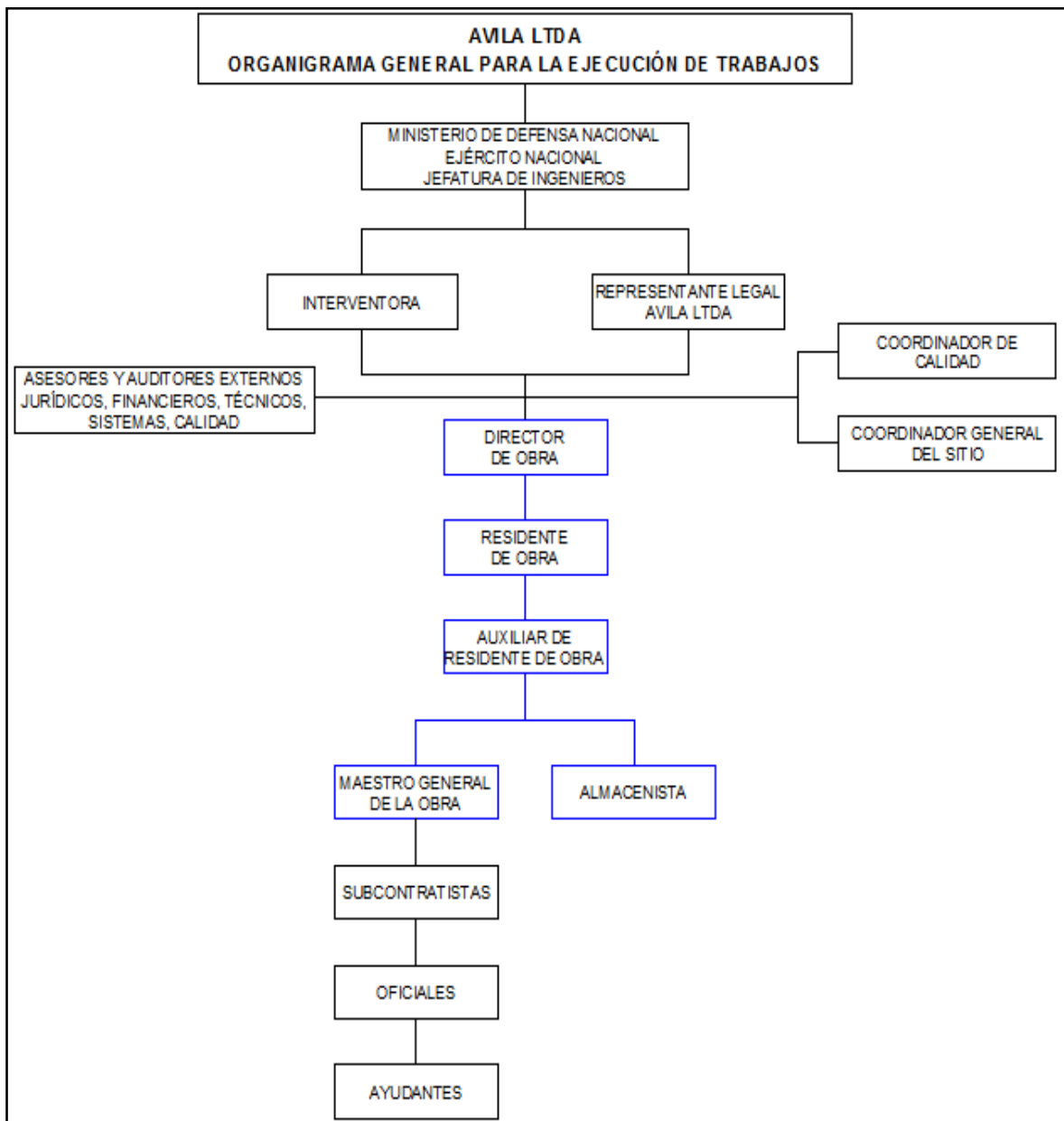
Empresa guajira fundada en Julio de 1985 y administrada por miembros de una familia tradicional rihachera, cuyo objeto fundamental ha sido el desarrollo de la arquitectura y la ingeniería en las áreas de construcción, consultoría e interventoría.

Durante sus años de experiencia, AVILA LTDA se ha empeñado en alcanzar el reconocimiento como una de las más importantes empresas del sector en el departamento de la Guajira con proyección al resto del país. Es así, que hoy la empresa cuenta con una sucursal en la capital del país en donde ha desarrollado importantes trabajos tanto en Bogotá como en otros departamentos, dando cumplimiento a todos y cada uno de los compromisos adquiridos.

Para AVILA LTDA lo más importante es su recurso humano. La compañía mantiene un constante interés en la formación y seguridad industrial de sus empleados a través de capacitaciones en Riohacha y otras ciudades del país, y el desplazamiento de funcionarios especializados desde su sede principal.

La organización administrativa, la seriedad y calidad en el desarrollo de los trabajos y el buen manejo de los recursos de sus clientes, le ha permitido a AVILA LTDA, mantener un crecimiento continuo que hoy se refleja en la generación de un gran número de empleos directos con la altísima relación de empleos indirectos que se derivan de la actividad de la construcción.

El juicioso manejo de los recursos adquiridos y la buena relación de crédito con el sector financiero, son el motivo de la estabilidad y solvencia económica que hoy ostenta AVILA LTDA y que nos permite presentarnos ante nuestros clientes con la seguridad de poder dar cumplimiento en la prestación de los servicios requeridos.

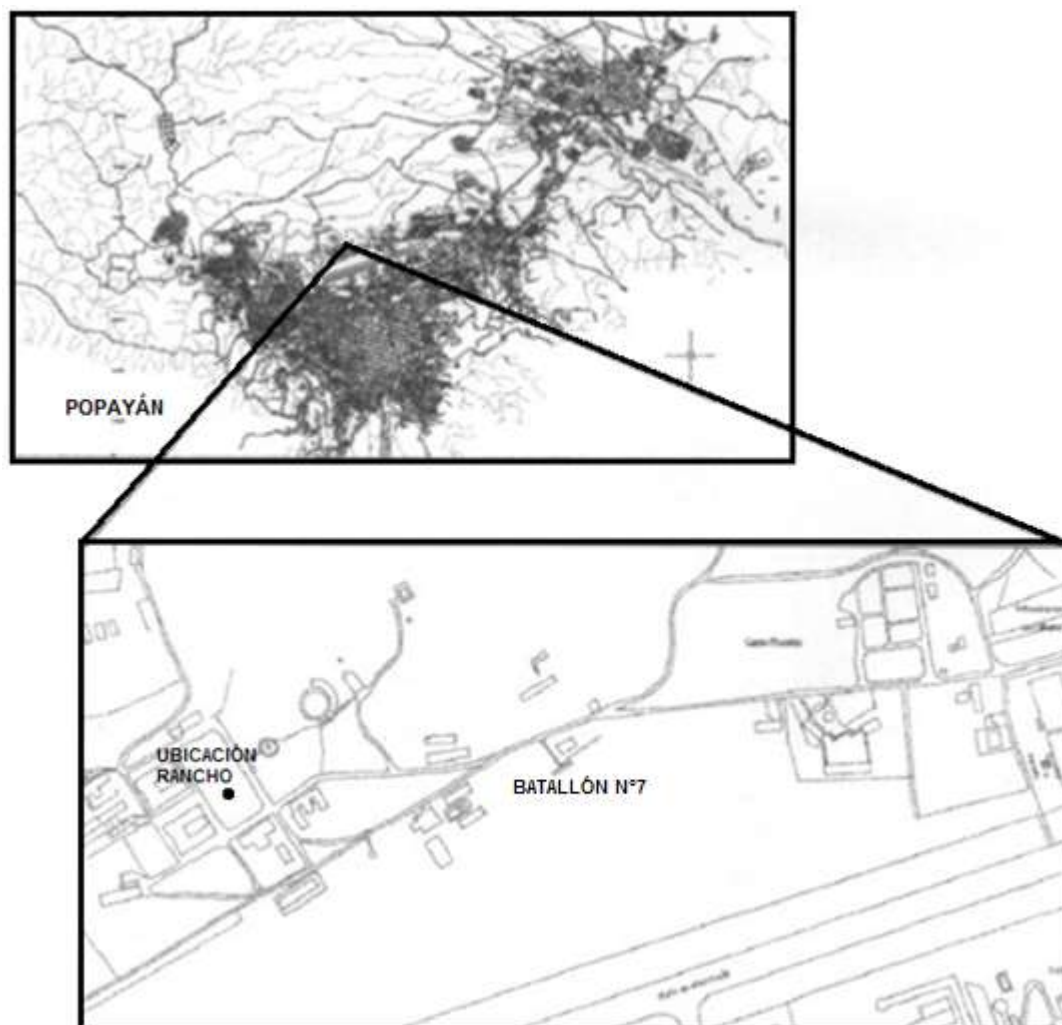


## 5.2. OBJETO DEL CONTRATO DE LA EMPRESA RECEPTORA

Construcción de un Rancho y Comedor de Tropa, un Alojamiento para Suboficiales y un Polvorín en el Batallón de Servicios N°29, ubicado en la ciudad de Popayán – Cauca

## 5.3. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

Los tres frentes de obra se encuentran ubicados en el interior de la VIGÉSIMA NOVENA BRIGADA - BATALLÓN DE INFANTERÍA N°7 “GR. JOSÉ HILARIO LÓPEZ”, en la vecindad del Río Cauca al occidente de la ciudad de Popayán.



#### **5.4. DESCRIPCIÓN DE LOS FRENTES DE OBRA EN LOS QUE SE DESARROLLÓ EL PROYECTO DE PASANTÍA**

1. El Rancho de Tropa es una edificación nueva de dos pisos con estructura convencional aporticada de concreto reforzado con columnas y vigas de sección variable y cubierta en estructura metálica, compuesta básicamente en la primer planta por un área de cocina industrial completamente dotada con instalaciones de gas, vapor y energía en un área de 520m<sup>2</sup> y de un área para comedor con capacidad para 360 asientos de 560m<sup>2</sup>, y, en la segunda planta por cinco locales que serán utilizados para acondicionar una cafetería, una tienda de artículos militares, una sala de internet, entre otros; cuatro de ellos con un área de 12m<sup>2</sup> cada uno y uno más grande con 30m<sup>2</sup> y los baños para el personal.

El área del primer piso se distribuyó para construir un corredor de acceso a las instalaciones entre los ejes 1A a 11A y F a G en un área de 125m<sup>2</sup>, un comedor de tropa comprendido entre los ejes 2 a 10 y D a F en un área de 560m<sup>2</sup>, dos zonas para lavado de menajes entre los ejes 1 a 2 y 10 a 11 y E a F para un área de 60m<sup>2</sup>, la zona de autoservicio comprendida entre los ejes 5 a 7 y C a D en un área de 36m<sup>2</sup>, la panadería con un área de 24m<sup>2</sup> entre los ejes 4 a 5 y A a C, el depósito de panadería con un área de 11m<sup>2</sup> entre 4A a 5 y C a D, junto a este depósito un cuarto para ubicar un tanque de gas entre 4 a 4A y C a D en 14m<sup>2</sup>, el tanque de ACPM con capacidad para 1000galones se ubicó en un cuarto con buena ventilación entre los ejes 4 a 4A sobre el eje A en un área de 11m<sup>2</sup>, junto a él un cuarto para dos calderas entre los ejes 4A a 6 y desde el eje A de 29m<sup>2</sup>. La zona de cocción abarca un área de 42m<sup>2</sup> entre los ejes 5 a 7 sobre el eje B, un cuarto de 10m<sup>2</sup> fue destinado para la zona de preparación de tubérculos entre los ejes 6 a 7 junto al eje A, el área de la zona de preparación de carnes, frutas y verduras es de 26m<sup>2</sup> desde el eje 7 entre A y C, otro zona destinada al lavado de ollas y menajes se encuentra entre los ejes C y D desde el eje 7 en un área de 13.5m<sup>2</sup>. Se destinaron dos zonas para depósito de alimentos, una ubicada entre los ejes C a D y 8 a 8' con un área de 30m<sup>2</sup> y otra entre los ejes 8' a 9 y desde el eje A con un área de 17m<sup>2</sup>, el cuarto de refrigeración y el cuarto de congelación

abarcaron  $11.5\text{m}^2$  y  $8.5\text{m}^2$  respectivamente entre los ejes 8 a 8' y A a B, las basuras serán acomodadas en un cuarto de  $7.5\text{m}^2$  entre 9 y 10 junto al eje A, el baño y el vestier se ubican entre 9 y 10 junto al cuarto de basuras en  $10.2\text{m}^2$ , la oficina del ecónomo ubicada sobre el eje B junto al eje 8' tiene un área de  $7\text{m}^2$ , la zona de recibo y lavado de insumos tiene  $3.8\text{m}^2$  y se encuentra junto a la oficina, el cuarto de aseo y el cuarto eléctrico se encuentran entre C y D junto al eje 9 con  $2.80\text{m}^2$  el primero y  $4.70\text{m}^2$  el segundo al lado de las gradas auxiliares. Finalmente, un corredor interior de distribución del eje 5 al 9 junto al eje C abarcando un área de  $35\text{m}^2$ .

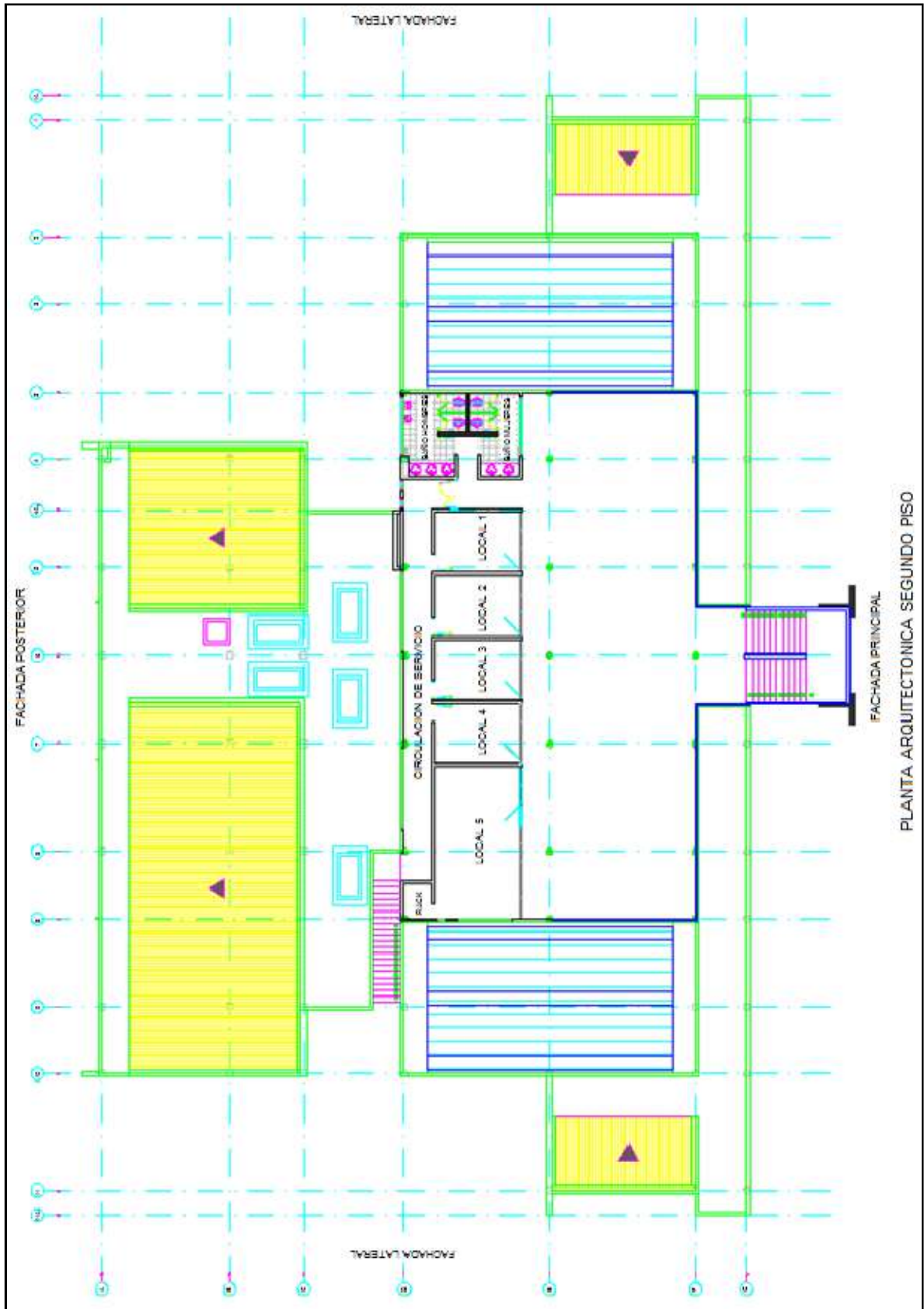
En el segundo piso se encuentran los locales ubicados entre los ejes 4A a 8' y D a E, el corredor para circulación de servicio junto a los locales y entre los mismos ejes y los baños entre 3' a 4A y D a E en un área de  $22\text{m}^2$ .

2. El Polvorín es una edificación cuyos pisos, muros y bóveda se construyeron en concreto reforzado, puesto que en su interior se almacenan dinamita y granadas. El volumen de concreto utilizado fue de  $480\text{m}^3$  de 3000PSI, y la cantidad de acero requerida fue de 16000Kg, en un área de  $757\text{m}^2$  y por un valor de \$560 millones de pesos.

La empresa contratista encargada de la construcción de los tres frentes fue AVILA LTDA, la interventoría estuvo a cargo de INCOPLAN S.A. El plazo de ejecución de la obra fue de once meses, dando su inicio el 19 de octubre de 2009 y con plazo de entrega hasta el 08 de septiembre de 2010.







PLANTA ARQUITECTONICA SEGUNDO PISO

## 6. PARTICIPACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

### 6.1. RANCHO DE TROPA

Cuando se realizó la vinculación al proyecto de construcción del Rancho y Comedor de Tropa, la ejecución de la obra tenía el avance correspondiente a los capítulos que abarcaban los ítems de preliminares y cimientos de la estructura. La obra había iniciado alrededor de cuatro meses antes y su progreso hasta el momento era crítico con respecto a la programación, pues se habían dado indicaciones de coordenadas y topografía del terreno y después de adelantar los ítems de preliminares con actividades como descapote y limpieza, excavación y construcción de campamento, se realizó un cambio en la localización del proyecto, afectando notablemente el avance de las actividades.

En esa etapa, se terminaban de fundir las columnas de concreto del primer piso de la estructura y se realizaba el acomodo y compactación de un material utilizado como capa de sub-base granular.



### 6.1.1. Columnas en concreto

Cumplir satisfactoriamente con éste ítem de obra consistía en elaborar setenta y un columnas de concreto de 3000PSI debidamente localizadas sobre los puntos establecidos para su construcción, respetando las dimensiones y especificaciones expresadas en los planos arquitectónicos y planos estructurales.



Se diseñaron en el área correspondiente al comedor 46 columnas circulares de 35cm de diámetro cada una con ocho varillas de 5/8 de pulgada y estribos en espiral número 3 con paso de 7.5cm. En el área de cocina, se diseñaron 25 columnas cuadradas de 30cm, con la misma distribución de acero y estribos que las columnas circulares.

Fue fundamental para este proceso replantear los ejes de localización de la estructura necesarios para cada una de las columnas y verificar las distancias y los niveles cuidadosamente. Se colocó el refuerzo realizando los respectivos chequeos como cantidad de acero correspondiente, longitudes, soportes y traslajos, se adecuaron las formaletas metálicas según la sección de cada columna garantizando el recubrimiento necesario para proteger el refuerzo y se verificaron plomos y dimensiones.





Culminada la actividad de revisión de las condiciones de cada columna antes de su fundición, se dio inicio a vaciar y vibrar el concreto mecánicamente, prestando especial atención a este último procedimiento, con el fin de obtener un excelente resultado en cada columna al eliminar el aire atrapado en la mezcla y ayudar al concreto a densificar su masa, a amoldarse al encofrado y evitar lo que comúnmente se llama hormigueros.

Pasado un día de efectuarse la fundición de cada columna, se procedió a desencofrarlas y a realizar el curado del concreto utilizando antisol, para que generara una película impermeable y evitara la pérdida prematura de humedad, garantizando un completo curado del material, además, por ser el procedimiento más económico y eficaz para garantizar una obra durable, resistente y libre de fisuras. Las actividades relacionadas con el ítem de columnas de concreto, finaliza al resanar y aplicar el acabado exterior de cada columna y al verificar los plomos y niveles últimos para proceder a su aceptación.



### 6.1.2. Sub-base Recebo

Esta actividad consistió en realizar la colocación y compactación de un material de sub-base granular tipo B400, sobre la superficie de cimentación debidamente preparada. Se llevó a cabo acomodando dos capas del material indicado por la necesidad surgida en el lugar de acomodo y de acuerdo a los alineamientos y dimensiones indicadas en los planos correspondientes a detalles y estudio de suelos del proyecto.

Para obtener un buen resultado en el desarrollo de ésta actividad, se verificaron las condiciones del material escogido, comprobando que cumpliera con las especificaciones previstas en cuanto a calidad, gradación y limpieza, y, los niveles del terreno sobre el que se aplicaba y compactaba el relleno.

El área sobre la que se extendieron los 600m<sup>3</sup> de material fue de 2000m<sup>2</sup> con ayuda de un cargador, procurando mantener un espesor constante de capa de 12.5cm durante su extendido para llegar al nivel esperado después de realizar el acomodo definitivo del material.

Para efectuar la compactación de la sub-base, se utilizaron un compactador vibratorio de rodillo liso y un saltarín, útiles por las propiedades del material y las condiciones del terreno sobre el que se acomodaba; supervisando durante su ejecución, que no se generaran esfuerzos indebidos a ninguna estructura ni se produjeran deslizamientos del relleno sobre el terreno donde se colocaba, para controlar esto, se pegó un muro perimetral con ladrillo tolete de seis hiladas que confinaba el material.

Se realizó este procedimiento al material hasta alcanzar el grado de humedad requerido de la sub-base para obtener el grado de compactación determinado en el estudio de suelos.

Finalmente, se hizo una revisión general a la zona trabajada y se corrigieron las áreas que no se encontraron dentro de las tolerancias establecidas, se verificaron niveles finales y grados de compactación para garantizar la aceptación por parte de la interventoría cuyo fin era aceptar el material compactado al noventa y cinco por ciento (95%) del próctor



modificado, y presentar un CBR igual ó superior al veinticinco por ciento (25%).



### 6.1.3. Losa maciza en concreto

Antes de fundir la losa de concreto, la comisión de trabajadores guiados por su diseño y planos correspondientes para cada caso, se encargó de ubicar y fijar firmemente las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y telefónicas.

Conservando siempre un espesor de 10cm, la placa ó losa maciza en concreto reforzado de piso primario tenía un área de fundición en una primera etapa de 160m<sup>2</sup> correspondiente aproximadamente a una tercera parte de la zona del comedor. Para el área restante correspondiente a completar el comedor, la zona de cocina y depósitos, la fundición de la losa fue avanzando poco a poco a medida que las instalaciones, trabajos y revisiones previas a la actividad iban culminando, para completar un área total de 1300m<sup>2</sup>.







Pudo procederse a la fundición de la losa cuando el refuerzo de la placa o malla electro soldada estuvo dispuesta en el terreno. La malla D84 permitida para esta actividad, debía tener 4.0mm de diámetro y una separación de 15cm entre varillas en ambas direcciones. El recubrimiento de la losa se garantizó al acomodar de forma aleatoria bajo la malla unas panelas fabricadas con mortero y una altura aproximada de 5cm.

Las bases de las columnas se aislaron con polietileno calibre 6 o icopor para generar la junta o dilatación requerida entre la losa y el elemento vertical que amortiguaría los esfuerzos generados por el concreto al dilatarse y contraerse durante su fraguado y variación de temperatura.



El concreto de la placa para esta primera etapa de fundición, fue premezclado de 3000PSI proveniente de la planta PREDELCA S.A.S con una proporción 1:2:3. Se inició el procedimiento originando una planta guía de mezcla que llevó el nivel al que debía terminar la losa. Se vibró con un vibrador eléctrico con periodos cortos de vibrado en un solo punto para evitar la segregación del agregado. Se talló con codal y llana metálica hasta llegar al nivel esperado y dejar la superficie terminada.

El corte de la losa al finalizar el vaciado del concreto se hizo de forma vertical, ya que al continuar la fundición esto controla los efectos de cortante y dilatación. Según las condiciones climáticas al momento de finalizar la fundición, el concreto fresco era protegido para evitar que el agua de lluvia alterara la relación agua cemento de la mezcla y afectara su resistencia; parámetro evaluado con los cilindros fabricados en obra durante la fundición que posteriormente fueron ensayados en laboratorio. El curado del concreto de cada tramo se realizó al otro día de fundida la losa regando agua sobre ella y cubriéndola con una capa de arena saturada que la mantenía húmeda, evitando que el concreto se quemara y perdiera su consistencia generando fisuras en su superficie. Se revisaron los niveles y culminó la actividad.





#### 6.1.4. Entrepiso aligerado

Las losas de entrepiso se consideran como uno de los elementos más delicados en la construcción de estructuras, ya que una colocación incorrecta del acero de refuerzo puede llevarla al colapso sin necesidad de que sobrevenga un sismo.

La losa aligerada de entrepiso de concreto reforzado armada en una dirección, fue fundida con premezclado de 3000PSI y proporción 1:2:3 en el segundo nivel de la estructura del Rancho. Abarcaba un área total igual a 826.90m<sup>2</sup>, tenía un espesor de 5cm de placa y profundidad de 40cm. Sus elementos aligerantes eran casetones de guadua de diferentes dimensiones que descansaban sobre una torta maciza de concreto.

El primer paso a seguir para la construcción de la losa aligerada fue organizar el entarimado sobre el que había de realizarse la fundición. Para esto se necesitaron más de 700 tableros de madera de 1.40x0.70, gatos, cerchas y riostras que sostenían y aseguraban la plataforma de trabajo. Sobre esta plataforma se plantearon los ejes de la estructura y se dibujaron al mismo tiempo las vigas y nervios de la losa utilizando una simbra, se organizó el hierro amarrando los castillos de las vigas con 5 o 6 varillas de 5/8 según lo indicara el plano estructural y estribos de 3/8 y el de los nervios de la losa con 2 varillas de 3/8 y un fleje en S de 1/4 de pulgada. Se revisó la distribución del acero en la plataforma y se corrigió su armadura hasta que cumpliera con los requisitos establecidos de refuerzo, traslapos y recubrimiento.







Donde debían situarse los casetones elaborados con madera y esterilla de guadua, cuyas dimensiones variaban entre 2.20x0.50 que fue el más utilizado y 3.50x0.50 el más grande, se fundió una torta de concreto de 3cm de espesor de proporción 1:4:3 reforzada con malla electro soldada que generara una superficie fácil de repellar, se chequeó al mismo tiempo que se estuviera dejando el espesor de los nervios indicado en el diseño. Tomando precauciones como evadir el tráfico directo sobre los casetones para evitar su deterioro, la preparación del aligeramiento terminó al asegurar los casetones entre ellos y el hierro con alambre negro N°18 con el fin de proporcionar más resistencia a la armadura y contrarrestar el empuje del hormigón en el momento de la fundición.

Se construyó una formaleta perimetral con tableros de 40cm de altura, tabla seca, puntillas y alambre y se colocó la malla electro soldada M159 de separación 15x15cm para controlar los efectos de retracción y temperatura. Se fijaron firmemente las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y telefónicas y se dio inicio a la fundición monolítica entre vigas y losa de entrepiso, distribuyendo el concreto cuidadosamente hasta alcanzar el espesor propuesto. La compactación de la mezcla se realizó con un vibrador eléctrico para las vigas por su rapidez y potencia y con dos vibradores, uno de gasolina y otro eléctrico, de menor tamaño y rapidez para los nervios de la losa.





El trabajo de fundición de la losa fue bastante dispendioso, pues, el volumen de concreto requerido para el procedimiento era aproximadamente de  $140\text{m}^3$ , lo que originó una jornada de trabajo de más de doce horas y varias cuadrillas de trabajo.







Pasado el día de la fundición, por el borde de la losa se elaboró un cordón de mezcla de mortero que encerró la superficie y sirvió para curar el concreto cubriéndolo con agua por más de diez días. Para nivelar la superficie, se preparó un mortero de 3cm de altura con una proporción 1:3 y SIKA 1 líquido mezclado con el agua.

El desencofrado o retiro de formaleta, tableros y tablas, se realizó después de 20 días de terminada la fundición. Finalmente, se elaboró el repello inferior de la losa con mezcla de proporción 1:3.



### 6.1.5. Escalera en concreto

La escalera en hormigón es un elemento en forma de losa dentada inclinada, que comunica, a través de escalones sucesivos, los niveles de una estructura.

En el Rancho y Comedor de Tropa se construyeron dos escaleras, una escalera principal ubicada sobre el eje G y el eje 6 que comunica el corredor del primer piso con la losa que lleva a los locales del segundo piso, ocupando un área de  $20\text{m}^2$ , con un descanso de  $8\text{m}^2$ , una pendiente de  $30^\circ$  y dimensiones para los peldaños de 2m de ancho, 30cm de huella y 17.5cm de contrahuella; y una escalera auxiliar ubicada sobre el eje D y entre los ejes 8' y 9 que comunica la zona de los depósitos con un acceso posterior a los locales del segundo piso, que ocupa un área de  $8.5\text{m}^2$ , pendiente de  $30^\circ$  y dimensiones de peldaños iguales a 1.40m de ancho, 30cm de huella y 17.5cm de contrahuella.

Para iniciar la actividad, se realizó el corte y figuración del acero, se acomodaron las varillas sobre unas panelas de mortero previamente fabricadas para garantizar el recubrimiento indicado por el diseño, se chequearon la cantidad de varillas y su diámetro, los anclajes, el traslapo, los estribos, y la forma como fue asegurado el acero al encofrado inferior de cada escalera.

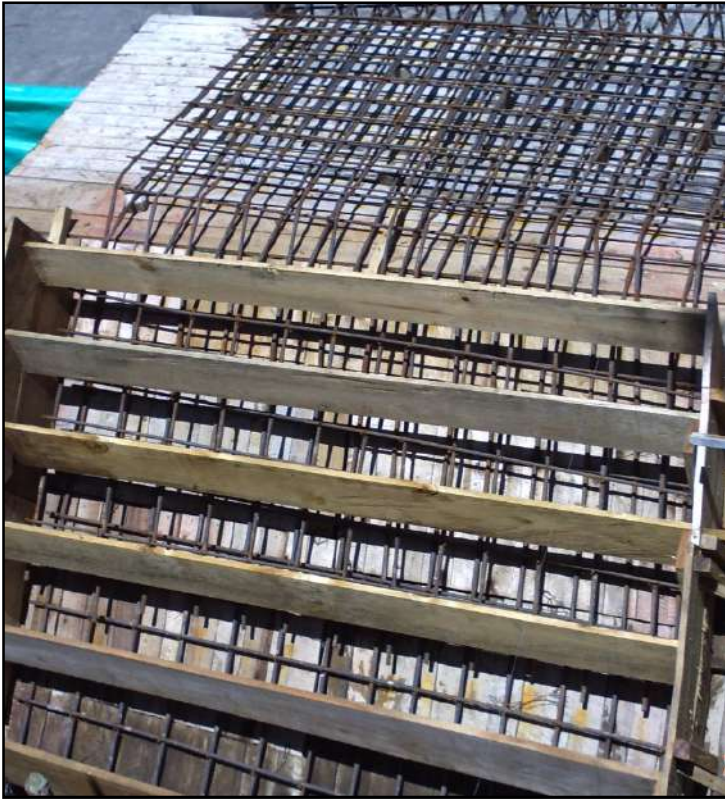
La elaboración de las respectivas formaletas demandó de mucha concentración y cuidado, pues eran la clave para obtener un buen resultado final en la construcción del elemento. Las formaletas se fabricaron con tableros de madera y tablas cortadas a la altura de la contrahuella, debía conocerse con exactitud el nivel de inicio de la escalera y el nivel al que se debía llegar tanto al descanso como al final cuando terminara en el siguiente nivel. Una de las correcciones realizada en repetidas ocasiones tuvo que ver con errores mínimos de medida o de plomo en los elementos que conformaban la formaleta, que aunque parecieran poco relevantes, se transmitían a los siguientes escalones y al finalizar el trabajo representaban diferencias bastante significativas.





La fundición se realizó con el mismo cuidado y el mismo procedimiento que para los otros elementos construidos como columnas vigas y losas. Se preparó la mezcla de concreto con proporción 1:2:3 y después de aprobado el inicio de la fundición, se llevó a cabo siguiendo las recomendaciones conocidas para desarrollar una buena construcción.

Aprovechando la disposición de la formaleta de cada escalera, se realizó el curado del concreto almacenando un poco de agua sobre la superficie de las huellas y rociando constantemente con manguera las contrahuellas. Esto se realizó durante 8 días después de culminada la fundición.



### 6.1.6. Muro en bloque

La construcción de los muros de mampostería se inició con la consulta de los planos de detalles y cortes de fachada de la estructura, en los que se indicaba con exactitud la localización de cada muro. Después de esta lectura, se replantearon los ejes de la estructura y se trazaron los hilos que indicaban la posición donde debía construirse cada uno de ellos, realizando un estricto control de esta actividad.

Los muros se construyeron empleando ladrillo farol o bloque N°5 estriado, con dimensiones 30 x 20 x 12cm, grafil de 4mm ubicado cada tres hiladas abarcando toda la longitud del muro y mortero de pega en proporción 1:3 y espesor 1.5cm.

En la primera planta del Rancho y Comedor de Tropa, se construyeron los muros correspondientes a las zonas de cocción de alimentos, depósitos, áreas de lavado y otros cuartos que completaron una totalidad de 993m<sup>2</sup>, en la segunda planta, se construyeron 680m<sup>2</sup> de mampostería, correspondientes a las divisiones de los locales, baños, corredor y muros perimetrales.

Antes de iniciar la pega del ladrillo, se limpió completamente la losa y se verificaron los niveles, se determinó la cantidad de ladrillos requeridos y mientras se preparaba la mezcla de mortero para su pega, se humedecía cada bloque para evitar que la pieza absorbiera el agua del mortero y facilitara la adherencia entre los materiales. Con una hilada por muro se indicó el inicio y el final de cada uno, planteando de este modo todos los muros sobre las losas.

Al inicio de cada muro y cada 2.0m, se construyó una dovela de 12x12cm en concreto reforzado con mezcla 1:2:3 y 1 varilla de 3/8 anclada a la losa y a la viga de amarre que iniciaba a los 2.30m de altura del muro. Para realizar los cortes del ladrillo se utilizó una pulidora que dejaba vertical, regular y limpia la superficie del bloque con las dimensiones correctas. Para la segunda hilada del muro, los bloques se dispusieron con traba en soga a media pieza y se retiró el sobrante de la mezcla antes de que iniciara su fraguado.



Se finalizó la construcción de los muros al verificar alineamientos, plomos y niveles de las hiladas.



### 6.1.7. Pañete liso de muros interiores

Después de finalizada la actividad de pega de ladrillo, se procedió a repellar los muros utilizando un mortero de 2cm de espesor y proporción 1:3. Para esta actividad fue importante controlar las cantidades de material utilizadas durante la preparación de la mezcla, la cantidad y calidad de agua y el lugar donde se realizó la mezcla.

Para el recubrimiento de los muros interiores se definió en la totalidad de la mampostería, las superficies a repellar, iniciando la actividad después de haber concluido las prolongaciones hidráulicas e instalaciones eléctricas.

Se chequeó nuevamente la nivelación y plomo de los muros a repellar, se elaboraron líneas guías o maestras cada 2m o 3m máximo y se definió el plomo fino o de repello. Con la mezcla preparada y el ladrillo humedecido se inició la pega de mortero, se arrojó con firmeza la mezcla al muro, se talló con un codal hasta enrasar la superficie y se le dio el acabado con una llana de madera. Cuando se trataba de muros que después del repello iban a ser estucados, se mejoraban aún más sus superficies empleando una llana metálica. A medida que se avanzaba con el repello se chequeaba su plomo y escuadra, garantizando un ángulo recto entre ellos, y se moldeaban los filos para que la actividad se ejecutara correctamente.



Finalizado el chequeo de los plomos del repello se realizó el curado de la superficie, rociando agua limpia constantemente durante los cuatro días siguientes, para evitar la aparición de fisuras, un acabado poroso y el desprendimiento de los materiales del repello. En total, se midieron 1270m<sup>2</sup> de área repellada en primer y segundo piso.





### 6.1.8. Albardillas en concreto para protección de muros

Más de 300m de albardilla de concreto reforzado de 3000PSI y 3 varillas de grafil de 4mm se construyeron en los muros del Rancho y Comedor de Tropa, cuyas dimensiones eran 25cm de base, 10cm de altura y dos faldones de 7cm de altura.

Después de definidos los muros sobre los que se debían construir las albardillas, se inició la fabricación de la formaleta, cortando tablas de madera seca, clavando a la medida según el diseño indicado para concreto a la vista y fijando dos pequeños ángulos para dar la forma a la gotera de cada lado. Las tabas empleadas para la formaleta, se untaron con ACPM, facilitando de este modo su posterior retiro sin afectar la superficie del concreto.

Se acomodó el acero requerido para cada albardilla y se preparó la mezcla de concreto con proporción 1:2:3, iniciando luego su fundición. Para este procedimiento constructivo, se chequeó que el concreto llenara completamente la formaleta sin dejar vacíos llenos de aire vibrando mecánicamente al utilizar una varilla que penetraba la mezcla y una maceta de caucho que golpeaba la formaleta. Se verificó el recubrimiento del grafil, el acabado de la gotera, las dimensiones de los elementos y su sección.



Al igual que los otros elementos de concreto fabricados, a cada tramo de albardilla construido se le retiró la formaleta y se le realizó el curado desde el siguiente día de la fundición manteniendo húmeda la superficie con agua limpia.

Para aceptar el trabajo realizado, la construcción de las albardillas debió finalizar resanando su superficie y caras laterales, puliendo filos y goteras, y aplicando pintura color gris basalto para darle un buen acabado exterior. En total se construyeron 180ml de albardilla en concreto.





### 6.1.9. Graniplast fachadas

Para aplicar el graniplast a las fachadas, la actividad de repello rústico de la mampostería cumplía con quince días de culminada. Se aplicaron dos tonos de graniplast a las fachadas del Rancho, marfil gueguin y verde ciprés. En total, se aplicó graniplast a 900m<sup>2</sup> de la primera y segunda planta.

El graniplast por ser un producto listo para aplicar, decorativo, resistente y durable fue una buena alternativa para realizar el acabado de los muros de la estructura, pues además de su fácil y rápida aplicación fue muy ventajoso por su composición acrílica para resanar las pequeñas fisuras que habían quedado de realizar el repello expuesto a la intemperie además de permitir un correcto sellado de sus muros.

En los sitios definidos dentro del proyecto arquitectónico de acuerdo con la localización y las especificaciones establecidas por los planos y detalles, la actividad inició con varias cuadrillas y todos los materiales necesarios con su debida certificación.

El muro elegido para realizar la actividad debía estar completamente seco, cumplido esto, se aplicó una capa adherente de base vinilo o fondeo, amarilla o verde según el tono de graniplast empleando un rodillo, sobre el muro a terminar. Se dejó secar completamente y luego se procedió a aplicar la capa de 3mm del graniplast del color especificado por el proyecto utilizando una llana metálica.



Después de haber instalado el graniplast, se verificó que los filos y muros estuvieran terminados correctamente, que no se presentaran ondulaciones o diferentes planos de acabado en una misma superficie del muro. Este chequeo se realizó con mucho cuidado, ya que una de estas imperfecciones podría ser causal de insatisfacción y rechazo por parte del contratista interventor.

Pasados tres días de haber aplicado el graniplast y cuando éste se encontraba completamente seco, se realizó la prueba de retención de mancha a algunos de los muros. Esta prueba consistió en hacer un lavado de la superficie del graniplast para observar si había pérdida del color o del material aplicado, el resultado fue favorable, pues no se formó ninguna mancha después de secar nuevamente. A medida que la actividad iba avanzando, aleatoriamente se realizaba la prueba sobre los muros para garantizar la calidad del producto aplicado y la mano de obra ejecutada.



### 6.1.10. Enchapes

La actividad de enchapes supervisada en el Rancho y Comedor de Tropa, incluyó la cerámica instalada en el área de cocina y la cenefa instalada en los baños.

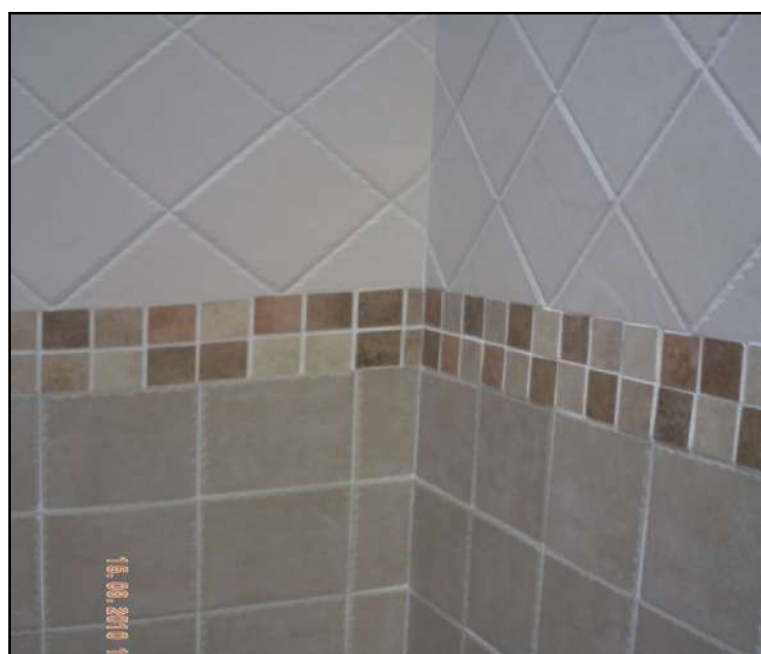
La cerámica de pared empleada para los enchapes de la cocina y áreas de preparación de alimentos tenía dimensiones de 20.3 x 30.5cm, tipo Cergres blanco.

Para iniciar su instalación, se verificó que la superficie del repello se encontrara bien afinada y nivelada, también se chequeó nuevamente el plomo del repello. Se humedeció la superficie a trabajar y se hizo una guía del acomodo de la cerámica sobre el muro según la indicación del diseño, trabajando con piezas completas y dejando el espacio visualmente menos perceptible para acomodar las piezas incompletas.

La cerámica se pegó al repello aplicando pegamix, se tuvo precaución de dejar una separación uniforme entre baldosas de 2mm para posteriormente aplicar cemento blanco y fraguar el enchape. A medida que se avanzaba con la pega de la cerámica, se golpeaba cuidadosamente con una maceta de caucho hasta que la mezcla saliera un poco de la baldosa sin cubrir la superficie. Este sobrante se limpió con una esponja húmeda y se dejó secar durante dos días. Las esquinas fueron protegidas con piragua blanca de aluminio de 1x1cm pegada con la misma pasta. La entrega de la actividad se realizó después de revisar niveles, plomos y la calidad del acabado del enchape, en total, se instalaron 587m<sup>2</sup> de cerámica.

La cenefa tipo románico color gris dorado royal de 22 x 6cm utilizada en las instalaciones de los tres baños del Rancho abarcó 45.5m de enchape. Se utilizó para realizar el cambio de enchape, según lo indicado en los detalles arquitectónicos.

Para instalar esta cenefa, se verificó que la superficie se encontrara bien nivelada y húmeda, se marcaron sobre el repello los niveles entre los que debía pegarse. Para realizar su pega también se utilizó pegamix, se golpeó con una maceta de caucho para uniformizar la pega cuidando la cerámica de rayones o desprendimiento de la malla y se limpio con una esponja húmeda removiendo los sobrantes de la mezcla.



### 6.1.11. Pisos

El piso instalado en el Rancho y Comedor de Tropa de acuerdo con los planos arquitectónicos, abarcaba un área total de 871m<sup>2</sup>. La cerámica utilizada para esta actividad fue baldosa grano de mármol de 2cm de espesor y dimensiones 30 x 30cm.

Antes de iniciar la pega de baldosa se realizó el control de calidad del material, chequeando las piezas a utilizar buscando una textura y color uniforme. Otro control realizado para garantizar la calidad del trabajo elaborado consistió en determinar los niveles del piso terminado hilando correctamente la diferencia entre ellos para cumplir en las zonas indicadas la pendiente establecida por el proyecto.

Sobre el piso primario completamente limpio se inició la aplicación del mortero de pega con un espesor mínimo de 3cm y proporción 1:3. Se definió el orden de colocación del baldosín, planteando la guía de pega en ambas direcciones utilizando piezas completas y dejando las cortadas junto a los muros o en los lugares menos visibles.



La cerámica se acomodó en hiladas sucesivas, asentándolas firmemente y golpeándolas muy suave para dejar un piso uniforme y continuo en ambas direcciones. Entre las baldosas se dejó un espacio libre de aproximados 3mm para el posterior fraguado realizado con cemento blanco. Cada tres hiladas en ambas direcciones, el espacio libre entre baldosas se aumentó a 5mm para ubicar las juntas de dilatación en bronce, que abarcaron hasta entonces 34.40m.

Después de aplicar la mezcla de cemento blanco para fraguar el piso y antes de que endureciera, se realizó la limpieza de las baldosas. Finalmente, pasados tres días cuando las primeras superficies de piso estuvieron instaladas y secas completamente se dio inicio a la limpieza definitiva, utilizando equipo pesado como pulidoras y brilladoras protegiéndolo y conservándolo para hacer entrega a interventoría de la actividad en perfectas condiciones.





## 6.2. POLVORÍN

Para llevar a cabo la construcción de la bóveda destinada al almacenamiento de granadas y dinamita, se realizó una excavación que llegó a los 1600m<sup>3</sup> de tierra que fueron depositados junto al terreno excavado para rellenar y estabilizar la zona, dado que por su cercanía al Río Cauca, presentaba fallas causadas por la erosión y el deslizamiento de material. Esta excavación tardó alrededor de cinco semanas, durante una semana una retroexcavadora inició el retiro del material y abrió paso a ocho personas que finalizaron la actividad utilizando herramienta menor.



Debido a la altura de la excavación que llegó a los 9m y la saturación del terreno se generó un deslizamiento que indicó la inestabilidad del suelo poniendo en riesgo al personal y a la futura construcción. Para dar solución a esta eventualidad se optó por realizar un terraseo con taludes de 0.30m horizontales y 0.60m verticales.

Sobre el terreno firme y nivelado se dejó una capa de base compactada mecánicamente con un saltarín hasta tener la superficie en la cota indicada en los planos, para garantizar su buen acomodo, se extendieron y compactaron tres capas de 10cm del material.



Perimetralmente, se dejó una excavación de profundidad variable a lo largo del terreno en forma escalonada entre 0.50m y 1.80m para rellenar con 89m<sup>3</sup> de concreto ciclópeo, sobre el que se construyó la cimentación de la estructura.





Después, se localizaron y plantearon los ejes que conformaban la distribución de la estructura, se realizó la figuración y acomodo del acero requerido para la zapata diseñada, se organizó la formaleta de la cimentación y se determinó el volumen de concreto necesario para fundir la zapata perimetral de 1.50m de ancho y 0.50m de profundidad. Se organizaron varillas de 5/8 cada 20cm transversalmente y 10 varillas de 3/8 longitudinalmente, formando una parrilla sin utilizar flejes y dejando el anclaje requerido por las varillas de 5/8 cada 20cm a utilizar en los muros o pantallas de la bóveda. Se realizó una estricta revisión al refuerzo y al espacio dejado para recubrimiento. La fundición se realizó por tramos y en total se utilizaron 53m<sup>3</sup> de concreto premezclado de 3000PSI. Al otro día de realizada la fundición de los diferentes tramos se retiró la formaleta y se realizó el proceso de curado con agua limpia.



Después de la fundición de la zapata, se rellenó con tierra amarilla hasta enrasar con la superficie de la cimentación, se compactó y se chequeó su nivelación. Sobre esta superficie se elaboró un solado de limpieza de 3cm de espesor de proporciones 1:3:4.



Para la construcción de los muros laterales se utilizaron varillas de acero de 5/8 acomodadas verticalmente separadas cada 15cm y varillas horizontales de 3/8 con separación de 25cm, debidamente amarradas entre sí formando dos parrillas. Estos muros tienen dimensiones iguales a 18.75m de largo, 0.25m de ancho y 2.25m de alto. La pantalla posterior tiene 7.50m de largo, 0.25m de ancho y 2.25m de alto hasta el nivel donde encuentra una junta de construcción y empieza el semicírculo superior del muro, su refuerzo está conformado por varillas verticales de 6/8 cada 15cm y varillas horizontales de 3/8 cada 25cm.



Después de chequeado el acero de los muros, se procedió a montar la formaleta utilizando tableros de 1.40x0.70, gatos y cerchas acomodados tanto en el interior como en el exterior de la bóveda, apoyados entre sí al solado y al talud respectivamente.

Este sistema se organizó con mucha precaución y exactitud, con el fin de garantizar el espesor de los muros y la capacidad para resistir el peso y el empuje generado por el concreto en el momento de la fundición.



Después se utilizaron andamios, puntales, riostras, tableros y tablas para montar un entarimado a 2m del nivel del piso que sería útil para la movilidad del personal y realizar el vaciado del concreto durante la fundición.



La construcción de los muros se realizó en tres etapas, en la primera se fundió la pantalla posterior y 6m de las laterales. El concreto utilizado para los muros fue premezclado de la planta PREDELCA S.A.S de 3000PSI. El vaciado se realizó recorriendo todos los muros para avanzar uniformemente y para no desestabilizar el montaje.





Para que el concreto cubriera totalmente el acero, se cumpliera con el recubrimiento y se evitara la aparición de hormigueros en las pantallas, a medida que éste llenaba la formaleta, se vibraba la mezcla y se daban golpes con macetas de caucho a los tableros.

Al otro día de realizada la fundición, se procedió a retirar la estructura montada para armar la formaleta y a retirar los tableros y tablas empleadas, dando inicio a la actividad de curado del concreto utilizando antisol.

Inmediatamente después de terminar este proceso, se inició el montaje de la formaleta para avanzar con la fundición de los muros laterales de la segunda etapa, actividad que culminó al cabo de dos semanas. La fundición se realizó en el mismo orden y bajo las mismas instrucciones, obteniendo resultados satisfactorios. Este procedimiento se realizó por tercer vez para culminar con la actividad de los muros, utilizando en total  $54.4\text{m}^3$  de concreto. Esta actividad tardó aproximadamente dos meses.



Después, se organizó la formaleta requerida para dar inicio a la construcción del muro frontal y el pórtico de la puerta, cuyas columnas se caracterizaron por su tamaño, con sección transversal de 0.60x0.70 y altura 5.95m, y la gran cantidad de acero que las conforma. Entre ellas se construyó una viga dintel encargada de recibir las cargas generadas por el muro y a la vez servirles de apoyo. Esta viga tiene una sección de 0.70x0.50 y su refuerzo consiste en 12 varillas #8 y estribos #3 cada 20cm.

Se chequeó el acero del muro, de las columnas y de la viga según lo establecido en los detalles de los planos estructurales, también se revisó la seguridad de la formaleta y de la estructura provisional armada para facilitar el trabajo durante la fundición. Con esto aprobado tanto por el constructor como por el interventor se dio inicio a la actividad.

El muro frontal y las dos columnas se fundieron a la vez generando una estructura monolítica hasta llegar a la viga. Se prestó especial atención al vibrado de la mezcla y al continuo impacto dado a la formaleta para garantizar que el concreto llenara las secciones completamente, dado que por la cantidad de acero, el diámetro de las varillas y el tamaño del agregado era posible que la mezcla no recorriera los elementos completamente.

El retiro de formaleta y el curado del concreto se realizaron al otro día de la fundición al igual que con los otros elementos construidos.

Finalizada esta actividad, se dio inicio a la preparación de la formaleta y acero para la construcción del arco. Esta actividad duró más un mes, se necesitaron más de 1000 tableros, cerchas, gatos, puntales y tacos de guadua para organizar la formaleta en forma de semicírculo.

El acero con el que se iniciaba el refuerzo del arco venía de los muros, varillas #5 cada 15cm, que se unían a las localizadas en la parte superior de la bóveda con un traslapo mínimo de 80cm, este acero formó una parrilla con el ubicado longitudinalmente, varillas #3 cada 25cm.



La formaleta del arco tenía aleatoriamente ubicadas unas ventanillas utilizadas durante la fundición para facilitar el acceso de los vibradores. Al igual que el procedimiento llevado a cabo para fundir las pantallas laterales, el vaciado del concreto se inició recorriendo longitudinalmente la formaleta, formando franjas entre 60cm y 70cm en ambos lados, esto se realizó para que no se generaran esfuerzos que desequilibraran el montaje y para avanzar uniformemente con la mezcla hasta llegar a la parte superior de la bóveda sin que quedaran huellas en la superficie debidas a un fraguado desigual del concreto.





Tras retirar la formaleta de la parte superior de la bóveda, se inició el curado del concreto, cubriendo completamente la superficie con una capa de impermeable de sika 101.



Acercándose nuevamente el trabajo de fundición a la parte frontal del polvorín, se continuaron las actividades de la obra terminando la figuración del acero requerido para completar las dos grandes columnas y el muro sobre la viga dintel que cubría completamente la bóveda desde esa fachada. La formaleta debía elevarse 3.20m por encima de donde había terminado la fundición inicial de estos elementos, es decir, a partir del nivel +2.45. En este punto de la estructura, el trabajo de fundición se facilitó más para la cuadrilla encargada de la actividad. Fue necesario para su desarrollo un buen montaje de andamios y tableros, y una pluma asegurada a un trípode sobre la tarima de un andamio que facilitaba el transporte de la mezcla desde la vía de acceso al polvorín hasta los elementos a fundir.





El siguiente elemento a construir fue la losa de piso terminado de 20cm de espesor, con concreto premezclado y reforzado con una parrilla de varillas de 1/2 separadas 30cm en ambas direcciones, con un proceso de fundición más sencillo que para el resto de la estructura. Después de chequear el acero, se inicia la fundición desde la pantalla posterior, avanzando con el vaciado del concreto y su acomodo entre el acero hacia la puerta del polvorín.

Aunque fue una actividad relativamente más rápida y fácil de manejar, se tuvo especial cuidado en el chequeo del recubrimiento del refuerzo y en el vibrado de la mezcla. Se necesitaron en total 25m<sup>3</sup> de concreto premezclado de 3000PSI para llegar al nivel esperado de piso terminado.

Las actividades de chequeo de materiales y supervisión de actividades en la construcción del polvorín, finalizaron con la elaboración de las aletas o muros que complementan la fachada principal.

Para la cimentación de las aletas se construyeron unas zapatas independientes a las de la bóveda. La zapata a cada lado del pórtico de entrada al polvorín tiene 40cm de espesor, 6.70m de largo y 2.60m de ancho. El refuerzo se distribuyó transversalmente y longitudinalmente con varillas #5 cada 30cm tanto en la parte superior como en la parte inferior de la zapata, formando dos parrillas separadas entre sí 30cm y de este modo dejando un recubrimiento de 5cm en ambas caras, sin necesidad de estribos porque el gancho de las varillas se encarga de la separación entre parrillas.

El refuerzo de las aletas inicia formando un dentellón que nace 40cm antes del inicio de la cimentación, atravesando el refuerzo de la zapata y llegando a la altura establecida por el diseño. Su refuerzo también lo conforman dos parrillas, una de ellas con varillas verticales de 5/8 separadas 25cm centro a centro y varillas horizontales de 1/2 cada 30cm, y otra, con varillas verticales de 1/2 cada 25cm y varillas horizontales de 1/2 cada 30cm. La primera parrilla ubicada en la parte delantera del muro y la segunda parrilla en la parte posterior del muro cerca del material filtrante y relleno que soporta.

Las aletas de forma triangular tienen 30cm de espesor, 6.68m de longitud y 5.60m de altura. El diente de cada aleta se ubica a 60cm de la parte delantera de la zapata, su espesor también es de 30cm y sobre los 1.70m restantes de zapata descansa el material filtrante y relleno que ayuda a estabilizar el peso del muro que actúa en la zapata.



## **7. CONTROL REALIZADO A MATERIALES UTILIZADOS EN OBRA**

El control de los procesos, la racionalización de los recursos, y el cumplimiento de los requisitos del cliente, son los mecanismos con los cuales se garantiza un mejoramiento continuo y un producto eficaz, asegurando con ello el crecimiento de las organizaciones en el mercado competitivo.

En la empresa se dispone de los recursos necesarios para garantizar el cumplimiento de esta política y la motivación del personal de la organización, quienes están comprometidos para dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

El control de calidad de un proyecto empieza en la adecuada planificación de las actividades a desarrollar, seguido por la verificación de su ejecución basándose en las normas y las especificaciones relacionadas y, las revisiones posteriores a la finalización del proyecto.

En el área de la construcción, la calidad no solo hace referencia a las propiedades de los materiales o de los recursos con los que se cuenta, ya sean humanos, técnicos o financieros, sino que abarca de forma global los procesos productivos que tienen que sufrir estos recursos para transformarlos en un bien.

En el sector constructivo se trabaja con muchos materiales y se llevan a cabo diferentes procesos consecutivos y complementarios entre sí. Por lo tanto, la eficiencia y resultado de un proceso dependen no solo del desarrollo de su actividad, sino también del control y buen manejo que se le haya dado a las anteriores, lo que se verá reflejado a largo plazo en la optimización de los rendimientos, disminución del tiempo de trabajo, mayor economía en los proyectos y mejor calidad de los resultados.

## **7.1. CONCRETO HECHO EN OBRA**

Para realizar la supervisión al concreto hecho en obra se tuvieron en cuenta varios aspectos que incidirían en la producción de una mezcla en óptimas condiciones, como la calidad de los materiales, la dosificación empleada y el tiempo de mezcla.

El control realizado a los materiales como grava y arena, materia prima del concreto, para garantizar su calidad, incluía realizar una evaluación que descartara agregados segregados, contaminados o con impurezas como arcillas, limos, sales, hojas, basura o materia orgánica.

El control realizado para garantizar la calidad del cementante consistió en supervisar el almacenamiento del cemento chequeando las tarimas instaladas para evitar el contacto de los sacos con el suelo o con la humedad y revisar el estado de los plásticos con que se cubrían. Además, programar la salida de los bultos almacenados como máximo en treinta días para evitar su hidratación y endurecimiento.

La calidad de agua a usar en la preparación del concreto también es un factor de importancia, para este proceso se supervisó el uso de agua potable, libre de materia orgánica, sin olor, sin sabor, ni color. Además se verificaba frecuentemente que las canecas usadas para almacenar de forma provisional el agua a utilizar estuvieran limpias y libres de óxido.

Para controlar la dosificación de la mezcla, se verificó que la proporción utilizada fuera la correspondiente a su diseño. Los cajones se fabricaron según las dimensiones arrojadas por el diseño: 0.33x0.33x0.36m.

Durante la producción del concreto con mezcladora mecánica, se supervisó la cantidad de agua agregada a la mezcladora, el número de cajones de agregado grueso y agregado fino y el bulto de cemento. Además, se controló el tiempo de mezclado, alrededor de un minuto o el número de revoluciones recomendadas por el proveedor del equipo para generar una mezcla uniforme.



Se recomendó además, evitar durante el transporte golpes continuos que generaran la segregación de la mezcla, y que después de vaciada en el sitio rápidamente se conformara el elemento a fundir, con un vibrado adecuado.



## 7.2. CONCRETO PREMEZCLADO

La ventaja más sobresaliente en el empleo de concreto premezclado es la garantía de su producción en cuanto a las propiedades mecánicas del material, avalado no sólo por un riguroso control mediante continuas pruebas realizadas sobre el producto final, sino que además se realizan diferentes controles de los componentes, a través de un tratamiento estadístico de los mismos, y la capacitación permanente del personal involucrado en dichas tareas.

El control efectuado en obra al concreto premezclado consistió en realizar la prueba de manejabilidad de la mezcla elaborando el cono de slump para cada mixer que llegaba a la obra, consignando el resultado obtenido de asentamiento y comparando éste último con el dato indicado en la especificación.



Finalmente, se controló la elaboración de cilindros que fueron probados en laboratorio para determinar la resistencia que alcanzó el concreto a los 28 días de realizados y se compararon los resultados con el valor determinado en el diseño estructural.

En la obra se llevó un control de toma de cilindros, diligenciando un formato en el que se especificaba la fecha de elaboración, la referencia del cilindro, elemento fundido y su localización. Con esta información eran llevados al laboratorio, donde después de ensayados se complementaba la información.



El modelo de tabla en el que se presentaban los resultados de las muestras de cilindros de concreto ensayados fue el siguiente:

CONTROL DE CONCRETO										
OBRA	RANCHO DE TROPA									
MUESTRA	BR -	UBICACIÓN ESTRUCTURA	RESISTENCIA DE DISEÑO	FECHA DE TOMA	FECHA DE ENSAYO	SLUMP -	EDAD	RESISTENCIA OBTENIDA	OBSERVACIONES	DOSIFICACIÓN
23	129	Colum G1 y H6'	3000 PSI	09-03-10		2			Concreto preparado en obra	1 : 2 : 3
	130			09-03-10		2			Con arena de CONEXPE y arena de PTO TEJADA	1 : 2 : 3
	131			09-03-10	06-04-10	2	28	4014 PSI		1 : 2 : 3
	132			09-03-10	06-04-10	2	28	3990 PSI	Muestra columna H6'	1 : 2 : 3
	133			09-03-10		2				1 : 2 : 3
24	134	Piso primario ejes D y E entre 7 y 8	3000 PSI	13-03-10	10-04-10	2.5	28	3175 PSI	Concreto preparado en obra	1 : 2 : 3
	135			13-03-10	10-04-10	2.5	28	3210 PSI	Con arena de CONEXPE y arena de PTO TEJADA	1 : 2 : 3
	136			13-03-10		2.5			Muestra ejes D y E entre 7 y 8	1 : 2 : 3
	137			13-03-10		2.5				1 : 2 : 3
33	177	Losas segundo piso ejes D y G entre 1 y 11	3000 PSI	29-04-10	06-05-10	5.75	7	2760 PSI	Concreto premezclado de Predelca	1 : 2 : 3
	178			29-04-10	27-05-10	5.75	28	3314 PSI	Concreto premezclado de Predelca	1 : 2 : 3
	179			29-04-10	27-05-10	5.75	28	3331 PSI	Concreto premezclado de Predelca	1 : 2 : 3
	180			29-04-10	29-05-10	5.75			Concreto premezclado de Predelca	1 : 2 : 3
34	181	Segundo tramo escalera principal	3000 PSI	30-04-10	28-05-10	6.0	28	3654 PSI	Concreto preparado en obra	1 : 2 : 3
	182			30-04-10	28-05-10	6.0	28	3651 PSI	Concreto preparado en obra	1 : 2 : 3
	183			30-04-10		6.0			Concreto preparado en obra	1 : 2 : 3
	184			30-04-10		6.0			Concreto preparado en obra	1 : 2 : 3



## 8. FUNCIONES ADMINISTRATIVAS

Para dar cumplimiento a las funciones administrativas encargadas por parte del Ingeniero Residente, la primera actividad realizada consistió en hacer las mediciones de los ítems de obra ejecutados, calcular las respectivas cantidades, y utilizar estos resultados para elaborar la planilla de pago correspondiente a cada contratista según la cantidad de trabajo desarrollado por él y su comisión.

Estas mediciones y cantidades totales fueron útiles también para elaborar las actas de entrega parcial correspondientes a cada fecha establecida, documentos elaborados con mucha rigurosidad, pues los formatos establecidos exigían una descripción detallada de los valores entregados y su localización con respecto a los ejes de la estructura planteados para ejecutar la construcción, además de requerir anexos fotográficos e indicaciones sobre planos, material que debía prepararse a medida que avanzaba cada actividad en obra.

Fue indispensable cumplir con estas actividades para realizar una comparación entre el comportamiento real de la obra y el estimado en el presupuesto y en el programa de construcción, además para verificar el cumplimiento de las metas señaladas por la programación.

El avance y la culminación de las actividades cumplidas en cada día de trabajo fueron registrados en el libro de la obra o bitácora al terminar la jornada laboral, observaciones realizadas tanto por el Ingeniero Residente Constructor como por el Ingeniero Residente Interventor.

Otra actividad complemento de las funciones administrativas, consistió en efectuar el control del personal activo en la obra, revisando y actualizando las planillas de trabajadores en las que se consignaban las fechas de ingreso y salida, la asistencia, las horas extra y observaciones si eran necesarias.

Dentro de los ítems evaluados para realizar las planillas de pago de los contratistas, se encuentran:

La pega de muro con bloque de ladrillo farol, ítem medido y pagado por metro cuadrado ( $m^2$ ) de muro ejecutado y debidamente aceptado por la interventoría después de verificar el cumplimiento de los requisitos mínimos de la actividad.

El pañete liso o repello sobre mampostería, medido y pagado por metro cuadrado ( $m^2$ ) de superficies planas, quebradas, machones, mochetas ó muretes y cualquiera que fuera su altura y longitud. Los filos, dilataciones y goteras necesarias, estaban incluidas dentro del valor de metro cuadrado de repello. Todo lo anterior debidamente chequeado y aceptado por el constructor y por la interventoría.

Las alfajías en concreto, actividad medida y pagada por metro lineal (ml) de alfajía y remates debidamente ejecutados de acuerdo con los planos de detalle y aceptados por interventoría.

El enchape de muros, actividad que incluyó filos y remates debidamente instalados, medido y pagado por metro cuadrado ( $m^2$ ) de enchape recibido satisfactoriamente.

La cenefa tipo románico color gris dorado utilizada en las instalaciones de baños, medida y pagada por metro lineal (ml).

El enchape de piso, medido y pagado por metro cuadrado ( $m^2$ ) instalado y debidamente aceptado.

## 9. CUADRO COMPARATIVO ENTRE OBJETIVOS PROPUESTOS Y CUMPLIDOS

OBJETIVOS PROPUESTOS	OBJETIVOS CUMPLIDOS
<p>Observar y participar en las actividades desarrolladas durante la realización de la pasantía como procesos constructivos, técnicos y administrativos, que sirven de experiencia para la formación del Ingeniero Civil.</p>	<p>Las actividades como Auxiliar de Ingeniero Residente, inician con el recorrido de los frentes de trabajo, en el cual se observó el avance de la obra y los ítems ejecutados hasta el momento. Actividad realizada en adelante atentamente con el fin de adquirir experiencia y práctica para ejercer en el campo profesional.</p>
<p>Efectuar un control permanente del avance en la construcción de la obra, haciendo registro de los procesos observados y una comparación con los programados.</p>	<p>El seguimiento de las actividades constructivas se realizó a diario, esto fue necesario para determinar el rendimiento general de los ítems en obra y comparar los resultados según su programación.</p>
<p>Aplicar los conocimientos adquiridos durante el proceso formativo como Ingeniero Civil, en las diferentes actividades de la obra, afianzando y adquiriendo criterios profesionales.</p>	<p>Fue muy útil aplicar las bases teóricas adquiridas en la Universidad, principalmente las relacionadas con construcción, estructuras y administración, para efectuar según los conceptos aprendidos, una revisión correcta durante el desarrollo de la actividad.</p>
<p>Vigilar y controlar la correcta ejecución de todos los trabajos de acuerdo con las normas, especificaciones y planos del proyecto de construcción.</p>	<p>Otra función como Auxiliar de Ingeniero Residente en la ejecución de la obra, consistió en controlar el procedimiento efectuado en las actividades asignadas, haciendo registro de los pasos y resultados obtenidos para compararlos con los indicados en planos y especificaciones del proyecto.</p>

## 10. CONCLUSIONES

- Durante el desarrollo de la práctica laboral se contribuyó con el seguimiento y evaluación de las actividades de construcción establecidas en obra, para garantizar su excelente realización e identificar a tiempo las eventualidades surgidas durante su ejecución atendiendo a las soluciones ingenieriles propuestas de cada caso.
- Dar indicaciones precisas al personal que trabaja en las actividades constructivas, es clave para que todos los procedimientos se realicen de forma correcta según lo hayan establecido los planos de diseño y de detalles, las especificaciones técnicas y las recomendaciones de los ingenieros.
- El control de calidad de los materiales utilizados en la construcción es fundamental para obtener resultados satisfactorios, para un concreto producido en obra se debe tener en cuenta una adecuada dosificación, cumplir con las proporciones establecidas en el diseño de la mezcla, controlar la manejabilidad y supervisar los materiales empleados, además del constante control de las etapas que intervienen en el proceso de su elaboración, todo esto con el fin de obtener un concreto completamente compacto, es decir, denso, resistente, durable e impermeable, y no un concreto débil, poco durable, alveolado y poroso, en otras palabras bastante ineficaz.
- El aporte brindado por un estudiante de Ingeniería Civil en la ejecución de una obra es significativo, pues su acompañamiento durante el desarrollo de las diferentes actividades constructivas y administrativas del proyecto agiliza el desarrollo de éstas beneficiando oportunamente su avance, al mismo tiempo, esta práctica fortalece y complementa los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de la carrera.



- Los niveles de competencia que demanda actualmente el mercado laboral exigen que además del conocimiento de elementos teóricos, se maneje adecuadamente el conocimiento empírico con el fin de ejercer correctamente en casos reales que beneficien a la comunidad.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

- RIVERA LÓPEZ, Gerardo Antonio. Concreto Simple. Popayán - Colombia. Universidad del Cauca. 1992.
- POLANCO F., Luis Fernando. Construcción I. Popayán - Colombia. Universidad del Cauca. 2000.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. NSR-98 Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente. Capítulo C.
- GARCÍA, Bernarda. CHAVES, Ana María. Normas Técnicas Para Elaborar Documentos. 2da Edición. Bogotá - Colombia. Litografía San José.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Compendio – Tesis y Otros Trabajos de Grado. Bogotá: ICONTEC.
- Planos arquitectónicos, estructurales, de detalles, hidráulicos, memorias de obra, bitácora de cada frente del proyecto.