

**APOYO TECNICO EN LA PRODUCCION DE CONCRETO HIDRAULICO CON  
ESTANDARES DE CALIDAD SUMINISTRADO POR LA EMPRESA MADCO  
SAS**

**BRAYAN DAVID PORTILLA QUERUBIN**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2017**

**APOYO TECNICO EN LA PRODUCCION DE CONCRETO HIDRAULICO CON  
ESTANDARES DE CALIDAD SUMINISTRADO POR LA EMPRESA MADCO  
SAS**

**BRAYAN DAVID PORTILLA QUERUBIN**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
ingeniero civil**

**Co – Asesor  
JUAN FELIPE LLOVERA  
Director Técnico MADCO SAS**

**Asesor  
Ing. VICENTE PARRA SANTACRUZ  
Docente Departamento de Ingeniería Civil**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
SAN JUAN DE PASTO  
2017**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

“Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva del autor”

Artículo 1 del acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

“La Universidad de Nariño no se hace responsable de las opiniones o resultados obtenidos en el presente trabajo y para su publicación priman las normas sobre el derecho de autor”.

Artículo 13, Acuerdo No. 005 de 2010, emanado del Honorable Consejo Académico.

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

---

Ciudad y Fecha

San Juan de Pasto, mayo de 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Se culmina una etapa muy importante llena de aprendizajes y anécdotas que me hicieron crecer profesional y personalmente, donde pude encaminar mi vida consiguiendo herramientas, las cuales podré utilizar en el futuro para obtener logros aún más importantes.

Agradezco en primera instancia a Dios, por ser mi guía y fortaleza en los momentos más difíciles, ayudándome a superar cada obstáculo y mostrándome el mejor camino.

A mis padres y hermanos, quienes son el pilar más importante en mi vida, agradezco su esfuerzo y sacrificio para motivarme a conseguir cada objetivo, por su apoyo incondicional, además de su confianza plena en mí durante el desarrollo de mi carrera profesional.

A la empresa MADCO SAS, por brindarme la oportunidad de afianzar mis conocimientos prácticos y permitir alcanzar esta meta.

Al Ingeniero Vicente Parra, por ser mi guía en todo el proceso de formación.

## **RESUMEN**

En el presente informe se describe el conjunto de actividades ejecutadas durante el desarrollo del trabajo de grado modalidad pasantía, el cual lleva por nombre "APOYO TECNICO EN LA PRODUCCION DE CONCRETO HIDRAULICO CON ESTANDARES DE CALIDAD SUMINISTRADO POR LA EMPRESA MADCO".

La ejecución de los procesos y objetivos que se contemplaron en la pasantía se llevaron a cabo en los proyectos de construcción de vivienda Torres de Mariluz y Turín Club House, durante el tiempo establecido y se mencionan a continuación: recopilación de la información técnica necesaria, revisión de los procesos necesarios para llevar a cabo cada fundición, implementación del sistema de seguridad y salud en el trabajo, contribuir a la higiene y aseo en el sitio de trabajo, cálculo de cantidades de materiales a programar semanalmente y el respectivo cálculo de consumos después de las fundiciones, producción de concreto siguiendo los diseños de mezcla, control de calidad de los materiales que ingresan y del concreto producido mediante la elaboración de probetas cilíndricas para el ensayo de rotura a la compresión, medición del volumen de concreto real, y demás actividades que se realiza como jefe de unidad de producción para el cumplimiento de los objetivos de la empresa en cada obra.

## **ABSTRACT**

This report describes the set of activities carried out during the development of the internship degree program, which is called "TECHNICAL SUPPORT IN THE PRODUCTION OF HYDRAULIC CONCRETE WITH QUALITY STANDARDS SUPPLIED BY THE MADCO COMPANY".

The execution of the processes and objectives that were contemplated in the internship were carried out in the housing construction projects Torres de Mariluz and Turín Club House, during the established time and are mentioned below: compilation of the necessary technical information, revision Of the processes necessary to carry out each smelter, implementation of the occupational safety and health system, contribute to hygiene and cleanliness in the workplace, calculation of quantities of materials to be programmed weekly and the respective calculation of consumption after Foundries, concrete production following the mixing designs, quality control of the incoming materials and the concrete produced by the production of cylindrical specimens for the compression breaking test, measurement of the actual concrete volume, and other activities that Performs as head of unit of production for the fulfillment of the objectives of emp In each work.

## CONTENIDO

	PAG
INTRODUCCION .....	12
1. RECOPIACION DE LA INFORMACION TECNICA RELACIONADA CON LAS OBRAS Y CON LA CALIDAD DEL CONCRETO.....	17
2. PERMANENCIA EN OBRA Y VERIFICACION DE LOS PROCESOS RELACIONADOS CON EL SUMINISTRO DE CONCRETO.....	24
3. SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO .....	31
4. MAQUINARIA UTILIZADA EN LA PRODUCCION DE CONCRETO .....	35
5. CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.....	39
6. CALCULO DE CANTIDADES DE MATERIALES USADOS EN CADA FUNDICION Y COMPARATIVO CON MATERIAL FISICO .....	45
7. CALCULO DE LAS CANTIDADES DE MATERIALES A PROGRAMAR SEMANALMENTE DE ACUERDO A LOS DISEÑOS DE MEZCLA.....	49
8. MEDICION MANUAL DEL VOLUMEN DE CONCRETO REAL PRODUCIDO EN OBRA .....	55
9. PRODUCCION DE CONCRETO PARA LAS DISTINTAS ESTRUCTURAS DE CADA OBRA.....	59
10. OTRAS TAREAS REALIZADAS .....	73
CONCLUSIONES.....	77
RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	80

## LISTADO DE TABLAS.

	<b>PAG</b>
Tabla 1. Dosificaciones para concreto de 3000 psi (210 kg/cm <sup>2</sup> ).....	23
Tabla 2. Dosificaciones para concreto de 4000 psi (280 kg/cm <sup>2</sup> ).....	23
Tabla 3. Medición del volumen real de la tara.....	56
Tabla 4. Especificaciones de concreto para la obra Torres de Mariluz.....	59
Tabla 5. Especificaciones de concreto para la obra Turín Club House.....	65
Tabla 6. Cantidad de concreto producido para las dos obras durante el tiempo de pasantía.....	72
Tabla 7. Producción de concreto para otras obras mediante llenado de mixer..	74

## LISTADO DE FIGURAS.

PAG

Figura 1. Estado inicial torre V al iniciar la pasantía en la obra Torres de Mariluz.	17
Figura 2. Estado inicial de la torre I al iniciar el periodo de pasantía en la obra Turín Club House.....	18
Figura 3. Control de Personal en las bases de datos. ....	24
Figura 4. Medición de volquetas, almacenamiento y protección del cemento .....	26
Figura 5. Control de inventario de materiales en la base de datos. ....	26
Figura 6. Correcto armado de tubería.....	28
Figura 7. Ingreso de parámetros a la planta de producción.....	29
Figura 8. Limpieza y mantenimiento de maquinaria.....	30
Figura 9. Uso correcto de elementos de protección personal .....	31
Figura 10. Formato de entrega de elementos de protección personal.....	32
Figura 11. Ubicación correcta de tubería en un lugar adecuado.....	33
Figura 12. Señalización en obra. ....	34
Figura 13. Planta de producción de concreto y olla de mezclado .....	36
Figura 14. Bomba impulsadora de concreto .....	36
Figura 15. Mini cargador y Montacargas.....	37
Figura 16. Control de alquiler y fleteo de maquinaria en la base de datos.....	38
Figura 17. Ensayo de asentamiento en el concreto fresco. ....	41
Figura 18. Elaboración de probetas cilíndricas. ....	42
Figura 19. Transporte y curado en el laboratorio de probetas cilíndricas. ....	43
Figura 20. Prensa para ensayo de rotura a la compresión. ....	43

Figura 21. Características de la toma de cilindros. ....	44
Figura 22. Kardex de la base de datos .....	47
Figura 23. Control de combustibles y lubricantes en la base de datos. ....	48
Figura 24. Formato de solicitud de materiales. ....	54
Figura 25. Procedimiento para hallar los factores de volumen real de la tara.....	55
Figura 26. Medición de cada bachada .....	57
Figura 27. Control de volumen real mediante la tara en la base de datos. ....	58
Figura 28. Armado y fundición de estructuras Torre V.....	61
Figura 29. Salón Comunal Etapa II .....	61
Figura 30. Mejoramiento con concreto ciclópeo Torre VI.....	62
Figura 31. Zarpa y muros de carga de la cimentación Torre VI. ....	63
Figura 32. Relleno y losa de primer piso Torre VI.....	64
Figura 33. Estado final torre VI al terminar el periodo de pasantía en la obra. ....	64
Figura 34. Cerramiento con poli sombra y acopio de materiales. ....	66
Figura 35. Instalación de la unidad de producción.....	67
Figura 36. Fundición estructuras Torre I. ....	68
Figura 37. Fundición de losa de entrepiso y terminado con helicóptero. ....	69
Figura 38. Muro de contención .....	70
Figura 39. Aplicación de Sikadur 32 primer y fundición de continuación de losa de entrepiso número 1.....	71
Figura 40. Producción de concreto para mixer. ....	73
Figura 41. Informe mensual mes de octubre.....	75
Figura 42. Inventario de accesorios en la base de datos.....	76

## LISTADO DE ANEXOS.

	<b>PAG</b>
Anexo A. Formato de bitácora diaria.....	81
Anexo B. Base de datos Torres de Mariluz.....	82
Anexo C. Base de datos Turín Club House.....	83
Anexo D. Informe de calibración de la planta de concreto.....	84
Anexo E. Planilla de aportes a seguridad social mes de enero.....	85
Anexo F. Resistencias obra Torres de Mariluz.....	86
Anexo G. Resistencias obra Turín Club House.....	87
Anexo H. Tabla de factores de volumen real de tara.....	88
Anexo I. Formato Tara.....	89
Anexo J. Informe de producción para mixer.....	90
Anexo K. Informe mensual mes de octubre para obra Torres de Mariluz.....	91

## INTRODUCCIÓN

En todo proyecto de construcción es trascendental generar un ambiente de responsabilidad con el fin de cumplir con todos los objetivos planteados, es ahí donde se hace necesario que siempre haya un líder que se encargue de poner en práctica sus conocimientos y experiencias en cuanto a manejo de espacios, control de calidad de los materiales, manejo de los recursos, aspectos ambientales, entre otros factores; todo con el único propósito para que la construcción se lleve a cabo con todos los aspectos de calidad y seguridad que se especifican en las normas técnicas y se produzcan resultados que dejen una gran satisfacción a los beneficiarios sin causar impactos negativos en la sociedad y el medio ambiente.

El presente trabajo de grado plasma el desarrollo de diferentes actividades que se ejecutaron con el fin de poner en práctica todos los conocimientos aprendidos durante la etapa de pregrado en el programa de ingeniería civil. Estas actividades describen la labor de un jefe de unidad de producción de concreto en donde se deben afrontar diversas situaciones en las diferentes obras de construcción de estructuras de concreto armado que dejan como resultado la obtención de experiencia en cuanto a producción de concreto de alta calidad, manejo adecuado de personal, maquinaria y su respectivo rendimiento en obra, cálculo de cantidades de agregados para fundiciones, ejecución de los diseños de mezcla propuestos además de la continua revisión de los mismos y demás funciones que son necesarias para que se den resultados óptimos en cuanto a calidad, resistencia y estética de las estructuras.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general:**

Brindar apoyo técnico en la “PRODUCCION DE CONCRETO HIDRAULICO CON ESTANDARES DE CALIDAD SUMINISTRADO POR LA EMPRESA MADOC SAS” poniendo en práctica todo lo aprendido en la etapa de pregrado de Ingeniería Civil.

### **Objetivos específicos:**

1. Velar por el cumplimiento de la entrega de concreto a las obras Torres de Mariluz y Turín Club House, en la fecha y hora solicitada y con las especificaciones técnicas solicitadas.
2. Colaborar con el control de seguridad e higiene de la obra, supervisando el suministro y uso de los elementos de protección personal de los trabajadores de la empresa.
3. Calcular cantidades de materiales necesarios para cada fundición, hacer una programación semanal de materiales de acuerdo a los diseños de mezcla, además de realizar un inventario físico de los mismos al final de cada fundición y calcular los rendimientos de material.
4. Realizar las pruebas correspondientes al control de calidad del concreto, mediante el ensayo de asentamiento o “slump” y la toma de probetas cilíndricas para el ensayo de rotura a la compresión. Todo lo anterior basado en las normas técnicas.
5. Realizar la medición manual del concreto producido en obra usando una tara, obteniendo así el valor real de metros cúbicos producidos en cada fundición.
6. Supervisar los procesos que se llevan a cabo para la correcta ejecución de cada fundición, el buen estado de las maquinas conjuntamente con el jefe de mantenimiento de maquinaria y llevar un estricto control de personal, horas trabajadas y actividades realizadas.

## METODOLOGIA

El cumplimiento de los objetivos establecidos para este trabajo de grado se llevó a cabo de acuerdo con la implementación de actividades específicas durante la ejecución y desarrollo de cada proyecto de los cuales se formó parte representando a la empresa contratista MADCO SAS. Cada actividad desarrollada conllevó parámetros que se aplicaron de forma organizada y coherente dando lugar al éxito en la intervención en cada obra. Entre las actividades y parámetros mencionados anteriormente están:

- Se llevó un registro fotográfico de todas las actividades que se realizó en las distintas obras, para así tener un seguimiento continuo de los avances en cuanto a las fundiciones de la estructura de cada edificación, este registro también actuó como soporte en caso de cualquier anomalía presentada, proporcionó información acerca del estado de la maquinaria y demás requerimientos necesarios para la ejecución de los objetivos de la empresa dentro del proyecto.
- Conjuntamente con el personal presente en cada obra dedicado a la seguridad y salud en el trabajo, se supervisó el uso adecuado de implementos de protección personal, señalización, estado de las máquinas, higiene en la obra. Por otra parte, se identificó los factores de riesgo a los que se expone cada trabajador y se tomó decisiones para mitigarlos.
- Se realizó el cálculo de la cantidad de materiales necesarios para cada fundición y una programación semanal de acuerdo con el diseño de mezcla suministrado por el personal de laboratorio de la empresa; esta programación también se efectuó teniendo en cuenta la solicitud de metros cúbicos de concreto que nos presentó el residente de obra de acuerdo con su cálculo de cantidades. De manera esporádica se revisó el cálculo de metros cúbicos solicitados mediante la medición en planos.
- Se hizo el cálculo el consumo de materiales después de cada fundición de acuerdo con la cantidad de metros cúbicos fundidos por medio de un kardex, además se llevó un inventario diario de agregados, cemento, aditivos y combustibles. Todo lo anterior se realizó por medio de la implementación de una base de datos para cada obra que consistió en una hoja electrónica a través del sistema google drive.
- Se verificó que los proveedores suministren material de calidad, en la fecha y hora solicitada y que tuviesen el volumen solicitado, para esto se realizó la medición manual del volumen real de las volquetas que llegan a las obras.

- Se verificó la calidad del concreto producido en obra mediante el ensayo de asentamiento o “slump” y la toma de probetas cilíndricas para realizar el ensayo de rotura a la compresión en el laboratorio de la empresa de acuerdo con las normas técnicas, garantizando así las exigencias de las empresas contratantes. Esto también permitió revisar continuamente los diseños propuestos y los procedimientos para la ejecución de los objetivos dentro del proyecto.
- Se realizó manualmente la medición del concreto producido en obra para conocer el volumen real exacto que se suministraba, este proceso se realizó por medio de una tara de la cual se conocía previamente su volumen exacto.
- Se llevó el control de personal, materiales, producción y demás parámetros por medio de bitácoras diarias en físico, para después ingresarlas en las bases de datos de cada obra y que quedaran además como soporte ante cualquier eventualidad.
- Se constató el correcto bodegaje de todos los materiales, para que no se generaran problemas en cuanto al espacio de trabajo del personal y de que no se produjeran alteraciones teniendo un cuidado especial con el cemento ya que se debía proteger de las condiciones climáticas adversas como la lluvia o la humedad.

# 1. RECOPIACION DE LA INFORMACION TECNICA RELACIONADA CON LAS OBRAS Y CON LA CALIDAD DEL CONCRETO.

## 1.1 DESCRIPCION Y UBICACIÓN DEL PROYECTO.

**1.1.1 Torres de Mariluz.** La mayor parte del tiempo de la pasantía se trabajó en este gran proyecto, específicamente desde el 14 de septiembre de 2016 hasta el 27 de enero de 2017. Esta obra contaba con dos etapas, la primera ya terminada con 4 torres y la segunda etapa con una torre terminada su estructura, otra torre en construcción y dos torres más por construir. Todas las torres tenían el mismo diseño arquitectónico y estructural. Trece pisos con 8 apartamentos en cada uno, hasta el piso 12, en el último piso un cuarto de máquinas, para un total de 96 apartamentos por torre.

En el inicio del desarrollo de las actividades, estaba en construcción la torre número cinco; esta se encontraba en la mitad (fundición del apartamento número 4) del piso número 6 por lo tanto en cuanto a fundición de apartamentos tenía un avance del 46% (ver figura No. 1).



**Figura 1. Estado inicial torre V al iniciar la pasantía en la obra Torres de Mariluz**

Para esta obra las especificaciones en cuanto al concreto se resumen a continuación:

- Resistencia de diseño ( $f'c$ ): 3000 psi (210kgf/cm<sup>2</sup>)
- Asentamiento: 7"  $\pm$  1"
- Tamaño máximo de agregado grueso:  $\frac{3}{4}$  "
- Concreto bombeado hasta el sitio de colocación.

**1.1.2 Turín Club House.** La segunda parte de la pasantía comprendida entre las fechas 27 de enero de 2017 hasta el 14 de marzo de 2017 se trabajó en esta importante obra la cual se ubicaba en la dirección Carrera 33 No 7-56 Barrio la Aurora en la ciudad de Pasto. Esta consistía básicamente en la construcción de 3 torres de 18 pisos de los cuales 17 correspondían a apartamentos, el restante era el sótano 1 destinado a zona de parqueaderos y movilidad de vehículos. Existía un sótano 2 por debajo del nivel N 0+000 que tenía el mismo fin que el anterior. Las torres I y III tenían 4 apartamentos por piso mientras que la torre II tenía 6 por piso. Además de las tres torres existían zonas comunes como canchas, piscinas, gimnasio, teatro, entre otras que son diseñadas para el entretenimiento de los propietarios.

Durante el periodo de pasantía se trabajó en la construcción de gran parte de la torre I, iniciando desde el piso número 6 correspondiente al nivel 5 de apartamentos. Por lo tanto teniendo en cuenta que en total son 68 apartamentos y se habían construido 16 el avance de obra en cuanto a la fundición de apartamentos de la torre I al empezar las actividades de la pasantía era del 23,5%. (Ver figura 2).



**Figura 2. Estado inicial de la torre I al iniciar el periodo de pasantía en la obra Turín Club House**

Para esta obra las especificaciones en cuanto al concreto se resumen a continuación:

- Resistencia de diseño ( $f'c$ ): 4000 psi (280kgf/cm<sup>2</sup>)
- Asentamiento: 8" para apartamentos y 6" para otras estructuras como losas de entrepiso, vigas de cimentación, columnas y muros de contención.
- Tamaño máximo de agregado grueso:  $\frac{3}{4}$  "
- Concreto bombeado hasta el sitio de colocación.

## 1.2 MATERIALES EMPLEADOS EN LA PRODUCCION DE CONCRETO Y PARAMETROS A TENER EN CUENTA EN EL PROCESO.

- **Cemento.** Es el material más importante dentro de la mezcla de concreto puesto que es el encargado de reaccionar con el agua formando la pasta que aglutina los demás componentes. Es lógico afirmar que las características del cemento empleado tenían una enorme influencia en la resistencia del concreto a cualquier edad. Para la producción de concreto se usó dos tipos de cemento:

Cemento estructural tipo 1 a granel en presentación de big bag (sacos de 2 toneladas): este material era el más usado, puesto que tenía las características de proporcionar altas resistencias iniciales, aumentaba la velocidad de ejecución de la obra y eran esenciales cuando se requería un desencofrado rápido como el que se realiza en las obras con el sistema industrializado de muros estructurales o pantallas de concreto armado

Cemento general tipo 1 en presentación de sacos de 50 kg: este tipo de cemento se usó esporádicamente, únicamente cuando no se tenía la posibilidad de realizar la producción con big bags, puesto que no tiene las características que posee el estructural, por lo que se debía subir considerablemente la cantidad de cemento en el diseño de mezcla lo cual no era rentable en cuanto a costos de producción.

- **Arena.** Corresponde al agregado fino en la mezcla de concreto, junto con la pasta conforman la matriz mortero del concreto. Para la elaboración del concreto se usaron dos tipos. Arena gris proveniente del sector conocido como el Espino y arena negra proveniente del sector conocido como Rosa Pamba o el sector conocido como Terrazas de Cominagro; predominando siempre el uso de arena negra debido a la facilidad de suministro, además proporcionaba mejores características al concreto y el mezclado era más eficiente.

En cuanto a la arena se debía tener en cuenta ciertas características para su uso en la producción. Primero se verificaba que esta no tenga presencia de material perjudicial como materia orgánica que podría impedir parcial o totalmente el fraguado del cemento. Los proveedores debían garantizar que dicho material tuviera un proceso de lavado con el fin de eliminar el material más fino como limos y arcillas que son demasiado perjudiciales para la resistencia del concreto debido a que impide que se formen los enlaces entre la pasta de cemento y los agregados.

- **Gravilla.** Corresponde al agregado grueso dentro de la mezcla de concreto. Para la elaboración del concreto en obra por medio de la planta de producción se usó gravilla de tamaño máximo  $\frac{3}{4}$ ". Cabe anotar que solo en la producción para el mejoramiento con concreto ciclópeo se usó gravilla de tamaño máximo

1". La gravilla provenía de diferentes canteras entre las que estaban: canteras Raúl Poveda, Pavón, Agresur, todas con similares características.

En cuanto a la gravilla se debía tener especial cuidado con los sobre tamaños, así que se debía hacer una inspección visual del material y rechazarla en caso que no tuviese las especificaciones requeridas, también se constataba que no contenga sustancias perjudiciales como materia orgánica, material correspondiente a limos y polvos provenientes de la trituración que interfirieran en la adherencia entre el agregado y la pasta de cemento, por tal motivo los proveedores de agregado grueso debían garantizar un buen lavado de las partículas y que su procedencia sea de trituración ya que así se garantizaba tengan formas cúbicas y rugosas que permitían una mejor adherencia de la interfase matriz-agregado mejorando así las cualidades de resistencia respecto a los agregados redondeados y lisos.

Cabe resaltar que se debía constatar que las condiciones de los agregados (arena y grava) no fueran modificadas durante su permanencia en el acopio de materiales dentro de la obra, por lo que se impedía cualquier contacto con otro tipo de material, también debía garantizarse que no hubiera tránsito de vehículos o personas por encima del material, ya que se podía contaminar y alterar la calidad del concreto.

- **Agua.** Es el componente del concreto necesario para que el cemento reaccione químicamente y le de la propiedad de fraguar y endurecer para formar un sólido con los agregados. El agua no solo se usaba en la elaboración del concreto sino también en el curado del mismo en la estructura y para el curado de las probetas cilíndricas tomadas en cada fundición para realizar el ensayo de rotura a la compresión a las edades determinadas.

El agua se recomienda que sea potable y que no contenga altos niveles de olor, sabor y color. Para la producción de concreto en las obras se usó el agua proveniente del acueducto por lo que no se tenía problemas en cuanto a lo mencionado ni tampoco se tenía otro tipo de sustancias perjudiciales disueltas en el agua como sales o cloruros.

- **Aditivos.** Son esenciales en los sistemas de construcción industrializados en los que se trabajó, se necesitaba concretos con grandes asentamientos, puesto que el concreto debía tener un alto nivel de trabajabilidad ya que los espesores de las estructuras eran bajos y con gran cantidad de acero. Fue así que el uso de aditivos se convirtió en algo demasiado importante ya que permitían reducir la cantidad de agua y por tanto para una misma relación agua-cemento se podía reducir la cantidad de cemento sin afectar la resistencia de diseño (por el contrario los aditivos reductores de agua producen

un incremento en la resistencia en todas las edades), garantizando una buena fluidez del concreto y disminuyendo notablemente los costos de producción. Los aditivos empleados durante la pasantía para la producción de concreto consistieron en fluidificantes o reductores de agua y fueron los siguientes:

EUCON 35 F TOXEMENT: fluidificante con una reacción rápida especial para la producción en obra.

ISOFLOW (CEMEX) E ISOPLAST (CEMEX): estos dos aditivos se usaban en conjunto de acuerdo con las dosificaciones entregadas por el departamento de calidad de la empresa, tenían una reacción más lenta por lo que su uso no era frecuente.

El almacenamiento de estos materiales se realizaba en un ambiente fresco y en canecas que permitieran su aislamiento de las condiciones ambientales y de otro tipo de material. Se debía tener cuidado siempre en obra de suministrar al concreto el volumen exacto de aditivo según el diseño de mezcla debido a que alteraciones en este proceso podrían desencadenar otro tipo de resultados negativos en el concreto, como retrasos o aceleraciones en el fraguado.

- **Relación Agua/Cemento (A/C).** La resistencia del concreto en términos generales se determina por la cantidad neta de agua usada por cantidad unitaria de cemento para un conjunto dado de materiales y condiciones. Esto es lo que se conoce como “agua-cemento”<sup>1</sup>.

Es importante afirmar que para los mismos materiales y condiciones de ensayo la resistencia de un concreto completamente compactado, a una edad dada, es inversamente proporcional a la relación agua-cemento. Por esta razón era vital en obra que se hiciera un control responsable sobre la producción y que el operador de la planta respetara el diseño de mezcla plasmado en las dosificaciones que se entregan desde el departamento de calidad y no se realizaran adiciones de agua a la mezcla de concreto.

La relación agua-cemento que se trabajó en las obras se encontraba entre 0,45 y 0,5 respetando que la menor relación A/C para obtener una hidratación completa del cemento es 0,42. En la práctica es reconocido y aceptado este parámetro (A/C) como el factor individual más importante de la resistencia del concreto completamente compactado. Algunos de los problemas más comunes de tener relaciones de agua-cemento elevadas son: resistencias menores a las de diseño ( $f'c$ ), concreto de mayor porosidad, permeabilidad y con mayor retracción plástica.

La consecuencia que conlleva tener los problemas mencionados anteriormente es que se pueden generar patologías estructurales como: carbonatación del

---

<sup>1</sup> Ref. Capítulo 6, Libro Tecnología del concreto y del mortero. Diego Sánchez de Guzmán.

concreto por la alta permeabilidad o aparición de fisuras debido a la retracción plástica. Esto puede con el tiempo llevar a patologías más graves como la corrosión del refuerzo. Por lo tanto es indispensable el control adecuado de la cantidad de agua en el concreto y la humedad de los materiales.

- **Ensayos de calidad (normatividad).** La toma de muestras es un aspecto clave para verificar que las especificaciones solicitadas en cuanto a resistencia sean las correctas. Según el reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10), título C, Numeral C.5.6.2.1 – frecuencia de los ensayos, estas muestras deben tomarse no menos de una vez por día, ni menos de una vez cada 40 m<sup>3</sup> de concreto, ni menos de una vez por cada 200 m<sup>2</sup> de superficie de losas o muros. De igual manera debe tomarse como mínimo una muestra por cada 50 tandas de cada clase de concreto<sup>2</sup>.

Según C.5.6.2.4 un ensayo de resistencia debe consistir en el promedio de las resistencias de al menos 2 probetas de 150 mm por 300 mm o de al menos 3 probetas de 100mm por 200 mm preparadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de f'c. Para cada fundición realizada en ambas obras se tomaban un total de 6 cilindros de 100mm por 200mm de los cuales dos se fallaban 2 a 7 días en donde según la curva de resistencia del concreto el valor de esta debe rondar un 70% aproximadamente de la resistencia de diseño (f'c); se fallaban 3 a 28 días para cumplir con el numeral de la norma en donde se debía obtener un 100% de la resistencia de diseño (f'c). Por último, se dejaba un testigo que servía como soporte para fallarlo en cualquier momento en caso de dudas por parte de las empresas contratantes y por la interventoría de las mismas.

- **Dosificaciones.** Las dosificaciones eran elaboradas por el departamento de calidad de la empresa MADCO SAS y entregadas al pasante quien como jefe de unidad de producción se encargaba de ingresarlas a la planta de producción y verificaba que se respete el diseño de mezcla por parte del operador. Dependiendo de los materiales y la resistencia a los 28 días especificada (f'c) se tenían diferentes dosificaciones. (Ver tablas 1 y 2).

---

<sup>2</sup> Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR 10

**Tabla 1. Dosificaciones para concreto de 3000 psi (210 kg/cm<sup>2</sup>)**

TIPO DE MATERIAL	DOSIFICACIONES CONCRETO DE 3000 PSI (210 kg/cm <sup>2</sup> )							
	1	2	3	4	5	6	7	8
CEM ESTRUCTURAL (Kg/m <sup>3</sup> )	300	300	300	300				
CEM GENERAL (Kg/m <sup>3</sup> )					330	330	330	330
ARENA NEGRA (Kg/m <sup>3</sup> )	870		870		870		870	
ARENA GRIS (Kg/m <sup>3</sup> )		840		840		840		840
GRAVILLA 3/4" (Kg/m <sup>3</sup> )	830	860	830	860	830	860	830	860
AGUA (Lt/m <sup>3</sup> )	150	150	150	150	150	150	150	150
ADITIVO EUCON 35 F (Lt/m <sup>3</sup> )	0,8	0,8			0,8	0,8		
ADITIVO ISOFLOW (Lt/m <sup>3</sup> )			0,3	0,3			0,3	0,3
ADITIVO ISOPLAST (Lt/m <sup>3</sup> )			0,7	0,7			0,7	0,7

**Tabla 2. Dosificaciones para concreto de 4000 psi (280 kg/cm<sup>2</sup>)**

TIPO DE MATERIAL	DOSIFICACIONES CONCRETO DE 4000 PSI (280 kg/cm <sup>2</sup> )							
	1	2	3	4	5	6	7	8
CEM ESTRUCTURAL (Kg/m <sup>3</sup> )	330	330	330	330				
CEM GENERAL (Kg/m <sup>3</sup> )					360	360	360	360
ARENA NEGRA (Kg/m <sup>3</sup> )	920		920		920		920	
ARENA GRIS (Kg/m <sup>3</sup> )		840		840		840		840
GRAVILLA 3/4" (Kg/m <sup>3</sup> )	780	860	780	860	780	860	780	860
AGUA (Lt/m <sup>3</sup> )	150	150	150	150	160	160	160	160
ADITIVO EUCON 35 F (Lt/m <sup>3</sup> )	0,8	0,8			0,8	0,8		
ADITIVO ISOFLOW (Lt/m <sup>3</sup> )			0,3	0,3			0,3	0,3
ADITIVO ISOPLAST (Lt/m <sup>3</sup> )			0,7	0,7			0,7	0,7

Es importante mencionar que se hacían revisiones diarias del diseño de mezcla y se tenía constante comunicación con el departamento de calidad de la empresa notificando las características que presentaba el concreto producido y revisando las resistencias obtenidas en los ensayos de rotura a la compresión.

## 2 PERMANENCIA EN OBRA Y VERIFICACION DE LOS PROCESOS RELACIONADOS CON EL SUMINISTRO DE CONCRETO

Uno de los puntos claves en el desarrollo de la pasantía era la permanencia en obra, ya que era aquí en donde se ponían en práctica todos los conocimientos teóricos aprendidos durante la etapa de pregrado. Una de las actividades fundamentales era la de llevar un control diario de todo lo que ocurría en la obra que se relacionara con el cumplimiento de los objetivos de la empresa. Este control se llevó a cabo en los parámetros que se mencionaran a continuación.

### 2.1 CONTROL DE PERSONAL.

Este es uno de los puntos más importantes pues era el personal quien hacía posible que los procesos de producción y colocación del concreto se realizaran de manera correcta. Es por esta razón que se debía llevar un estricto control en cuanto al horario de trabajo y las diferentes actividades que realizaban según el rol que tenían. En cada unidad de trabajo se contaba con un mínimo de 4 personas, un operador de la planta concretera, un operador de la bomba estacionaria, un operador del mini cargador y un auxiliar. Para cumplir esta actividad se debía consignar diariamente la información de cada trabajador en un formato físico llamado bitácora diaria (ver anexo A. Formato de Bitácora diaria) en donde se constataba la hora de entrada y salida, así como las actividades realizadas durante el tiempo de estadía en obra. Además de los formatos físicos se llevó este control en la base de datos de cada obra en una hoja electrónica llamada control de personal del sistema google drive que maneja la empresa (Ver figura 3, anexos B y C. Bases de Datos Torres de Mariluz y Turín club house, hoja 8 personal)

CONTROL DE PERSONAL Y HORAS DE TRABAJO						
FECHA	NOMBRE EMPLEADO	TAREA ASIGNADA	HORA LLEGADA	HORA SALIDA	HRA ALMZO (S/N)	TOT. HORS TRABJDS
6/3/2017	JULIO NARVAEZ	Actividades en turin, limpieza y reacomodamiento de unidad	7	17,5	S	9,5
6/3/2017	DAVID PORTILLA	Coordinacion de actividades	6	17,5	S	10,5
6/3/2017	ERICSON MASMUTA	Armado de tubería, fundicion y aseo	6	17,5	S	10,5
6/3/2017	WILSON GUZMAN	Armado de tubería, fundicion y aseo	6	17,5	S	10,5
4/3/2017	JULIO NARVAEZ	Actividades en turin, limpieza y reacomodamiento de unidad	7	14	N	7
4/3/2017	DAVID PORTILLA	Coordinacion de actividades	6	14	N	8
4/3/2017	ERICSON MASMUTA	Actividades en turin, limpieza y reacomodamiento de unidad	9	14	N	5
4/3/2017	WILSON GUZMAN	Actividades en turin, limpieza y reacomodamiento de unidad	9	14	N	5

**Figura 3. Control de Personal en las bases de datos.**

## **2.2 CONTROL DE MATERIALES Y ALMACENAMIENTO.**

Este era uno de los puntos de mayor relevancia dentro de las actividades que se realizaba diariamente, puesto que en gran medida dependía de esto la calidad del concreto producido y el control del presupuesto de la empresa. Por lo tanto, se corroboraba que las volquetas que llegaban de cada proveedor contengan el volumen indicado, para esto se medía las dimensiones internas del volco de las mismas (largo, alto y ancho) con el fin de obtener la capacidad real. Además se verificaba que estén completamente llenas y su procedencia para que la persona encargada del laboratorio supiera con claridad el tipo de material que se estaba recibiendo y así usar la dosificación correcta. En lo referente a calidad era esencial constatar que los materiales no contengan cualquier tipo suciedad o materia orgánica que afecte la calidad del concreto producido, en el caso de la gravilla que fuera realmente de tamaño máximo  $\frac{3}{4}$ ". Cabe resaltar que en cada obra se realizó una logística adecuada para la ubicación del acopio de materiales con el fin de que no se presentaran incomodidades tanto a la empresa contratante como también a los demás contratistas del proyecto.

En cuanto al agua, era importante tener un control adecuado, ya que siempre se debía tener acceso para la producción y para el aseo de los espacios y elementos con los que se trabajaba pero enfocándose especialmente en no generar desperdicios o gastos innecesarios de este recurso vital, uno de los objetivos claros de todo proyecto es no causar impactos ambientales y es deber del pasante contribuir con ello.

El cemento es el material en el cual se llevaba mayor control puesto que era el más costoso y el de mayor importancia en el concreto. Se revisaba que los big bags (sacos de 2 toneladas aproximadamente) no vengan rotos o con cemento fraguado en su interior, se ubicaban en estibas de madera para que no entren en contacto con la humedad del suelo, por último su almacenamiento se realizaba en un lugar en donde no pudiera ser atacado por la humedad y la lluvia, puesto que se podía presentar un fraguado antes del uso del material lo que generaba desperdicio que más tarde se veía reflejado en los costos de producción. (Ver figura 4).



**Figura 4. Medición de volquetas, almacenamiento y protección del cemento (big bags)**

Se llevaba un control de entrada y salida de materiales diariamente mediante un formato físico denominado bitácora diaria, en el cual se consignaba el tipo de material, número de recibo, el lugar de origen, el proveedor, placa del vehículo que lo transportó y la cantidad de material ya sea en peso o en volumen. (Ver anexo A. Formato de Bitácora diaria). Este control también se llevó en la base de datos de cada obra en el sistema google drive de la empresa, pero más detalladamente (Ver figura 5, anexos B y C. Bases de Datos Torres de Mariluz y Turín club house, hoja 3 Inventario de materiales)

INVENTARIO DE MATERIALES														
FECHA	MATERIAL	TIPO	ORIGEN	E-S	CONCEPTO	PROVEEDOR	UND	CANTIDAD	VEHIC	RECIBO SUM No	RECIBO TRAS No	QUIEN ENTREGA	QUIEN RECIBE	OBSERVACIONES
24/10/2016	CEMENTC	_BIG	CEMEX	E	INGRESO	ELITE	Kg	34560	SBV207	1544881		ORDOÑEZ	DAVID PORTILLA	SE RECIBEN 17 BIG BAGS
21/10/2016	CEMENTC	_BIG	CEMEX	E	DEVOLUCIÓN	ELITE	Kg	2030				ELITE	DAVID PORTILLA	DEVOLUCION DE 1 BIG BAG POR PARTE DE ELITE
14/10/2016	GRAVA	RV_3/4	RAUL PAVON	E	INGRESO	OTRO	M3	8	TDM-127	4744		GIOVANY INSANDARA	DAVID PORTILLA	PROOVEDOR JHON LEON
14/10/2016	GRAVA	RV_3/4	RAUL PAVON	E	INGRESO	OTRO	M3	8	HFB-437	4746		TITO ROSERO	DAVID PORTILLA	PROOVEDOR JHON LEON
13/10/2016	ADITIVO	DXE_E	OTRO	E	INGRESO	TEXCOL	Kg	230		3777		TEXCOL SAS	DAVID PORTILLA	COMPRA CANECA 55 GAL ADITIVO EUCON 35F DE TOXEMENT
13/10/2016	ARENA	E_NEG	A SOL DON	E	INGRESO	ROCA SOL	M3	16	STT-946	27244		EIBER BOTINA	DAVID PORTILLA	
13/10/2016	ARENA	E_NEG	A SOL DON	E	INGRESO	ROCA SOL	M3	16	STT-946	27243		SILVIO BOTINA	DAVID PORTILLA	
13/10/2016	ARENA	E_NEG	A SOL DON	E	INGRESO	ROCA SOL	M3	16	SBN-779	27242		EIBER BOTINA	DAVID PORTILLA	
13/10/2016	ARENA	E_NEG	A SOL DON	E	INGRESO	ROCA SOL	M3	16	STT-946	27241		SILVIO BOTINA	DAVID PORTILLA	
13/10/2016	GRAVA	RV_3/4	RAUL PAVON	E	INGRESO	OTRO	M3	8	TDM-127	4743		GIOVANY INSANDARA	DAVID PORTILLA	PROOVEDOR JHON LEON
13/10/2016	GRAVA	RV_3/4	RAUL PAVON	E	INGRESO	OTRO	M3	8	HFB-437	4741		TITO ROSERO	DAVID PORTILLA	PROOVEDOR JHON LEON

**Figura 5. Control de inventario de materiales en la base de datos.**

## **2.3 VERIFICACIÓN DE LOS PROCESOS PARA LLEVAR A CABO LA PRODUCCIÓN DE CONCRETO Y LA COLOCACIÓN DEL MISMO EN SITIO ESPECIFICADO.**

**2.3.1 Estado de la maquinaria.** Este punto era demasiado importante, ya que el pasante como jefe de unidad de producción debía garantizar que las máquinas estuvieran en excelente estado antes de cada fundición, esta revisión se hacía conjuntamente con el jefe de mantenimiento. Las máquinas debían tener correctamente sus niveles de aceite, con el combustible necesario y con sus filtros en perfecto estado para preservar la vida útil de cada máquina y para no tener inconvenientes con la producción; también se engrasaban algunas de sus partes a menudo para que no se desgasten con facilidad. Especial cuidado se tenía con la planta de concreto, verificando que la olla esté totalmente limpia puesto que si tenía residuos de concreto se generaban errores en cuanto al volumen producido ya que esta trabajaba con peso y se estaría contabilizando una cantidad de material que no sería entregado a la obra, además de que se podía provocar un mal mezclado del concreto.

Cabe resaltar que a menudo se realizaba una calibración de la máquina productora de concreto conjuntamente con el jefe de mantenimiento de maquinaria. (Ver anexo D. Informe de calibración de la planta de concreto). A las demás máquinas se les realizaba un mantenimiento, cada vez que el jefe de mantenimiento lo considere necesario. (Ver figura 8).

**2.3.2 Armado de tubería hasta el sitio de colocación del concreto.** Se garantizaba primero que todo, la existencia de la cantidad necesaria de tubería y accesorios, posteriormente se verificaba que el proceso de armado de tubería se realizara de una manera adecuada, segura, a la hora y lugar indicados por la empresa contratante. El armado iniciaba con una revisión de la tubería, accesorios, abrazaderas y empaques con el fin de verificar su limpieza y estado ideal para evitar taponamientos o acciones peligrosas. Posteriormente, se constataba que el personal utilizara los elementos de protección personal para evitar accidentes o lesiones.

Una vez se verificaba esto se garantizaba el correcto armado, que cada tubo estuviera conectado de manera perfecta con otro tubo o accesorio, este empate debía contener un empaque con el fin de evitar fugas de concreto por la unión, pérdidas de presión, para proteger la abrazadera impidiendo que el concreto se quede incrustado en ella y endurezca ocasionando el daño de la misma y para que a la hora de impulsar el concreto de la tubería, el agua que se usa en este proceso no salga, evitando así que se produzcan taponamientos. Después del empaque se aseguraba la unión con una abrazadera que este en perfecto estado para que apreté fuertemente la unión. Era importante que la tubería siempre estuviera asegurada a la estructura para evitar inconvenientes especialmente cuando se funde a grandes alturas. (Ver figura 6).

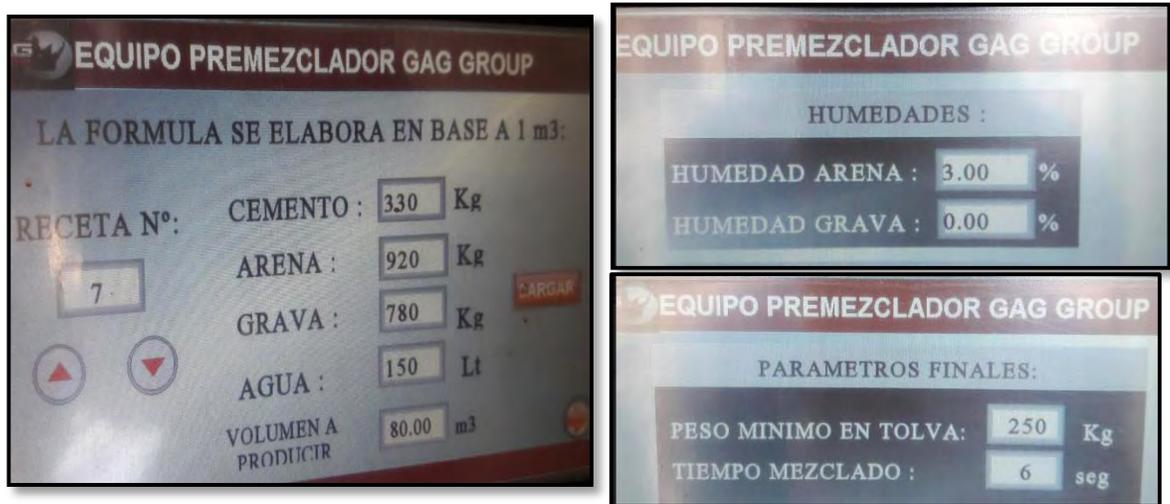


**Figura 6. Correcto armado de tubería**

**2.3.3 Calibración de la planta de producción e ingreso de la dosificación y demás parámetros de la mezcla de concreto.** La empresa MADCO SAS, debía garantizar que el concreto que se entregaba tenga las especificaciones técnicas solicitadas. Por esta razón era labor del pasante verificar que la planta de concreto estuviera en óptimas condiciones antes de iniciar, es decir limpia, con la medida del peso en ceros y estar seguro que tenga una buena calibración conjuntamente con el jefe de mantenimiento de maquinaria. Una vez rectificado lo anterior se ingresaba la fórmula de trabajo (dosificación) según la resistencia y tipo de agregados a utilizar en la producción.

Es clave que el pasante supervisara que el operador de la planta respete la dosificación y no haga adiciones de ningún material ya que esto podía ocasionar diferentes problemas de mucha gravedad como bajas resistencias (especialmente al añadir agua), concretos demasiado fluidos o efecto retardante en el fraguado debido al exceso de aditivos fluidificantes. Cabe resaltar que las dosificaciones estaban sujetas a revisión conjuntamente con el director de calidad de la empresa según las características que el concreto presente durante la producción.

Otros parámetros que se controlaban en la máquina eran los tiempos de mezclado para tener un concreto uniforme; el peso mínimo en la olla para controlar el comienzo de la nueva batchada de concreto. Se ingresaba la cantidad de concreto a producir, generalmente se producían batches de 0,5 m<sup>3</sup> hasta 0,7 m<sup>3</sup>. Otro parámetro de gran importancia sin duda, era el control de la humedad de los materiales, esto se controla en la máquina directamente con un porcentaje de humedad de cada material, cuando estos estaban completamente secos este porcentaje era cero, pero cuando había saturación este iba aumentando según las condiciones de fluidez que presentara la mezcla. (Ver figura 7).



**Figura 7. Ingreso de parámetros a la planta de producción.**

**2.3.4 Medición de volumen real de concreto.** Esta era una de las actividades más importantes que el pasante realizaba, ya que este es el valor que se cobraba a las empresas contratantes. Esta medición se realizaba debido a que la planta podía producir mayor o menor volumen por razones como des calibración de la misma, o por el estado de los materiales (no todo el material que se encontraba en el acopio de materiales tenía las mismas condiciones de humedad básicamente). Para esto se usó una tara, a la cual se le realizó una estricta medición para obtener factores que servían para hallar la cantidad exacta de metros cúbicos producidos en cada fundición. Este proceso se explicara con detalle más adelante en el capítulo 8. MEDICION MANUAL DEL VOLUMEN REAL DE CONCRETO PRODUCIDO EN OBRA del presente informe.

**2.3.5 Verificación del aseo, orden de las máquinas y el espacio de trabajo al terminar la fundición.** Una de las obligaciones del pasante era garantizar que la obra no se vea afectada de mala manera por las actividades que el personal de MADCO SAS realizaba en el proceso de producción de concreto y que se propiciara un ambiente adecuado de trabajo. Para esto era necesario que los trabajadores realicen actividades de limpieza y orden después de cada fundición.

Las jornadas de limpieza después de cada fundición también iban enfocadas a la conservación de los elementos de la empresa MADCO SAS, para esto se realizaban las siguientes actividades: limpieza de tubería con el fin de que no se acumule concreto y los tubos pierdan sección en su diámetro interno lo que reducía su vida útil debido a los taponamientos que podrían generar, limpieza de máquinas y ubicación de las mismas en un lugar adecuado para que estén siempre protegidas de cualquier elemento que las pueda afectar, por ejemplo la

caída de algún objeto desde la edificación. Además, estas no debían entorpecer el trabajo del personal que labora en la obra. (Ver figura 8).



**Figura 8. Limpieza y mantenimiento de maquinaria.**

### 3 SISTEMA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

- **ELEMENTOS DE PROTECCIÓN PERSONAL PARA EL TRABAJO.**

Mediante los planes de salud ocupacional y seguridad en el trabajo implementados tanto por la empresa MADCO SAS como por las empresas contratantes (NUEVO HORIZONTE SAS Y PROYECTOS TURIN), el personal recibió diferentes capacitaciones para el uso de los elementos de seguridad, además de la socialización de los riesgos a los que está expuesto cada trabajador dentro de la obra en lo que concierne a operación de máquinas, armado de tubería especialmente a grandes alturas y exposición a material perjudicial para la salud como el polvo de cemento. De acuerdo con lo anterior se implementó normas de obligatorio cumplimiento en lo que concierne a la seguridad en el trabajo.

El sistema de seguridad y salud en el trabajo tiene como objetivo mitigar todos los riesgos que se puedan presentar diariamente en el desarrollo de las actividades cotidianas de cada trabajador, evitando así inconvenientes que afecten la salud de las personas y el desarrollo normal de los proyectos. Dentro de este sistema se cumplió un papel fundamental puesto que debía suministrar a cada trabajador los elementos de protección personal, los cuales se solicitaban con anticipación a la empresa, además de esto se verificaba que el uso de estos elementos sea el correcto por parte de cada trabajador para evitar riesgos en cada actividad que se desarrollaba. (Ver figura 9)



**Figura 9. Uso correcto de elementos de protección personal**

Entre los elementos de protección personal que se entregaba a cada trabajador periódicamente estaban: casco, guantes, tapabocas, máscaras con filtros (para los trabajadores que estén con mayor exposición al polvo de cemento), gafas, tapa oídos, arnés (para trabajos en alturas). Además de estos elementos se verificaba que los trabajadores portaran su overol de trabajo y botas punta de acero. Era de gran importancia que se deje constancia de la entrega de estos elementos y con cada suministro de ellos se llene un formato que contenga la firma de cada empleado. (Ver figura 10).

MADCO SAS MATERIALES DE CONSTRUCCION PASTO CIA. 24 No. 20-58 OF. 515 SISTEMA DE GESTION DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (SG-SST)		FORMATO DE ENTREGA DE EQUIPOS Y ELEMENTOS DE PROTECCION PERSONAL Y COLECTIVO (EPP)					
Decreto 1072/15, Artículo 2.2.4.6.24 Medidas de Prevención y Control, Esquema [3] EPP							
OBRA/LUGAR: TURIN		JEFE UNIDAD/AREA: ING. DAVID PORTILLA					
CARGO: JEFE DE UNIDAD		UNIDAD: PRODUCCION					
FORMATO DE ENTREGA DE EPP							
No.	TRABAJADOR	EPP	CANTIDAD (Uds)	TALLA	FECHA ENTREGA	ESTADO BUENO/MALO	FIRMA
1	JULIO NARVAEZ	GUANTES	1	NA	28/01/2017	B.	JULIO NARVAEZ
2	WILSON GUZMAN	GUANTES	1	NA	28/01/2017	B	Wilson Guzman
3	ERICSON MASHUTA	GUANTES	1	NA	28/01/2017	B	Ericson Mashuta
4	MIGUEL OBRANDO	GUANTES	1	NA	28/01/2017	B	Miguel Obando
5	JULIO NARVAEZ	MASCARA CON FILTROS	1	NA	28/01/2017	B	JULIO NARVAEZ
6	ERICSON MASHUTA	MASCARA CON FILTROS	1	NA	28/01/2017	B.	Ericson Mashuta
7							
8							
9							
10							
Observaciones y/o Recomendaciones:							
<small>En cumplimiento de las disposiciones legales y normas, el Decreto 1072 de 2015, Res. 2400/70 y en aplicación de lo dispuesto en la Ley 9 de 1979, artículos 122, 123, y 124, sobre las disposiciones mínimas de seguridad industrial y salud ocupacional relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección personal:</small> a) - Utilizar y cuidar correctamente los equipos de protección individual. b) - Colocar el equipo de protección individual después de su utilización en el lugar indicado para ello. c) - Informar al área de Seguridad y Salud en el Trabajo cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el equipo de protección individual utilizado que, a su juicio, pueda entrañar una pérdida de su eficacia protectora. d) - Se hace entrega de manual de elementos de protección personal para su conocimiento, donde en caso de deterioro, Actualización o pérdida informar para su reposición. Decreto 1295 de 1994, artículo 91: Establece la obligatoriedad del uso de los Elementos de Protección Personal. El no uso de los mismos puede ser causal de despido.							
Vo. Bo. GERENCIA:							
ELABORÓ: INGENIERO ALVARO CAICEDO		alvaro Caicedo, gerente					
RESPONSABLE DE LA ENTREGA:		ING. DAVID PORTILLA					

Figura 10. Formato de entrega de elementos de protección personal.

- **AFILIACIONES Y REVISIÓN DEL BUEN ESTADO DE LAS MÁQUINAS.**

Era importante que se diera constancia a las empresas contratantes sobre las afiliaciones de cada trabajador de MADCO SAS al sistema de salud y riesgos profesionales, para esto se solicitaba a la empresa cada mes una copia de la planilla completa pagada, la cual se entregaba al personal profesional (SISO) encargado de la seguridad de cada obra. (Ver anexo E. Planilla de aportes a seguridad social del mes de enero de 2017 pagada).

Durante el periodo de pasantía junto con el personal encargado de la seguridad en cada obra se realizaron diferentes actividades con el fin de evitar accidentes de trabajo y una estas fue la inspección periódica del estado de las máquinas que se movilizaban por la obra, que cumplan con todas las especificaciones y que tengan además todos los certificados técnicos actualizados.

- **PREVENCIÓN DE ACCIDENTES LABORALES.**

Con el fin de prevenir accidentes laborales, cada día durante la jornada de trabajo, se realizaban actividades de limpieza, puesto que era primordial mantener limpias las zonas ya construidas (apartamentos, gradas, puntos fijos, etc.) impidiendo así se generen obstáculos y residuos de material que entorpecieran el normal desarrollo de las labores del personal de la empresa y de los demás contratistas. Las actividades de limpieza consistían básicamente en el aseo del material residual que se producía en la limpieza de tubería, por otra parte diariamente se realizaba una reubicación de la tubería en un lugar en donde no interfiriera con los trabajos cotidianos eliminando obstáculos que puedan generar accidentes, este espacio era determinado conjuntamente con el personal profesional dedicado a la seguridad de la obra. (Ver figura 11)



**Figura 11. Ubicación correcta de tubería en un lugar adecuado.**

- **SEÑALIZACIÓN EN OBRA.**

Era muy importante que en cada zona donde había riesgos de accidentes laborales existiera una señalización pertinente que advirtiera al personal sobre las labores que se realizaban o sobre los comportamientos que se debían asumir en ciertos lugares por donde se transitaba cotidianamente. El pasante y los trabajadores a su cargo debían respetar la señalización y tener un actuar prudente ante los diferentes riesgos a los que se exponían en las partes donde se ubicaba esta información. La señalización más importante que se encontraba era la relacionada con excavaciones, riesgo eléctrico, zonas de trabajo en alturas donde solo accedía personal capacitado y autorizado, zonas en donde se debía tener un tránsito prudente como las escaleras. Otro tipo de señalización es aquel en donde se informaba los elementos de protección que se debían usar dentro de la obra y los implementos mínimos que se debían tener para poder entrar y desempeñar cualquier actividad. (Ver figura 12)



Figura 12. Señalización en obra.

## **4 MAQUINARIA UTILIZADA EN LA PRODUCCION DE CONCRETO**

Sin duda alguna todo el proceso de fundición para un sistema industrializado como que el que se trabaja en los proyectos en donde se llevó a cabo el trabajo de pasantía no sería posible sin tener los elementos necesarios como los que se van a mencionar a continuación.

Cada obra en donde la empresa MADCO SAS, participaba como contratista tenía una unidad que se compone de las siguientes máquinas: planta de producción de concreto, bomba impulsadora de concreto, mini cargador y montacargas.

- **PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO**

Era el elemento más importante de la unidad de producción, puesto que era donde se llevaba a cabo la elaboración del concreto hidráulico. Esta se compone de 2 grandes tolvas en donde se carga arena y gravilla; estas a su vez en la parte inferior tienen bandas transportadoras que llevan el material a la olla de mezclado. En su parte posterior tiene una tolva en donde se deposita el cemento el cual es llevado a la olla de mezclado por un tornillo sin fin. La olla de mezclado es donde se reúne todos los materiales que conforman el concreto, esta se conecta directamente con el tablero de control y actúa como balanza ya que es aquí donde la máquina mide la cantidad de material por peso; debajo de la olla existe un motor cuya función es hacer girar un carrusel que contiene paletas que se encargan de realizar un buen mezclado. El agua de mezclado es llevada desde un recipiente de gran volumen a la olla mediante el accionar de una bomba hidráulica. Además de lo anterior es importante recalcar que la planta de producción está equipada de un tablero electrónico en donde se ingresa toda la información correspondiente a la dosificación, cantidad de concreto a producir, tiempo de mezclado y control de humedad de materiales.

Las plantas concreteras eran de la serie de pre mezcladoras GAG 15, en cuanto a rendimiento son excelentes ya que en óptimas condiciones eran capaces de producir hasta 20 m<sup>3</sup>/hora. Este dato era importante conocerlo ya que daba una idea del metraje de concreto que se podía producir y hacer un estimado del tiempo que se requería para cumplir con el suministro total del concreto. (Ver figura 13).



**Figura 13. Planta de producción de concreto y olla de mezclado**

- **BOMBA IMPULSADORA DE CONCRETO**

Para sistemas industrializados es fundamental contar con un medio de transporte de concreto desde la planta de mezclado hasta el sitio de colocación requerido por las empresas contratantes. En cada unidad se usaba una bomba impulsadora de concreto marca putzmeister TK 40 a la cual se le conectaba la tubería y los distintos accesorios para llevar el concreto a más de 60 m de altura (equivalentes a casi 24 pisos de 2,5 m de altura) y a más de 250 m horizontales. Esto daba la confianza de poder cumplir con las expectativas de las obras torres de Mariluz, la cual tiene aproximadamente 30 m de altura (13 pisos) y Turín club House que tiene más de 45 m de altura. En cuanto a rendimiento, este tipo de bombas podían impulsar hasta 30 m<sup>3</sup>/hora de concreto. Cabe resaltar que son diseñadas principalmente para concretos con asentamientos mayores y con agregado grueso de tamaño inferior a  $\frac{1}{4}$  del diámetro de la tubería, si no se siguen estos parámetros el rendimiento cede incluso llegando a ocasionar fallas en la bomba debido a taponamientos o sobreesfuerzos. (Ver figura 14)



**Figura 14. Bomba impulsadora de concreto**

- **MINI CARGADOR**

Para sistemas industrializados en donde se necesita grandes cantidades de concreto en el menor tiempo posible se hace necesario que el suministro de materiales a la planta concretera se realice por medio de un mini cargador. En cada unidad se tenía un mini cargador CASE 440 series 3, el cual tiene las características especiales de ser rápido, económico en cuanto a costos operacionales, fácil de maniobrar, una larga vida útil con los mantenimientos correctos, capaz de levantar casi una tonelada de peso y llevar el material con su gran cuchara a una altura de más de 3 m. esta máquina aparte de ser usada en el cargue de material a las tolvas de la planta concretera era de gran utilidad en otras tareas indispensables dentro de cada obra, por ejemplo la ubicación de otras máquinas en los sitios adecuados para realizar la producción y cargue de elementos de gran peso. (Ver figura 15).

- **MONTACARGAS**

Esta máquina era esencial básicamente para el suministro de cemento a la planta concretera y para el descargue del mismo cuando llega a obra en mulas. Esto básicamente porque el cemento que se usa en cada obra es estructural tipo 1 a granel en presentación de sacos de aproximadamente 2 toneladas de peso denominados big bags. El montacargas usado era un hyster capaz de levantar 3 toneladas a una altura de hasta 3 m . (Ver figura 15).



**Figura 15. Mini cargador y Montacargas**

Es necesario mencionar que todas las máquinas eran propiedad de la empresa a excepción de los montacargas por los cuales se pagaba un alquiler según su uso diario. Por lo tanto era de gran importancia llevar un control estricto de los días en los cuales se trabajaba ya sea en descargue de cemento o en producción para no tener desfases en el presupuesto. El control mencionado se realizaba por medio de la firma de recibos y la posterior entrada de la información en una pestaña nombrada

ALQUILER – FLETEO de las bases de datos de las obras en el sistema de hoja electrónica de google drive manejado por la empresa. (Ver Figura 16, anexos B y C. Bases de Datos Torres de Mariluz y Turín club house, hoja 6 Alquiler - Fleteo)

CONTROL DE ALQUILER MAQUINARIA - FLETES Y ACARREOS							
FECHA	CONCEPTO	ID MAQUINA	PROPIETARIO	CONTA D. INICIO	CONTAD. FIN	UNID. DE MEDIDA	ACTIVIDAD REALIZADA
13/3/2017	ALQUILER	MONTA CARGAS	ELITE	0	1	DIA	OPERADOR DE MONTACARGAS Y MINICARGADOR,
13/3/2017	FLETE	PIAGIO	ELITE	0	1	CARRERA	TRANSPORTE DE ACPM
13/3/2017	FLETE	PIAGIO	ELITE	0	1	CARRERA	TRANSPORTE DE ACPM
11/3/2017	ALQUILER	MONTA CARGAS	ELITE	0	1	DIA	OPERADOR DE MONTACARGAS Y MINICARGADOR,
10/3/2017	ALQUILER	MONTA CARGAS	ELITE	0	1	DIA	OPERADOR DE MONTACARGAS Y MINICARGADOR,
9/3/2017	FLETE	PIAGIO	ELITE	0	1	CARRERA	TRANSPORTE DE ACPM Y GUILLOTINA
8/3/2017	ALQUILER	MONTA CARGAS	ELITE	0	1	DIA	OPERADOR DE MONTACARGAS Y MINICARGADOR,
8/3/2017	FLETE	CAMA BAJA	HECTOR BAZANTE	0	1	CARRERA	TRANSPORTE DE 2 BIG BAG ACOPIO TURIN
8/3/2017	FLETE	CAMA BAJA	HECTOR BAZANTE	0	1	CARRERA	TRANSPORTE DE 3 BIG BAGA COPIO TURIN
7/3/2017	ALQUILER	MONTA CARGAS	ELITE	0	1	DIA	OPERADOR DE MONTACARGAS Y MINICARGADOR,
7/3/2017	FLETE	PIAGIO	ELITE	0	1	CARRERA	TRANSPORTE DE ACPM
7/3/2017	FLETE	PIAGIO	ELITE	0	1	CARRERA	TRANSPORTE DE TUBERIA, ABRAZADERAS Y DIABLOS
6/3/2017	ALQUILER	MONTA CARGAS	ELITE	0	1	DIA	OPERADOR DE MONTACARGAS Y MINICARGADOR, DESCARGUE DE MULA
6/3/2017	FLETE	PIAGIO	ELITE	0	1	CARRERA	TRANSPORTE DE ACPM Y GASOLINA ACOPIO-TURIN
4/3/2017	FLETE	CAMION	ELITE	0	1	CARRERA	TRANSPORTE DE BIG BAGS A TURIN
4/3/2017	FLETE	CAMION	ELITE	0	1	CARRERA	TRANSPORTE BOMBA MALAGA A TURIN
2/3/2017	ALQUILER	MONTA CARGAS	ELITE	0	1	DIA	OPERADOR DE MONTACARGAS Y MINICARGADOR

**Figura 16. Control de alquiler y fleteo de maquinaria en la base de datos.**

Cabe destacar que se tenía un registro en el formato de bitácora diaria (Ver anexo A. Formato de bitácora diaria), en donde se anexaba información detallada sobre cada una de las máquinas mencionadas anteriormente, correspondiente al consumo de combustible y horas trabajadas. También había un espacio para ingresar información correspondiente al propietario de la máquina y en caso de no ser un bien de la empresa se anexaba el número de recibo de alquiler. Parte de esta información era de gran ayuda para el jefe de mantenimiento de maquinaria ya que conocía el uso de cada máquina para programar revisiones que permitan prevenir daños, y preservar la vida útil de las máquinas.

## 5 CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO.

El control de calidad era uno de los aspectos más importantes, se debía garantizar que el concreto que se estaba entregando cumplía con todas las exigencias solicitadas por el encargado de cada obra según la estructura que se iba a fundir. Este control se llevaba a cabo desde la recepción de los materiales que serían utilizados en la producción de concreto, ya que como se mencionó en capítulos anteriores del presente informe, los materiales debían ser aptos para que se generara un concreto de alta durabilidad y con las resistencias especificadas por el contratante.

Durante la producción de concreto para cada obra en las cuales se trabajó durante el tiempo de pasantía se realizaban al concreto, ensayos para determinar las especificaciones técnicas del concreto en cuanto al asentamiento requerido y la resistencia de diseño a los 28 días ( $f'c$ ). Estos ensayos se hacían en cada fundición por mínima que fuese, teniendo en cuenta lo siguiente:

- En producciones menores a  $40 \text{ m}^3$  se realizaba una muestra que consistía en 6 probetas de  $100 \times 200 \text{ mm}$  para concretos en los cuales el tamaño máximo del agregado grueso era de  $\frac{3}{4}$ ". En caso de que se manejara un tamaño mayor de agregado grueso como en el caso del concreto ciclópeo de la obra Torres de Mariluz en donde se manejó una mezcla de gravilla de  $\frac{3}{4}$ " con gravilla de 1" en una relación de 4:1 se realizaba una muestra de 4 probetas de  $150 \times 300 \text{ mm}$ .
- Para producciones de más de  $40 \text{ m}^3$  se tomaban 2 muestras como se mencionó en el anterior punto dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso.
- Las muestras se toman en una bachada de concreto al azar, cuando la producción este en un 50% del total de metros cúbicos aproximadamente.
- En cuanto al ensayo de asentamiento se realizaba conjuntamente con la toma de muestras, de acuerdo con la solicitud del residente de obra.
- Debido a que se contaba con un laboratorio propio totalmente calibrado y revisado continuamente, se podían realizar tomas de muestras para realizar pruebas a dosificaciones planteadas por el departamento de calidad con el fin de mejorar los diseños. Para estas pruebas se tomaban 8 probetas de  $100 \times 200 \text{ mm}$ , para fallar 2 especímenes a tres días, 3 a siete días y 3 a 28 días. Con esto se evaluaba la resistencia del concreto a las edades mencionadas y el departamento de calidad podía tomar decisiones sobre los resultados.

Las pruebas realizadas para el control de calidad del concreto se describen a continuación basadas en las normas de construcción que se exigen en Colombia.

## 5.1 ASENTAMIENTO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

Este ensayo comúnmente conocido como “slump” se realizó siguiendo la norma ASTM C143<sup>3</sup>, según la cual se debe usar un molde metálico (cono de Abrams), resistente al ataque de la pasta de cemento con un espesor no menor que 0,060 pulgadas (1,5mm); este molde debe tener la forma de la superficie lateral de un cono truncado con una base de 8 pulgadas (200mm) de diámetro y la parte superior de 4 pulgadas (100mm) de diámetro, con una altura de 12 pulgadas (300mm). Además del molde se usa una varilla recta de acero de sección circular de 5/8” (16mm) de diámetro y aproximadamente 24” (600mm) de largo, el extremo de este elemento debe ser redondeado en forma semiesférica con un diámetro de 5/8” (16mm). El instrumento de medida debe ser una regla de metal rígida la cual debe ser graduada con incrementos de 5mm o menos; para los ensayos en obra el instrumento de medición usado fue un flexómetro.

El ensayo se realizó cada vez que se tomaban las probetas para el ensayo de resistencia, y cada vez que el residente de obra lo requiera para verificar que se estén cumpliendo las especificaciones solicitadas. Primero que todo se humedecía el molde y la base rígida no absorbente, posteriormente se apoyaba firmemente el molde sobre la base colocando y presionando con los dos pies los estribos del cono, se llenaba el molde con tres capas de igual volumen, cada una de estas capas era compactada en toda su profundidad con 25 penetraciones de la varilla de forma distribuida en toda la superficie en forma de espiral. Es importante resaltar que la varilla en la primera capa se introducía hasta la base, mientras que en la segunda y tercera se introducía hasta 25mm (1 pulgada) de la capa anterior. Se debía mantener un excedente de concreto en la superficie antes de varillar la última capa, si no era así se detenía el varillado y se colocaba una muestra representativa de concreto. Por último, se enrazaba usando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde.

Una vez estaba enrazado el molde, se removía el concreto de la base del mismo manteniéndolo firme con los pies, se levantaba el molde por encima de las 12 pulgadas en un solo movimiento sin giros en un tiempo de  $5 \pm 2$  segundos. Finalmente se ponía el molde a lado del concreto y se colocaba la varilla sobre el mismo para tomar lectura de la medición con el flexómetro con una precisión de 5mm desde la parte superior hasta el centro desplazado de la superficie original del espécimen. Es importante recalcar que la prueba debía realizarse sin interrupciones en un tiempo igual o inferior a 2.5 minutos. (Ver figura 17).

El resultado de la medición era verificado por el encargado de la obra y por el pasante, se anexaba a la bitácora física diaria y en la base de datos del sistema

---

<sup>3</sup> AMERICAN INTERNATIONAL SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM C143, asentamiento en el hormigón fresco.

de google drive de la empresa en una hoja electrónica en donde además de este dato se anexaba la información sobre la toma de las probetas cilíndricas para el ensayo de rotura a la compresión.



**Figura 17. Ensayo de asentamiento en el concreto fresco.**

## **5.2 TOMA DE PROBETAS CILÍNDRICAS DE CONCRETO.**

Este ensayo se realizó de acuerdo con la norma ASTM C31<sup>4</sup>, la cual consiste en emplear camisas de acero para elaborar especímenes cilíndricos de forma vertical garantizando que la altura sea igual a dos veces el diámetro. Las probetas tienen las dimensiones estándar de 6 x 12 pulgadas (150 x 300mm) y 4 x 8 pulgadas (100 x 200mm) para tamaño máximo de agregado grueso de 2 pulgadas. También se usa una varilla de hierro liso con un extremo de forma redondeada; la varilla debe tener un diámetro de 5/8" para camisas de 6 x 12 pulgadas y un diámetro de 3/8" para camisas de 4 x 8 pulgadas. Además de lo anterior se usa un mazo de goma de  $0,6 \pm 0,2$  kg. La mezcla debe ser acarreada mediante un buggie hasta el sitio de la elaboración de los cilindros.

Las probetas cilíndricas se elaboraban en una superficie rígida, en donde los moldes se mantenían estables y libres de vibración, el concreto se vaciaba de forma cuidadosa de manera que existiera una buena distribución del mismo, con una mínima segregación.

El llenado de los moldes se realizó en tres capas de igual volumen, teniendo en cuenta que en la última capa se agregó la cantidad de concreto adecuada para que el molde quedara lleno después de la compactación. Cabe recalcar que, si durante el varillado de la última capa se observaba un faltante de concreto, se

---

<sup>4</sup> AMERICAN INTERNATIONAL SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM C31, Práctica normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón.

debía detener la compactación, se agregaba una porción significativa y se procedía a completar el número de penetraciones restante. Cada capa se compactaba con 25 penetraciones de la varilla, distribuidas uniformemente por toda la superficie en forma de espiral; la primera capa se compactaba en su totalidad mientras que la segunda y tercera capa, se compactaban logrando que la varilla penetre hasta 1" de la capa inmediatamente anterior. Después de la compactación de cada capa se aplicaban de 10 a 15 golpes con el mazo de goma al molde para eliminar vacíos y burbujas de aire que queden atrapadas después del apisonado. Finalmente se retiraba el exceso de concreto de la superficie del molde y se realizaba un buen acabado con una llana metálica para que el espécimen quedara en excelentes condiciones al final del procedimiento. (Ver figura 18).



**Figura 18. Elaboración de probetas cilíndricas.**

Durante las primeras 24 horas los moldes debían permanecer libres de movimiento y vibraciones, con una humedad del 95% y garantizando una temperatura de 16 a 27°C. Después de este periodo de tiempo se desencofraba cada espécimen y se marcaba identificando la fecha, la obra, la estructura para la cual fue producido el concreto y el consecutivo de cada obra. Posteriormente se realizaba el curado en obra de los cilindros introduciéndolos en agua que debía tener una temperatura de 23 a 25°C, Garantizando también que estén en condiciones de humedad, protección y temperatura similares a las cuales estaba la estructura fundida.

El transporte desde la obra hasta el laboratorio debía ser muy cuidadoso, por lo que las probetas cilíndricas eran llevadas en un molde de icopor para garantizar que no se rompan o sufran alteraciones que puedan afectar los resultados. Al llegar al laboratorio los especímenes eran almacenados en una piscina con cal

para posteriormente realizar el ensayo de rotura a la compresión a las edades que se mencionó al inicio del presente capítulo. (Ver figura 19 y 20).



**Figura 19. Transporte y curado en el laboratorio de probetas cilíndricas.**



**Figura 20. Prensa para ensayo de rotura a la compresión.**

Las características de las muestras tomadas en cada fundición eran anexadas a la base de datos de cada obra en el sistema google drive que maneja la empresa, era aquí donde se describía la fecha de elaboración, la estructura fundida, el asentamiento, los materiales empleados y la dosificación empleada (ver figura 21 anexos B y C. Bases de Datos Torres de Mariluz y Turín club house, hoja 1 Toma de cilindros)

FECHA TOMA	FECHA FALLO	FORMULA No	Tipo Cem	Tipo Grava	Tipo Arena	Tipo Aditivo	RESIST OBJETIVO	SLUMP	DESTINO	OBSERVACIONES
14/03/2017		606351956	General tipo 1 sacos	gravilla 3/4" Agresur	Arena negra cominagro	ISOFLOW E ISOPLAST	4000	8"	APTO 1103 + P FIJO	CEMENTO=360, ARENA=915 GRAVA=765 AGUA=150, ISOFLOW=150ML ISOPLAST=350ML
13/03/2017		160332987	Estructural-big-bag	gravilla 3/4" Agresur	Arena negra cominagro	ISOFLOW E ISOPLAST	4000	8"	APTO 1102 + ESCALERA + P FIJO	CEMENTO=330, ARENA=920 GRAVA=780 AGUA=150, ISOFLOW=150ML ISOPLAST=350ML
11/03/2017		160332987	Estructural-big-bag	gravilla 3/4" Agresur	Arena negra cominagro	ISOFLOW E ISOPLAST	4000	8"	APTO 1104	CEMENTO=330, ARENA=920 GRAVA=780 AGUA=150, ISOFLOW=150ML ISOPLAST=350ML
10/03/2017		160332987	Estructural-big-bag	gravilla 3/4" Agresur	Arena negra cominagro	ISOFLOW E ISOPLAST	4000	8"	APTO 1101 + ESCALERA	CEMENTO=330, ARENA=920 GRAVA=780 AGUA=150, ISOFLOW=150ML ISOPLAST=350ML
08/03/2017		160332987	Estructural-big-bag	gravilla 3/4" Agresur	Arena negra cominagro	ISOFLOW E ISOPLAST	4000	8"	APTO 1003 + ESCALERA	CEMENTO=330, ARENA=920 GRAVA=780 AGUA=150, ISOFLOW=150ML ISOPLAST=350ML
07/03/2017		160332987	Estructural-big-bag	gravilla 3/4" Agresur	Arena negra cominagro	ISOFLOW E ISOPLAST	4000	8"	APTO 1002 + ZARPA	CEMENTO=330, ARENA=920 GRAVA=780 AGUA=150, ISOFLOW=150ML ISOPLAST=350ML

**Figura 21. Características de la toma de cilindros.**

Las resistencias obtenidas en los ensayos de rotura a la compresión de todos los especímenes fueron iguales o superiores a las solicitadas por las empresas contratantes según los diseños estructurales de cada proyecto. Estos resultados se pueden observar en el anexo H resultados de resistencias de concreto a la compresión obra Torres de Mariluz y en el anexo I resultados de resistencias de concreto a la compresión obra Turín Club House.

## 6 CALCULO DE CANTIDADES DE MATERIALES USADOS EN CADA FUNDICION Y COMPARATIVO CON MATERIAL FISICO

Finalizada cada producción de concreto se procedía a un trabajo minucioso de oficina, que consistía en realizar un cálculo de la cantidad de materiales que se usaron. Este proceso matemático se hacía de acuerdo con la dosificación empleada en planta, previamente suministrada por el departamento de calidad de la empresa.

A continuación, se presenta un ejemplo real del proceso matemático realizado para obtener el gasto de materiales de acuerdo a la cantidad de metros cúbicos de concreto producidos en la obra torres de mariluz:

Se tenía la dosificación utilizada para arena negra:

- Cemento: 300 kg/m<sup>3</sup>
- Arena: 870 kg/m<sup>3</sup>
- Gravilla: 830 kg/m<sup>3</sup>
- Agua: 150 l/m<sup>3</sup>
- Aditivo: 600 ml/m<sup>3</sup> = 0,6 l/m<sup>3</sup>

Se tenía también, los pesos unitarios sueltos de la gravilla y la arena (datos suministrados por el personal del departamento de calidad y laboratorio de la empresa) para obtener el gasto en m<sup>3</sup> de estos materiales.

- Peso unitario suelto de la arena: 1296 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto de la gravilla: 1500 kg/m<sup>3</sup>

La producción promedio en esta obra fue de 20 m<sup>3</sup> de concreto de 3000 psi. Por lo tanto, la cantidad de material gastado para esta fundición sumando un 5% de desperdicio fue:

- Gasto cemento:  $300 \text{ kg/m}^3 * 20 \text{ m}^3 = 6000 \text{ kg} + 300 \text{ kg} = 6300 \text{ kg}$
- Gasto Arena:  $(870 \text{ kg/m}^3 \div 296 \text{ kg/m}^3) * 20 \text{ m}^3 = 13,42 \text{ m}^3 + (13,42 * 0,05)$   
Gasto de Arena: 14,091 m<sup>3</sup>
- Gasto gravilla:  $(830 \text{ kg/m}^3 \div 1500 \text{ kg/m}^3) * 20 \text{ m}^3 = 11,07 \text{ m}^3 + (11,07 * 0,05)$   
Gasto de Gravilla: 11,55 m<sup>3</sup>
- Gasto de agua:  $150 \text{ l/m}^3 * 20 \text{ m}^3 = 3000 \text{ l}$
- Gasto de aditivo:  $0,6 \text{ l/m}^3 * 20 \text{ m}^3 = 18 \text{ l}$

Este cálculo matemático era de gran ayuda para que se llevara un control real de los materiales empleados en cada fundición. Cabe resaltar que la planta siempre arrojaba la cantidad de materiales usados al final de la producción, pero realizando comparativos con el material físico se podía inferir que no eran precisos, por lo que no se podía considerarlos para realizar un inventario diario y mucho menos para evaluar los consumos después de cada fundición.

Aunque el cálculo matemático era de gran ayuda, se comparaba esta información con el material físico real que quedaba después de cada fundición, para esto se tenía en el acopio los materiales (arena y gravilla) en forma de conos de los que se conocía la cantidad de metros cúbicos, con el fin de identificar fácilmente el inventario físico disponible. En cuanto al cemento el inventario físico final consistía en contabilizar la cantidad de big bags y multiplicarlos por un valor promedio según el total de kilogramos que se consignaban en el manifiesto que traía cada tracto mula del proveedor. Por ejemplo, si una mula traía 17 big bag y el peso total era de 34000 kg, se manejaba un promedio de 2000 kg para cada big bag.

El inventario físico era la manera más eficaz para controlar el consumo de materiales para posteriormente realizar evaluaciones sobre el estado y calibración de la máquina y sobre el costo real de producción. Estos datos se consignaban diariamente en el formato de bitácora diaria de la empresa. (Ver anexo A. Formato de Bitácora diaria)

Posteriormente, se anexaba la información de la bitácora física a la base de datos de cada obra en el sistema de hoja electrónica que maneja la empresa en google drive. Era aquí donde realmente se obtenía la información exacta sobre los consumos reales que se obtenían diariamente mediante un Kardex (ver Figura 22).

	SALDO INICIAL				ENTRADAS				SALIDAS POR TRASLADOS			
	GRAV	CEM	ARE	ADI	GRAVA	CEMENTO	ARENA	ADITIVO KG	GRAVA	CEMENTO	ARENA	ADITIVO
Febrero 28 de 2017	12	47863	25	12	15	0	15	0	0	0	0	0
Febrero 27 de 2017	33	75957	31	13	15	0	45	0	0	0	0	0
Febrero 25 de 2017	18	75957	16	14	15	0	15	0	0	0	0	0
Febrero 24 de 2017	30	91980	14	15	15	0	30	0	0	0	0	0
Febrero 23 de 2017	31	106140	14	11,34	15	0	30	19	0	0	0	0
Febrero 22 de 2017	2	72641	15	11,34	30	34.320	0	0	0	0	0	0
Febrero 21 de 2017	23	98086	27	0	14	0	42	38	0	0	0	0
Febrero 20 de 2017	25	99522	15	0	0	0	15	0	0	0	0	0
Febrero 18 de 2017	44	45233	26	0	0	67.730	15	0	0	0	0	0
Febrero 17 de 2017	30	45233	26	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Febrero 16 de 2017	23	38813	28	4	43	32.380	56	0	0	0	0	0
Febrero 15 de 2017	9	5783	0	4	14	33.030	28	0	0	0	0	0
Febrero 14 de 2017	14	20650	14	0	15	0	15	19	0	0	0	0
Febrero 13 de 2016	15	20997	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Febrero 10 de 2017	20	450	12	0	15	34.280	29	0	0	0	0	0
Febrero 9 de 2016	6	12122	9	0	29	1.500	21	0	0	0	0	0
Febrero 8 de 2017	12	28215	20	0	15	0	22	0	0	0	0	0
Febrero 7 de 2016	15	41800	29	0	14	0	14	0	0	0	0	0
Febrero 6 de 2017	15	41800	15	0	0	0	14	0	0	0	0	0
Febrero 4 de 2017	1	41800	15	0	14	0	0	0	0	0	0	0
Febrero 3 de 2017	19	56370	8	0	0	0	28	0	0	0	0	0
Febrero 2 de 2017	20	22836	9	0	0	34.000	0	0	0	0	0	0
Febrero 1 de 2017	13	49409	9	0	29	0	28	0	0	12.456	0	0
					321	237.240	462	76	0	12.456	0	0

SALIDAS A PRODUCCION				FISICO				RENDIMIENTOS			
GRAVA	CEMENTO	ARENA	ADITIVO	GRAVA	CEMENTO	ARENA	ADITIVO	GRAVA	CEMENTO	ARENA	ADITIVO
5	4162	7	1	22	43701	33	11	0,43	361	0,61	0,09
36	28094	51	1	12	47863	25	12	0,48	371	0,67	0,01
0	0	0	1	33	75957	31	13				
27	16024	28	1	18	75957	16	14	0,59	348	0,61	0,02
16	14160	30	15	30	91980	14	15	0,41	360	0,75	0,39
1	821	2	0	31	106140	14	11,34	0,43	349	0,64	0,00
35	25445	54	27	2	72641	15	11,34	0,46	338	0,72	0,35
2	1436	3	0	23	98086	27	0	0,47	335	0,70	0,00
19	13441	26	0	25	99522	15	0	0,50	352	0,68	0,00
0	0	0	0	44	45233	26	0				
36	25960	58	4	30	45233	26	0	0,47	336	0,75	0,05
0	0	0	0	23	38813	28	4				
20	14867	29	15	9	5783	0	4	0,52	386	0,75	0,39
1	347	1	0	14	20650	14	0	1,22	423	1,22	0,00
20	13734	26	0	15	20997	15	0	0,54	368	0,70	0,00
15	13172	18	0	20	450	12	0	0,42	365	0,50	0,00
21	16093	33	0	6	12122	9	0	0,41	314	0,64	0,00
17	13585	23	0	12	28215	20	0	0,43	345	0,58	0,00
0	0	0	0	15	41800	29	0				
0	0	0	0	15	41800	15	0				
18	14570	21	0	1	41800	15	0	0,46	372	0,54	0,00
1	466	1	0	19	56370	8	0	0,71	333	0,71	0,00
22	14117	28	0	20	22836	9	0	0,59	376	0,75	0,00
312	230492	438	65					0,48	353,85	0,67	0,10

**Figura 22. Kardex de la base de datos**

El kardex que se tenía en la base de datos contenía la siguiente información: fecha de producción, cantidad de metros cúbicos producidos, material físico inicial (material que quedaba después de la fundición del día anterior), entradas de material (compras, préstamos o devoluciones), salidas de material (préstamo o devolución), inventario físico (inspección visual de los materiales, pero con ayuda del cálculo matemático realizado anteriormente), salidas a producción (suma de la cantidad de material inicial más la cantidad de material de entrada, restando a este valor la cantidad de material de salida y el material físico existente), rendimiento de materiales (división de la cantidad de material de salida a producción sobre la cantidad de metros cúbicos de concreto producidos). Este último era el dato más importante del kardex y en general era la razón de la existencia de este, puesto que con este valor se podía realizar un análisis sobre la calidad del concreto y sobre el comportamiento de la planta de producción. (Ver anexos B y C. Bases de Datos Torres de Mariluz y Turín club house, hoja 4 Kardex). El análisis se concentraba básicamente en el consumo de cemento, puesto que este era el material de mayor costo y sobre el cual se debía llevar un control más estricto debido a que podía generar sobrecostos el desperdicio o el consumo excesivo del mismo. Este control se lo llevaba conjuntamente con el director de calidad de la empresa y del jefe de mantenimiento de maquinaria por lo siguiente:

El cemento es el material que más aporta a la resistencia del concreto producido, por lo tanto, al analizar los consumos de este material en el kardex se recopilaba información valiosa sobre los días en lo que se produjeron variaciones en cuanto al consumo normal diario. Esta información se manejaba conjuntamente con el

departamento de calidad de la empresa que evaluaba los resultados del ensayo de rotura a la compresión y se obtienen diferentes conclusiones.

Si había una relación directa entre el consumo de cemento y la resistencia obtenida, es decir, que el día que hubo un consumo superior, también se presentaron resistencias superiores a las pronosticadas en el diseño de mezcla en los especímenes tomados, el problema claramente era de la planta de producción debido a que estaba agregando mayor cantidad de cemento. Por lo tanto, el problema se derivaba al jefe de mantenimiento de maquinaria, para que realizara la inspección de la planta y se hagan los correctivos necesarios. Si no había relación directa entre el consumo de cemento y la resistencia obtenida, el problema ya no era de la planta, por lo que se procedía a tomar correctivos en cuanto al desperdicio de cemento y a la inspección de los big bag, es decir que no tuvieran material fraguado en su interior, que no estuvieran rotos y que el material no pudiera ser extraído por personal diferente a la empresa.

El consumo de combustible y aceite también eran muy importante tenerlos en cuenta, para esto en la base de datos de cada obra, había un espacio para llevar el control sobre el gasto de cada máquina. En la hoja electrónica del sistema google drive se ingresaba el combustible y aceite que entraban a la obra y posteriormente se consignaba los consumos que tenía cada máquina. Esto era muy importante para la elaboración de los informes mensuales de producción que se debían entregar al departamento de contabilidad de la empresa y para brindarle al jefe de mantenimiento de maquinaria información detallada sobre la cantidad de combustible y aceite que gastaba cada máquina por hora trabajada, logrando así que él pudiera evaluar el desempeño de cada una y analizaba la existencia de irregularidades. (Ver figura 23, anexos B y C. Bases de Datos Torres de Mariluz y Turín club house, hoja 7 Combustibles

INVENTARIO - REGISTRO DE LUBRICANTES Y COMBUSTIBLES												
FECHA	ID MAQUINA	PROPTARIO	COMPUESTO	Entr Sale	UNIDAD	CANTIDAD	DATO MEDIDR	DOC. No	ENTREGA	RECIBE	OBSERVACIONES	
13/3/2017	MINI-CASE-CAB INADO	MADCO	ACPM	S	Gal	10	NA	NA	ING. DAVID PORTILLA	WILSON GUZMAN	PRODUCCION	
13/3/2017	BOM-TK40-T033 88	MADCO	ACPM	S	Gal	10	NA	NA	ING. DAVID PORTILLA	WILSON GUZMAN	PRODUCCION	
13/3/2017	OBRA	MADCO	ACPM	E	Gal	20	NA	56556	OTRO	ING. DAVID PORTILLA	INGRESO DE 20 GAL DE ACPM POR PARTE DE ELITE	
9/3/2017	MINI-CASE-CAB INADO	MADCO	ACPM	S	Gal	10	NA	NA	ING. DAVID PORTILLA	WILSON GUZMAN	PRODUCCION	
9/3/2017	BOM-TK40-T033 88	MADCO	ACPM	S	Gal	10	NA	NA	ING. DAVID PORTILLA	WILSON GUZMAN	PRODUCCION	
9/3/2017	OBRA	MADCO	ACPM	E	Gal	20	NA	56045	OTRO	ING. DAVID PORTILLA	INGRESO DE 20 GAL DE ACPM POR PARTE DE ELITE	
7/3/2017	MINI-CASE-CAB INADO	MADCO	ACPM	S	Gal	10	NA	NA	ING. DAVID PORTILLA	WILSON GUZMAN	PRODUCCION	
7/3/2017	BOM-TK40-T033 88	MADCO	ACPM	S	Gal	10	NA	NA	ING. DAVID PORTILLA	WILSON GUZMAN	PRODUCCION	
7/3/2017	OBRA	MADCO	ACPM	E	Gal	20	NA	56041	OTRO	ING. DAVID PORTILLA	INGRESO DE 20 GAL DE ACPM POR PARTE DE ELITE	
6/3/2017	MINI-CASE-CAB INADO	MADCO	ACPM	S	Gal	5	NA	NA	ING. DAVID PORTILLA	WILSON GUZMAN	PRODUCCION	
6/3/2017	BOM-TK40-T033 88	MADCO	ACPM	S	Gal	5	NA	NA	ING. DAVID PORTILLA	WILSON GUZMAN	PRODUCCION	
6/3/2017	OBRA	MADCO	ACPM	E	Gal	10	NA	56038	OTRO	ING. DAVID PORTILLA	INGRESO DE 10 GAL DE ACPM POR PARTE DE ELITE	

**Figura 23. Control de combustibles y lubricantes en la base de datos.**

## **7 CALCULO DE LAS CANTIDADES DE MATERIALES A PROGRAMAR SEMANALMENTE DE ACUERDO A LOS DISEÑOS DE MEZCLA**

El cálculo de materiales necesarios para cada fundición era una de las labores más importantes, puesto que de esto dependía que hubiese un acopio de materiales acorde a la cantidad de metros cúbicos que se fundían en cada obra. Esto era imprescindible para evitar retrasos en la obra que pudieran afectar el normal desarrollo y a su vez, el presupuesto de las empresas contratantes. Una de las responsabilidades del jefe de unidad de producción era cumplir con el cronograma de fundiciones de cada proyecto. Cabe resaltar que el suministro debía ser programado según la magnitud del espacio que se tenía en cada obra para el almacenamiento de materiales sin causar el entorpecimiento de las demás actividades del proyecto para su normal desarrollo.

Era clave entonces realizar una programación semanal de materiales según la cantidad de apartamentos y demás estructuras para las cuales se necesitaba la producción de concreto, esta información era suministrada por el encargado de cada obra después de realizar el cálculo de concreto mediante la medición en planos estructurales. También era relevante que se prevean algunas situaciones que se podían presentar como: escases de material y fundiciones de gran magnitud que estén por fuera del normal rendimiento de fundiciones semanal, lo anterior con el propósito de almacenar el suficiente material que permitiera que se mantenga el rendimiento en cada obra y no se generen retrasos o que se detengan las actividades.

El cálculo de materiales se realizó para las obras Torres de Mariluz y Turín Club House teniendo en cuenta las dosificaciones entregadas por el departamento de calidad de la empresa después de realizar los diseños de mezcla. A continuación, se presenta el proceso que se seguía para calcular las cantidades de material y la forma en la que se debía solicitarlos a los diferentes proveedores, para las obras en las cuales se trabajó durante el tiempo de pasantía.

### **7.1 TORRES DE MARILUZ.**

En esta obra era más sencillo realizar el acopio de materiales puesto que había un espacio muy grande debido a la ubicación de la obra y la magnitud del proyecto, por tanto, se podía acopiar una gran cantidad de material sin perjudicar el normal desarrollo de las actividades de todo el personal de la obra.

El promedio de metros cúbicos de concreto que se producían en la obra era de 20 m<sup>3</sup> , en donde se incluía apartamentos, puntos fijos, puentes, escaleras y columnas. El cronograma de fundición era de un apartamento diario con alguna

estructura extra durante la semana, por tanto, se fundía un aproximado de 120m<sup>3</sup> de concreto de 3000 psi semanalmente.

Para cumplir con este objetivo se necesitaba calcular y pedir una cantidad de materiales según la dosificación planteada más un porcentaje de desperdicio que se podía dar en la producción de concreto. A continuación se muestra el cálculo de materiales semanalmente para el diseño de mezcla con cemento estructural, gravilla ¾", arena negra y aditivo Eucon 35 F de toxement.

Se necesitaba para el cálculo también el peso unitario suelto de la arena y la gravilla (información suministrada por el departamento de calidad de la empresa).

- Peso unitario suelto de la arena negra: 1296 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto de la arena gris: 1192 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto de la gravilla: 1500 kg/m<sup>3</sup>

### 7.1.1 Cálculo de cantidades de material a programar.

- Cemento: proporción del material en la dosificación de 3000 psi: 300 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE CEMENTO} = 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 120 \text{ m}^3 = 36000 \text{ kg}$$

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE CEMENTO} = 36000 \text{ kg} + (5\% \text{ desperdicio}) = 37800 \text{ kg}$$

Las tracto mulas de cemento generalmente venían con 17 big bags de 2000 kg cada uno lo que significaba que en total traían 34.000 kg. Por lo tanto, según el anterior cálculo y teniendo en cuenta que había bastante espacio para el almacenamiento de materiales se hacia el pedido de dos tracto mulas semanales.

- Gravilla: proporción del material en la dosificación de 3000 psi: 830 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE GRAVILLA} = 830 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \div 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 120 \text{ m}^3 = 66,4 \text{ m}^3$$

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE GRAVILLA} = 66,4 \text{ m}^3 + (5\% \text{ desperdicio}) = 69,72 \text{ m}^3$$

Se aproximaba a 70 m<sup>3</sup> de gravilla, este material se pedía en volquetas tipo doble troque que traen 15 m<sup>3</sup>, por lo tanto, se necesitaban 5 viajes semanales ósea uno diario de lunes a viernes. Como ya se mencionó había un gran espacio de almacenamiento en la obra, lo que significaba que perfectamente se podía almacenar 100m<sup>3</sup> de gravilla, es decir un pedido de 7 viajes de este material semanalmente.

- Arena negra: proporción del material en la dosificación de 3000 psi: 870 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE ARENA NEGRA} = 870 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \div 1296 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 120 \text{ m}^3 = 80,5 \text{ m}^3$$

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE ARENA NEGRA} = 80,5 \text{ m}^3 + (5\% \text{ desperdicio}) = 84,5 \text{ m}^3$$

Se aproximaba a 85 m<sup>3</sup> de arena, este material también se pedía en volquetas tipo doble troque que traían 15 m<sup>3</sup> , por lo tanto se necesitaban 6 viajes semanales. Como ya se mencionó había un gran espacio de almacenamiento en la obra, lo que significaba que perfectamente se podía almacenar 100 m<sup>3</sup> de gravilla, es decir un pedido de 7 viajes de este material semanalmente.

- Aditivo Eucon 35 F de Toxement (fluidificante): proporción de aditivo en la dosificación de 3000 psi para obtener un asentamiento de 7": 0,8 l/m<sup>3</sup>

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE ADITIVO} = 0,8 \frac{\text{l}}{\text{m}^3} * 120 \text{ m}^3 = 96 \text{ l}$$

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE ADITIVO} = 96 \text{ l} + (5\% \text{ desperdicio}) = 100,8 \text{ l}$$

Se aproximaba a 101 l de aditivo el cual venía en canecas de 55 galones. Teniendo en cuenta que 1 galón es igual a 3,785 l , se tiene que semanalmente se necesitaban 26,68 galones, por lo tanto se hacía un pedido de 1 caneca de 55 galones cada dos semanas al proveedor Texcol S.A.S.

- Agua: en cuanto a esta, al tomarla del acueducto no era necesario realizar un cálculo, bastaba simplemente con tener un recipiente completamente lleno de 1000 l durante toda la producción, además de otros recipientes para realizar el proceso de bombeo del concreto final que quedaba en la tubería.

Para los demás diseños de mezcla utilizados con cemento general, arena gris y otra clase de aditivos, se seguía el mismo procedimiento de cálculo descrito anteriormente para obtener la cantidad de material a programar por semana.

## **7.2 TURÍN CLUB HOUSE.**

En esta obra, a pesar de ser de gran magnitud había una gran limitante y es el poco espacio que existía para el acopio de materiales, así que se debía tener cuidado en cuanto a los pedidos de material para poder almacenarlos de forma que no se entorpecieran las actividades del personal de la obra ni se invadan espacios destinados a otros propósitos.

El promedio de metros cúbicos de concreto que se producían en la obra era de 40 m<sup>3</sup> , en donde se incluía apartamentos, puntos fijos, escaleras, losas de complemento a las ya fundidas anteriormente, muros de contención, columnas, vigas etc. El cronograma de fundición era de un apartamento diario con alguna estructura extra durante la semana, por tanto, se fundía un aproximado de 240 m<sup>3</sup> de concreto de 4000 psi semanalmente.

Para cumplir con este objetivo se necesitaba calcular y pedir una cantidad de materiales según la dosificación planteada, más un porcentaje de desperdicio que se podía dar en la producción de concreto. A continuación se muestra el cálculo

de materiales semanalmente para el diseño de mezcla con cemento estructural, gravilla ¾", arena negra y aditivos Isoflow e Isoplast de Cemex.

Se necesitaba para el cálculo también el peso unitario suelto de la arena y la gravilla (información suministrada por el departamento de calidad de la empresa).

- Peso unitario suelto de la arena negra: 1296 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto de la arena gris: 1192 kg/m<sup>3</sup>
- Peso unitario suelto de la gravilla: 1500 kg/m<sup>3</sup>

### 7.2.1 Cálculo de cantidades de material a programar.

- Cemento: proporción del material en la dosificación de 4000 psi: 330 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE CEMENTO} = 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 240 \text{ m}^3 = 79200 \text{ kg}$$

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE CEMENTO} = 79200 \text{ kg} + (5\% \text{ desperdicio}) = 83160 \text{ kg}$$

Las tracto mulas de cemento generalmente venían con 17 big bags de 2000 kg cada una, o sea un total de 34.000 kg. Por lo tanto, según el anterior cálculo se realizaba el pedido de 3 tracto mulas de cemento semanales, las cuales debían llegar en un tiempo determinado (una mula cada 2 días), ya que no se podía almacenar las tres juntas en la obra.

- Gravilla: proporción del material en la dosificación de 4000 psi: 780 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE GRAVILLA} = 780 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \div 1500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 240 \text{ m}^3 = 124,8 \text{ m}^3$$

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE GRAVILLA} = 124,8 \text{ m}^3 + (5\% \text{ desperdicio}) = 131,04 \text{ m}^3$$

Se aproximaba a 132 m<sup>3</sup> de gravilla, este material se solicitaba en volquetas tipo doble troque que traían 15 m<sup>3</sup>, por lo tanto, se necesitan 9 viajes semanales. Estos se distribuían estratégicamente para acopiar según el espacio del cual se disponía y para cumplir con la producción diaria. Se hacía el pedido de 2 viajes pasando un día, mientras que en el día intermedio se pedía un viaje para completar los 9 semanales.

- Arena negra: proporción del material en la dosificación de 4000 psi: 920 kg/m<sup>3</sup>

$$\text{CANTIDAD SEMANAL ARENA NEGRA} = 920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \div 1296 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 240 \text{ m}^3 = 170,37 \text{ m}^3$$

$$\text{CANTIDAD SEM DE ARENA NEGRA} = 170,37 \text{ m}^3 + (5\% \text{ desperdicio}) = 178,89 \text{ m}^3$$

Se aproximaba a 179 m<sup>3</sup> de arena, este material también se pedía en volquetas tipo doble troque que traían 15 m<sup>3</sup>, por lo tanto se necesitaban 12 viajes semanales que se distribuían en 2 viajes de arena negra diarios de lunes a sábado

para cumplir a cabalidad con la producción de concreto de acuerdo al cronograma de fundiciones de la obra.

- Aditivo Isoflow de Cemex (fluidificante): proporción de aditivo en la dosificación de 3000 psi para obtener un asentamiento de 8": 0,3 l/m<sup>3</sup>

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE ADITIVO} = 0,3 \frac{\text{l}}{\text{m}^3} * 240 \text{ m}^3 = 72 \text{ l}$$

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE ADITIVO} = 72 \text{ l} + (5\% \text{ desperdicio}) = 75,6 \text{ l}$$

Se aproximaba a 76 l de aditivo, este se suministraba en canecas de 5 galones. Teniendo en cuenta que 1 galón es igual a 3,785 l , semanalmente se necesitaban 20,07 galones, por lo tanto, se hacía un pedido de 4 canecas de 5 galones semanales al proveedor ELITE CONSTRUCCIONES.

- Aditivo Isoplast de Cemex (fluidificante): proporción de aditivo en la dosificación de 4000 psi para obtener un asentamiento de 8": 0,7 l/m<sup>3</sup>

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE ADITIVO} = 0,7 \frac{\text{l}}{\text{m}^3} * 240 \text{ m}^3 = 168 \text{ l}$$

$$\text{CANTIDAD SEMANAL DE ADITIVO} = 168 \text{ l} + (5\% \text{ desperdicio}) = 176,4 \text{ l}$$

Se aproximaba a 177 l de aditivo, este se suministraba en canecas de 5 galones. Teniendo en cuenta que 1 galón es igual a 3,785 l , semanalmente se necesitaban 46,76 galones, por lo tanto, se hacía un pedido de 10 canecas de 5 galones semanales al proveedor ELITE CONSTRUCCIONES.

- Agua: en cuanto a esta, al tomarla del acueducto no era necesario realizar un cálculo, puesto que en esta obra se contaba con un recipiente muy grande capaz de almacenar 2000 galones de agua, el cual alimentaba otros recipientes de 1000 litros de donde la planta obtenía la cantidad de agua para cada producción y para realizar el procedimiento de bombeo del concreto que quedaba dentro de la tubería para el cual se usaba agua.

Para los demás diseños de mezcla utilizados con cemento general, arena gris y otra clase de aditivo se seguía el mismo procedimiento de cálculo descrito anteriormente, para obtener la cantidad de material a programar por semana. Los pedidos de material se realizaban semanalmente mediante un formato como el que se muestra a continuación realizado para la tercera semana del mes de febrero. (Ver figura 24).

	<b>MADCO SAS</b>			CODIGO: MA-FO-CA-01	
	<b>ORDEN DE COMPRA</b>			VERSION: 01	
			VIGENCIA: 25-07-2016		
			PAGINA: 1 DE 1		
<b>COMPRADOR:</b>	MADCO SAS	<b>NIT:</b>	900724790	<b>FECHA:</b>	del 13 al 19 Marzo 2017
<b>DESCRIPCION GENERAL</b>	MATERIALES	<b>CONTACTO:</b>	ING. DAVID PORTILLA		
<b>DIRECCIÓN DE ENTREGA:</b>	TURIN	<b>FECHA DE ENTREGA:</b>			
<b>INFORMACIÓN DEL PROVEEDOR:</b>					
<b>PROVEEDOR:</b>	EW ELITE CONSTRUCCIONES SAS			<b>NIT</b>	900.271.131-3
<b>DIRECCIÓN:</b>	CLL 18 N. 57 - 09 AV TOROBAJO			<b>CIUDAD/DPTO:</b>	PASTO
<b>PERSONA CONTACTO:</b>	ROSARIO RODRIGUEZ			<b>TELÉFONOS:</b>	
<b>CORREO ELECTRONICO:</b>	rrodriguez-elitesas@gmail.com			<b>FAX:</b>	
	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UN</b>	<b>CANT.</b>	<b>VR/ UNITARIO</b>	<b>VR/ TOTAL</b>
1	CEMENTO	MULAS	3	15.000.000	45.000.000
2	GRAVA	M3	135	46.240	6.242.400
3	ARENA NEGRA	M3	180	37.200	6.696.000
	<b>TOTAL</b>			<b>\$</b>	<b>57.938.400</b>
<b>OBSERVACIONES ORDEN DE COMPRA: SE CONSIDERA CADA MULA DE CEMENTO CON 16 BIG-BAG</b>					
<b>OBSERVACIONES DEVOLUCION:</b>					
<b>ELABORA:</b>	<b>AUTORIZA:</b>	<b>SOLICITA:</b>			
DAVID PORTILLA	EDWIN WOODCOCK	DAVID PORTILLA			

	<b>MADCO SAS</b>			CODIGO: MA-FO-PR-02	
	<b>PROGRAMACION SEMANAL DE MATERIALES</b>			VERSION: 01	
			VIGENCIA: 13/03/2017		
			PAGINA: 1 DE 1		
<b>FECHA DE PROGRAMACION</b>	10/03/2017	<b>PROGRAMADOR</b>	ING. DAVID PORTILLA		
<b>SEMANA</b>	13 AL 19 DE FEBRERO	<b>APROBACION</b>	EDWIN WOODCOCK		
<b>DIA</b>	<b>MATERIAL</b>	<b>TURIN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>		
LUNES 13	CEMENTO (MULAS)	1			
	GRAVA (M3)	30			
	ARENA (M3)	30			
MARTES 14	CEMENTO (MULAS)	0			
	GRAVA (M3)	15			
	ARENA (M3)	30			
MIÉRCOLES 15	CEMENTO (MULAS)	1			
	GRAVA (M3)	30			
	ARENA (M3)	30			
JUEVES 16	CEMENTO (MULAS)	0			
	GRAVA (M3)	15			
	ARENA (M3)	30			
VIERNES 17	CEMENTO (MULAS)	1			
	GRAVA (M3)	30			
	ARENA (M3)	30			
SABADO 18	CEMENTO (MULAS)	0			
	GRAVA (M3)	15			
	ARENA (M3)	30			
DOMINGO 19	CEMENTO (MULAS)	0			
	GRAVA (M3)	0			
	ARENA (M3)	0			
<b>TOTAL SEMANA</b>	<b>CEMENTO (MULAS)</b>	<b>3</b>			
	<b>GRAVA (M3)</b>	<b>135</b>			
	<b>ARENA (M3)</b>	<b>180</b>			

Figura 24. Formato de solicitud de materiales.

## 8 MEDICION MANUAL DEL VOLUMEN DE CONCRETO REAL PRODUCIDO EN OBRA

### 8.1 MEDICIÓN DEL VOLUMEN DE LA TARA CON AGUA Y OBTENCIÓN DE LOS FACTORES PARA OBTENER EL VOLUMEN REAL DE CONCRETO.

Este proceso se realizó en cada obra en presencia de representantes de la entidad contratante y personal de la empresa MADCO SAS. Esta actividad era una de las más importantes ya que esto definía el concreto real que se va a cobrar a los clientes, por tanto, debía ser precisa y confiable. El proceso que se seguía era el siguiente:

Primero se debía tener la tara en un lugar fijo, garantizando que estuviera completamente nivelada, totalmente limpia en su fondo y sus paredes. Se debía cubrir la tara con un plástico que se amolde a su volumen, sea resistente y no presentara orificios que permitieran fugas de agua, que a su vez generen inconsistencias en la medición. Posteriormente, por medio de una probeta de capacidad 1 l , se llenaba otro recipiente hasta una cantidad de 20 l . Una vez se tenía el recipiente marcado exactamente hasta el nivel en donde se obtenía dicho volumen de agua, se proseguía a llenar la tara, registrando una medida para cada adición de 20 l de agua. Dicha medida se tomaba desde la superficie del agua, hasta el nivel superior de la tara (Ver figura 25), por ejemplo, en la tabla 3, se puede observar que al depositar en la tara 60 l , o sea 3 veces el recipiente de 20 l lleno, la medida desde la superficie del agua hasta el nivel superior de la tara es 64 cm . Se debía seguir este procedimiento hasta que la tara esté completamente llena.

Posteriormente, se obtenía una tabla, la cual muestra la medida exacta en cm desde la superficie del agua, hasta el nivel superior de la tara cada 60 l (0,06 m<sup>3</sup>). (Ver tabla 3).



Figura 25. Procedimiento para hallar los factores de volumen real de la tara

**Tabla 3. Medición del volumen real de la tara.**

Volumen de agua		cm Faltantes
l	m3	
60	0,06	64
120	0,12	56
180	0,18	50
240	0,24	45
300	0,3	40
360	0,36	36,5
420	0,42	33,5
480	0,48	29,5
540	0,54	26,5
600	0,6	23
660	0,66	20,5
720	0,72	17,5
780	0,78	14,5
840	0,84	11,5
900	0,9	9
960	0,96	6,5
1020	1,02	4
1060	1,06	2

Con la ayuda de la tabla 3, se realizó una tabla de mayor precisión mediante la interpolación de las medidas en centímetros, obteniendo un volumen de agua cada 0,1 cm . Era con esta tabla que se obtenía el volumen real de concreto siguiendo el proceso que se explica a continuación en el siguiente punto. (Anexo H. Tabla de factores de volumen real de la tara).

## **8.2 MEDICIÓN DEL VOLUMEN REAL DE CONCRETO EN CADA PRODUCCIÓN.**

Este proceso se realizaba en cada fundición, una parte en obra (durante la producción) y otra parte en oficina, donde se procesaban los datos obtenidos para obtener un volumen real de concreto que era el que se iba a cobrar más adelante.

**8.2.1 Proceso en obra.** Se debía mantener siempre la tara limpia, es decir que el concreto de cada bachada fuera llevado a la bomba por completo para que no se produzcan inconsistencias en el volumen del mismo. Cuando la tara estaba vacía se cerraba la compuerta de esta para que no hayan fugas de concreto hacia la bomba, una vez se garantizaba esto, se dejaba caer la bachada desde la olla de la planta de producción a la tara, se enrasaba el concreto para tener una superficie plana, desde donde se pueda tomar una medida exacta. Esta debía realizarse en el centro de la tara desde el nivel de la superficie de concreto, hasta el nivel superior de la tara. Para tomar la lectura se usaba un flexómetro y un codal o

madero recto. Esta medida se hacía a cada bachada de concreto y se registraba en el formato que tenía la empresa para llevar registro de cada fundición. (Ver figura 26, Ver anexo I. Formato tara).



**Figura 26. Medición de cada bachada**

**8.2.2 Proceso en oficina.** En la base de datos del sistema google drive que manejaba la empresa para cada obra se registraba la fecha y el destino de la producción de concreto. Posteriormente se ingresaban las medidas obtenidas en cada bachada de concreto (registradas en el formato físico de taras) obteniendo un promedio de las mismas. Con este dato se iba a la tabla interpolada cada 0,1cm y se buscaba el factor de volumen correspondiente, este a su vez, se multiplicaba por el número total de bachadas de concreto producidas en la planta y se obtenía el valor real de concreto entregado a la obra.

A continuación, se tiene la siguiente ecuación en donde se observa el proceso de cálculo que seguía la hoja electrónica de cada base de datos para obtener el volumen real de concreto. (Ver figura 27, anexos B y C. Bases de Datos Torres de Mariluz y Turín club house, hoja 2 Tara).

- Vc: Volumen de concreto real producido.
- F: factor obtenido con el promedio de medidas y la tabla interpolada cada 0,1 cm.
- N: número de bachadas de concreto.

$$Vc = F * N$$

Una vez obtenido este valor real de concreto se procedía a realizar el recibo de concreto que debía estar firmado por el pasante como jefe de producción de la empresa MADCO SAS y por el personal que designaba la empresa contratante para tal labor. Este recibo era llevado a personal de contabilidad que se encargaba de realizar los cobros.

Fecha	14/3/17	Fecha	13/3/17	Fecha	11/3/17	Fecha	10/3/17
Tara ID	0,7	Tara ID	0,7	Tara ID	0,7	Tara ID	0,7
Factor	Vol. Total	Factor	Vol. Total	Factor	Vol. Total	Factor	Vol. Total
0,686	0,740	0,684	0,740	0,684	0,740	0,706	0,740
Destino	APTO 1103 + P FIJO	Destino	APTO 1102+E SC ALERA+P FIJO	Destino	APTO 1104 + PUNTO FIJO	Destino	APTO 1101+E SC ALERA+M UROS PUNTO FIJO
Consec	24	Consec	23	Consec	22	Consec	21
Cm Prom	19,2	Cm Prom	19,3	Cm Prom	19,2	Cm Prom	18,2
Vol Real	38,42	Vol Real	42,41	Vol Real	37,62	Vol Real	40,95
Bache No	Cm Falta	Bache No	Cm Falta	Bache No	Cm Falta	Bache No	Cm Falta
1	16	1	19	1	17	1	21
2	17	2	18	2	19	2	22
3	18	3	17	3	19	3	22
4	18	4	18	4	18	4	21
5	19	5	18	5	18	5	22
6	19	6	18	6	17	6	23
7	20	7	19	7	20	7	18
8	20	8	19	8	19	8	18
9	21	9	19	9	19	9	19
10	19	10	18	10	20	10	19
11	20	11	17	11	20	11	18
12	21	12	17	12	19	12	16
13	20	13	18	13	18	13	18
14	21	14	18	14	19	14	19

Figura 27. Control de volumen real mediante la tara en la base de datos.

## 9 RODUCCION DE CONCRETO PARA LAS DISTINTAS ESTRUCTURAS DE CADA OBRA

Durante todo el periodo de pasantía comprendido entre septiembre 14 de 2016 y 14 de marzo de 2017 se realizó la producción de concreto en las obras Torres de Mariluz y Turín club House para todas las estructuras de concreto armado. A continuación, se presenta la descripción de cada estructura para las cuales se elaboró concreto hidráulico de calidad y según las especificaciones requeridas.

### 9.1 TORRES DE MARILUZ

Se puede observar en la tabla 4, las especificaciones del concreto que requería cada estructura de la obra en lo que a resistencia y asentamiento se refiere, desde la cimentación hasta el último nivel de apartamentos.

**Tabla 4. Especificaciones de concreto para la obra Torres de Mariluz**

ESTRUCTURA	f'c (psi)	f'c (kg/cm2)	Asentamiento (in)
Apartamentos, Puentes, Puntos fijos, gradas, columnas Torre V	3000	210	7
Concreto Ciclopeo (50% Rajon, 50% Concreto) Torre VI	3000	210	6
Cimentacion Corrida (Zarpa)	3000	210	6
Muros de carga (Cimentacion)	3000	210	6
Apartamentos, Puentes, Puntos fijos, gradas, columnas Torre VI	3000	210	7
Vigas y columnas salon Comunal	3000	210	6
Remates y demas estructuras	3000	210	6

Desde el inicio de la pasantía se encontró una unidad ya armada, con su respectivo campamento y zona de acopio de materiales definida, por lo tanto, se comenzó inmediatamente la producción de concreto para las diferentes estructuras que se mencionan a continuación.

- **Apartamentos torre V desde el piso número 6 hasta piso número 12, puentes, puntos fijos, columnas, escaleras, cuarto de máquinas y remate de la estructura.**

Desde el día 14 de septiembre de 2016, se empezó las labores de producción de concreto para la torre V. Esta torre como cada una de las 8 que presenta el proyecto Torres de Mariluz cuenta con un sistema industrializado de construcción basado en muros concreto armado. Cada apartamento era armado según los planos estructurales del proyecto, se usó formaleta metálica, solo se tenía un juego completo por lo que solamente se podía fundir un apartamento diario.

El maestro encargado de la obra y sus trabajadores diariamente retiraban la formaleta del apartamento fundido el día anterior y modulaban el siguiente, de manera que el encofrado sea eficiente, para que el mismo día se realizara la fundición, cabe resaltar que algunas fundiciones además de apartamento tenían punto fijo (estructura que une dos apartamentos). Una vez se tenía armada la formaleta para muros con su respectivo apuntalamiento, se procedía al armado de la losa superior del apartamento el cual consistía en una primera malla electro soldada, posteriormente las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y de gas. Por último, se superponía una segunda malla electro soldada a lo largo de toda la losa, cabe resaltar que el armado debía ser muy bien elaborado con un excelente apuntalamiento de la losa y muros con el propósito de que la formaleta no se abra, la losa no tenga deflexiones, los muros no pierdan verticalidad y no haya reducción o aumento en la sección de los elementos de la estructura determinados en planos por el ingeniero calculista. Realizado lo descrito anteriormente, se procedía al armado de tubería por parte de los trabajadores a cargo del pasante, los cuales llevaban a cabo este proceso de manera rápida, segura y en el lugar que indicaba el maestro encargado de la fundición.

El proceso de producción de concreto se llevaba a cabo inmediatamente después de armado la tubería, este debía ser rápido, ya que para poder retirar la formaleta al día siguiente mínimo debían pasar al menos doce horas con el fin de que el concreto este endurecido y no haya deflexiones en la estructura tanto de los elementos verticales como horizontales. Cabe resaltar que una vez retirada la formaleta el personal del maestro encargado realizaba el curado por siete días con agua a la estructura fundida. Cada apartamento tenía un área de 60 m<sup>2</sup>, los muros estructurales o pantallas tenían espesores variables entre 10, 12 y 15 cm, con longitudes variables dependiendo del diseño estructural, con refuerzo que va desde hierro de 3/8" hasta hierro de 3/4". Para los demás muros se usó malla electro soldada de 7 y 7,5 mm. Las losas de cada apartamento tenían un espesor de 10 cm con refuerzo consistente en doble malla electro soldada de 6 y 6,5 mm. Diariamente en promedio se realizaba la producción de 20 m<sup>3</sup> de concreto.

Dentro de la edificación además del sistema industrializado de muros estructurales en concreto armado de sección variable, había una parte independiente que consistía en un sistema aperticado, en donde existían columnas de 60 x 40 cm y vigas áreas de 30 x 30 cm que se encargaban de sostener una losa maciza denominada en obra como puente, el cual tiene 8,52 m de largo por 2 m de ancho y espesor 10 cm. Esta zona de la edificación se consideraba como zona común puesto que está destinada al tránsito de las personas de toda la torre (hay 2 puentes por piso que se encargan de interconectar todos los apartamentos). Cabe resaltar que había jornadas en donde se realizaba la fundición de escaleras (una por piso).

La torre V, tenía doce pisos de apartamentos, pero existía uno más en donde se ubicaba el cuarto de máquinas, destinado al control de los ascensores, para el cual se realizaba el armado y fundición exactamente igual como con los apartamentos. Por último, se realizó la producción de concreto para diferentes partes de la torre pertenecientes al remate de la estructura como las mencionadas a continuación: muros de fachada, alfajías, recubrimiento de la tubería destinada a recoger las aguas lluvias y tapas de cámara de recolección de aguas lluvias y sanitarias de la edificación. (Ver figura 28).



**Figura 28. Armado y fundición de estructuras Torre V**

- **Salón comunal perteneciente a la Etapa II.**

El salón comunal se construyó cerca de la torre, este consistía en un sistema de pórticos en concreto con una losa maciza, tiene dos niveles y una cubierta con tejas de asbesto cemento apoyadas en correas metálicas que a su vez se apoyaban en vigas de concreto armado. La cubierta era a dos aguas con el fin de que la lluvia sea llevada hacia dos vigas canal para la recolección y conducción del agua y posterior drenaje por canales de tubería que posteriormente fueron recubiertos en concreto. (Ver figura 29)



**Figura 29. Salón Comunal Etapa II**

- **Mejoramiento con concreto ciclópeo torre VI**

Mientras se construía la torre V se realizaron trabajos preliminares de la Torre VI, que consistieron en demolición de una estructura antigua y retiro del material resultante, localización y replanteo de la edificación, excavación con máquina (retro excavadora) a dos metros de profundidad, en donde se encontró un suelo firme de excelentes características, excavación a mano y corte de piedras de gran magnitud.

Una vez realizadas las anteriores actividades por el contratista encargado de la construcción de la obra se procedió a realizar la cimentación de la torre, la cual consistía en un mejoramiento con concreto ciclópeo (50% Rajón y 50% concreto de 3000 psi) construido en tres capas de concreto y tres capas de rajón intercaladas entre sí. Este mejoramiento tenía un espesor de 65 cm. Es importante resaltar que dentro del área de la torre existían zonas en donde no había presencia de elementos estructurales, por lo tanto no se hizo la parte de cimentación y simplemente se realizó más adelante un relleno compactado con



material común. (Ver figura 30)

**Figura 30. Mejoramiento con concreto ciclópeo Torre VI.**

- **Cimentación corrida (Zarpa).**

Después del mejoramiento con concreto ciclópeo se procedió al armado y fundición de una cimentación corrida (zarpa). Esta tenía un espesor de 35 cm con un ancho variable, en concreto de 3000 psi . Esta zarpa era la encargada de distribuir todo el peso que recibían los muros de carga pertenecientes a la cimentación, al mejoramiento del suelo con concreto ciclópeo. (Ver figura 31).

- **Muros de carga.**

Los muros de carga eran la última etapa de la cimentación de la torre, estos iban amarrados a lo largo de la cimentación corrida (zarpa), tenían una altura de 0,9 m, un espesor de 30 cm y longitud variable. Estos eran los encargados, como se dijo anteriormente, de llevar la carga proveniente de las pantallas (que se prolongan hasta el último piso) a la zarpa que a su vez distribuía la carga al mejoramiento con concreto ciclópeo.

Entre los muros quedaban espacios que eran rellenados con material común compactado, para realizar el relleno se tuvo la ayuda del mini cargador y la compactación se hizo con apisonador tipo canguro o también llamado saltarín, este relleno se realizó en toda el área de la torre que no contiene elementos estructurales entre los muros de carga, sobre la zarpa. (Ver figura 31).



**Figura 31. Zarpa y muros de carga de la cimentación Torre VI.**

- **Losa de primer nivel de apartamentos.**

Después de tener todo el relleno con material común compactado se procedió a fundir una losa de 10 cm de espesor en toda el área de la torre, la cual corresponde a la base del primer nivel de apartamentos N0+000. Esta losa contaba con un armado de doble malla electro soldada de la siguiente manera: se instalaba la primera malla, posteriormente se procedió a ubicar las instalaciones eléctricas, hidrosanitarias y de gas para cada apartamento, luego se colocó la segunda malla para finalmente proceder a la fundición con concreto de 3000 psi . (Ver figura 32).



**Figura 32. Relleno y losa de primer piso Torre VI.**

- **Apartamentos torre VI desde el piso número 1 hasta el piso número 5, puentes, puntos fijos, columnas y escaleras.**

La construcción de estas estructuras se realizó de igual manera que en la torre V (ver Apartamentos torre V desde el piso número 6 hasta piso número 12, puentes, puntos fijos, columnas, escaleras, cuarto de máquinas y remate de la estructura). La producción y el desarrollo de la pasantía en la obra Torres de Mariluz, se realizó hasta el día 27 de enero y se alcanzó a fundir gran parte de la torre VI llegando hasta el tercer apartamento del piso número cinco. (Ver figura 33).



**Figura 33. Estado final torre VI al terminar el periodo de pasantía en la obra.**

## 9.2 TURIN CLUB HOUSE.

Se puede observar en la tabla 5, las especificaciones del concreto que requería cada estructura de la obra en lo que a resistencia y asentamiento se refiere, desde la cimentación hasta el piso número 12 correspondiente al nivel 11 de apartamentos, además de otras estructuras.

**Tabla 5. Especificaciones de concreto para la obra Turín Club House**

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>f'c (psi)</b>	<b>f'c (kg/cm2)</b>	<b>Asentamiento (in)</b>
Apartamentos, Puntos fijos Torre I	4000	280	8
Columnas y vigas	4000	280	6
Losas de entrepiso	4000	280	6
Muro de contencion	4000	280	6
vigas de cimentacion	4000	280	6
Gradas Torre I	4000	280	6
Remates	4000	280	8

En la obra Turín club House, se hicieron trabajos preliminares antes de empezar con la producción de concreto, que tienen que ver con la instalación de la unidad y la ubicación de los trabajadores de la empresa dentro de la obra. Estas actividades se muestran a continuación:

- **Instalación del campamento.**

Junto con el personal encargado, específicamente el residente de obra se destinó un lugar dentro de las zonas ya construidas de la torre I para la adecuación de un campamento en donde los trabajadores podían almacenar sus herramientas, equipo de trabajo, repuestos para las máquinas, aditivos etc. Además, es el lugar en donde el pasante como jefe de unidad de producción asignaba las tareas diarias a los trabajadores y donde hacía entrega de los elementos de protección personal. Esta zona tenía un área aproximada de 10 m<sup>2</sup>.

- **Ubicación de zona de acopio de materiales.**

Esta zona era demasiado importante ya que debía ser propicia para que las volquetas pudieran ingresar de manera fácil sin causar alteraciones en el desarrollo de las actividades de los demás contratistas. Esta zona también debía estar cerca de la unidad de producción para que las máquinas que se encargaban de alimentar con material, no tuvieran que hacer recorridos largos que causen demoras en el proceso de fundición.

- **Cerrado de obra con poli sombra.**

Se realizó un cerramiento con poli sombra, con el fin de brindar seguridad y demarcar el lugar de localización del proyecto. Se contribuyó a esta actividad puesto que la demarcación dependía en gran medida del área destinada al acopio de materiales. Como se puede observar a continuación (ver figura 34), el acopio esta exactamente al borde del cerramiento del proyecto.



**Figura 34. Cerramiento con poli sombra y acopio de materiales.**

- **Ubicación correcta de la unidad en obra.**

En cada obra junto con el responsable inmediato se debía asignar un espacio adecuado para ubicar correctamente la unidad. Este espacio debía ser fijo y tener las condiciones adecuadas para la movilidad de las máquinas encargadas de alimentar con material a la planta de producción, además este lugar estaba cerca de las estructuras que se iban a fundir, para que el armado de tubería sea sencillo y no tan extenso, también se destinaban zonas para los desagües cuando se realizaba el lavado de las máquinas.

Esta labor se realizó en la obra Turín Club House, puesto que en la obra Torres de Mariluz la unidad estaba armada cuando se inició el tiempo de pasantía. Para la ubicación de la unidad primero se contrató un retro cargador, el cual realizó una excavación en forma de rampa con el objetivo de ubicar la bomba impulsadora de concreto y en caso de requerir su salida poder sacarla fácilmente. Esta máquina debía estar en un nivel más bajo que la planta de producción para que exista una pendiente y el concreto caiga fácilmente por la tara hasta la tolva de la bomba. Posteriormente se organizó el resto de maquinaria de acuerdo con la posición de la bomba y con las condiciones adecuadas para que el proceso de fundición diaria no tenga inconvenientes.

El pasante como jefe de producción se encargó del transporte de las máquinas, esta actividad se realizó mediante la contratación de servicios de grúas debido a la

magnitud de estas, respetando siempre las normas de tránsito y transporte de estos elementos evitando así accidentes o inconvenientes para la empresa. (Ver figura 35).



**Figura 35. Instalación de la unidad de producción**

- **Apartamentos desde el piso número 6 correspondiente al nivel 5 de apartamentos hasta el piso número 12 correspondiente al nivel 11 de apartamentos, puntos fijos y escaleras.**

Esta obra también se construyó mediante el sistema industrializado de muros estructurales en concreto o pantallas, en donde se sigue el procedimiento de desencofrado del apartamento fundido el día anterior, armado de formaleta según los planos estructurales y la posterior fundición. Esta obra al ser tan importante tenía dos juegos de formaleta metálica completos por lo que se podía armar dos apartamentos, por consiguiente, el rendimiento era muy bueno ya que se lograba avanzar un piso por semana.

El proceso que se seguía era idéntico al de la obra Torres de Mariluz, primero se realiza el encofrado de los muros estructurales y de los muros que llevan únicamente malla electro soldada. Una vez garantizado el apuntalamiento y los plomos de los elementos verticales se procedía al armado de la losa de cada apartamento en donde sobre la formaleta iba una primera malla, después las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y de gas de acuerdo con los diseños, seguido por una segunda malla sobre toda el área de cada apartamento. Cabe resaltar que había una zona llamada punto fijo, la cual era una zona común que interconecta a los 4 apartamentos de cada piso. Esta se fundía conjuntamente con el último apartamento del piso correspondiente. En cuanto a la fundición de escaleras se realizaba 2 por semana debido a la existencia de esta cantidad por piso.

Los muros estructurales o pantallas de cada apartamento tenían espesores de 12 y 15 cm, con una longitud dependiendo del diseño estructural y arquitectónico. Estos llevaban acero de refuerzo, que iba desde varillas de diámetro 3/8" hasta 1/2". Los muros iban amarrados desde la cimentación, hasta el último nivel de apartamentos de la torre y a medida que se iba subiendo de piso, tenían una disminución en el acero de refuerzo hasta el piso número 8. A partir del piso número 9 de apartamentos los muros se armaban con un refuerzo que consistía únicamente de malla electro soldada de 7 y 7,5 mm . Las losas de cada apartamento tenían un espesor de 12 cm , con refuerzo consistente en doble malla electro soldada de 6 y 6,5mm; cabe resaltar que cada apartamento es independiente de los demás y no comparten ningún muro en común, esto provocaba que la cantidad de concreto fuera más elevada. Los apartamentos son aproximadamente de 98 m<sup>2</sup> de área y la producción para cada apartamento era aproximadamente de 38 m<sup>3</sup> de concreto.

El armado de tubería por parte de los trabajadores a cargo del pasante se realizaba una vez esté instalada la segunda malla de la losa, para no entorpecer el correcto encofrado de los apartamentos. También era importante que la fundición se realice rápidamente para que el desencofrado al día siguiente se realizara después de 12 horas, evitando así deflexiones en los elementos estructurales. Cabe resaltar que el concreto suministrado debía cumplir con las exigencias en cuanto a asentamiento ya que los muros eran de espesor muy bajo y contenían bastante acero de refuerzo, así que para evitar que los muros después de la fundición queden con imperfecciones, además del correcto vibrado, el estado del concreto debía acoplarse a las necesidades que se tenían en obra. El curado que se realizaba a los apartamentos era con sacos de costal humedecidos a lo largo de toda la superficie de la losa, de los muros y de los demás elementos de la estructura durante 7 días. (Ver figura 36)



**Figura 36. Fundición estructuras Torre I.**

- **Sistema aporticado dentro de la estructura.**

El proyecto Turín Club House, además del sistema de construcción de muros estructurales en concreto tenía un sistema aporticado que contenía vigas aéreas y columnas. Este sistema se presentaba en las losas de entrepiso correspondientes al sótano 1 y al primer nivel de apartamentos, consistía básicamente en columnas de 60 x 40 cm y vigas de 40 x 40 cm que se encargan de sostener dos losas aligeradas con perfiles en acero estructural (vigas IPE) y doble malla electro soldada en su superficie. Estas losas estaban alrededor de la torre I, eran destinadas al tránsito de vehículos y zona de parqueo de los mismos. El encofrado de este sistema se realizó en madera para las losas y vigas, formaleta metálica para las columnas y el apuntalamiento de los elementos se realizó con gatos y cerchas. Para la fundición de estas estructuras el concreto usado fue de 4000 psi, bombeado para las losas y acarreado con buggies para las columnas. Después de la colocación el concreto era vibrado correctamente para el posterior tallado. Finalmente, estas losas debían tener un terminado con una superficie lisa y pulida, común en zonas de parqueaderos. Para lograr esto se usaba la allanadora o helicóptero después de cada fundición (Ver figura 37).



**Figura 37. Fundición de losa de entrepiso y terminado con helicóptero.**

- **Muro de contención.**

Otro tipo de estructura que se construyó fue un muro de contención, para el cual primero se trabajó en su cimentación, para lo cual se fundió una cimentación corrida de 40 x 40 cm, posteriormente, se realizó el armado del muro y luego el encofrado con formaleta en madera apuntalada con gatos. Este muro también hacía parte del sistema que sostiene las losas de entrepiso mencionadas en el punto anterior. El muro de contención tenía un espesor de 20 cm y un largo de

18,20 m. El concreto para su fundición fue de 4000 psi , con un asentamiento de 6" (Ver figura 38).



**Figura 38. Muro de contención**

- **Continuación de estructuras ya fundidas (vigas y losas de entre piso pertenecientes al sótano 1).**

Este proyecto al ser tan grande debía construirse por partes, dejando algunas estructuras fundidas hasta cierta parte, para poder continuar con trabajos más importantes dentro del cronograma de construcción, como el avance en la construcción de la torre de apartamentos. Es por esta razón que primero se construyeron los tramos de las losas en donde se iban a levantar los apartamentos y se postergó la continuación de las mismas. Este caso se presentó durante el periodo de pasantía en el complemento de la losa de entrepiso correspondiente al sótano 1, en donde después de un tiempo se retomó las labores correspondientes a la construcción de la continuación de losa. Para esto se tuvo que llevar a cabo las fundiciones correspondientes a la cimentación corrida y al muro de contención mencionado en el anterior punto. Posteriormente, se realizó el armado y encofrado en madera de la continuación de la losa aligerada con vigas IPE y de las vigas que van amarradas al muro, provenientes del sistema aporticado ya fundido, una vez realizado este procedimiento se pudo realizar la producción de concreto.

Es importante mencionar que para este procedimiento, el cual consistía en realizar una fundición complementaria de una losa en donde se buscaba la correcta adherencia de concreto fresco con un concreto ya endurecido, se usó un epóxico llamado sikadur 32 primer, por lo tanto, para la correcta fundición de estas estructuras complementarias dentro de la obra se seguía el proceso descrito a continuación:

Se limpiaba la superficie de la estructura endurecida que se va a complementar. El producto contenía dos recipientes en el cual había 2 pastas que se mezclaron hasta tener una mezcla de color uniforme. Para la aplicación del producto debía tenerse en cuenta que el máximo tiempo permitido para colocar el concreto fresco es de 3 horas para una temperatura de 20°C. Una vez aplicado el producto con una brocha se iniciaba con la fundición de la estructura, garantizando así la correcta unión con la estructura construida con anterioridad. (Ver figura 39).



**Figura 39. Aplicación de Sikadur 32 primer y fundición de continuación de losa de entrepiso número 1.**

Cabe resaltar que en todas las estructuras que se fundieron en las dos obras, se siguió un proceso de fundición que consistió en el correcto armado de tubería hasta el sitio de disposición final del concreto como se explicó anteriormente en el CAPITULO 2. PRESENCIA EN OBRA Y VERIFICACION DE LAS ACTIVIDADES DE SUMINISTRO DE CONCRETO y la programación de todos los parámetros de la planta de producción

En cuanto al correcto bombeo del concreto al sitio de colocación final, primero se debía realizar una bachada que consistía en un mortero fluido (agua, cemento y arena) que actuaba como ceba, para que la tubería se lubriqué y no haya taponamientos con el concreto. Posteriormente, se procedía a bombear el concreto producido en la planta, al llegar al sitio de colocación era vibrado para una distribución homogénea y adecuada, finalmente, se realizaba el tallado final con una llana metálica o codal.

Cabe resaltar que la distribución, vibrado y tallado del concreto eran responsabilidad del maestro contratista de la obra.

En la tabla 6, se muestra la cantidad total de metros cúbicos de concreto producidos para las dos obras en las cuales se desarrolló la pasantía.

**Tabla 6. Cantidad de concreto producido para las dos obras durante el tiempo de pasantía.**

<b>OBRA</b>	<b>ESTRUCTURA</b>	<b>f'c (psi)</b>	<b>f'c (kg/cm2)</b>	<b>m3 de concreto</b>
<b>Torres de Mariluz</b>	Apartamentos, Puentes, Puntos fijos, gradadas, columnas, cuarto de maquinas, remates Torre V	3000	210	497,6
	Salon Comunal	3000	210	12,4
	Concreto Ciclopeo (50% Rajon, 50% Concreto) Torre VI	3000	210	211,5
	Cimentacion Corrida (Zarpa)	3000	210	135,1
	Muros de carga (Cimentacion)	3000	210	153,8
	Apartamentos, Puentes, Puntos fijos, gradadas, columnas Torre VI	3000	210	616,4
	<b>TOTAL</b>	<b>3000</b>	<b>210</b>	<b>1626,8</b>
<b>Turin Club House</b>	Apartamentos, puntos fijos, gradadas, remates Torre I	4000	280	1093,7
	Losas de entrepiso	4000	280	12,57
	Muros de contencion	4000	280	23,67
	Vigas de cimentacion	4000	280	25,78
	Columnas	4000	280	3,96
	<b>TOTAL</b>	<b>4000</b>	<b>280</b>	<b>1159,68</b>

En los anexos B y C, Bases de Datos Torres de Mariluz y Turín club house, hoja 5 Producción, se puede observar la cantidad de metros cúbicos fundidos en cada obra, resaltando la fecha, estructura fundida, cantidad de concreto, valor unitario, valor total y observaciones.

## 10 OTRAS TAREAS REALIZADAS

### 10.1 PRODUCCIÓN PARA OTRAS OBRAS MEDIANTE EL LLENADO DE MIXER.

Durante el desarrollo de la pasantía, en varias ocasiones se llevó a cabo la producción de concreto para otras obras. Esta labor se hizo en la obra Torres de Mariluz puesto que aquí se podía almacenar gran cantidad de material, además existía un gran espacio en donde las mixer podían ingresar sin causar problemas o entorpecer el normal desarrollo de la obra. (Ver figura 40).



**Figura 40. Producción de concreto para mixer.**

Para estas fundiciones se tenía que coordinar todas las actividades que dieran lugar a la producción y vaciado de concreto a las mixer para su posterior transporte y colocación en obra, estas actividades son las que se mencionan en capítulos anteriores y tienen que ver con el cálculo y pedido de material necesario según las dosificaciones que el personal del departamento de calidad suministró, medición real del volumen producido, cálculo de material usado y obtención de los consumos de agregados, cemento y aditivo. Cabe destacar que para estas producciones también se realizaba todos los ensayos correspondientes al control de calidad del concreto (ver CAPITULO 5. CONTROL DE CALIDAD).

A continuación, se muestra la tabla 7, en donde se puede apreciar las obras para las cuales MADCO SAS suministró concreto por medio de mixer, resaltando las especificaciones solicitadas y el volumen de concreto producido. Además en el Anexo N. se puede ver un informe de producción para Mixer realizado por el pasante.

**Tabla 7. Producción de concreto para otras obras mediante llenado de mixer.**

<b>Obra</b>	<b>f'c (psi)</b>	<b>f'c (kg/cm2)</b>	<b>Asentamiento (in)</b>	<b>m3 concreto</b>
Chalet Suizo	3000	210	6	54,5
Torres de Malaga	3000	210	6	95
Torre parque central (Tayka)	4000	280	6	10
Torres de Santa Monica	4000	280	7	67,3
Obra barrio Figueroa Pasto	3000	210	6	183,6
<b>TOTAL PRODUCCION MIXER</b>				<b>410,4</b>

## **10.2 INFORMES MENSUALES PARA CONTABILIDAD.**

Era labor del jefe de unidad de producción llevar un control estricto, ordenado y actualizado de la entrada y salida de materiales (traslados a otras obras o salidas a producción). Este control se resumía mensualmente en informes detallados en donde se recopilaba la siguiente información: total de metros cúbicos producidos hasta el cierre de cada mes, material inicial de cada mes, sumatoria de cada material que entraba a la obra por compra, préstamo o devolución, sumatoria de cada tipo de material que salía, material usado en la producción de concreto, consumo de combustible por máquina, consumos reales y consumos según la dosificación. Con el fin de que se hiciera el comparativo entre los rendimientos reales y los ideales.

Al final del informe, debía existir un balance en donde todo el material que ingresaba a la obra tenía que coincidir con el material de salida, más el material físico restante que queda en la obra al terminar el mes. Para llevar este control también se usaba la información que se consignaba en la base de datos de cada obra en la hoja electrónica kardex, ya que con esta herramienta se lograba ver de manera más clara la información y los datos que se consignaban en el informe mensual para contabilidad simplemente eran la sumatoria final de columnas de entradas, salidas, metros cúbicos producidos y salidas a producción. A continuación, se puede observar el informe realizado en el mes de octubre para la obra Torres de Mariluz elaborado por el pasante. En el anexo K, Informe mensual de octubre de 2016 obra Torres de Mariluz, se puede observar con mayor claridad dicho informe (Ver figura 41).

MADCO		INFORME MENSUAL ENTRADAS Y SALIDAS DE MATERIALES									
MATERIALES DE CONSTRUCCION		OBRA MARILUZ									
PRODUCCION REAL (M3 DE CONCRETO) a 31 DE OCTUBRE		267,1									
MATERIAL	SALDO INICIAL	ENTRADAS					SALIDAS				
		ENTRADA	PRESTAMOS	DEVOLUCIONES	TRASLADO	TOTAL ENTRADAS	TRASLADOS	DEVOLUCIONES A NH	PRESTAMOS	CONSUMO REAL	TOTAL SALIDAS
CEMENTO (KG)	25.645	121.643		2.030		149.318		33.700		89.192	149.318
ARENA (M3)	23	175				198				175	198
GRAVA (M3)	28	166			8	202				179	202
MATERIAL	CONSUMO SEGÚN DRIVE	CONSUMO SEGÚN DISEÑO	CONSUMO REAL	INVENTARIO FISICO A 31 DE OCTUBRE 2016							
CEMENTO (KG)	89.192	77.459	89.192	26.426							
ARENA (M3)	175	179,3	175	23							
GRAVA (M3)	179	171,1	179	23							
ADITIVO (Kg)				197							
ACPM (GAL)				45							
CONSUMO DE A.C.P.M (GAL)			CONSUMOS PROMEDIO MES JULIO POR M3								
MAQUINARIA	CONSUMO	MEDIDA	MATERIAL	REAL	1 2 3	1 2 3	DRIVE	DISEÑO			
MINICARG	41	GAL	CEMENTO	334	350	7	334	290			
PLANTA GAG 15-2	29	GAL	ARENA	0,66	756	0,58	0,66	0,67			
BOMBA TK 40	60	GAL	GRAVA	0,67	1260	0,84	0,67	0,55			
<b>TOTAL CONSUMO</b>	<b>130</b>	<b>GAL</b>			2366						
INV FISICO A 30 SEPTIEMBRE	0	GAL									
DAVID PORTILLA ELABORÓ			OCTUBRE 31 DE 2016 FECHA								

Figura 41. Informe mensual mes de octubre.

### 10.3 REALIZAR INVENTARIOS CONTINUAMENTE DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS.

En cada obra siempre existía la necesidad de que se suministraran elementos y herramientas importantes para el desarrollo de las actividades diarias, relacionadas con la producción y colocación del concreto como: tubería, abrazaderas, empaques para abrazaderas, accesorios, herramientas de equipo menor etc. Lo anterior se recibía con un soporte de entrega que consistía en un recibo o memorando de remisión de elementos, el cual era anexado a la bitácora diaria en físico y en la base de datos de cada obra en una hoja electrónica denominada inventario de accesorios, diseñada para el control de estos elementos. También en ocasiones se realizaba el traslado de estos elementos hacia otra obra o a la sede principal de la empresa, por lo tanto, se debía consignar la salida en bitácora física y en la base de datos. Con esto se tenía un control detallado de las herramientas y accesorios que se encontraban en cada obra a disposición de los trabajadores (Ver figura 42).

Además de llevar inventario de los elementos mencionados anteriormente se tenía uno especial para la maquinaria que entraba y salía de cada obra. Ambos inventarios tenían la siguiente información: fecha, elemento o máquina, descripción, entrada o salida, cantidad, procedencia y destino, propietario, persona que entregaba, persona que recibía, número de recibo o memorando de remisión y observaciones que detallaban claramente la información del porqué de la entrada o salida del elemento o máquina y del estado de los mismos. En los anexos B y C. Bases de Datos Torres de Mariluz y Turín club house, hojas 9 inventario de maquinaria y 10 inventario de accesorios, se puede observar dicha

INVENTARIO DE ACCESORIOS Y HERRAMIENTAS DISPONIBLES											
FECHA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN	ENTRA SAL E	CAN TIDA D	ORIGEN - DE STINO	ENTREGA	RECIBE	DOC. No	PROPIETA RIO	OBSERVACIONES	PRO CES ADO
9/3/2017	GUILLOTINA	GUILLOTINA PARA BOMBA	E	1	ACOPIO-TURIN	OTRO	DAVID PORTILLA		MADCO		
7/3/2017	ABRAZADERAS	ABRAZADERAS	E	4	ACOPIO-TURIN	OTRO	DAVID PORTILLA		MADCO	INGRESAN 4 ABRAZADERAS PROVENIENTES DEL ACOPIO RECIBO No 56038	
7/3/2017	BOLA GOMA	BOLA DE GOMA "DIABLO"	E	2	ACOPIO-TURIN	OTRO	DAVID PORTILLA		MADCO	INGRESAN 2 BOLAS DE GOMA PROVENIENTES DEL ACOPIO RECIBO No 56039	
7/3/2017	TUBO	TUBO DE 3 METROS X 12.5 CM DE DIAMETRO	E	10	ACOPIO-TURIN	OTRO	DAVID PORTILLA		MADCO	INGRESAN 10 TUBOS PROVENIENTES DEL ACOPIO RECIBO No 56040	
2/3/2017	TUBO	TUBO DE 3 METROS X 12.5 CM DE DIAMETRO	S	10	RIN-SANTAMON	DAVID PORTILLA	OTRO		MADCO		
22/2/2017	ABRAZADERAS	ABRAZADERA	E	6	ACOPIO-TURIN	OTRO	DAVID PORTILLA		MADCO		
20/2/2017	OTROS	Arnes	E	1	MARILUZ-TURIN	OTRO	WILSON GUZMAN		MADCO		
20/2/2017	BARRA	BARRA	E	1	MARILUZ-TURIN	OTRO	WILSON GUZMAN		MADCO		
20/2/2017	MAZETA	MAZETA	E	1	MARILUZ-TURIN	OTRO	WILSON GUZMAN		MADCO		

información.

**Figura 42. Inventario de accesorios en la base de datos.**

## **CONCLUSIONES.**

Durante el transcurso de la pasantía se logró cumplir todos los objetivos planteados para la ejecución de los proyectos Torres de Mariluz; en el cual se llevó a cabo la construcción en su totalidad de la torre V, una gran parte de la torre VI logrando realizar fundiciones hasta el quinto nivel de apartamentos de la misma, además de otras estructuras conexas y Turín club House, en donde se realizó un gran avance en la torre I llegando hasta el piso numero 13 además de otras estructuras que van conectadas a la estructura de dicha torre.

Se dio cumplimiento a las normas planteadas en la aplicación del sistema de seguridad y salud en el trabajo conjuntamente con el personal profesional encargado en cada obra. Por tal razón se logró evitar accidentes o lesiones en los trabajadores.

Es primordial que se realice un cálculo de todos los materiales a utilizar semanalmente para que los pedidos se soliciten de manera correcta y no haya contratiempos que puedan interferir con el normal desarrollo del cronograma de fundiciones de cada obra. Es importante, que se lleve un control de los materiales utilizados en cada producción para conocer los consumos y rendimientos para identificar problemas o realizar cambios en cuanto a los diseños conjuntamente con el departamento de calidad de la empresa.

Se realizó una medición del volumen real del concreto en cada producción de concreto mediante el uso de una tara, con el fin de que los cobros que se hagan a las empresas contratantes sean en base a un procedimiento de cálculo confiable.

El control de calidad del concreto es fundamental para garantizar a los clientes que el producto que se les está entregando cumple con las exigencias propuestas lo que daría la plena confianza que las estructuras se comportaran correctamente de acuerdo al diseño estructural.

Es indispensable que se haga una inspección continua de todos los procesos que se deben llevar a cabo para cumplir con el cronograma de fundiciones en lo correspondiente a armado de tubería, estado de las maquinas, ingreso de parámetros a la planta de producción, producción de concreto. También se garantizó que posterior a las fundiciones se hicieran jornadas de aseo para contribuir al orden y a la higiene en los espacios de trabajo.

Se contribuyó al control de todo lo que concierne a inventario de materiales garantizando la calidad de los mismos al ingresar a la obra como también que el volumen de las volquetas sea el descrito en los recibos de cada proveedor, control de personal, inventario de accesorios y maquinaria; este control se lo llevo diariamente en los formatos físicos y en la base de datos de cada obra.

## **RECOMENDACIONES.**

Organizar de manera correcta el horario y desarrollo de las actividades con el fin de realizar todos los procedimientos correspondientes al cumplimiento en la entrega de concreto en la fecha y hora solicitada por los encargados de cada obra. Es importante que se aprovechen de la mejor manera los recursos humanos y las diferentes maquinas delegando funciones a cada personal dependiendo de sus aptitudes y haciendo uso de las máquinas para los trabajos que así lo requieran con el fin de agilizar y hacer más eficientes las labores diarias.

Prever distintos factores ajenos a los proyectos que pueden ocasionar retrasos en el desarrollo normal del cronograma de cada obra como escases de materiales o fallas mecánicas en las maquinas utilizadas en la producción. Por lo tanto, se debe programar con anticipación el suministro de materiales y almacenar la cantidad que más se pueda en el acopio de materiales, en cuanto a las maquinas se deben hacer mantenimientos preventivos y no correctivos para prolongar además la vida útil de las mismas por tanto es fundamental mantener una comunicación constante con el jefe de maquinaria.

Socializar los riesgos a los que se exponen los trabajadores diariamente en las tareas que realizan. Además se debe garantizar que hagan un uso adecuado de los elementos de protección personal y en caso de ser necesario tomar correctivos ante la negativa por parte de los trabajadores. Todo con el fin de evitar accidentes laborales que afecten la integridad y salud del personal.

Realizar los ensayos correspondientes al control de calidad a cada estructura fundida para que de esta manera se lleve un control diario en cuanto a la resistencia del concreto a las diferentes edades para las cuales se realiza la toma de probetas cilíndricas. Cabe resaltar que cada ensayo que se realice debe estar sujeto a las normas que rigen la construcción en Colombia.

Inspeccionar cada viaje de material que llegue a la obra, independientemente del proveedor, esta inspección debe realizarse para verificar la calidad y la cantidad de material, con el fin de llevar un control de costos y de las cualidades del concreto. En cuanto a calidad se debe verificar que los big bag de cemento no vengán rotos o en condiciones de fraguado, que el material no tenga materia orgánica, limos, arcillas y polvo de trituración. En cuanto a volumen se recomienda realizar la medición de cada volqueta.

Medir cada bachada de concreto que se entrega a la obra, con el propósito de obtener un volumen real. Estas medidas deben ser tomadas por personal de la empresa contratista y personal de la empresa MADCO SAS, para que los resultados que se tengan mediante el procedimiento matemático descrito en el

presente informe, sean confiables y se firmen los recibos correspondientes a entrega de concreto.

Tener una comunicación constante con el departamento de calidad de la empresa, con el objetivo de que el diseño de mezcla esté sometido a revisiones continuamente, se informen las diferentes anomalías en cuanto a las características del concreto y se tomen los correctivos necesarios para mitigarlas.

Manejar un sistema organizado en donde se pueda llevar el control de todo lo que sucede diariamente en la obra, para esto es esencial la implementación de formatos físicos como las bitácoras diarias y un método virtual en donde se pueda manipular fácil y rápidamente la información. Cabe resaltar que ambos sistemas deben ser ordenados, con el propósito de que no existan confusiones entre los diferentes funcionarios que tienen acceso a estos sistemas de información.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.**

AMERICAN INTERNATIONAL SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, ASTM C31, Práctica normalizada para la preparación y curado en obra de las probetas para ensayo del hormigón.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10. Santa Fe De Bogotá D.C.

TECNOLOGIA DEL CONCRETO Y EL MORTERO, Diego Sánchez de Guzmán, ingeniero civil, MIC, MScIS.

CATALOGO CEMEX PARA SOLUCIONES DE CONSTRUCCION.

MANUAL DE PRODUCTOS SIKA EDICION 2015