

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROYECTO CONDOMINIO BOSQUES
DEL MARQUEZ DE LA CONSTRUCTORA PROINSAC LTDA**



**INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL (PASANTÍA)
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**JUAN SEBASTIAN SEMANATE DIAZ
COD: 04082025**

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2014



UNIVERSIDAD DEL CAUCA - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL – DEPARTAMENTO DE
CONSTRUCCIÓN “AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROYECTO CONDOMINIO BOSQUES DEL
MARQUEZ DE LA CONSTRUCTORA PROINSAC LTDA”

AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROYECTO CONDOMINIO BOSQUES DEL MARQUEZ DE LA CONSTRUCTORA PROINSAC LTDA



INFORME FINAL DE PRÁCTICA PROFESIONAL (PASANTÍA)
PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

JUAN SEBASTIAN SEMANATE DIAZ
COD: 04082025

Jefe de Departamento
Ingeniero DIEGO FERNANDO MARTÍNEZ

Director de Pasantía
Ingeniero FREDDY JARAMILLO

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

2014



Nota de aceptación:

El Director y El Jurado han leído este documento, escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio.

Firma del Jurado



CONTENIDO

	Pagina
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	10
1.1 UBICACIÓN Y DISTRIBUCION	10
1.2 PARTICIPANTES Y AVANCE DEL PROYECTO	11
2. OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GENERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	12
3. JUSTIFICACION	13
4. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS	14
4.1 CONSTRUCCION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES	14
4.1.1 Localización	14
4.1.2 Amarrado	16
4.1.3 Encofrado	17
4.1.4 Vaciado del elemento	18
4.1.5 Desencofrado	21
4.1.6 Curado	22
4.2 CONSTRUCCION DE LOSAS DE ENTREPISO	23
4.2.1 Armado del encofrado	23
4.2.2 Amarrado del acero de refuerzo	25
4.2.3 Colocación de casetones recuperables de icopor	27
4.2.4 Instalación de refuerzo de retracción y temperatura	29



4.2.5 Colocación de formaleta lateral	30
4.2.6 Referenciación de niveles	31
4.2.7 Fundición de la losa	31
4.2.8 Desencofrado de la losa	35
4.2.9 Retiro y armado de los casetones de icopor	37
4.3 CONSTRUCCION DE OBRAS ADICIONALES	38
4.3.1 Filtros franceses en los muros de contención	38
4.4 LABORES ADMINISTRATIVAS	41
4.4.1 Control de pedidos y almacén	41
4.4.2 Registro de actividades en la bitácora de obra	44
4.4.3 Registro y realización de las nominas para pago de personal	45
4.4.4 Registro de las horas extras	47
4.4.5 Pedido y cubicación del concreto para losas	48
4.4.6 Informes comparativos de costos	49
4.5 MANEJO DE MUESTRAS DE CONCRETO	50
4.5.1 Realización de la muestra	50
4.5.2 Desencofrado y curado de la muestra	51
4.5.3 Transporte y rotura de las muestras	52
4.5.4 Recibo e interpretación de resultados	52
5. ANALISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS DE TECNICAS CONSTRUCTIVAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO.	53
5.1 CASETONES DE ICOPOR RECUPERABLES	53
5.2 CONCRETO HECHO EN SITIO	55



5.3 USO DE VARILLAS DE 12M EN VIGAS	56
6. CONCLUSIONES	58
7. BIBLIOGRAFIA	59



LISTA DE FIGURAS

	Pagina
Figura No 1 Localización del proyecto	10
Figura No 2 Nacimiento de elemento estructural desde cabeza de caisson	14
Figura No 3 Detalle de referencia en placa	15
Figura No 4 Verificación de perpendicularidad entre los ejes	15
Figura No 5 Amarrado del refuerzo en elementos verticales	16
Figura No 6 Encofrado de elementos estructurales	17
Figura No 7 Detalle del separador de formaleta	18
Figura No 8 Preparación de concreto hecho en sitio	18
Figura No 9 Proceso de distribución del concreto	20
Figura No 10 Proceso de desencofrado	21
Figura No 11 Aplicador de curador en elementos estructurales	22
Figura No 12 Alistamiento del equipo para el armado de losa	23
Figura No 13 Armado del encofrado de losa	24
Figura No 14 Amarrado de refuerzo principal en las losas	26
Figura No 15 Amarrado de refuerzo de nervios	27
Figura No 16 Colocación de casetones de icopor	28
Figura No 17 Detalle del separador de casetones	29
Figura No 18 Instalación de refuerzo de retracción y temperatura	30
Figura No 19 Instalación de formaleta lateral	30
Figura No 20 Detalle de referenciación de niveles	31



Figura No 21	Suministro de concreto premezclado por PREDELCA S.A.S	33
Figura No 22	Proceso de distribución y tallado del concreto	34
Figura No 23	Proceso de texturizado y curado del concreto	35
Figura No 24	Proceso de desencofrado y re-atraque de la losa	36
Figura No 25	Detalle de casetón de icopor recuperable	37
Figura No 26	Extracción de casetones de icopor	38
Figura No 27	Detalle de cuneta del filtro y tubería perforada	39
Figura No 28	Relleno del filtro con material granular	40
Figura No 29	Detalle de lagrimal de muro y conducción del mismo	40
Figura No 30	Registro de actividades en bitácora	45
Figura No 31	Moldes para la realización de especímenes de concreto	50
Figura No 32	Detalle de referenciación de muestras de concreto	51
Figura No 33	Transporte de muestras de concreto	52



LISTA DE TABLAS

	Pagina
Tabla No 1 Stock mínimo y pedido de materiales	41
Tabla No 2 Control de almacén	43
Tabla No 3 Control de recibo de granulares	44
Tabla No 4 Control de equipo alquilado	44
Tabla No 5 Nomina para el pago de personal	46
Tabla No 6 Registro de horas extras	47
Tabla No 7 Tabla de cálculo para pedido de concreto premezclado	48
Tabla No 8 Informe comparativo de costos de obra periodo (Abril – Julio)	49
Tabla No 9 Comparación de costo de casetón recuperable vs casetón de esterilla	54
Tabla No 10 Comparación de costo de concreto premezclado vs concreto hecho en obra	56
Tabla No 11 Comparación de costo de uso de acero de 6m vs acero de 12m	57



1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El condominio Bosques del Márquez de la constructora Proinsac es uno de los proyectos más ambiciosos desarrollados actualmente en la capital Caucana, consta de 44 apartamentos en una sola torre divididos en 12 niveles más 3 niveles de parqueaderos para un total de 15 niveles, el más completo club house de la ciudad dotado de 2 piscinas climatizadas, gimnasio, cancha de squash, sauna y turco, 2 ascensores panorámicos, planta eléctrica total y los más bellos acabados en carpintería y obra blanca de la ciudad .

1.1 UBICACIÓN Y DISTRIBUCION

Localizado en la calle 51N # 7-40 el proyecto contará con un envidiable acceso vehicular, en una de las zonas de más alta valorización de la ciudad, a tan solo 5 minutos del centro comercial Campanario y de diferentes colegios y universidades.

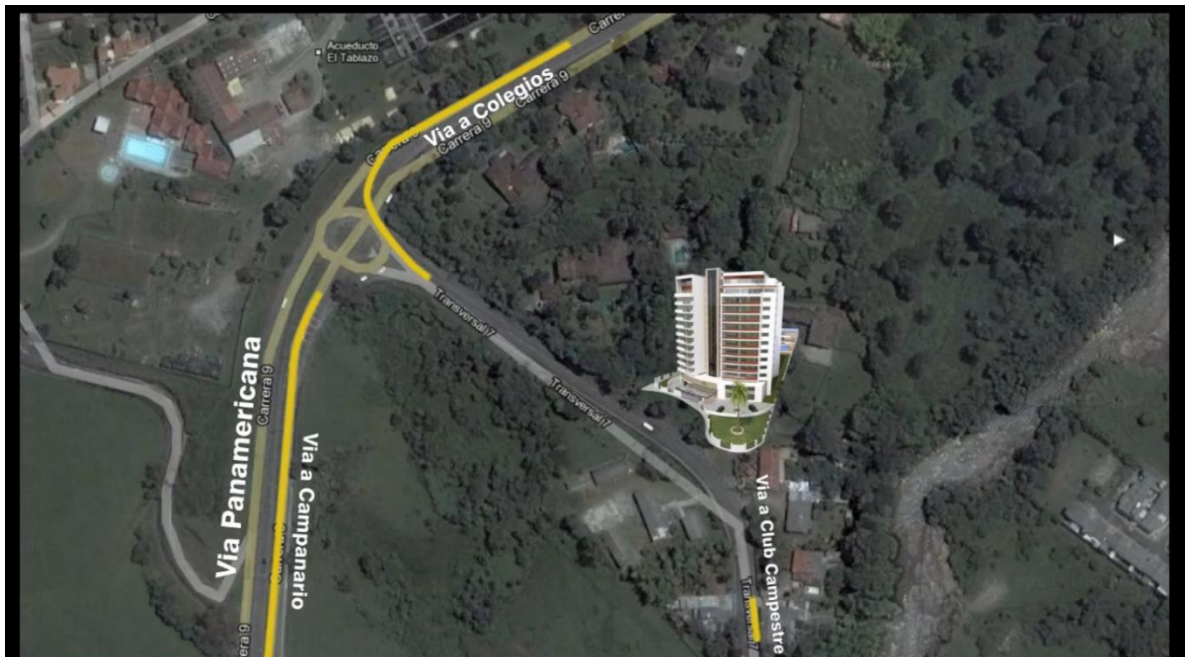


Figura No 1. Localización del proyecto



En el condominio Bosques del Márquez se manejan 3 niveles de parqueaderos para un total de aproximadamente 100 parqueaderos, 10 niveles de 2 tipos de apartamentos que constan de 220m², 2 parqueaderos y una bodega en la zona de parqueaderos y los 2 últimos niveles que serán pent-houses de 350m² dúplex.

1.2 PARTICIPANTES Y AVANCE DEL PROYECTO

Gerente del proyecto: Rafael Alberto Semanate

Dirección Técnica: Ing. Andrés Castrillon Valencia

Diseño estructural: Ing. Juan Manuel Mosquera – Ing. Carlos Ariel Hurtado

Estudios de suelos: Ing. Hugo Cosme – Ing. Carlos Escobar

Diseño arquitectónico: Arq. Jairo Andrés Maldonado – Julián Gómez

Diseño eléctrico: Ing. Jairo Mosquera

Diseño hidráulico: Ing. Henry Rivera

El proyecto se encuentra en construcción desde el día 20 de junio de 2011 cuando se recibió autorización y disponibilidad de alcantarillado por parte de la empresa de Acueducto y Alcantarillado de Popayán, en este tiempo se realizó el movimiento de tierras y la excavación y construcción de 56 pilotes o caissons de diámetro 1.5m hasta una profundidad de 18m por debajo de la superficie del lote del proyecto, al iniciar el trabajo de grado se avanzaba en la construcción de los elementos estructurales del primer nivel para el levantamiento de la primera losa del proyecto y la construcción de muros de contención y obras complementarias como filtros y rellenos.



2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Participar como Auxiliar de ingeniería en la construcción de la estructura del proyecto Condominio Bosques del Márquez.

2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Supervisar la construcción de los diferentes elementos estructurales conforme a los diseños y normas vigentes.
- Asignar personal, recursos y materiales para las diferentes labores durante la construcción y encargarse de la bitácora de obra.
- Controlar administrativamente el desarrollo de la obra mediante el cálculo de presupuestos, pedidos, inventarios etc.
- Control del concreto producido en obra en lo referente a calidad y cantidad.



3. JUSTIFICACION

La residencia en un proyecto de la magnitud del Condominio Bosques del Márquez es una experiencia profesional y personal en la cual cualquier profesional de la ingeniería le gustaría participar, este proyecto será para el estudiante una serie continua de aprendizaje en varios campos de la ingeniería y en todos los aspectos relacionados con la construcción.

Esta oportunidad de práctica profesional será la oportunidad en la que el estudiante pondrá en funcionamiento todos los conocimientos recolectados durante la carrera y deberá aportar acertadamente en el desarrollo del proyecto, el cual exigirá la correcta toma de decisiones, el orden administrativo propio de una obra, el manejo de personal, la supervisión de procesos constructivos y demás funciones propias de un residente de obra.

El estudiante deberá asumir este reto profesional con toda la responsabilidad, entrega y altura que se espera de una persona proveniente de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca.



4. DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS

4.1 CONSTRUCCION DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES VERTICALES

4.1.1 Localización

La localización de los elementos estructurales se puede considerar la columna vertebral del éxito en la construcción de una obra y en una construcción de una torre de múltiple niveles como la del condominio Bosques del Márquez esta debe ser una actividad de especial cuidado y responsabilidad debido a que los errores pueden volverse acumulativos y significativos varios niveles más adelante y muy difíciles de subsanar además de ser muchas veces perjudiciales a la hora de la realización de los acabados internos y fachadas.

Cada elemento estructural del edificio “nace” desde uno de los caissons por lo cual en la etapa de construcción de los mismos se realizo la ubicación del centro de cada uno de ellos y los respectivos ejes del proyecto, con equipo topográfico de precisión.



Figura No 2 Nacimiento de elemento estructural desde cabeza de caisson



Para los niveles siguientes se trazaron los ejes subiendo puntos de referencia a determinadas distancias y dejándolos debidamente demarcados en los bordes de losa externos, como puntos de referencia. Para esta tarea se usó equipo manual como hilos, plomadas de punto y cintas métricas.



Figura No 3. Detalle de referencia en placa

Posteriormente se realiza la ubicación o “cimbrado” de cada elemento claramente en el concreto usando los ejes posteriormente demarcados y se chequea que en las intersecciones de las cimbras se produzca una escuadra perfecta.

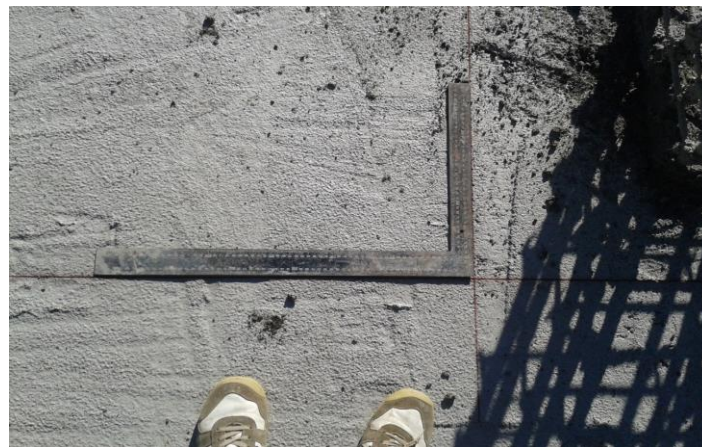


Figura No 4. Verificación de perpendicularidad entre los ejes



4.1.2 Amarrado

Posteriormente al cimbrado y localización de los elementos se realiza el procedimiento de amarrado del acero de refuerzo de los elementos estructurales teniendo en cuenta los diseños del ingeniero calculista en cuanto a los siguientes aspectos:

- Diámetro de acero usado
- Separación del refuerzo longitudinal, transversal en pantallas y flejes en columnas
- Longitud del refuerzo
- Longitud del traslapo
- limpieza del acero y la superficie del elemento
- Longitud de los ganchos de varillas y flejes

En esta tarea se trabajó en la inducción y preparacion de una cuadrilla compuesta por un oficial y 4 ayudantes los cuales debían entregar a satisfacción todos los elementos estructurales de un sector en cuanto a los aspectos mencionados anteriormente además de la verticalidad y orientación de los castillos para evitar problemas en el momento del encofrado.



Figura No 5. Amarrado del refuerzo en elementos verticales



4.1.3 Encofrado

Este proceso netamente manual fue realizado usando encofrados de madera y metálicos los cuales se modulaban para las diferentes dimensiones de los elementos estructurales tales como pantallas y columnas. Estos encofrados se aseguraban usando cerchas y tacos metálicos además de cable de acero en sectores de borde de placa los cuales mediante tensores y “perros” metálicos se usaban para tensionar el elemento.



Figura No 6. Encofrado de elementos estructurales

Para asegurar las cerchas a cada lado del elemento se usaban tornillos de 3/8” con tuerca y arandela soportadas por un pedazo de telera de madera de chanul el cual soporta la presión del concreto en estado plástico y evita el uso de torón de alambre economizando costos y tiempos en el proceso

Para garantizar el espesor de las pantallas y el recubrimiento del acero se amarraban separadores flejados manualmente en obra además de pedazos de varillas sobrantes del proceso de amarrado con las respectivas dimensiones del elemento. Después del armado de la formaleta se procedía al perfeccionamiento de la verticalidad o plomo del elemento mediante el uso de los tacos y los tensores.



Figura No 7. Detalle del separador de formaleta

En la revisión del elemento previo al vaciado se trazaban hilos paralelos a los ejes y se comprobaba que no hubiera rotaciones en los diferentes elementos además de su correcta posición respecto a las “cimbras” previamente trazadas, se revisaba la verticalidad del elemento y se autorizaba el vaciado del mismo.

4.1.4 Vaciado del Elemento

Los elementos estructurales se realizaban con concreto hecho en el sitio en proporción 1:2:2 en volumen para columnas individuales y 1:2:2,5 en volumen para columnas-pantallas y pantallas.



Figura No 8. Preparacion de concreto hecho en sitio



Previamente a la fundición del elemento se realiza el alistamiento del equipo, materiales y la logística propia del proceso en el cual se debía disponer de suficiente:

- Agregado (0.7m³ por M³ de concreto a preparar)
- Arena (0.65m³ por m³ de concreto a preparar)
- Cemento (8 sacos de 50kg por m³ a preparar)
- Agua (2 canecas de 55 galones)
- 2 Vibradores (Tipo aguja eléctrico, vibrador a gasolina de 6,5HP de reserva)
- Mezcladora tipo trompo (Suficiente combustible para la fundición)
- Herramienta Varia (Balde, Palas, Palustres, Porra de caucho)
- Cuadrilla de 11 ayudantes y 1 oficial distribuidos de la siguiente manera:
 - 4 Ayudantes en la dosificación de agregados (2 arena, 2 triturado)
 - 1 Ayudante Operario de la Mezcladora
 - 4 Ayudantes en la cadena de distribución de baldes
 - 2 Ayudantes en el llenado del elemento
 - 1 Oficial en la labor de vibrado del concreto

El primer paso a realizar en la fundición del elemento era el lavado interno del encofrado para retirar posibles impurezas sobrantes del proceso de amarrado y encofrado además del humedecimiento de las formaletas para evitar así que la porosidad y absorción propia de la formaleta de madera succione el agua de la mezcla. Antes de la preparación del concreto se prepara un mortero de consistencia suave preparado en proporción 1:2 en volumen conocido como purga o ceba el cual se le aplica uniformemente al interior de la formaleta y cuyo fin es la reposición de las posibles pérdidas de pasta de cemento en el proceso de fundición, el consumo aproximado de esta purga era de alrededor de 0.5 sacos por m³ de concreto a preparar.

Se prepara el primer bachado de concreto el cual es de control de asentamiento para chequear la correcta cantidad de agua de amasado debido a la fluctuación



en los valores de humedad de los agregados, se corregía el asentamiento de la misma mediante la adición de cemento en casos donde el asentamiento fuera muy grande o la adición de mas agua donde el asentamiento fuera demasiado bajo para así mejorar la manejabilidad de la mezcla. Se continúa el proceso realizando los sucesivos bachados de concreto con el asentamiento ideal logrado con la mezcla de prueba.



Figura No 9. Proceso de distribución del concreto

Se realizaba el vibrado de la mezcla en capas equivalentes al ancho de la botella del vibrador, entre 0.35m y 0.5m y penetrando las capas alrededor de 0.1m, también se usaba el golpe con porra de caucho en las caras de la formaleta para un mejor acabado y compactación. Esta labor de demasiada importancia era realizada por el oficial a cargo el cual era capacitado para evitar dejar capas sin vibración o por el contrario realizar un vibrado excesivo del concreto, segregando sus componentes.

Después de terminar el proceso de vaciado del elemento se procedía a chequear nuevamente la verticalidad del elemento y se corregían las posibles desviaciones que hubiera podido tener el elemento, mediante el uso de los tacos y tensores. Posteriormente se realizaban labores de aseo de los aceros, los equipos y de la superficie de trabajo para mantener un correcto ambiente en la obra.



4.1.5 Desencofrado

Después de 24 horas de vaciado el elemento con un margen de +/- 4 horas se realizaba el desencofrado del elemento siempre teniendo especial cuidado con no estropear muy fuerte el elemento debido a la fragilidad del concreto recién fraguado además de no forcejear con los castillos para no provocar daños internos a la estructura de concreto.



Figura No 10. Proceso de desencofrado

Se realizó la capacitación de una cuadrilla de 3 ayudantes los cuales eran los encargados de esta labor teniendo en cuenta las recomendaciones descritas anteriormente y el buen trato del equipo para prolongar al máximo su vida útil. Ellos contaban con todos los elementos de seguridad y la capacitación adecuada para poder realizar esta labor en lugares peligrosos como los vacios del edificio y la fachada que por su altura y riesgo no podían ser realizados por algunos de los trabajadores de la obra.



4.1.6 Curado

Posteriormente al desencofrado del elemento se realizaba el curado del mismo usando el producto de la marca SIKA: Antisol Blanco el cual se aplicaba posteriormente al humedecimiento del elemento, con un consumo de 200 g/m² mediante el uso de una fumigadora manual.



Figura No 11. Aplicación de Curador en elementos estructurales



4.2 CONSTRUCCION DE LOSAS DE ENTREPISO

4.2.1 Armado del encofrado

Después de tener todos los elementos estructurales verticales de determinado sector se iniciaba el proceso del armado de la losa de entrepiso, el cual iniciaba con la determinación de los niveles a usar en el armado. Se seleccionaba un elemento estructural y se marcaba un nivel de referencia de 2,80 m el cual mediante manguera de niveles se demarcaba en los demás elementos definiendo el nivel final del entrepiso.

Posteriormente se realizaba el alistamiento del equipo de encofrado a utilizar, el cual constaba de:

- Cerchas Metálicas
- Tacos o Parales Metálicos
- Tacos de guadua
- Tableros de madera de 1.4m * 0.7m
- Diagonales cortas y largas



Figura No 12 Alistamiento del equipo para armado de losa



Se iniciaba el armado de la losa mediante el uso de los tacos metálicos en los extremos y el de tacos de guadua en los sectores centrales, se realizaba la nivelación de las cerchas superiores a nivel 2,70m para con el tablero de 0.1m de espesor llegar a la altura de entrepiso deseada de 2,80m. Este procedimiento se lograba mediante el uso de la rosca metálica en los parales metálicos y mediante cuñas de madera en los tacos de guadua.



Figura No 13 Armado del encofrado de losa



Posteriormente se colocaban los tableros de madera en la losa y se realizaba un último chequeo en la nivelación. La nivelación aunque se hacía con cierto rigor se manejaba una precisión de $\pm 0.5\text{cm}$ siempre teniendo en cuenta que una losa mal nivelada puede reducir el peralte de las vigas o aumentar excesivamente el consumo de concreto.

4.2.2 Amarrado del acero de refuerzo

Este proceso el cual demanda la mayor cantidad de tiempo y recursos humanos en el proceso de construcción de la losa, se realizaba por una cuadrilla de 1 oficial con 7 ayudantes, el cual se materializaba mediante un orden lógico. Se iniciaba con la limpieza de las cabezas y el acero de los elementos verticales los cuales después del proceso de fundición y desencofrado podían quedar con detritos de concreto estos se retiraban con agua a presión o medios manuales buscando maximizar la adherencia del concreto de las losas a los elementos verticales.

Se iniciaba este proceso con el amarre de 5 estribos en las columnas y columnetas con sus respectivos ganchos los cuales se distribuían según las especificaciones del diseño estructural, en este caso 7,5cm de separación.

Antes de iniciar el amarrado de los demás elementos de la losa se realizaba el cimbrado de la misma en la cual se delimitaban las áreas de las vigas, riostras y viguetas y así armar los castillos con su ubicación deseada y garantizar los recubrimientos de los elementos.

Se iniciaba el armado de las vigas de carga siempre iniciando con el castillo típico el cual era de 4 varillas de $\frac{3}{4}$ " (Una en cada extremo) con flejes de $\frac{3}{8}$ " los cuales se amarraban 10 flejes a 0.1m de los nudos (Zonas de alto compromiso del cortante) y en zonas de confinamiento (Traslapes de varillas) y a 0.15m en zonas de menor compromiso estructural después se realizaba el amarre de los refuerzos de las vigas en zonas de altos momentos los cuales generalmente era varillas de 1" o $\frac{3}{4}$ " de longitud 3m.



Figura No 14 Amarrado de refuerzo principal en las losas

Se maximizaba el uso de varillas de 12m según disposición del distribuidor para así mantener una integridad estructural mayor, generar menos zonas de traslapes las cuales incrementaban el costo del proceso debido a la longitud del traslape (1m) y amarre de mayor cantidad de estribos.

Después de tener las vigas de carga armadas se iniciaba el armado de las vigas de amarre de pórtico las cuales tenían un diseño típico en todos los ejes de 6 varillas de 5/8" (3 arriba y 3 abajo) y la distribución de flejes idéntica a las vigas de carga y de las riostras de la losa las cuales también tenían un diseño típico de 4 varillas de 5/8" y flejes de 1/4" cada 0.2m a todo lo largo del elemento.

Posteriormente al armado y revisión de todas las vigas armadas bajo las especificaciones nombradas anteriormente se procedía al armado del refuerzo de los nervios los cuales usaban acero de 3/8", 1/2" y refuerzos en 5/8" donde las condiciones de esfuerzos y apoyo lo solicitaban además del amarre de 5 ganchos de 1/4" cada 0.2m.



Figura No 15 Amarrado de refuerzo de nervios

4.2.3 Colocación de los casetones recuperables de icopor

Se procede a la colocación de los casetones de icopor de acuerdo a las medidas de las bóvedas previamente cimbradas y a la distribución de la losa además de los casetones de medidas irregulares los cuales se hacían en esterilla de guadua y se forraban en plástico para poder ser recuperados posteriormente.

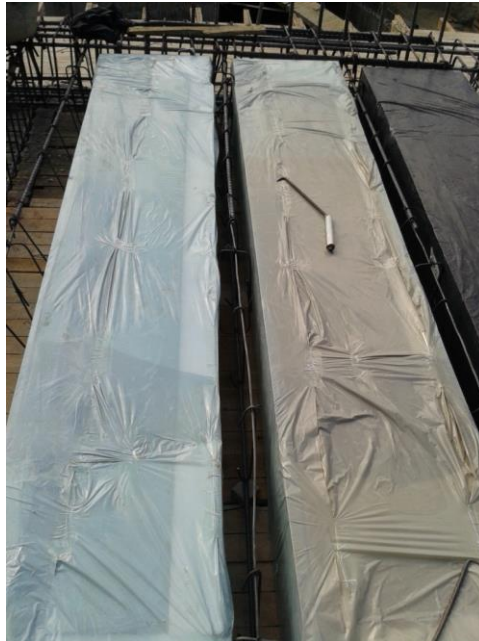


Figura No 16 Colocación de casetones de icopor

Debido a lo liviano de los casetones y al asentamiento del concreto premezclado usado para la fundición de las losas, se procedía a la instalación de separadores de acero recuperables los cuales tenían la función de garantizar el espesor y recubrimiento del acero de refuerzo. Estos separadores se ubicaban en filas las cuales se amarraban con varillas de 3/8” y se iban retirando a medida que se realizaba la fundición, se lavaban y se disponían



para el siguiente uso. Adicional a esto se usaban panelas de mortero para garantizar el recubrimiento en las vigas.



Figura No 17 Detalle del separador de casetones

4.2.4 Instalación del refuerzo de retracción y temperatura

Se procede al amarre del refuerzo de retracción y temperatura el cual constaba de una parrilla de acero de 1/4" con separación de 0.2m en el sentido perpendicular a los nervios y cada 0.5m en el sentido de los nervios. Se estiraban y enderezaban los aros de acero de 1/4" en las 2 direcciones y se amarraban todos los vértices, además se usaba esta parrilla para centrar el refuerzo de los nervios. En ocasiones se usaba malla electro-soldada de 6mm la cual generaba un mayor rendimiento pero un costo mas elevado.



Figura No 18 Instalación de refuerzo de retracción y temperatura

4.2.5 Colocación de formaleta lateral.

Después del armado de la losa se procede a la instalación de los tableros laterales los cuales servirán para contener el concreto en la losa, siempre teniendo en cuenta de realizar esta tarea con base a puntos subidos mediante plomadas de losas inferiores y no basarse a los bordes de los elementos estructurales extremos para así evitar cometer errores por posibles desplomes de estos elementos.



Figura No 19 Instalación de formaleta lateral



4.2.6 Referenciación de niveles

Un procedimiento vital previo a la fundición de la losa de entrepiso consistía en la referenciación de los niveles de la losa para la fundición, proceso en el cual se marcaban en los elementos estructurales un nivel de 1.4m por encima del encofrado en el cual después de la fundición de la losa de 0.4m de espesor se manejaría un nivel de 1m terminado, este nivel se marcaba en los ejes literales de las vigas de carga y entre estos ejes para ahí templar los hilos que se usaran en el procedimiento de tallado en el momento de fundición de la losa.



Figura No 20 Detalle de referenciación de niveles

4.2.7 Fundición de la losa

Previo al inicio del proceso de fundición se debía alistar el equipo y distribuir el personal requerido para todo el proceso, era necesario tener disponibilidad del siguiente equipo y personal distribuido de la siguiente manera:

- 2 Vibradores (Vibrador a gasolina de 6,5HP y Tipo aguja eléctrico de reserva)
- Herramienta menor varia (Baldes, Palas, Palustres, Porra de caucho, codales de aluminio de diferentes longitudes, Carretas)
- Cuadrilla de 12 ayudantes y 4 oficiales distribuidos de la siguiente manera:



8 Ayudantes en la distribución del concreto

1 Ayudante encargado del retiro de separadores e instalación de pines en la losa.

2 Oficiales encargados del tallado del concreto

1 Ayudante en la instalación de hilos y nivelación de la superficie previa al tallado

1 Oficial en la labor de vibrado del concreto

1 Oficial en la labor de inspección del encofrado durante la fundición

2 Ayudantes en el acompañamiento a la supervisión del encofrado

El concreto para la fundición de las losas de entepiso era suministrado de 2 maneras, con concreto preparado en sitio en losas donde el transporte del mismo fuera sencillo además por razones económicas las cuales profundizaremos mas adelante y con concreto premezclado suministrado por la empresa PREDELCA S.A.S.

Lo primero, previo a la fundición de la losa, era el humedecimiento del encofrado de la losa y el lavado de posibles impurezas restantes del proceso de armado y amarrado de la losa, La fundición de la misma se realizaba en el sentido de las vigas de carga de la losa para así evitar entrecortar estos importantes elementos y se extendía en secciones entre vigas de carga y 1/3 adicional para entrecortar las viguetas en zonas de bajo compromiso estructural.

Cuando el proceso de fundición se realizaba con concreto premezclado de 3000 p.s.i suministrado por PREDELCA S.A.S el proceso de montaje, operación e instalación de la tubería de distribución y la bomba estacionaria era realizado por personal de dicha empresa. El cebado de la misma se realizaba con mortero en dosificación 1:2 en volumen el cual retiraba las impurezas de la tubería y la bomba y era desechado al momento de salir por la manguera distribuidora (Trompa de elefante).



Figura No 21 Suministro de concreto premezclado por PREDELCA S.A.S

Al iniciar en si el proceso de vaciado de la losa requería de especial cuidado en la distribución del concreto el cual por su asentamiento propio del proceso de bombeado tendía a mover los casetones de icopor inclusive con separadores instalados por lo cual se requería llenar los nervios de determinado sector uniformemente previo al llenado de las vigas. Después de distribuir el concreto en un sector, sin contratiempos en el llenado, se procedía a la nivelación exacta de tramos rectos o plantas entre los cuales el oficial tallador colocaba el codal de aluminio y nivelaba la zona entre plantas.



Figura No 22 Proceso de distribución y tallado del concreto

Los sectores en los cuales se ha realizado el proceso de tallado pasan a una segunda etapa donde después de la desaparición del brillo en la superficie del concreto se procede con la tarea de texturizado según sea el caso y curado usando el producto de la marca SIKA Antisol Blanco. Dicho texturizado realizado por personal especializado debido al pulimento de la tarea, se lograba con el uso de un cepillo de aluminio con cerdas del mismo material el cual era arrastrado en tramos de 3,0m. Este proceso se realizo en las losas del 2do y 3er nivel del edificio destinadas a parqueaderos.



Figura No 23 Proceso de texturizado y curado del concreto

4.2.8 Desencofrado de la losa

La tarea de desencofrado de la losa se realizaba en 2 etapas, la primera el día inmediatamente posterior a la fundición de la losa en la cual se retiraba la formaleta lateral de la losa para poder realizar diferentes tareas como la subida de los ejes de un nivel inferior y además para así poder aplicar curador en los bordes de la losa.

La segunda etapa de desencofrado realizada posterior a recibir los resultados de las roturas de muestras de concreto sometidas a compresión simple las cuales se fallaban a 7 y 14 días. Si la resistencia a la compresión simple resultaba igual o superior al 70% de la resistencia calculada para la losa (3000p.s.i) se daba la orden del desencofre con un margen de 2 días para lo cual el desencofrado se realizaba en un periodo nunca inferior a 13 días en los cuales la losa desarrollaba resistencias cercanas al 90% las cuales eran corroboradas con las muestras que se fallaban a los 14 días.



Después de tener la aprobación para el desencofre de losa por parte de la dirección técnica se procedía al desarme de la losa, desarmando secciones entre ejes de 3,0m de largo en las cuales se realizaba esta labor de especial cuidado debido a que después del desmonte de los parales metálicos, los tacos de guadua y las cerchas metálicas, los tableros de madera por su poca adherencia al concreto debido a la eliminación de la malla y el pañete usado tradicionalmente podrían desprenderse súbitamente y causar algún percance por lo cual dichos tableros se retiraban manualmente por el personal y así evitar daños al equipo y al grupo de trabajo. Después del retiro y acomodo del equipo se procede al refuerzo de la losa el cual constaba de una cercha sostenida por parales metálicos instalada en las vigas de carga y en la riostra de la losa la cual es cercana a la mitad de los nervios, dicho refuerzo se mantenía hasta obtener los resultados de los ensayos de compresión a los 28 días.



Figura No 24 Proceso de desencofrado y re-atraque de la losa



4.2.9 Retiro y armado de los casetones de icopor.

Después del desencofre y refuerzo de la losa se procedía a darle paso a la cuadrilla de retiro, armado y envoltura de los casetones de icopor, cuadrilla especializada compuesta por 4 ayudantes, 2 en la labor de extracción y 2 en la labor de empaclado. Esta labor iniciaba retirando el plástico exterior protector para poder tener acceso a cada una de las piezas, las cuales se retiraban mediante herramienta común como barras y piezas de madera mediante un orden específico (Primero las 3 cuñas centrales y después las 2 laterales) siempre evitando el maltrato del casetón o el del plástico que recubre cada una de sus partes.



Figura No 25 Detalle de casetón de icopor recuperable

El casetón era dispuesto de tal manera que no se fueran a mezclar con las piezas de otros casetones debido a que estas piezas eran de diferente dimensión inclusive en casetones de la misma dimensión. Las personas encargadas de este trabajo manual de empaque, iniciaban reparando el plástico de las piezas que por el proceso de extracción podía sufrir cierto maltrato y después procedía a empaclar cada casetón en bolsas de polietileno y era



sellado con cinta plástica gruesa. Después el casetón era referenciado con su medida y se podía disponer de él para el siguiente sector de losa a trabajar.



Figura No 26 Extracción de casetones de icopor

4.3 CONSTRUCCION DE OBRAS ADICIONALES

4.3.1 Filtros franceses en los muros de contención

Debido a la altura de algunos de los elementos estructurales que daban contención al terreno alrededor de la obra se construyeron filtros en las caras externas de los mismos para así evitar problemas debido a la presión hidrostática y evitar sobre-esfuerzos en los mismos. Estos filtros se construían de manera tradicional con unas dimensiones de 0.7m de espesor y altura variable según a la altura del muro de contención (3,2m, 6,4m y 9,6m).

Inicialmente se realizaba el pendientado de la superficie del filtro hacia donde se deseaba que se evacuara el agua, usando pendientes no menores al 2%,



posteriormente se procedía a realizar una cuneta triangular con concreto en proporción 1:3:4 usando como uno de los lados la cara del muro para así tener mayor capacidad de evacuación del agua, se instalaba tubería de aguas lluvias de 3” perforada en la mitad de su perímetro con agujeros de 3/8” con una separación no mayor a 0.25m entre agujeros en ambos sentidos, después de instalada y soldada dicha tubería se procedía al llenado del filtro con grava de río de tamaño máximo 1 ½”.



Figura No 27 Detalle de cuneta del filtro y tubería perforada

Al llegar a la superficie deseada era cubierto con una capa de material protector compuesta de arena de río para así evitar la rápida colmatación del filtro y alargar su vida útil.



Figura No 28 Relleno del filtro con material granular

Al momento de construcción del muro también eran dejados pedazos de tubería de 3” en las bases de los muros conocidos como lagrimales con una separación de 1.5m los cuales eran conectados y canalizados para facilitar las labores constructivas y que posteriormente se conectarán al alcantarillado pluvial del edificio.



Figura No 29 Detalle de lagrimal de muro y conducción del mismo



4.4 LABORES ADMINISTRATIVAS

4.4.1 Control de pedidos y almacén

Una de las labores más importantes en el proyecto era la realización de los pedidos a la gerencia de obra y el seguimiento a los gastos del material para no entorpecer la obra por falta de material o generar desperdicios injustificados por exceso del mismo, para la realización de esta labor se manejaba un stock mínimo de los más relevantes materiales de construcción, a continuación detallamos el stock mínimo y unas cantidades aproximadas de pedido de acuerdo al desarrollo y necesidades de la obra.

Acero:

Dimension	Stock minimo	Pedido Aproximado
1/4"	50 Kg	400Kg
3/8"	100 Un	350Un
1/2"	20 Un	100Un
5/8"	50 Un	150Un
3/4"	30Un	200Un
1"	30Un	120Un

Tabla No 1 Stock mínimo y pedido de materiales

Cemento:

Se manejaba un Stock mínimo de 50 sacos de 50Kg y los pedidos de 300 sacos

Agregados:

Se debía disponer de mínimo 1 viaje de 7m³ de arena y de triturado

Varios:

Alambre negro: mínimo 20kg, pedidos de 120kg

Discos de corte



Combustibles y lubricantes

Baldes

Cinta y plástico para empaque de casetones

Adicional a esto se realizaba el seguimiento detallado a los consumos de materiales de la obra y al ingreso y estado de los equipos propios y alquilados para lo cual se usaba una tabla que mostramos a continuación la cual era enviada quincenalmente a la gerencia del proyecto.



UNIVERSIDAD DEL CAUCA - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL – DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN “AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROYECTO CONDOMINIO BOSQUES DEL MARQUEZ DE LA CONSTRUCTORA PROINSAC LTDA”

Bodega	Entrada	Salida	Usos	Procedencia	M3 teorico	M3 con desperdicio (5%)	No sacos teorico	No sacos usados	Sacosxm3	Restante en bodega
31	200	150	31,55M ³ de muro en el eje H entre 1 y 11 (Tipo cont 1 nivel, tipo 7 y tipo 9) Pantalla eje B entre 2 y 4 con respectivas columnas B4 y B2 (tipo C2) + Columna G1 (Tipo C3)	Construccion remision: 171514	17,67	18,5535	141	150	8,06472799	81
81		46	Pantalla tipo 6 entre A y B con sus respectivas Columnas A6 y B6 (Tipo C2) + 0,9mts de muro de contencion de 2 niveles sobre el eje A + 3mts de Cimiento eje A entre 8 y 10	Construccion fact: 57711	4,71	4,9855	44	46	9,301385098	35
35	200	66	22mts de Cuneta de forma triangular en la parte trasera del muro de contencion de la parte derecha del lote (Eje H)		6,8	7,14	58	66	9,243697479	169
169		5	Soldado de limpieza cimiento del muro curvo perimetral del sector Sur-oriental				5	5		164
164		3	Soldado de limpieza cimiento del muro curvo perimetral del sector Sur-oriental				3	3		161
161		71	Pantalla tipo 1 eje 8 entre A y B con sus respectivas Columnas A8 y B8 (Tipo C2) + 4,5mts de muro de contencion de 2 niveles sobre el eje A		6,57	6,8985	61	71	10,29209248	90
90		5	Soldado de limpieza cimiento del muro perimetral sector eje H entre 1 y 3				5	5		85
85		10	Soldado de limpieza muro perimetral sector sur-oriental + paneles de moctero				10	10		75
75		54	12,45M ² de Cimiento muro perimetral sector sur-occidental e 0,4		4,98	5,229	35	54	10,32702238	21
21	200	8	Soldado de limpieza sector eje A entre 2 y 4	Construccion factura #58091		0	8	8	#DIV/0!	213
213		92	Cimiento muro perimetral sector sur-oriental y 11m de vigas de cimentacion sobre el eje F, G y H		12,3	12,915	87	92	7,123499806	121
121		17	Cimiento extra para corredor de posicion de aceros del muro sobre el sector sur-occidental				17	17		104
104	20	104	8,6m de cimiento sobre el eje A entre 2 y 6 + 5,5m de cimiento sobre el eje 2 entre A y B + 2 cabezas de caslon sobre el eje A + 4,9m de viga de cimiento tipo Z1 sobre el eje 4 entre A y B	20 bultos de cemento traidos desde ferreteria de Levi	13,6114	14,29197	95,2798	104	7,276813483	20
20	200			Construccion factura #						220
220		31	4,2m de Cimiento del muro perimetral de la parte sur-oriental hasta llegar al eje F + 3,2m de viga de cimentacion tipo Z1		3,48	3,654	30	31	8,463853311	189
189		168	22mts de muro perimetral sobre el sector sur-occidental + 4 m de pantalla tipo 2 sobre el eje A entre 4 y 6 + 5,35m de muro de contencion de 2 niveles sobre el eje A entre 2 y 6 + Columna A4 tipo C3		22,366	23,4843	157	168	7,153715461	21
21	200	97	19mts de muro perimetral sobre el sector sur-oriental	Construccion factura #	10,64	11,172	87	97	8,682420337	124
124		9	Cunetas de filtros de muros perimetrales del sector sur							

Tabla No 2 Control de almacén



UNIVERSIDAD DEL CAUCA - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL – DEPARTAMENTO DE
CONSTRUCCIÓN “AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROYECTO CONDOMINIO BOSQUES DEL
MARQUEZ DE LA CONSTRUCTORA PROINSAC LTDA”

Fecha	Recibo Proinsac #	Recibo Marleny #	Material	Cantidad	Precio	Valor total
24/01/2013	74	3358	Triturado	7,2	76700	552240
31/01/2013	75	3313	arena	8	46700	373600
31/01/2013	76	3314	arena	8	46700	373600
31/01/2013	77	3315	Triturado	8	76700	613600
06/02/2013	78	3345	arena	8	46700	373600
06/02/2013	79	3346	Triturado	8	76700	613600
06/02/2013	80	3347	Triturado	8	76700	613600
06/02/2013	81	3417	arena	7,2	46700	336240
09/02/2013	82	3430	Triturado	7,2	76700	552240
14/02/2013	83	3562	arena	7,2	46700	336240
14/02/2013	84	3563	arena	7,2	46700	336240

Tabla No 3 Control de recibo de granulares

		Equipo alquilado CVS equipar Gleason										Totales en obra
Elementos		Ingresos					Devoluciones					
Fecha		Inicial	13/02/2013	19/02/2013	21/03/2013	22/02/2013						
	Andamio marco de 1,5*1,5	8										8
	Cruceta de 2,5m	8										8
	taco metalico corto de 3,3m	100	50		50							150
	Taco metalico largo de 3,7	90				30						120
	Viga metalica de 3,0m	80	60		50	100						240
	Diagonales cortas			100	30	70						170
	Diagonales largas			100	30	30						130

Tabla No 4 Control de equipo alquilado

4.4.2 Registro de las actividades en la bitácora de obra

Se realizaba el registro de todas las actividades de la obra en la correspondiente bitácora detallando fecha, avance, contingencias, gráficos, etc. la cual era firmada fecha a fecha por la dirección técnica.



UNIVERSIDAD DEL CAUCA - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL – DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN “AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROYECTO CONDOMINIO BOSQUES DEL MARQUEZ DE LA CONSTRUCTORA PROINSAC LTDA”

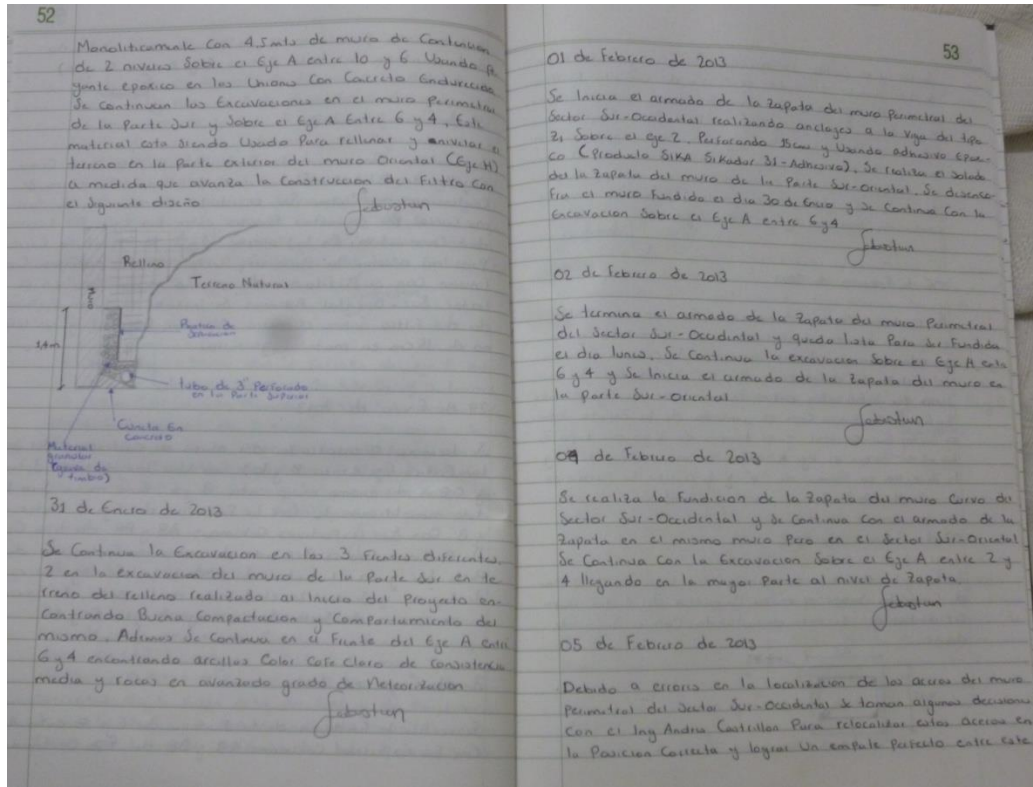


Figura No 30 Registro de actividades en bitácora

4.4.3 Registro y realización de las nominas para pago de personal

Se llevaba el registro diario de las asistencias y faltas del personal para que hacia mediados y finales de cada mes se realizaran las respectivas nominas para el pago del personal y los respectivos recibos de pago del mismo.



UNIVERSIDAD DEL CAUCA - FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL – DEPARTAMENTO DE
CONSTRUCCIÓN “AUXILIAR DE INGENIERÍA EN EL PROYECTO CONDOMINIO BOSQUES DEL
MARQUEZ DE LA CONSTRUCTORA PROINSAC LTDA”

CONDOMINIO BOSQUES DEL MARQUEZ																				
Nomina del 15 al 30 de junio																				
	16	17	18	#	#	21	22	23	24	25	#	27	28	29	30					
	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	TOTAL DIAS	Dias HE	TOTAL PAGADO		
Albeiro Camayo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	1	320.000		
Alexander Mopan	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		300.00		
Algelmiro Quilindo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		300.00		
Armando Hoyos	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14		280.000		
Carlos Alirio Maca					x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	11		220.000		
Dario Lopez	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		300.000		
Diego Campo Pisso	x	x	x	x	x	x	x	x	R							8		160.000		
Diego Marino Campo	x	x	x	x	x	M	x	x		x	x	x	x	x	x	13,5	1	290.000		
Diego Valencia (Vigilante)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		350.000		
Edinson Muñoz	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		300.000		
Eider Mendez	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	1	320.000		
Eustorgio Dominguez	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		300.000		
Evelio Juanillo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		420.000		
Fabian Bambague	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	1	448.000		
Fredy Osorio	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		300.000		
Heriberto Sanchez	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14	1	300.000		
Ivan España	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		420.000		
Jaime Palacios (Maestro)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		1.200.000		
Jairo Roa		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14		392.000		
Jorge E. Oime Garzon	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14		280.000		
Jose Julian Gurrute	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	14		280.000		
Juan Carlos Camayo	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		300.000		
Juan David Burbano		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	14		280.000		
Luis Joaquin Yandi	l	l	l	l	l	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	1	320.000		
Reinel Urbano	x	x	x	x	x	x	A	l	l	l	l	l	l	l	l	15		300.000		
Richard Ortega									x	x	x	x	x	x	x	7		140.000		
Rodolfo Sanchez	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	1	320.000		
Rodrigo Pabon	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	1	320.000		
Rogelio Quinayas	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		300.000		
Sandro bambague	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		420.000		
Sergio Murillo										x	x	x	x	x	x	5		140.000		
Ubeimar Muñoz Bravo										M	x	x	x	x	x	5,5		154.000		
William Itaz	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15		300.000		
Wilmar Bedoya									x	x	x	x	x	x	x	7	1	224.000		
Yeison Morales	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	15	1	320.000		

Tabla No 5 Nomina para el pago de personal



4.4.4 Registro de las horas extras

Se llevaba detalladamente el registro de las horas extras del personal registrando las horas extras obtenidas y descontadas por descansos o permisos, dichas horas extras se le cancelaban al personal cuando completara un día de trabajo (8 horas) con su debido recargo de ley

	Horas Extras			Permisos o dias pagos		
Albeiro Yandi	0,5			2		-1,5
Alexander Mopan	3	3		1	4,5	0,5
Algelmiro Quilindo	0,5			0,5	1	-1
Dario Lopez	0,5			3		-2,5
Diego Marino Campo	6,5			1,5		5
Edgar Quilindo	2	3		1		4
Edinson Yandi	6,5	3	1			10,5
Eduar Chaparral	7					7
Evelio Juanillo	6			1		5
Fabian Bambague	-4,5					-4,5
Fabio Bonilla	-1					-1
Fabio Quinayas	3					3
Fredy Gutierrez	3					3
Fredy Osorio	4,5					4,5
Giovanny Gurrute	0					0
Gustavo Balanta	5,5	3	1			9,5
Heriberto Sanchez	6	3		2		7
Javier Castillo	-2	3	1			2
Juan Carlos Camayo	3,5					3,5
Luis Joaquin Yandi	-0,5	3				2,5
Norfer Becerra	9	1				10
Olmer Chaparral	1					1
Omar Ordoñez	5	3				8
Pedro Quilindo	2,5					2,5
Reinel Urbano	5	3				8
Robin Bolaños	0,5					0,5
Rodolfo Sanchez	2,5	3				5,5
Rodrigo Pabon	4			2		2
Rogelio Quinayas	2,5	3				5,5
Sandro bambague	1,5					1,5
Silvio Zuñiga	1					1
Stiven Rodriguez	3					3
William Itaz	0,5			1		-0,5
Yeison Morales	5,5	3				8,5
Yeisson Daza	6,5					6,5

Tabla No 6 Registro de horas extras



4.4.5 Pedido y Cubicación del concreto para losas

Mediante el uso de una tabla de Excel y las correspondientes medidas sobre planos se realizaba la cuantificación exacta del concreto a usar ya fuera para solicitarlo a la empresa PREDELCA S.A.S o para los cálculos de las cantidades en las ocasiones que fue preparado en el sitio y así evitar sobrantes o faltantes de concreto premezclado que garantizaran ajuste al presupuesto e integridad del elemento.

Vigas			
medidas	ml		Total
40*40	96,87		15,4992
35*40	18,2		2,548
			18,0472
Riostras			
	ml		
20*40	36,08		2,8864
			2,8864
Viguetas			
	ml	Cantidad	
11*40	16,15	6	4,2636
11*40	10,7	18	8,4744
			12,738
Losas de compresion			
	m2		
e: 0.05	193,43		9,6715
			9,6715
		Total	43,3431
		desperdicio del 5%	45,510255
		Concreto por l	0,23528023

Tabla No 7 Tabla de cálculo para pedido de concreto premezclado



4.4.6 Informes comparativos de costos

Por solicitud de la gerencia del proyecto se realizo un informe de relación de costos y avance de obra en la cual se realizo la comparación del costo de la estructura realizada por el personal directamente contratado por la constructora frente a los costos que hubieran sido facturados por alguna empresa contratista de mano de obra basándonos en la propuesta con menores precios de mano de obra que se entrego en el momento previo a la construcción donde se abrieron una convocatoria para la construcción de la estructura. En este informe se pudo evidenciar el ahorro que se logro al trabajar la estructura bajo una administración directa frente a una administración delegada o contrato.

ITEM	UND	CANT	VR/UNIT F. BLEAU	VR/TOT CTO EN OBRA
Columna seccion 60*60	ml	16,80	\$ 29.842,00	\$ 1.309.467,60
Columna seccion 40*80	ml	28,00	\$ 29.842,00	\$ 1.939.952,00
Columna seccion 60*40	ml	106,40	\$ 29.842,00	\$ 5.528.863,20
Columna seccion 40*40	ml	11,20	\$ 29.842,00	\$ 387.990,40
Muro e: 0,20	m2	582,74	\$ 29.767,00	\$ 23.640.013,58
Losa e:0,4	m2	1.424,60	\$ 34.237,00	\$ 63.406.239,26
Acero de refuerzo (40 kg/m2)	kg	56.984,00	\$ 250,00	\$ 19.944.400,00
		Total costo Directo		\$ 116.156.926,04
		Costo Indirecto	25%	\$ 29.039.231,51
		Costo Total		\$ 145.196.157,55
Pagos	1ra Quincena	2da Quincena	Total mes	
Abril	\$ 3.296.000,00	\$ 4.554.000,00	\$ 7.850.000,00	
Mayo	\$ 6.968.000,00	\$ 10.516.000,00	\$ 17.484.000,00	
Junio	\$ 9.720.000,00	\$ 11.198.000,00	\$ 20.918.000,00	
Julio	\$ 11.184.000,00	\$ 11.118.000,00	\$ 22.302.000,00	
	Total pagos:		\$ 68.554.000,00	
	Prestaciones sociales	60%	\$ 41.132.400,00	
	Costo total		\$ 109.686.400,00	

Tabla No 8 informe comparativo de costos de obra periodo (Abril – Julio / 2013)



4.5 MANEJO DE MUESTRAS DE CONCRETO

Se realizaba en la obra todo el manejo relativo a las muestras de concreto realizadas en la obra las cuales eran fabricadas, desencofradas y curadas en la obra y eran transportadas por la empresa GEOFISICA S.A hasta sus instalaciones donde era realizado el proceso de fallado de la misma

4.5.1 Realización de la muestra

Se realizaba el espécimen de concreto ajustándose a la norma NTC 550 en la cual se contempla entre sus principales aspectos:

- Diámetro del molde: el cual era de 0.3m de altura y 0.15m de diámetro para mantener una relación de esbeltez de 1/2
- Proceso de compactación que consiste en el apisonamiento con una varilla lisa de 5/8” de punta redondeada en 3 capas de igual tamaño con 25 penetraciones de la varilla, en la capa a compactar sin perturbar las capas ya compactadas.
- Obtención del concreto: el cual debida ser obtenido en recipientes limpios de lo más cerca posible a la fuente y ser transportado con cuidado para evitar las menores perturbaciones a la mezcla.



Figura No 31 Moldes para la realización de especímenes de concreto



Posteriormente a la fabricación del espécimen este era referenciado con un código interno en el cual mediante una tabla se llevaba el control de todos los aspectos relacionados al espécimen. Las muestras eran fabricadas en pares o tríos dependiendo del elemento a fundir y de las recomendaciones técnicas, las muestras al concreto premezclado eran tomadas directamente de la canaleta del camión mezclador tomando 3 muestras por cada carro en diferentes momentos y en concreto hecho en sitio directamente de la mezcladora tipo trompo tomando 2 muestras por elemento fundido.



Figura No 32 Detalle de referenciación de muestras de concreto

Debido a la falta de suficientes probetas a la hora de fundiciones con concreto premezclado las muestras eran realizadas en tubo sanitario de 4” en el cual se mantenía la relación de esbeltez de 1/2 cortando secciones de tubo de 8” de altura.

4.5.2 Desencofrado y curado de la muestra

Siguiendo los lineamientos de la NTC 550 los especímenes eran desencofrados a las 24 +/- 4 horas teniendo en cuenta de no ir a golpear las muestras y curados en recipientes llenos de agua saturados con cal, verticalmente en lugares donde no estuvieran expuestos al sol ni a perturbaciones externas.



4.5.3 Transporte y rotura de las muestras

Este proceso realizado por personal de la empresa GEOFISICA S.A en el cual previa solicitud de la empresa eran recogidos en el sitio las muestras que iban a ser falladas y les era entregado una remisión con todos los datos relevantes de la muestra.



Figura No 33 Transporte de muestras de concreto

4.5.4 Recibo e interpretación de resultados

La empresa GEOFISICA S.A enviaba los resultados por medio magnético a la dirección técnica y se realizaba su respectiva e interpretación y toma de decisiones relativas a estos valores, como:

- Ajustes de proporciones en concreto hecho en sitio
- Ordenes de desencofre de losa
- Seguimiento a los demás especímenes de resultados dudosos



5. ANALISIS DE COSTOS Y BENEFICIOS DE TECNICAS CONSTRUCTIVAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO.

En el presente capitulo se realizara un análisis de costos y de beneficios frente a algunas opciones tradicionales de algunas técnicas utilizadas en el proyecto como un complemento al trabajo realizado en la trabajo de grado y un aporte informativo al campo de la construcción local. Los métodos los cuales se les realizara el análisis son los siguientes:

- Casetones de icopor recuperables
- Concreto hecho en sitio
- Uso de varillas de 12m en vigas

5.1 CASETONES DE ICOPOR RECUPERABLES

Este sistema usado por primera vez a gran escala en la ciudad de Popayán trae consigo unos beneficios significativos en el campo del ahorro y en el campo estructural frente a opciones tradicionales como los casetones de esterilla de guadua y el sistema de malla y pañete, detallaremos a continuación los diferentes beneficios:

- Montaje de sistemas de tuberías: Las tuberías eléctricas, sanitarias, hidráulicas, gas, voz y datos los cuales debían ser montados previamente a la fundición de la losa y la mayoría de las veces atravesando elementos estructurales vitales, pueden ser montados descolgados de la losa y siendo cubiertos por sistema de cielo raso livianos
- Ahorro en carga de la estructura: En la cuantificación de cargas para el diseño estructural de la losa la NSR-10 aconseja usar valores de 0.8 KN/m² para cielos rasos de malla y pañete y 0.3 KN/m² para el casetón no recuperable, al usar este sistema de extracción y cielos rasos de sistemas livianos (0.15 KN/m²) por lo cual tenemos un ahorro en carga de entre 0.9 y 1.0 KN/m².
- Reducción de problemas de post-venta: los casetones tradicionales de esterilla pueden quedar llenos de agua por lo cual generar humedades



en las edificaciones además de aparición de insectos y roedores y malos olores, problemas comunes en las reclamaciones post-venta los cuales se eliminan con este sistema.

- Posibilidad de inspección patológica: Debido a que no hay un pañete que cubra toda la superficie del cielo raso hay una visual total del terminado de la losa en cuanto a vibrado y distribución de los elementos y la posibilidad de una fácil reparación si esto se presentase.

A continuación realizaremos el análisis de costos y ahorro por m² de losa construido frente al sistema tradicional de casetón de esterilla.

Casetón de esterilla a todo costo: (materiales y mano de obra) según propuesta del señor Jesús Valencia: \$14.000 m²

Casetón de icopor recuperable de 20 usos garantizados suministrados por la empresa ISOPOR LTDA: \$44.000 m², precio del m² por uso: \$2,200 m²

	Caseton de Esterilla de guadua	Caseton recuperable de icopor
Costo Directo	14000	2200
Mano de obra (Instalacion, extraccion, empackado) redimiento: (30m ² /dia)		4270
Materiales de empaque (Bolsas y cinta plastica)		404
	14000	6874
	Ahorro por m ²	7126
	% ahorro	50,9

Tabla No 9 Comparación de costo de casetón recuperable vs casetón de esterilla



5.2 CONCRETO HECHO EN SITIO

El concreto hecho en sitio es una muy buena técnica para lograr algún porcentaje de ahorro en una materia básica fundamental para la construcción además de lograr en algunos casos mayor calidad en cuanto a resistencia frente a opciones como el concreto premezclado.

A continuación realizaremos el comparativo de los costos de ambas opciones usando las siguientes materias básicas

Costo del m³ de Concreto premezclado de 3000 p.s.i bombeado, asentamiento de 5” y tamaño máximo de 1/2” suministrado por la empresa PREDELCA S.A.S: \$352.000

Materias básicas para el concreto hecho en sitio:

- Cemento \$23,000 saco de 50kg
- Triturado del Valle o Cachibi precio por m³: \$78.000
- Arena de Puerto Tejada, precio por m³: \$48.000
- Agua, precio por m³ \$3500
- Equipo: Mezcladora de 2 sacos tipo trompo, precio por m³: \$4000
- Jornal + prestaciones sociales: \$32.000



	Concreto premezclado de	Concreto Hecho en sitio
Costo inicial	352500	
Cemento (7,5 sacos*m3)		172500
Triturado (0,7m3)		54600
Arena (0,65m3)		31200
Agua (0,15m3)		525
Equipo		4000
Mano de obra (Rendimiento 0,5 jornales/ m3)		16000
Herramienta menor (5% de la mano de obra)		800
Totales	352500	279625
	Ahorro por m3	72875
	% ahorro	20,67375887

Tabla No 10 Comparación de costo de concreto premezclado vs concreto hecho en obra

5.3 USO DE VARILLAS DE 12M EN VIGAS

Aunque se debía solicitar este acero con bastante tiempo a la ferretería distribuidora ya que en el mercado local este acero no tiene una demanda permanente, el uso de varillas de estas dimensiones plantea varios beneficios en cuanto a costos y constructivamente hablando, a continuación plantearemos algunos beneficios:

- Reducción de traslapes
- Simplificación de despieces
- Reducción de la cantidad de flejes de confinamiento
- Reducción del desperdicio de acero



A continuación realizaremos un análisis de costos de una viga de carga estándar del edificio de 37,5m de largo en promedio con un diseño de 4 varillas de 3/4", 6 nudos y usando las siguientes materias primas:

-Kg de acero de 3/4": \$2100

-Amarre de 1 kg de acero (Incluye mano de obra y alambre negro #18): \$700

-Kg de acero de 3/8": \$2100

	Viga armada en acero de L:6,0m	Viga armada en acero de L:12,0m
Zonas de confinamiento (Traslapos)	7	4
Kg de acero de 3/4" por viga (Traslapo L: 1,0m)	398	371
Kg de acero de 3/8" (Estribos L: 2,0m) por viga (6 nudos)	414	381
Total Kg de Acero	812	752
Costo acero	1705200	1579200
Costo Amarre	568400	526400
Costo Total	2273600	2105600
	Ahorro	168000
	% de Ahorro	7,39%

Tabla No 11 Comparación de uso de acero de 6m vs acero de 12m



6. CONCLUSIONES

- En el presente trabajo se pudo exponer algunos procedimientos que vistos desde el campo de los costos, la técnica constructiva y de integridad estructural plantean beneficios bastantes considerables por lo cual como ingenieros debemos estar prestos al análisis y la implementación de aquellas tecnologías.
- La optimización, distribución y aplicación de los diferentes recursos tangibles e intangibles en una obra debe ser la base para un correcto desarrollo y terminación de la obra en los tiempos indicados, costos presupuestados y calidad determinada.
- Las labores administrativas realizadas durante el trabajo son estratégicas para un claro y correcto seguimiento de las actividades y recursos de la etapa constructiva para evitar al máximo los contratiempos y desfases de la parte constructiva frente a la parte planificada.
- La planeación a corto y mediano plazo permite la perdida de tiempos y recursos debido a la falta o exceso de recursos, mano de obra o materiales además del ajuste de técnicas constructivas siempre teniendo en mente el mejoramiento del desarrollo de la obra.
- La subcontratación de la mano de obra en varios proyectos plantea varios beneficios vistos desde la entrega de la carga administrativa generada por el personal pero el sobre costo generado por este intermediario en este caso puede ser obviado generando un ahorro significativo para la constructora del proyecto.



7. BIBLIOGRAFIA

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Código Colombiano de Construcción Sismo Resistente, NSR-10. Títulos C, D, y E.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), Norma Técnica Colombiana NTC 550. Concretos. Elaboración y Curado de especímenes de concreto en obra.
- POLANCO, Luis Fernando. Costos y Presupuestos en Construcción de obras, Apuntes de Clase.