



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO
“VERONA” - POPAYÁN**



DANIELA ZÚÑIGA ORTEGA
Código: 100411011797

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN-CAUCA
2016



UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

**PASANTE AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO
“VERONA” - POPAYÁN**



DANIELA ZÚÑIGA ORTEGA
Código: 100411011797

PRESENTADO A:
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN-CAUCA
2016



Nota de aceptación:

Firma del director

Firma del jurado

Firma del jurado

08 de Noviembre de 2016



DEDICATORIA

A Dios porque no ha dejado de acompañarme en cada paso que doy, por haberme otorgado una familia tan maravillosa quienes son el motor de mi vida, quienes han creído en mí y depositaron toda su confianza en Él. A ellos, mi familia porque me enseñaron el valor de las cosas simples y fomentaron en mí el deseo de superación y de triunfo en la vida.



AGRADECIMIENTOS

A mis padres por acompañarme a lo largo de este proceso y brindarme todo su apoyo incondicional siempre.

A mis maestros por todas las enseñanzas en el transcurso de los años.

A mis compañeros de clase y amigos que hicieron parte de esta maravillosa etapa de formación con quienes aprendí el significado de compañerismo, de humildad, de superación y de sencillez.

Al ingeniero Gerardo Antonio Rivera, por ser mi director de pasantía y por todas y cada una de las cosas que aportó a mi formación como profesional pero más que nada como persona por su gran ejemplo.

A la Urbanizadora Garzón Holguín por la oportunidad brindada de trabajar en este proyecto. A cada uno de los maestros y compañeros de trabajo que ayudaron a cumplir con éxito cada uno de los objetivos propuestos en la práctica profesional.

A cada una de las personas que hicieron parte de este proceso. A todos ustedes, ¡muchas gracias!



CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	10
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	13
3.1. Objetivo general	13
3.2. Objetivos específicos	13
4. MARCO REFERENCIAL	14
4.1. Marco contextual.....	14
4.2. La empresa receptora	15
5. INFORMACIÓN DEL PROYECTO	15
5.1. Localización del proyecto	15
5.2. Descripción del proyecto	16
5.2.1. Descripción estructural.....	17
5.2.2. Descripción arquitectónica	17
5.2.3. Descripción de acabados	21
6. DESCRIPCIÓN DE LA PASANTÍA.....	22
6.1. Descripción de actividades desarrolladas	23
6.1.1. Revisión de planos.....	23
6.1.2. Cantidades de obra.....	23
6.1.2.1. Cantidad de acero.....	23
6.1.2.2. Proporciones en volumen suelto de cemento, agregado fino y agregado grueso para la preparación de concreto de 24.5 Mpa	28
6.1.2.3. Cantidad de materiales para mampostería.....	32
6.1.3. Control de calidad en obra	34
6.1.3.1. Control del Acero	34
6.1.3.2. Control de cemento.....	37
6.1.3.3. Control de arena y triturado.....	38
6.1.3.4. Aditivos	42
6.1.3.5. Ladrillos	45
6.1.4. Revisión de las actividades de obra	46



6.1.4.1.	Replanteo de columnas, pantallas, vigas y losas de entrepiso.....	46
6.1.4.2.	Acero de refuerzo.	51
6.1.4.3.	Encofrado de losas, vigas, pantallas y columnas.	58
6.1.4.3.1.	Encofrado pantallas y columnas.....	59
6.1.4.3.2.	Encofrado vigas y losa de entrepiso.....	63
6.1.4.4.	Preparación de concreto en obra.	66
6.1.4.4.1.	Pruebas de control	71
6.1.4.5.	Colocación, compactación y curado del concreto.....	76
6.1.4.6.	Ensayo de resistencia mediante el empleo del esclerómetro.	81
6.1.4.7.	Mampostería.....	84
6.1.5.	Acompañamiento en la organización de seguridad en la obra	88
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	89
8.	BIBLIOGRAFÍA	92

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.	Localización proyecto Edificio Verona	16
Ilustración 2.	Proyecto Edificio Verona.....	18
Ilustración 3.	Fachada Edificio Verona	19
Ilustración 4.	Diseño arquitectónico del Sótano	20
Ilustración 5.	Diseño arquitectónico Piso 1.	20
Ilustración 6.	Diseño arquitectónico piso típico.	21
Ilustración 7.	Ficha técnica acero Paz del Rio.	24
Ilustración 8.	Ejemplo de despiece de columnas.	25
Ilustración 9a.	Acero de refuerzo proyecto Edificio Verona.	26
Ilustración 10.	Resumen tabla de despieces y peso de barras figuradas.	28
Ilustración 11.	Almacenamiento de acero.	35
Ilustración 12.	Almacenamiento de cemento.	38
Ilustración 13.	Curva granulométrica agregado grueso.	40
Ilustración 14.	Almacenamiento de triturado y arena.....	42



Ilustración 15. Sikafuid.	43
Ilustración 16. Plastocrete DM.	44
Ilustración 17. Ladrillo farol 4 huecos.	45
Ilustración 18. Almacenamiento de ladrillo.	46
Ilustración 19. Losa segundo piso.	47
Ilustración 20. Herramientas para realizar el replanteo.	48
Ilustración 21. Replanteo de columnas.	49
Ilustración 22. Trazado de cimbras para el replanteo de columnas y pantallas.	50
Ilustración 23. Ganchos en columnas.	51
Ilustración 24. Ejemplo de despiece de columna.	52
Ilustración 25. Ubicación de estribos en vigas.	53
Ilustración 26. Ejemplo de despiece de viga tipo S1.	54
Ilustración 27. Despiece de acero en Pantalla tipo 7.	55
Ilustración 28. Acero de refuerzo en pantallas.	55
Ilustración 29. Acero de refuerzo en nervios de losas de entrepiso.	56
Ilustración 30. Refuerzo de retracción y temperatura en losa aligerada.	57
Ilustración 31. Sika separol.	58
Ilustración 32. Aplicación de Sika separol.	59
Ilustración 33. Encofrado de columnas y pantallas.	60
Ilustración 34. Accesorios de sujeción.	61
Ilustración 35. Chequeos de verticalidad de encofrado de columnas.	62
Ilustración 36. Encofrado de losa de entrepiso.	63
Ilustración 37. Encofrado de vigas de entrepiso.	64
Ilustración 38. Ubicación de casetones de icopor.	65
Ilustración 39. Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.	66
Ilustración 40. Bomba de concreto.	68
Ilustración 41. Tubería de bombeo.	68
Ilustración 42. Equipo de mezcla y bombeo de concreto.	69
Ilustración 43. Equipo de mezcla y bombeo de concreto.	70
Ilustración 44. Tanque cilíndrico con medidor de agua.	70
Ilustración 45. Equipo para realizar ensayos de control de concreto fresco.	71
Ilustración 46. Toma de muestra para ensayo.	72
Ilustración 47. Ensayo de asentamiento.	73
Ilustración 48. Elaboración de cilindros.	74



Ilustración 49. Resultados ensayos de resistencia en cilindros.....	75
Ilustración 50. Resultados ensayos de resistencia en cilindros.....	76
Ilustración 51. Preparación del área de fundición del concreto.....	77
Ilustración 52. Colocación del concreto tipo trompa de elefante.....	78
Ilustración 53. Colocación del concreto en columnas.....	79
Ilustración 54. Vibrado interno en losas de entrepiso.....	80
Ilustración 55. Colocación y vibrado de concreto en columnas.....	80
Ilustración 56. Curado del concreto.....	81
Ilustración 57. Ejemplo de especificación de elementos no estructurales.....	85
Ilustración 58. Especificación de materiales para mampostería.....	86
Ilustración 59. Replanteo de muros.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Cantidad de obra según ingeniero estructural.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 2. Grado de oxidación del acero.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 3. Resistencia de compresión del hormigón mediante el uso de esclerómetro- Edificio Verona.....</i>	<i>82</i>



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene el informe final del proyecto de trabajo de grado en la modalidad de pasantía, requisito previo al título de Ingeniería Civil. Su desarrollo se basa en la participación como ingeniera pasante en el proyecto denominado 'Edificio Verona', llevado a cabo por la Urbanizadora Garzón Holguín S.A.S en la ciudad de Popayán. Oportunidad que se presenta con el fin de aprender más y practicar los conocimientos, habilidades y destrezas impartidos por los maestros a lo largo de la carrera, de manera que se pueda iniciar un rol profesional en base a una mentalidad progresista y competitiva.

Por otra parte, en este informe se pretende presentar el registro de las actividades desarrolladas como auxiliar de residencia de obra teniendo en cuenta varios puntos importantes en el desarrollo de la construcción, tales como control de los materiales, control de los procedimientos constructivos, manejo del personal, entre otros.



2. JUSTIFICACIÓN

Durante la formación académica se suministra al estudiante de Ingeniería Civil diferentes herramientas teórico-prácticas necesarias para la formación de profesionales íntegros, cuyas habilidades sean útiles en el sector de las obras civiles. Consecuentemente, los estudiantes que optan por el trabajo de grado en modalidad de pasantía tienen la oportunidad de adquirir la primera experiencia profesional y de utilizar los conocimientos adquiridos durante el proceso de formación.

La Ingeniería Civil es una profesión que utiliza los conocimientos científicos y tecnológicos para aprovechar y usar de manera adecuada los recursos disponibles con el objetivo principal de elaborar la infraestructura física necesaria para facilitar el desarrollo de las actividades humanas, así como la calidad de vida de las mismas personas.

El mercado laboral para los Ingenieros Civiles se concentra generalmente en tres áreas: la construcción, la consultoría y la supervisión. En el área de la construcción se pueden presentar varios campos según el tipo de obra civil de que se trate. Por ejemplo: Edificios, carreteras, puentes, obras hidráulicas, estructuras geotécnicas y viviendas. En la consultoría, un Ingeniero Civil se desempeña como calculista y diseñador de estructuras, planteando especificaciones, controlando la calidad de materiales de construcción y de materiales geotécnicos. En términos generales comprende la elaboración de proyectos y la solución de problemas específicos de la Ingeniería Civil. En el área de supervisión de obras civiles un Ingeniero Civil se ocupa de revisar y verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas del diseño, en representación de los propietarios de las obras.

La mayoría de las actividades específicas de ésta profesión, se relacionan directamente con la práctica profesional, ya que el conocimiento teórico contempla como complemento la aplicabilidad de éste en un contexto real. Por ello es de gran



importancia tener la oportunidad de poder acceder de alguna manera a una formación con enfoque práctico durante el transcurso de los estudios de pregrado, bajo la asesoría del profesorado experto en cada tema, que aportará su experticia, idoneidad y dedicación para orientar éste proceso.

De acuerdo a la Resolución FIC-820 de 2014 (reglamento de trabajo de grado en la Facultad de Ingeniería Civil) se reglamenta el trabajo de grado en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca y por el cual se establece la modalidad de pasantía o práctica empresarial para optar por el título profesional de Ingeniero Civil, y basados en los conocimientos teóricos aprendidos a lo largo de la carrera, se presentó la solicitud para participar como pasante auxiliar de ingeniería en la construcción del Edificio Verona, en la ciudad de Popayán.



3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Participar como auxiliar de ingeniería en la construcción del **Edificio Verona**, en la ciudad de Popayán.

3.2. Objetivos específicos

- Realizar el control de las cantidades de obra requeridas para la construcción de la edificación.
- Participar en el acompañamiento del control de calidad de la obra y de los materiales como el cemento, triturado y arena.
- Aplicar los conceptos básicos de la ingeniería adquiridos durante la formación académica como ingeniera en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca.
- Acompañar en la coordinación y vigilancia para el correcto desempeño de la obra, cumpliendo la normatividad correspondiente para lograr los objetivos del proyecto.



4. MARCO REFERENCIAL

4.1. Marco contextual

En nuestro país, históricamente al sector de la construcción se le ha catalogado como sector líder de la economía impulsando el crecimiento y el desarrollo de infraestructuras que fomentan empleo y mejoran calidad de vida de las personas. En la década de los setenta, Luchlin Currie lo vislumbró como una fuente de disminución de la pobreza, ya que éste se caracteriza por una alta demanda de sus productos, una elevada elasticidad del ingreso de la demanda, y por la capacidad de crecer significativamente mediante estímulos exógenos, ocasionando un gran impacto en el crecimiento total. Además, el sector de la construcción, particularmente, es menos sindicalizado y por tanto menos sujeto a presiones salariales. Si se observa el comportamiento del sector a nivel local-regional, se puede afirmar sin lugar a dudas que su crecimiento ha sido muy marcado. El sector de la construcción en Colombia muestra en uno de sus últimos análisis que logró alcanzar un crecimiento significativo (10%), situación que fue superada ampliamente por el Departamento del Cauca con un registro astronómico: 46%¹. De ahí que para los próximos años se espera que el Departamento alcance una cifra más significativa respecto a otros departamentos del país.

Hoy por hoy encontramos que se presenta un auge realmente significativo en el sector de la construcción en la ciudad de Popayán gracias a la formación de empresas constructoras de origen payanés que le apuestan a la ciudad y a otras cuantas, aportando su experticia en el manejo de grandes, medianos y pequeños proyectos que impulsan el crecimiento económico y de infraestructura en la ciudad.

¹ Análisis del sector de la construcción en Popayán y el Cauca, año 2014.



4.2. La empresa receptora

La pasantía se llevó a cabo en la construcción del proyecto “Edificio Verona” desarrollado por la empresa **Urbanizadora Garzón Holguín S.A.S**, en la ciudad de Popayán.

Misión: El Grupo Constructor Garzón Holguín es una compañía que contribuye al desarrollo del sur occidente del país, construyendo proyectos de vivienda y comerciales; sustentados en la ética, innovación, agilidad, eficacia y eficiencia de sus procesos técnicos y administrativos; generando beneficios a sus socios, trabajadores y clientes.

Visión: El Grupo Constructor Garzón Holguín al contar en su sistema organizacional con profesionales comprometidos con la calidad de sus procesos técnicos y administrativos, será una compañía reconocida en el sector de la construcción y venta de proyectos de vivienda y comerciales.

Políticas de calidad: El Grupo Constructor Garzón Holguín tiene como políticas de calidad, construir y vender inmuebles que cumplan los códigos de construcción colombianos, satisfaciendo en su total plenitud las necesidades y exigencias de nuestros clientes

5. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

5.1. Localización del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado en el sector norte de la ciudad de Popayán, Carrera 10 No. 18N - 60 sector Catay.



Ilustración 1. Localización proyecto Edificio Verona

Fuente: Propia sobre imagen Google

5.2. Descripción del proyecto

El proyecto Edificio Verona es un proyecto de vivienda multifamiliar que consta de una torre de 7 pisos, 6 de apartamentos, y el último piso (planta 7) está la zona húmeda, que contará con sede social, jacuzzi, sauna – turco, gimnasio. El Edificio Verona tendrá además ascensor de última tecnología, escalera de emergencia, aparte de la escalera habitual, aspersores contra incendios en sótano y corredor de primer piso, planta eléctrica para las zonas comunes, control con video portero, conserjería privada, lobby con dos salas de espera, parque interior con juegos infantiles y parqueaderos en sótanos con posibilidad de instalar duplicador de parqueo.



5.2.1. Descripción estructural

El edificio Verona cumple con la norma NSR 10, la que rige en la actualidad. Consta de un sistema aporticado en concreto de 24.5 MPa, acero de 420 MPa en todos sus casos y el tamaño máximo de agregado es de $\frac{3}{4}$ ", su cimentación es en losa maciza de 0,35m reforzada con 50 pilotes de 20 m de profundidad cada uno, además consta de un sótano para parqueos con pantallas de concreto, la mayoría de sus columnas son de sección de 0.4m por 0.6m, la sección de la mayoría de sus vigas de 0.40m por 0.45 y maneja un sistema de losas aligeradas de entrepiso en la cual se usaron casetones de icopor.

5.2.2. Descripción arquitectónica

El proyecto cuenta en el primer piso con tres apartamentos, recepción, sala de espera, una amplia área libre común y una oficina independiente. En el segundo piso y hasta el quinto piso se tendrán cuatro apartamentos más un apartaestudio. En total el edificio tendrá 4897.85 m² construidos de los cuales 3633.99 m² corresponden al total de áreas privadas y los restantes 1263.86 m² a las zonas comunes (pasillos, salas de espera, zona de juegos, parque interior, zona verde entre salas de espera, salón social, zona húmeda).



Ilustración 2. Proyecto Edificio Verona

Fuente: Diseño Arquitectónico – Edificio Verona

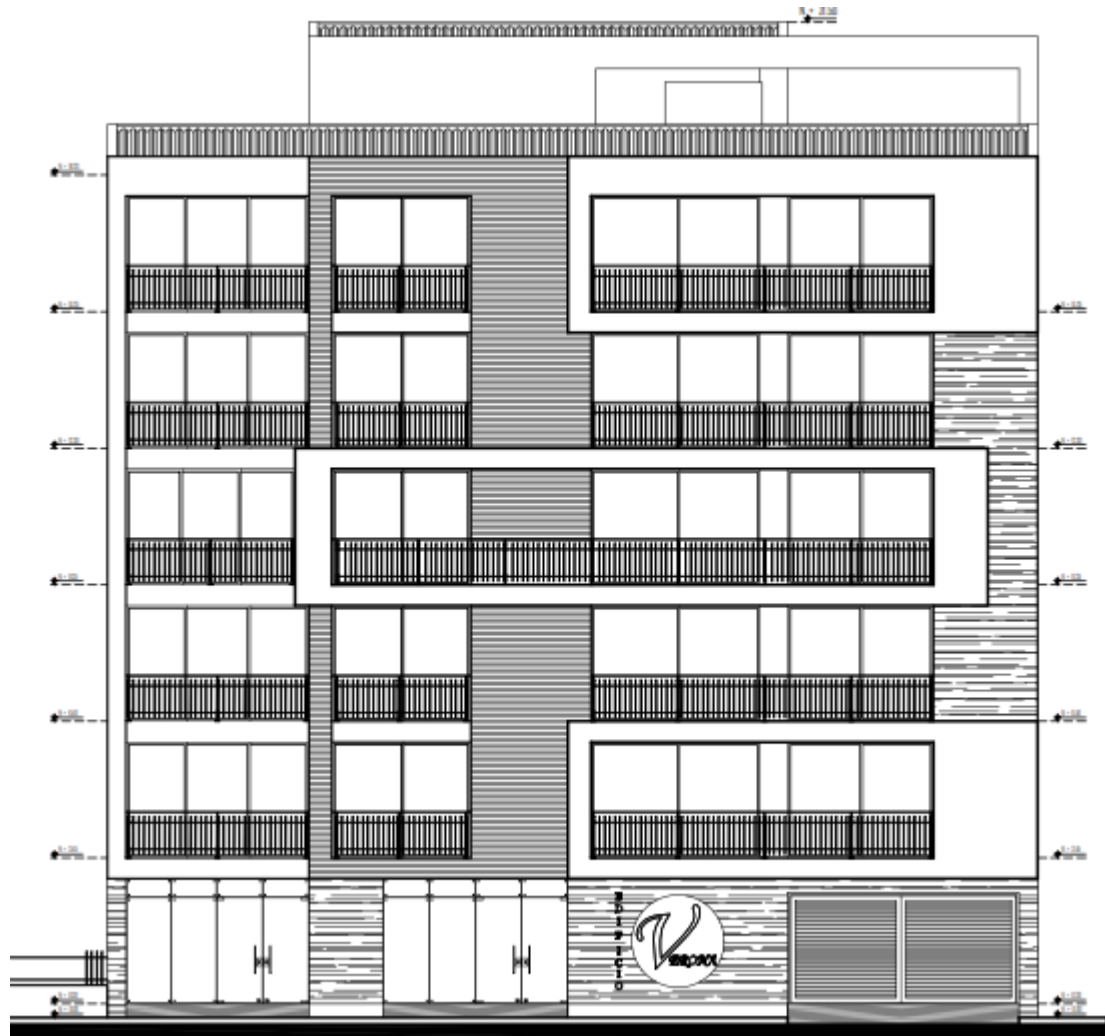


Ilustración 3. Fachada Edificio Verona

Fuente: Diseño Arquitectónico – Edificio Verona



Ilustración 4. Diseño arquitectónico del Sótano

Fuente: Diseño Arquitectónico – Edificio Verona



Ilustración 5. Diseño arquitectónico Piso 1.

Fuente: Diseño Arquitectónico – Edificio Verona



Ilustración 6. Diseño arquitectónico piso típico.

Fuente: Diseño Arquitectónico – Edificio Verona

5.2.3. Descripción de acabados

Los apartamentos se entregan con la carpintería totalmente instalada, es decir, clósets, vistieres (los apartamentos que los tengan), estanterías y/o gabinetes de cocina altos y bajos, puertas en madera entamborada, entrepaños de biblioteca o estanterías donde haya lugar, mesón de cocina en granito Natural o cuarz, estufa con gas natural con cubierta en vidrio, horno con gas natural, campana extractora, barra o comedor auxiliar en madera RH o cuarz.

Recubrimientos: Las paredes se construirán en ladrillo farol el cual se repellara en las zonas húmedas y en fachadas con mortero tradicional y en las demás partes se usara relleno acrílico, el cual deberá ser estucado y pintado con pintura vinílica tipo 2.



Enchapes: Pisos en porcelanato o cerámica rectificada, pisos de las habitaciones en madera laminada, grifería cromada, divisiones de baño en vidrio templado. Paredes en cerámica y los baños hasta media altura exceptuando la ducha.

6. DESCRIPCIÓN DE LA PASANTÍA

Con el cargo asignado de auxiliar de Ingeniería, se elabora un plan de trabajo detallando las actividades a desarrollar, mencionadas a continuación, en las que se utilicen todo tipo de herramientas y conocimientos adquiridos en la academia, tal que puedan solucionar posibles conflictos que se presente en la obra de construcción. El periodo de pasantía inicia en el momento en el que se desarrollaban los procesos constructivos de losas de entrepiso, vigas y columnas desde el segundo piso, y sistemas de construcción de mampostería.

Actividades realizadas como trabajo de campo:

- Participar en el acompañamiento del control de calidad de la obra y de los materiales como el cemento, triturado y arena.
- Revisar las actividades de obra, verificando el correcto uso de los equipos, y la calidad de la mano de obra en los procesos constructivos.
- Revisar con frecuencia el avance de la obra, verificando el alineamiento de los diferentes elementos estructurales, chequeando el correcto manejo de los materiales y realizando el análisis correspondiente de la información recogida.
- Acompañar la organización de seguridad en la obra.

Actividades realizadas como trabajo de oficina:



- Calculo de cantidades y selección de materiales de construcción.
- Presentar informes mensuales de las actividades realizadas según el cronograma de actividades previsto para la pasantía, los cuales deben ser evaluados por el director de la pasantía por parte de la facultad de Ingeniería Civil, presentar el informe final y sustentar el trabajo de grado que se haya realizado.

6.1. Descripción de actividades desarrolladas

6.1.1. Revisión de planos

Antes de empezar cualquier proyecto se deben estudiar de manera minuciosa los planos que representan gráficamente los diseños de todo el proyecto en general. Según las actividades asignadas por el ingeniero residente de la obra, se desarrolló la revisión de los planos estructurales, arquitectónicos, hidráulicos, sanitarios y eléctricos, con el fin de que no se presenten errores en estos, haya consistencia en los mismos y que cumplan con las especificaciones.

6.1.2. Cantidades de obra

En este proceso se controlan, modifican y se revisan los datos obtenidos de diseños estructurales, arquitectónicos, eléctricos, hidrosanitarios, entre otros, de tal forma que permitan obtener información precisa sobre los materiales requeridos para llevar a cabo las actividades previstas anteriormente en el cronograma de actividades del proyecto y los espacios con los que se cuenta para almacenamiento de los mismos.

6.1.2.1. Cantidad de acero

En este proyecto el acero es proporcionado por una empresa de origen Colombiano llamada Acerías Paz del Rio, que es hoy por hoy uno de los productores de acero

más eficientes del mundo, cumpliendo con el nuevo código de sismo resistencia NRS-10, Decreto 926 del 19 de marzo de 2010 y Decreto 2525 del 13 de julio de 2010. Este código establece que toda barra corrugada de acero refuerzo de concreto debe cumplir la Norma Técnica Colombiana - NTC 2289.

Barras Corrugadas

USOS
Para refuerzo de concreto en todo tipo de construcciones sismoresistente.

PROPIEDADES MECÁNICAS

UNIDADES	LIMITE DE FLUENCIA	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN
kgf/mm ²	42 - 55	56 min
lbf/pulg ²	60,000 - 78,000	80,000 min
MPa	420 - 540	550 min

ALARGAMIENTO EN 200 mm

Designación	% mín
No. de octavos	2 a 6
de pulgada	7 a 10
en mm	6M a 12M

COMPOSICIÓN QUÍMICA
(Análisis de colada %)

%C máx	%Mn máx	%P máx	%S máx	%Si máx	%Nb*	%C.E. máx
0,30	1,50	0,035	0,045	0,50	0,010-0,020	0,55

*Nb: Elemento de aleación, refina el grano mejorando la ductilidad

IDENTIFICACIÓN DE LAS BARRAS SISMORRESISTENTES

COL

4

W

60

País de origen

Logo empresa fabricante

Designación (diámetro nominal de la barra)

Cumple totalmente con la norma NTC 2289

Límite de fluencia mín 60.000 lbf/pulg²

DIMENSIONES

BARRAS EN PULGADAS	LONGITUD
Designación No.	Pulgadas / Metros
2	1/4 / 6, 9, 12 y 14
3	3/8 / 6, 9, 12 y 14
4	1/2 / 6, 9, 12 y 14
5	5/8 / 6, 9, 12 y 14
6	3/4 / 6, 9, 12 y 14
7	7/8 / 6, 9, 12 y 14
8	1 / 6, 9, 12 y 14
10	1 1/4 / 6, 9, 12 y 14

Producto con sello de calidad ICONTEC bajo norma NTC 2289 y certificación ISO 9001

¿Sabías que?

Nuestras barras y rollos corrugados son producidos con acero micro aleado (mejorado) teniendo un óptimo desempeño estructural (doblado, soldabilidad, elasticidad)

Ilustración 7. Ficha técnica acero Paz del Rio.

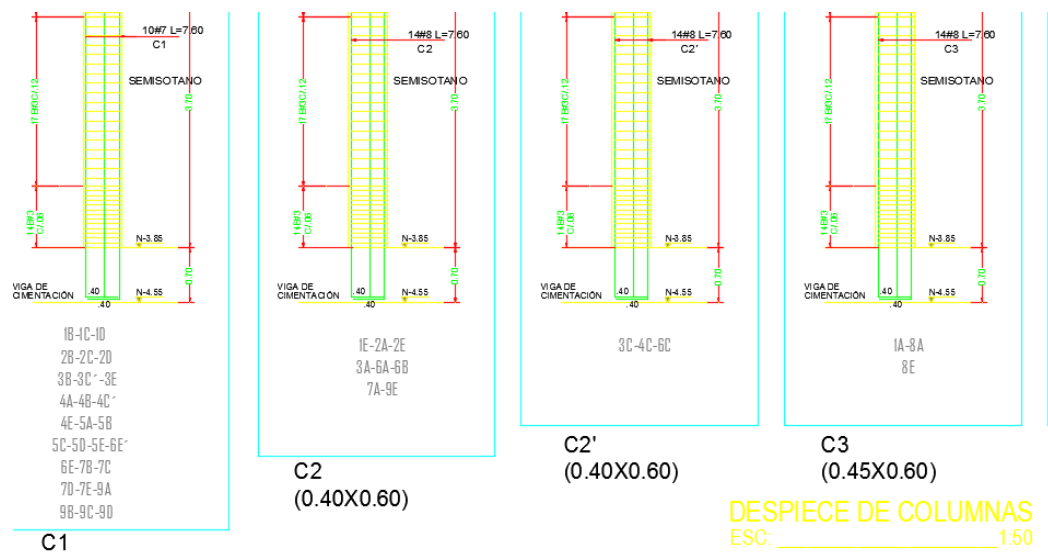
Fuente: Sitio web Paz del Rio.

Para realizar el cálculo de las cantidades de barras de acero de los diferentes elementos estructurales Paz del Rio cuenta con un software de figuración DL-NET que permite realizar listas de figuración de acero de refuerzo según despieces de diseños estructurales, con el fin de realizar los pedidos de acero requeridos en el proyecto.



Como primera medida se deben indicar en DL-NET los datos generales de la empresa.

Ahora bien, de manera general la funcionalidad para el cálculo de cantidades de acero es según despiece en diseños estructurales como se muestra en la ilustración 8 es:



SECCION COLUMNAS (C1): 0.40*0.60 CON 10#7	SECCION COLUMNAS (C1): 0.40*0.60 CON 10#7	SECCION COLUMNAS (C2): 0.40*0.60 CON 14#8

Ilustración 8. Ejemplo de despiece de columnas.

Fuente: Diseño estructural – Edificio Verona.

Crear un elemento estructural;

-Elemento: En este listbox se nombran los elementos estructurales tales como, vigas, columnas, losas, entre otros. Se pueden adicionar, copiar, eliminar e importar. Damos adicionar el nuevo elemento con el nombre que se desee.

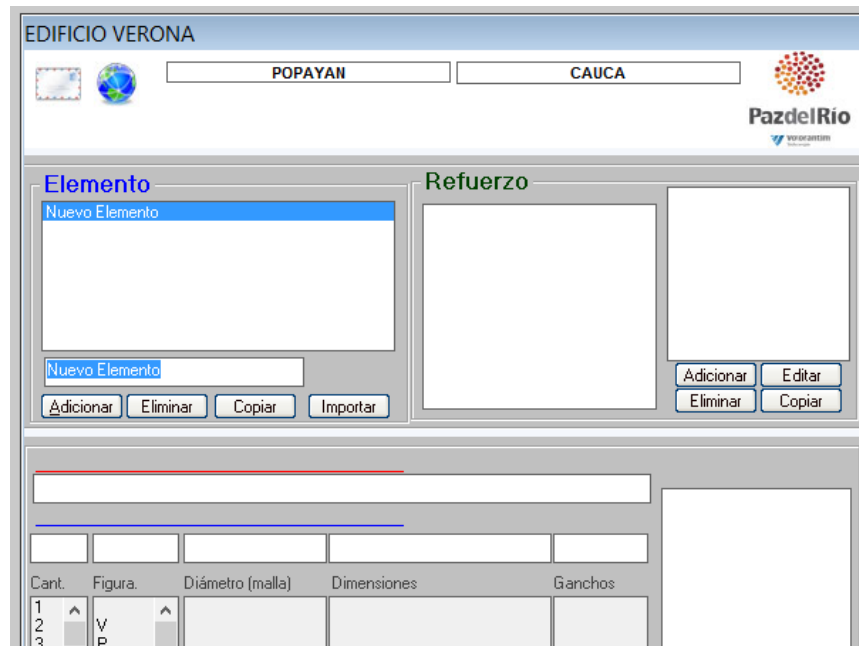


Ilustración 9a. Acero de refuerzo proyecto Edificio Verona.

Fuente: DL-NET - Proyecto Edificio Verona

-Refuerzo: En este espacio se listan las varillas con su determinada figura contenida en cada elemento estructural. Se agregan seleccionando la casilla adicionar de la parte derecha de la imagen.

-Edición del elemento estructural: En la zona inferior de la interfaz se detallan los datos del refuerzo a saber: cantidad, figura, diámetro, dimensión y gancho.

De manera más práctica podemos ir a la ventana figuras predeterminadas donde aparecen una serie de figuras por defecto que trae el programa, las

más usadas. Solo debemos seleccionar tipo de figuración que deba tener la barra y le definimos la cantidad, el diámetro, longitud de la barra, alturas, longitud de su gancho/s, entre otras características que presente la barra figurada o lisa.

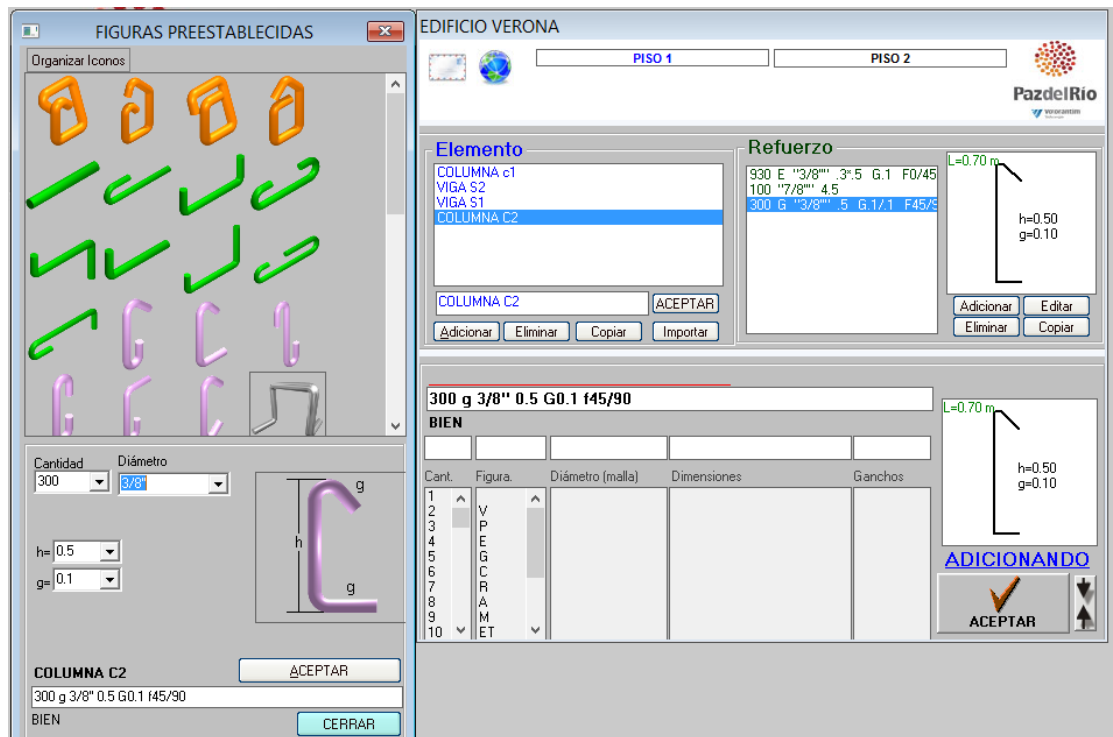


Ilustración 9b. Acero figurado proyecto Edificio Verona.

Fuente: DL-NET - Proyecto Edificio Verona

Una vez creados todos los elementos estructurales se puede obtener toda la información referente a estos; a saber:

- Resumen de elementos
- Resumen de pesos
- Tabla de despiece

Y se obtiene al imprimir el informe como se muestra a continuación:

EDIFICIO VERONA
POPAYAN
CAUCA
LISTADO PARA ESTRIBADORA

Votorantim
Siderurgia
PÁGINA: 1 de 2

Lista de barras 7/8"

DIAGRAMA	CANTIDAD	DIAM.	LONG. (m)	PESO
1	100	7/8"	4.50	1368.90

Peso total barras 7/8" = 1368.90 kg

Lista de barras 3/4"

2	35	3/4"	9.00	704.02
3	80	3/4"	6.00	1072.80
4	15	3/4"	6.00	201.15
5	5	3/4"	5.90	65.93

Peso total barras 3/4" = 2043.91 kg

Lista de barras 5/8"

6	20	5/8"	6.00	186.24
---	----	------	------	--------

Peso total barras 5/8" = 186.24 kg

Lista de barras 3/8"

7	966	3/8"	1.00	973.73
---	-----	------	------	--------

Opciones de impresión

- Resumen Elementos
- Resumen de peso
- Tabla de despieces

- Verificación (Rectángulos)
- Verificación (General)
- Verificación (Solo polilneas)

UBICAR REFUERZO

RESUMEN DE PESO \$ BARRAS FIGURADAS

DIAMETRO	Fy (Mpa)	LONGITUD (m)	PESO (kg)
7/8"	420	450.00	1368.90
3/4"	420	914.50	2043.91
5/8"	420	120.00	186.24
3/8"	420	3.401.80	1905.01
TOTAL BARRAS FIGURADAS			5504.06

PEÑO TOTAL DEL PEDIDO = 5504.06 kg

Ilustración 10. Resumen tabla de despieces y peso de barras figuradas.

Fuente: DL-NET - Proyecto Edificio Verona

6.1.2.2. Proporciones en volumen suelto de cemento, agregado fino y agregado grueso para la preparación de concreto de 24.5 Mpa

A continuación se muestra cantidades de obra de losas, vigas, columnas y pantallas, según ingeniero estructural del proyecto.



Tabla 1. Cantidad de obra según ingeniero estructural

LOSAS(Incluye vigas)	Vol. Concreto 24.5 MPA (M3)	Ref. 60.000 PSI (Kg)
Sótano nivel: -2.85 Losa de cimentación	285.6	14,002
Sótano nivel -2.85 Viga de cimentación de 0.45x0.70 (no incluye la losa)	61.50	13,455
Piso 1_Nivel: 0.30	139.10	16,279
Piso 2_Nivel: 3.45	125.64	14,748
Piso 3_Nivel: 6.40	122.20	14,302
Piso 4_Nivel: 9.35	122.85	14,377
Piso 5_Nivel: 12.30	122.85	14,377
Piso 6_Nivel: 15.25	122.85	14,377
Piso 7_Nivel: 18.20	17.88	2,093
Cubierta piso 6 Nivel: 18.20	53.19	7,012
Cubierta piso 7 Nivel: 21.00	5.26	876
Losas macizas nivel: 18.20	7.05	747
Escaleras	29.64	3023
Rampa vehicular	13.78	1,612
Subtotal:	1229.39	131,280

PILOTES Y COLUMNAS	Vol. M3 Concreto 24.5 MPS	Ref. 60.000 PSI(Kg)
PILOTES ϕ .30 m:	70.7	18,144
C1(Son 28u)	120.28	30,507
C2(Son 8u)	34.97	14,338
C2'(son 3u)	12.89	5,285
C3(Son 3u)	9.67	4,352
C4(Son3u)	12.89	3,867
C5(Son 3u)	16.52	3,718
C6(Son 2u)	4.30	860
Subtotal	282.22	81,071

Pantallas	Volumen (M3) Concreto 24.5MPa	Ref. 60.000 PSI (Kg)
P1	55.24	5,872
P2	17.45	1,919
P3	10.38	1,142



P4	15.03	1,653
P5	15.03	1,653
P6	4.30	473
P7	9.31	1,024
P8	7.16	788
P9	7.65	842
P10	17.18	1,890
P11	5.3	583
P12	14.69	1,616
P13	17.18	1,890
P14	17.9	1,969
P15	16.47	1,812
Subtotal	230.27	25,126
Total	1741.88	237,477

De acuerdo a las especificaciones del proyecto la resistencia de diseño $f'c$ será de 24.5Mpa (3500psi) para todos los elementos estructurales y losas de entrepiso. Se debe trabajar con una proporción en volumen C: F: G (*cemento: agregado fino: agregado grueso*) de 1: 2: 2, proporción que permite alcanzar resistencias entre 210 kg/cm^2 a 250 kg/cm^2 (3000 PSI a 3600 PSI).

Según el libro concreto simple de Gerardo Antonio Rivera para un metro cúbico de concreto de relación 1: 2: 2, con un contenido aproximado de agua de 200 kg/m^3 ($A/C=0.47$) y teniendo en cuenta que para este proyecto se hizo uso de cemento San Marcos tipo 3 el cual viene en presentación de 42.5 kg, se procede de la siguiente manera:

- *Masa unitaria de cemento = 1200 kg/m^3*
- *Volumen de 1 saco de cemento (42.5kg) = $42.5/1200 = 0.035 \text{ m}^3$ (determina volumen de los recipientes que se empleen para medir las cantidades de agregado fino y grueso)*
- *Masa unitaria del concreto normal = 2300 kg/m^3*



Como el agua no se tiene en cuenta de manera directa en el cálculo de las proporciones en volumen la masa unitaria del concreto sin incluirla será igual a 2100 kg/m³. Entonces las cantidades aproximadas de materiales serán:

$$\text{Cantidad de cemento: } 2100/(1+F+G) = 2100/(1+2+2) = 420 \text{ kg/m}^3 \text{ concreto}$$

De lo anterior se tiene que la cantidad de cemento por elemento estructural se calculará multiplicando $420 \text{ kg} / \text{m}^3 \text{ concreto}$ por el *volumen* en m^3 que tenga el/los elementos para los que vamos a calcular la cantidad de material que se nos va en obra, al anterior resultado le adicionamos un 5% de desperdicio que posiblemente se pierda en los procesos constructivos.

El cálculo de agregado fino y agregado grueso para un concreto 1: 2: 2 está determinado por:

$$\text{Cantidad de agregado fino y agregado grueso} = 0.035*(420/42.5)*2 = 0.69 \text{ m}^3 \text{ agregado/m}^3 \text{ de concreto}$$

Entonces, los metros cúbicos de agregado a usar se calculan multiplicando $0.69 \text{ m}^3 \text{ agregado/m}^3 \text{ de concreto}$ por el *volumen* en m^3 de él/los elementos estructurales a los cuales calculamos la cantidad de materiales a usar en obra y de la misma manera se le adiciona un 5% de desperdicios.

En todo los casos de materiales se deben hacer los pedidos de los mismos siguiendo el cronograma de actividades por semana ya que materiales como arena y triturado se gastan de manera rápida y se debe realizar un control para que éstos no cambien sus propiedades.



6.1.2.3. Cantidad de materiales para mampostería

De acuerdo a los diseños arquitectónicos del proyecto debemos sacar las cantidades de metro cuadrado de muro, básicamente los pedidos de material se hacen siguiendo el cronograma de actividades definida por el ingeniero residente del proyecto. De esta manera los pedidos se hacen por piso, puesto que en proyectos como este se debe manejar el espacio para almacenamiento de ladrillo el cuál ocupa un espacio considerable.

Para preparar el mortero de pega se usó cemento tipo 1, que viene en presentación de sacos de 50 kg. Las proporciones en volumen para mortero de trabajo es 1: 3 (*cemento: agregado fino*), de manera similar que al concreto se pueden estimar las cantidades de material por metro cúbico de mortero de la siguiente manera:

- *Masa unitaria de cemento = 1200 kg/m³*
- *Volumen de 1 saco de cemento (50 kg) = 50/1200 = 0.04 m³ (determina volumen de los recipientes que se empleen para medir las cantidades de agregado fino)*
- *Masa unitaria del mortero normal = 2100 kg/m³*
- *El contenido de agua es aproximadamente 300 kg/m³ de mortero*

Si la masa unitaria del mortero sin incluir el agua es igual a 1800 kg/m³, tenemos:
Cantidad de cemento = 1800/(1+A), dónde A: Proporción de agregado fino.

Cantidad de cemento = 1800/(1+3) = 450 kg/ m³ de mortero.

La cantidad de agregado fino está dada por:

Cantidad de agregado fino = 0.04(450/saco de 50 kg)*A*, dónde A: Proporción de agregado fino.



*Cantidad de agregado fino = 0.04*9*3 = 1.08 m³/m³ de mortero*

Los muros están constituidos con ladrillos tipo farol de 4 huecos con dimensiones de 43 de largo, 23 de alto y 10 de espesor, espesor de pega de 1.5 cm. De acuerdo a esto tenemos:

$$N^{\circ} \text{ de ladrillo/m}^2 \text{ muro} = \left(\frac{100 \text{ cm}}{\text{largo} + \text{espesor de mortero}} \right) * \left(\frac{100 \text{ cm}}{\text{alto} + \text{espesor de mortero}} \right)$$

$$N^{\circ} \text{ de ladrillo/m}^2 \text{ muro} = \left(\frac{100}{43 + 1.5} \right) * \left(\frac{100}{23 + 1.5} \right) = 9 \text{ ladrillos}$$

La cantidad de mortero por metro cuadrado de muro está dada por:

$$\text{Mortero m}^3/\text{m}^2 \text{ muro} = (100 * 100 - \# \text{ larillos} * \text{largo} * \text{alto}) * \frac{\text{espesor}}{10^6}$$

$$\text{Mortero m}^3/\text{m}^2 \text{ muro} = (100 * 100 - 9 * 43 * 23) * \frac{10}{10^6} = 0.011 \text{ m}^3$$

Ahora bien, la cantidad de material por m² de muro más un 5% de desperdicio será:

*Cantidad de cemento = 0.011*450*1.05 = 5.2 kg de cemento*

*Cantidad de arena = 0.011*1.08*1.05 = 0.013 m³ de arena*

Cantidad de ladrillos = 9 ladrillos

6.1.2.4. Cantidad de materiales para instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.

Las cantidades de material para las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas se calculan de acuerdo a los diseños hidráulicos, sanitarios y eléctricos. Se toman los planos dados por los ingenieros diseñadores de estos sistemas y vamos tomando



nota de la cantidad de accesorios necesarios por apartamentos y zonas comunes de cada piso.

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

Los ductos, curvas y terminales utilizados en las instalaciones eléctricas son PVC conduit. Las instalaciones hidráulicas y sanitarias consisten en la construcción de todas las redes de abastecimiento de agua potable y la instalación de tuberías de desagües a cada piso, se utiliza tubería tipo PAVCO PVC.

6.1.3. Control de calidad en obra

Los materiales usados en la construcción poseen características y propiedades que se ven afectadas por numerosas variables que actúan de manera negativa en el comportamiento de mezclas de concretos y morteros. Por esta razón es importante someterles a un adecuado control de calidad con el objeto de cumplir las especificaciones y comprobar los requerimientos exigidos.

La norma NSR – 10 en el título I especifica los requisitos bajo los cuales se debe llevar a cabo la supervisión técnica durante la construcción de una estructura. Tal supervisión no solo incluye la calidad de los materiales sino también la consistencia de la construcción de la estructura con los planos, los diseños y las especificaciones.

6.1.3.1. Control del Acero

En la revisión del acero de refuerzo o de cualquier material se desarrollan dos etapas: La recepción y el control de almacenamiento. Para ello se deben tener en cuenta los ensayos de conformidad para verificar que este cumpla con las

especificaciones requeridas, además de aquellos factores que puedan influir negativamente en las características del mismo por lo que se usan los siguientes criterios de aceptación:

- Oxido excesivo
- Figuración errada
- Traslapos insuficientes
- Longitudes insuficientes

La oxidación es el problema más frecuente y se presenta principalmente por un mal almacenamiento del material, para ello se recomienda separar las barras por diámetros y longitudes y almacenarlas en anaqueles individuales en lo posible techados que eviten el contacto con el terreno como se muestra en la ilustración siguiente:



Ilustración 11. Almacenamiento de acero.

Fuente: Propia.

En la siguiente tabla se muestra el grado de oxidación de una barra de acero de refuerzo y los usos que se le pueden dar según el mismo.

Tabla 2. Grado de oxidación del acero

Grado	Descripción	Uso
0 (cero), recién laminada 	Superficie lisa y uniforme color gris oscuro o gris acero, con firmes y delgadas películas adheridas producto de la laminación (laminillas) y sin nada de óxido aparente.	Sin restricción de uso
1 (uno) Barra levemente oxidada 	Superficie lisa y uniforme color gris oscuro o gris acero, con firmes y delgadas películas adheridas producto de la laminación (laminillas), pero con algunas zonas manchadas con un polvillo color pardo amarillento, producto de una oxidación superficial por condensación de la humedad del medio ambiente mezclada con elementos de naturaleza orgánica o química poco agresivos. Este polvillo se pierde generalmente con la manipulación.	Sin restricción de uso
Grado B Barra poco oxidada 	Superficie con zonas mayoritariamente de color pardo rojizo, presencia de costras y laminillas que comienzan a soltarse, pero el núcleo, todos los resaltes y los nervios longitudinales se notan sanos. Presentan pequeñas e insignificantes picaduras (puntos de corrosión) y práctica mente no pierde Oxido suelto por manipulación	Sin restricción de uso, salvo que en algunos casos se podría requerir una leve limpieza superficial con herramienta manual o mecánica.
Grado C Barra Oxidada 	Superficie de color pardo rojizo, donde un porcentaje de los resaltes y nervios longitudinales se notan dañados y casi han perdido su forma original. Tiene varias costras y laminillas sueltas y solo unas pocas aún están adheridas, a simple vista presenta herrumbre y varias picaduras y cráteres (puntos de corrosión), pero pierde un poco de óxido suelto por manipulación.	Requieren obligatoriamente de limpieza superficial manual o motriz enérgica y profunda, y por ello su uso está condicionado a una verificación previa de la masa, características dimensionales de sus resaltes y nervios longitudinales.
Grado D Barra muy oxidada 	Superficie de color rojizo, producto del hollín y de otros agresivos del medio ambiente. La laminilla se ha desprendido en su totalidad y presenta muchas costras que se desprenden solas. El núcleo, los resaltes y los nervios longitudinales con bastantes cráteres o picaduras.	No recomendable, pues al ser manipuladas es probable una pérdida importante de su masa o de las características dimensionales de los resaltes, no cumpliendo así con los requisitos mínimos exigidos por las normas

De presentarse el caso de acero oxidado se deben someter las varillas a ensayos de acuerdo a la norma NTC 2289, si cumplen con los requisitos mínimos entonces



éstas estarán aptas para usarse, de no ser así por ninguna razón podrán usarse como acero de refuerzo para concreto reforzado.

Si es el caso de presentarse una figuración errada de una barra de acero, se recomienda no enderezarlas, el principal problema del doblado y enderezado es que en ese proceso las varillas permanecen con un doble doblado, esto se debe a que es muy difícil enderezar completamente la zona en la cual se hizo el primer doblado e inducirá a su vez a deformaciones más grandes en las fibras exteriores que podrían causar una falla frágil. Sin embargo estas podrán enderezarse o cortarse de acuerdo a la autorización y a las recomendaciones previas que tenga del ingeniero estructural.

6.1.3.2. Control de cemento

En este proyecto hacemos uso de cemento ARGOS TIPO 1 para morteros y SAN MARCOS tipo 3 para elaboración de concreto estructural, el segundo tipo de cemento desarrolla altas resistencias a edades tempranas, normalmente una semana o menos. Esto se debe a que las partículas han sido molidas más finamente respecto al cemento Portland tipo 1. Su utilización se debe a necesidades específicas de la construcción, cuando las formaletas deben ser removidas rápidamente o cuando se tenga que poner una estructura en servicio pronto como es el caso de las carreteras.

Según las necesidades que se presentan en estos proyectos, el uso de este tipo de cemento es de gran utilidad pues permite retirar encofrados de las formaletas metálicas en tiempos más cortos sin dejar de cumplir con los requisitos establecidos en la norma.

En la recepción de este material se debe realizar una inspección visual y un conteo de los sacos de cemento, también es necesario comprobar las certificaciones de calidad para asegurar la conformidad en los productos. Este es un trabajo que se

realiza de manera conjunta con el encargado de almacén quien lleva un control en el inventario de materiales y equipos de la obra.



Ilustración 12. Almacenamiento de cemento.

Fuente: Propia.

El cemento se debe almacenar en lugares cerrados, techados, se debe tener cuidado de no almacenarlo sobre suelos húmedos. La forma correcta de ubicarlos es sobre plataformas que generalmente son en madera, colocarlos juntos para reducir la circulación de aire y evitar además el contacto con los muros.

6.1.3.3. Control de arena y triturado

Para la obtención de concreto de buena calidad es necesario comprobar la calidad de los agregados pétreos. Los agregados finos y gruesos ocupan comúnmente de 60% a 75% del volumen del concreto (70% a 85% en peso), e influyen notablemente en las propiedades del concreto recién mezclado y endurecido, en las proporciones de la mezcla y en la economía. En la recepción de estos agregados se debe realizar una revisión general del material teniendo en cuenta que no debe existir desgaste al rayar las partículas entre sí, no debe tener olor



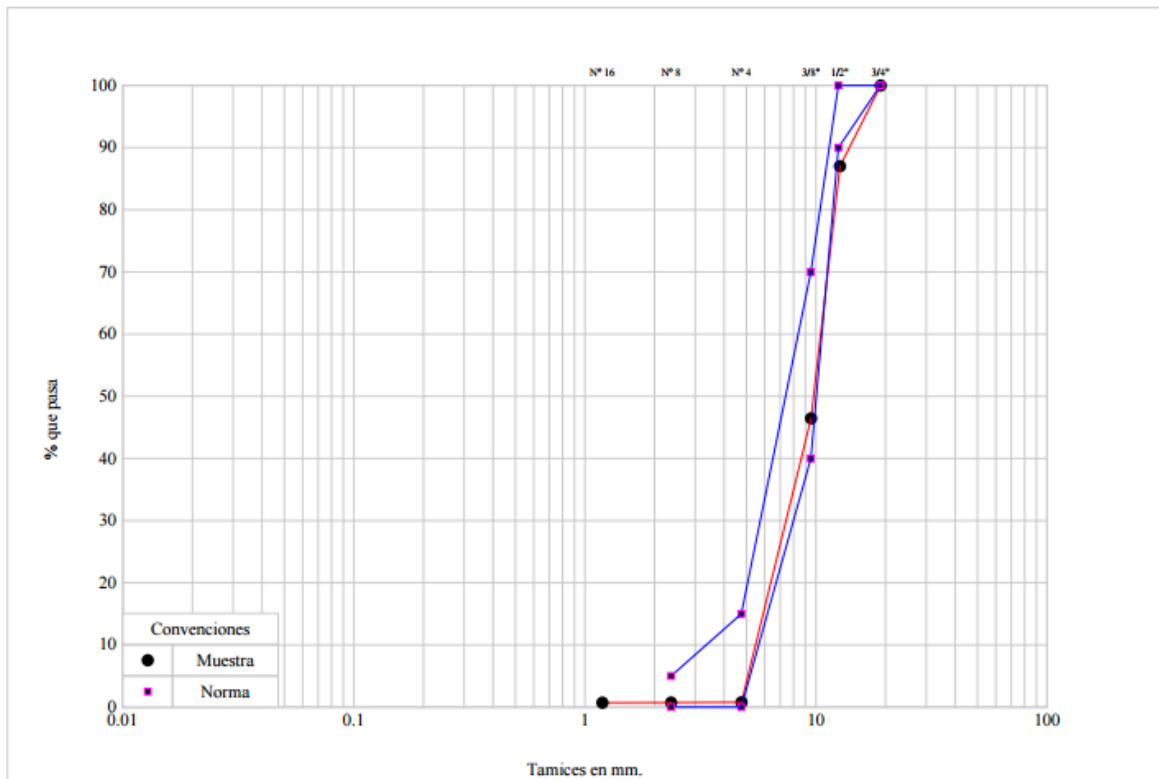
putrefacto, no debe haber presencia de materia orgánica, no debe haber presencia de limos o arcillas. Estos agregados deben cumplir con los requerimientos necesarios para lograr la resistencia requerida en el concreto, como la trabazón que debe generar el triturado entre partículas y la pureza del agregado fino. En este proyecto los agregados son adquiridos con la empresa AGREGADOS Y MEZCLAS CACHIBI S.A. Según el diseño estructural se usará:

Agregado grueso de 3/4" (19,050 mm): Este agregado grueso puede ser una grava o material triturado o combinación de los anteriores cuyas partículas sean predominantemente mayores que 5mm y cuyo tamaño máximo sea 19.05 mm. El agregado de trabajo es el producto del triturando de roca de cantera Cachibi, con las siguientes especificaciones granulométricas:



<p>CONCRESERVICIOS S.A.S. INGENIERÍA ESPECIALIZADA Y CONSULTORÍA Calle 49N 3GN-04 Tel: 6662255</p>		INFORME DE TAMIZADO DE AGREGADOS NTC 77/2007, PASA T. N°200 NTC 78/1995 Y MATERIA ORGANICA NTC 127/2000			
Localización: <u>ACOPIO PLANTA</u> Cantera: <u>CACHIBI</u> Descripción: <u>GRAVA 1/2</u>		CR: <u>03342</u> N° de muestra: <u>15865</u> Fecha de toma: <u>2016-02-04</u> Fecha de recibo: <u>2016-02-04</u> Fecha de ensayo: <u>2016-02-17</u>			
Nota: Los resultados corresponden exclusivamente a la muestra ensayada.					
P1 (g)	2287.9	P2 (g)	2271.7	PASA N° 200	N/A
Tamices (Pulgadas)	Tamices (mm)	Retenido (g)	% Peso (Retenido)	% Peso (Pasa)	MODULO DE FINURA
3/4"	19.05	0	0.00	100.00	2.99
1/2"	12.7	297.1	12.99	87.01	CONT. MATERIA ORGÁNICA
3/8"	9.52	928.3	40.57	46.44	
N° 4	4.76	1044.7	45.66	0.78	
N° 8	2.36	1.1	0.05	0.73	
N° 16	1.19	0.5	0.02	0.71	
Pasan		16.2	0.71		

PORCENTAJES QUE PASAN - NORMA: NTC 174 12.5 a 4.75



LABORATORIO FIRMA: <u>Claudia P. Correa</u> CLAUDIA CORREA V. Jefe de laboratorio		RECIBIDO FIRMA: _____ FECHA: _____		Código: F-EM-19/3 Inf N: 500234 Fecha: 2016-02-26 Pág. 1/1 2016-02-26
---	--	---	--	---

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE INFORME SIN PREVIA AUTORIZACIÓN DE CONCRESERVICIOS LTDA.

Ilustración 13. Curva granulométrica agregado grueso.

Fuente: Agregados y mezclas Cachibi S.A.



En la inspección visual de este agregado se debe corroborar que la textura sea áspera, con presencia mínima de partículas planas y alargadas, para mejorar la adherencia de las partículas con la pasta de cemento mejorando el comportamiento de la mezcla de concreto.

Arena mediana-gruesa: Es aquella cuyos granos pasan por un tamiz de 5mm de diámetro y son retenidos por otro de 2.5mm. Un buen agregado fino al igual que el agregado grueso debe ser bien gradado para que puedan llenar todos los espacios y producir mezclas más homogéneas. La arena debe estar presente en una cantidad mínima que permita una buena trabajabilidad y brinde cohesión a la mezcla. Pero no debe estar en exceso porque perjudicará las resistencias.

Las especificaciones permiten que el porcentaje que pasa por el tamiz No 50 esté entre 10% y 30%; se recomienda para que la mezcla sea más manejable, cohesiva, tenga menos agua superficial o cuando se desea una textura superficial tersa, deberá usarse un agregado fino que pase cuando menos el 15% el tamiz 50 y 4% el tamiz 100. El módulo de finura del agregado fino utilizado en la elaboración de mezclas de concreto, deberá estar entre 2,3 y 3,1 para evitar segregación del agregado grueso cuando la arena es muy fina; cuando la arena es muy gruesa se obtienen mezclas ásperas.

La presencia de materia orgánica en la arena que va a utilizarse en la mezcla de concreto llega a interrumpir parcial o totalmente el proceso de fraguado del cemento.

El manejo y almacenamiento de agregados se dará de tal forma que sea mínima la segregación y se evite la contaminación con sustancias perjudiciales, se deben almacenar por separado con el fin de que no varíe la granulometría de los mismos.



Ilustración 14. Almacenamiento de triturado y arena.

Fuente: Propia.

La recepción de los agregados o áridos debe ser llevada a cabo por una persona responsable, que verifique la orden de pedido, la cantidad y tipo de agregado recibido.

6.1.3.4. Aditivos

El uso de aditivos en las mezclas se ha convertido en una de las soluciones más eficientes para modificar las propiedades de concreto o mortero, en estado fresco, durante el fraguado o en estado endurecido, para hacerlo más adecuado según las exigencias del trabajo transformando o modificando determinadas características del producto terminado bien sea un hormigón, morteros o lechada para inyecciones.

En estado fresco se pueden modificar propiedades como la manejabilidad mezclas más fluidas para un mismo contenido de agua o mezclas con menos cantidad de agua pero misma manejabilidad, reducción de la segregación para mayor cohesividad de la mezcla, entre otras. Durante el fraguado se puede retardar o acelerar el fraguado del concreto, reducción o prevención de las grietas etc.

Durante el estado endurecido aumento de resistencias, durabilidad, disminución de permeabilidad y control de la expansión causada por la reacción álcali-agregado.

En este proyecto se hizo uso de los aditivos mencionados a continuación:

- SIKAFUID: Es un aditivo líquido para concreto, color café, que permite la obtención de mezclas fluidas sin el empleo de agua en exceso, además mejora las resistencias a todas las edades y disminuye la permeabilidad.²

Este aditivo es usado principalmente como plastificante para la obtención de mezclas fluidas, facilitando su colocación y el bombeo de este, ya que en la gran mayoría de casos el concreto fue preparado en obra y bombeado hasta los diferentes niveles del edificio. Sin embargo otra de las propiedades mejora la resistencia de concreto y además disminuye la permeabilidad de la mezcla.



Ilustración 15. Sikafluid.

Fuente: Propia.

² Hoja técnica de producto Sikafluid – Manual Sika

- **PLASTOCRETE DM:** Es un aditivo reductor de agua color café oscuro con acción impermeabilizante, este tipo de aditivos tiene varios usos tales como para la elaboración de concretos de baja permeabilidad y durante la construcción de tanques de almacenamiento, depósitos, muros enterrados, cimentaciones, plantas de tratamiento y muros para sótanos, facilita la colocación y el vibrado del concreto por su acción plastificante para reducir hasta el 8% de agua de amasado de acuerdo con el asentamiento requerido.³

En la obra utilizamos éste aditivo en la preparación del concreto para la fundición de las pantallas de sótano, pues su acción impermeabilizante es necesaria en estos casos ya que los elementos estructurales a este nivel estarán en contacto directo con suelos de alto contenido de humedad. Además de eso cabe resaltar que el uso de este aditivo en las mezclas de concreto incrementa la resistencia a todas las edades y permite una fácil colocación de la mezcla



Ilustración 16. Plastocrete DM.

Fuente: Propia.

³ Hoja técnica producto Plastocrete DM – Manual Sika

6.1.3.5. Ladrillos

En esta obra se usan ladrillo farol que proporciona la ladrillera Meléndez, este ladrillo tiene 43 cm de largo por 23 cm alto 10 de espesor y presenta 4 perforaciones a lo largo del mismo como se muestra en la figura:



Ilustración 17. Ladrillo farol 4 huecos.

Fuente: Google - ladrillera Meléndez.

El trabajo de mampostería mediante el uso de estos ladrillos permite altos rendimientos, gran ventaja respecto a otros.

El pedido y la recepción de los ladrillos se hacen por partes dependiendo el cronograma del trabajo en mampostería. En el almacenamiento de los ladrillos debe tenerse en cuenta que estos ocupan un espacio considerable, por tanto antes de hacer los pedidos se debe adecuar un espacio propicio en donde se puedan ubicar las unidades de ladrillo pedidas.

En la recepción de los ladrillo se trabaja con ayuda de un cargador para bajar del vehículo transportador y ubicar los ladrillos que vienen agrupados en pallets de manera organizada. Estos pallets ya vienen forrados con plástico que cubren en totalidad los ladrillos sin embargo puede que por el viaje estos hayan sido rotos por lo que se recomienda cubrir con plásticos en lo posible si se almacenan a la intemperie. Ver ilustración siguiente.



Ilustración 18. Almacenamiento de ladrillo.

Fuente: Elaboración propia.

La persona encargada de la recepción debe hacer una inspección visual corroborando que los ladrillos no tengan demasiadas unidades fracturadas y además de eso debe hacer un conteo por el número de ladrillos por pallet y el número de pallet por viaje. Tal que debe coincidir el pedido con las unidades recibidas.

6.1.4. Revisión de las actividades de obra

6.1.4.1. Replanteo de columnas, pantallas, vigas y losas de entrepiso.

En la construcción de edificaciones es sumamente importante la localización de los elementos estructurales siguiendo los sistemas de ejes y alineamientos establecidos en los diseños. Los alineamientos en columnas y demás elementos

estructurales garantizan una mejor respuesta de la estructura frente a cargas a las cuales se expone la misma.

Inicialmente se debe partir desde un punto de coordenadas conocidas suministrado por el estudio topográfico, de aquí se inicia con la localización de los elementos de la cimentación.

Para realizar el replanteo los maestros de construcción realizan un trabajo que consiste trazar lineamientos basados en plomos y niveles, proceso denominado **cimbrado**. Una vez se ha realizado el replanteo para la ubicación de las columnas con ayuda de equipos de precisión (topografía) a nivel de sótano, lo que se hace es subir los plomos desde la columna inferior al piso que se está cimbrando corroborando los puntos de ubicación por medio de los planos estructurales.

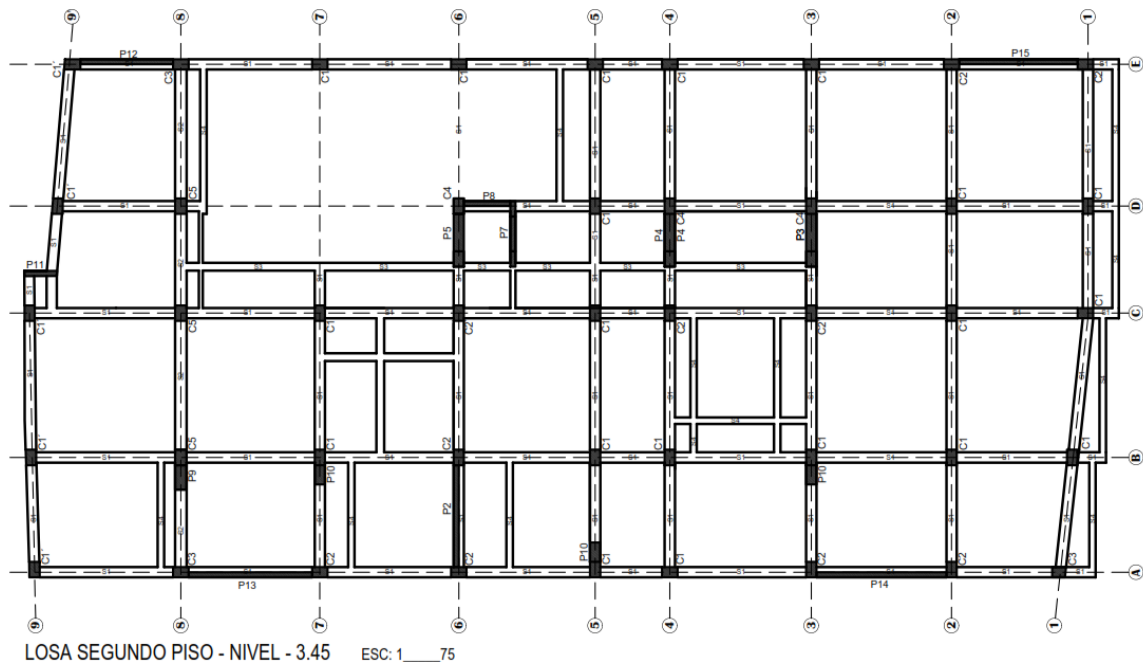


Ilustración 19. Losa segundo piso.

Fuente: Diseño estructural – Proyecto edificio Verona.

Los ejes y alineamientos, perpendiculares entre sí, constituyen sistemas de coordenadas y son identificados con números y letras a efecto de facilitar el trazado

y replanteo como se muestra en la Ilustración 15 que corresponde al plano de la losa de segundo piso del edificio. Las herramientas que se muestran en la ilustración siguiente son las utilizadas para realizar el replanteo.



ESCUADRA



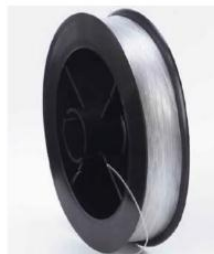
CODAL O REGLON



PUNTILLAS



METRO



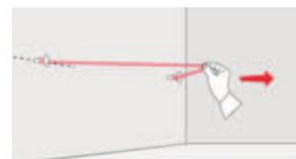
HILO DE NYLON



NIVEL DE MANGUERA



NIVEL DE MANO



PIOLA CON MATERIAL ROJIZO

Ilustración 20. Herramientas para realizar el replanteo.

Fuente: Elaboración propia.

En columnas el procedimiento básicamente consiste en pasar sobre una columna que esté en uno de los bordes de losa de un piso anterior, un plomo con el cual se obtendrá el lineamiento de uno de los bordes de la columna en el piso siguiente (dónde se realiza el replanteo), se repite el mismo procedimiento en un lado perpendicular al anterior. De ser necesario en uno de los dos casos se pueden usar retales de madera incrustándolos sobre la columna a escuadra y a nivel, tal que la longitud de esta alcance a sobrepasar el nivel del borde de la losa.

Con lineamiento de dos de sus bordes en las dos direcciones se puede obtener el punto del eje de la columna. Se debe realizar el mismo procedimiento sobre otra columna con el fin de pasar un hilo entre las dos que determinen prácticamente un eje en un sentido y una más para determinar el eje en el otro sentido.



Ilustración 21. Replanteo de columnas.

Fuente: Propia.

Pasado 'el hilo' se procede a trazar las cimbras que determinan la posición de las formaletas para cada columna o pantalla mediante el uso de una piola y un mineral rojo. Se ubica la posición de las columnas o pantallas de acuerdo a las medidas mostradas en los planos estructurales a partir de los lineamientos de las cimbras.



Ilustración 22. Trazado de cimbras para el replanteo de columnas y pantallas.

Fuente: Propia.

Se debe tener en cuenta para este proceso que no siempre se pueden pasar los hilos entre columnas pues se pueden presentar obstáculos o la columna en el otro lado esta girada, lo que se hace es que se corre determinada distancia la cimbra de lado a lado de los ejes para luego volver a el punto exacto donde deben ir las líneas de los bordes de las columnas, en estos casos es muy común que se presenten errores por lo que se debe estar muy atentos a ellos.

Para realizar el replanteo en vigas se parte de los ejes de las columnas y mediante las dimensiones que presenten los diseños en los planos se procede a trazar los ejes de estas. Se debe tener precaución con los plomos en vigas de pisos anteriores

tal que no se vaya a correr nuestro eje de trabajo. En todo caso dimensiones de los elementos estructurales se plantean a partir de las cimbras dando las medidas de columnas, vigas o de pantallas garantizando el recubrimiento de 5cm en columnas y vigas y 3cm en pantallas.

Las losas por su parte se demarcan de acuerdo a los planos estructurales y a los lineamientos de las vigas cuidando la ubicación de los ejes de los nervios tal que estos coincidan con los diseños de las losas de entrepiso en dimensiones y separaciones.

6.1.4.2. Acero de refuerzo.

Las actividades de acero de refuerzo se basan en la ubicación de varillas de acuerdo a los despieces por elemento estructural.

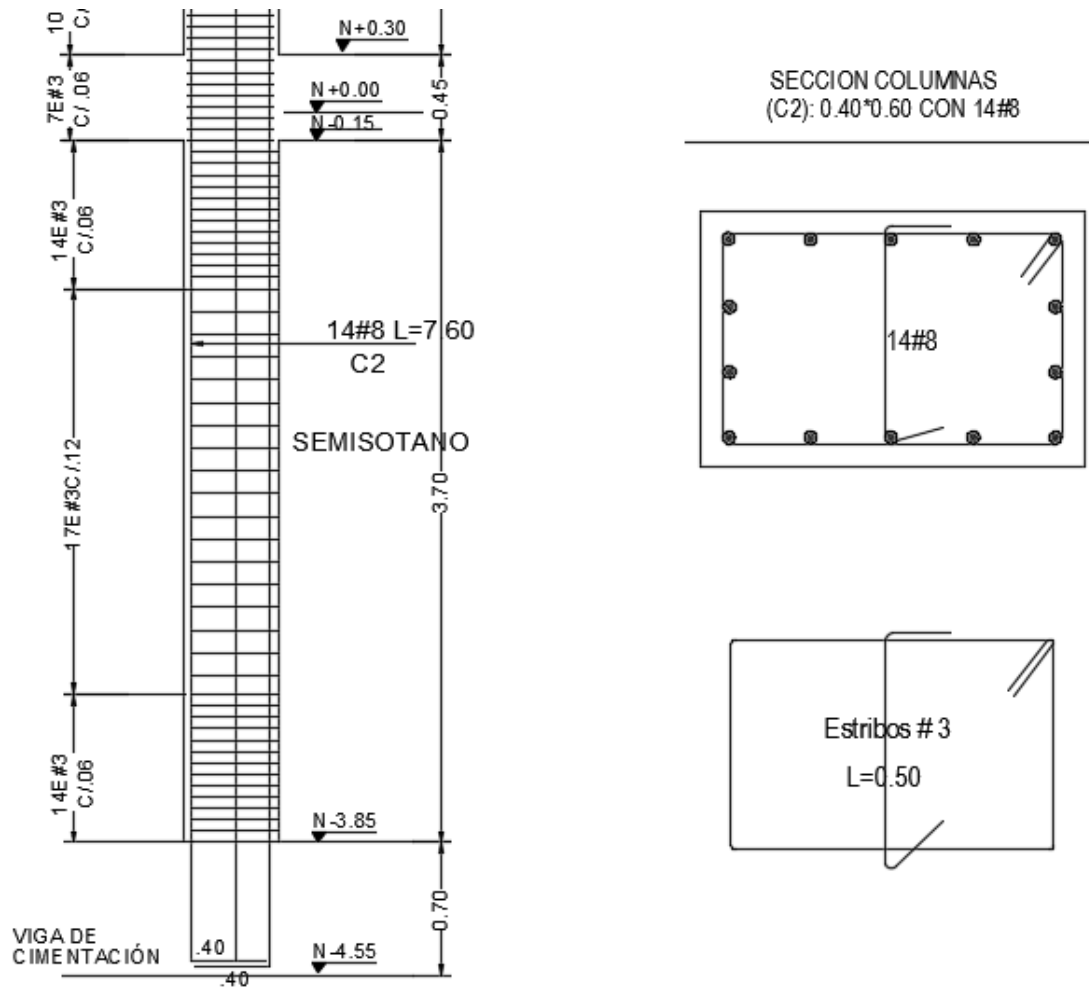
En columnas se debe verificar los diámetros de las barras, separación del acero de refuerzo principal y las longitudes de traslape de acuerdo a los diseños estructurales además de chequear que cumplan para determinado diámetro, la separación y la cantidad de estribos por columna y adicionalmente se deben ubicar unos ganchos suplementarios ver ilustración 23, que van ubicados en dirección al lado más corto de las columnas.



Ilustración 23. Ganchos en columnas.

Fuente: Propia.

En la ubicación de los estribos se debe corroborar que los ganchos de estos estribos sean alternados de lado a medida que suben tal que se forme un tipo de espiral, esto con el fin de que no se presenten posibles secciones de falla frágil al cortante en las columnas.



1E-2A-2E
 3A-6A-6B
 7A-9E

Ilustración 24. Ejemplo de despiece de columna.

Fuente: Elaboración propia de acuerdo a diseños estructurales.

En el despiece de las columnas se muestra las longitudes de las varillas, número de estribos, diámetros, la separación entre varillas y estribos. El ingeniero residente debe verificar que los traslapes de refuerzo principal de las columnas no presenten los traslapes en los “nudos”, puntos en los cuales las columnas y vigas se

encuentran puesto que de ser el caso estos quedan sobre reforzados y no permite que se den los recubrimientos adecuados en estas secciones que son de gran cuidado ya que son secciones de alto riesgo de falla por sismo.

En el caso de las vigas se debe chequear que sean correctos los diámetros de las barras, las longitudes de traslape y separación de las varillas longitudinales y transversales de acuerdo a los diámetros y despiece, la separación y la cantidad de estribos por tramo adicionalmente se debe verificar que los ganchos de los estribos estén intercalados en la parte superior de las vigas como se indica en la ilustración siguiente, ya que al dejarlos en la parte inferior pueden formar secciones de falla frágil.



Ilustración 25. Ubicación de estribos en vigas.

Fuente: Propia.

Al final de cada viga se debe verificar los ganchos de las varillas de acuerdo a su diámetro.

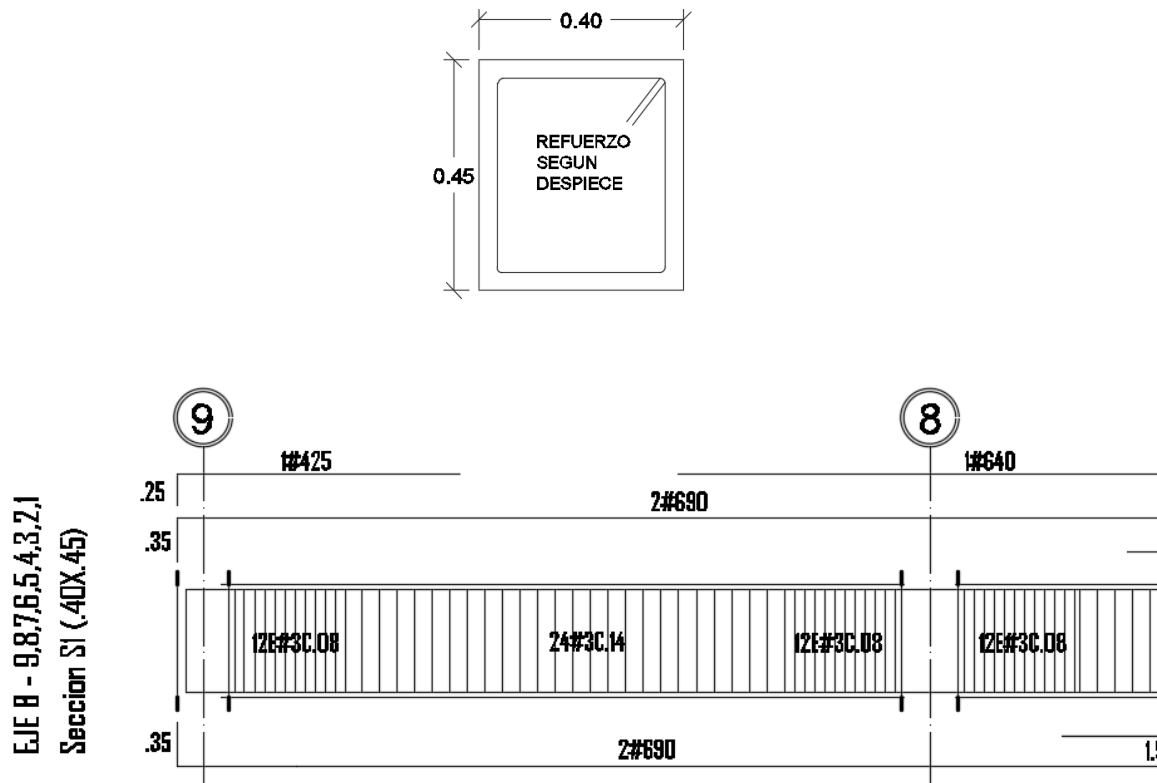


Ilustración 26. Ejemplo de despiece de viga tipo S1.

Fuente: Elaboración propia sobre diseño estructural.

Los castillos de acero de refuerzo en las vigas deben estar separados del entarimado, generalmente se hace uso de panelas hechas en mortero.

Por último, al igual que en las columnas se debe evitar que los traslapes de acero de refuerzo longitudinal y transversal de la viga se presente en las conexiones viga-columna.

En el caso de pantallas se deben chequear los diámetros de las varillas de acuerdo a los diseños, longitudes de traslapo de las varillas verticales y su separación y las distancias entre ganchos.

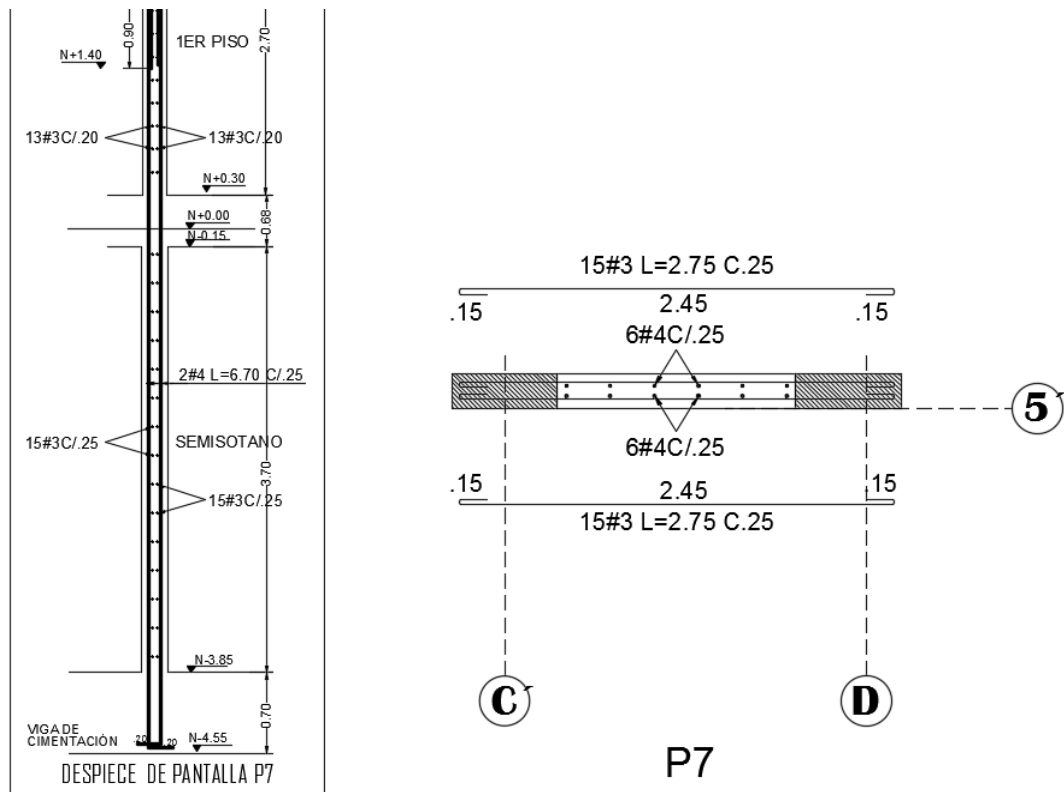


Ilustración 27. Despiece de acero en Pantalla tipo 7.

Fuente: Elaboración propia sobre diseño estructural.

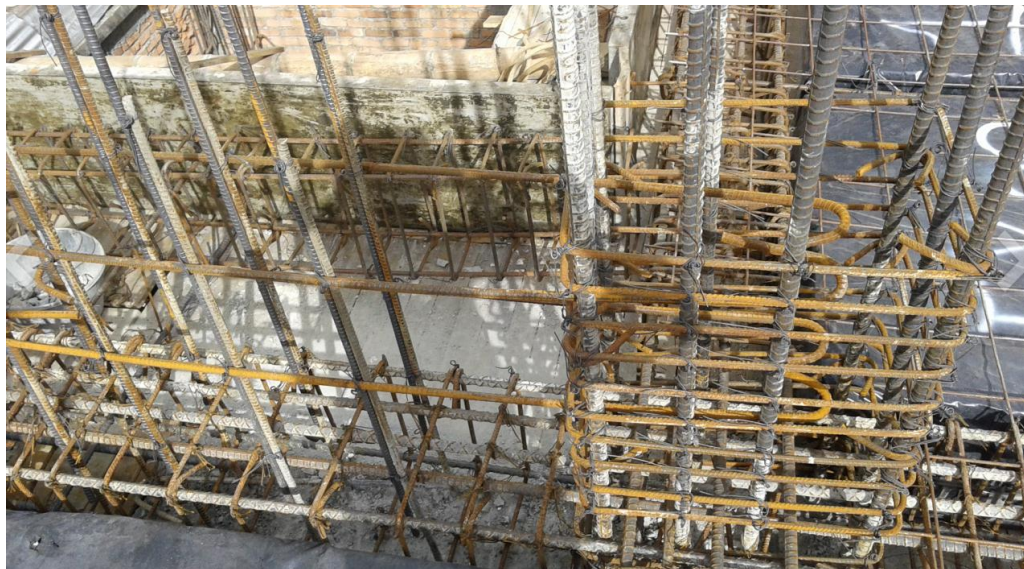


Ilustración 28. Acero de refuerzo en pantallas.

Fuente: Propia.

Las losas de entrepiso por su parte requieren de ubicación de aceros de refuerzo para nervios aquí se verifican los diámetros de las varillas, las longitudes de traslapo y el uso de ganchos tipo S a una separación no menor a 15 cm.



Ilustración 29. Acero de refuerzo en nervios de losas de entrepiso.

Fuente: Propia.

Se debe ubicar además refuerzo de retracción y temperatura, en nuestro caso se hizo uso de malla elctrosoldada de 5 mm que se separa de los casetones de las losas ubicando cada metro aproximadamente panelas hechas de mortero en ambas direcciones, con el fin de garantizar los recubrimientos.



Ilustración 30. Refuerzo de retracción y temperatura en losa aligerada.

Fuente: Propia.

La práctica anterior es de suma importancia pues el buen ejercicio de la colocación de acero de refuerzo permite que elementos estructurales cumplan con las solicitaciones a las cuales se van a ver expuestas.

Por lo demás, las actividades de acero de refuerzo se llevaron a cabo de manera correcta y no se presentaron imprevistos al respecto, en otras palabras, se cumplió a cabalidad con todos los criterios de aceptación; es decir, se garantizó un recubrimiento de aproximadamente de 5 cm para elementos estructurales; cuando los aceros presentaban indicios de oxidación permisible se les realizaba limpieza manual para quitar la capa superficial o en caso de tener impurezas, para retirarlas; se revisó la distancia entre estribos o de traslapes según el caso; con las mallas electro-soldadas se tubo precaución con las uniones; respecto a los amarres, se revisaron de tal forma que la armadura quedara fija y no hubieran indicios de alambres flojos o sueltos.

6.1.4.3. Encofrado de losas, vigas, pantallas y columnas.

Para encofrado en columnas, pantallas y vigas se usan formaletas forsa, el cual es un sistema de encofrado en aluminio que permite realizar encofrados más rápidamente y mejor ordenados, reduce la mano de obra, contribuye a una construcción limpia y ecológica, aumentando la productividad y rentabilidad del constructor. Este tipo de encofrado permite acabados superficiales más estéticos y es por mucho más resistente e indeformable que otros encofrados.

Este tipo de formaletas requiere que se aplique un emulsionante que impida la adherencia de concretos y morteros a las formaletas, en nuestro caso se hizo uso de Sika separol.



Ilustración 31. Sika separol.

Fuente: Google.



Ilustración 32. Aplicación de Sika separol.

Fuente: Propia.

6.1.4.3.1. Encofrado pantallas y columnas.

En columnas el sistema de encofrado forsa se basa prácticamente en el uso de formaletas estándares y ángulos

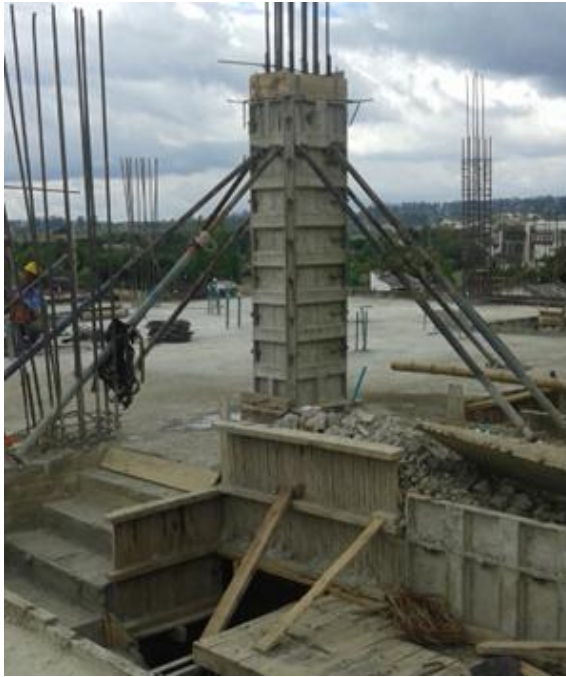


Ilustración 33. Encofrado de columnas y pantallas.

Fuente: Propia.

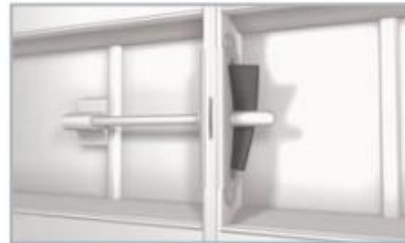
Se debe verificar que estén bien ubicados y completos los accesorios de sujeción de los paneles tales como pines flecha, grapas, pasadores, portalineadores y de ser el caso de alineadores, entre otros accesorios que se puedan usar.

ACCESORIOS DE SUJECIÓN

Los accesorios para la sujeción de paneles, en sistemas de muros y losas, son fabricados en acero de alta resistencia mecánica con tratamientos térmicos que les permiten soportar cargas elevadas de trabajo. Las formaletas de muro se pueden suministrar con pin flechas o grapacandados, accesorios que van fijos y que se instalan en formaletas desde 45 cm hasta 90 cm de ancho.

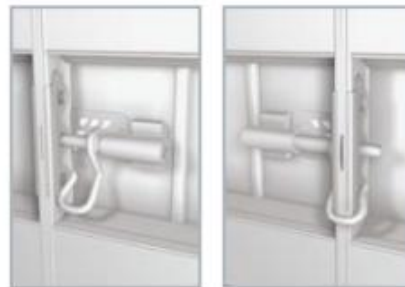
Pin Flecha

En conjunto con la cuña asegura la sujeción de paneles. Su acabado galvanizado es una barrera protectora que le asegura una mayor duración.



Grapa Candado

Accesorio cuya forma de grapa permite la sujeción entre paneles, sin necesidad de accesorios adicionales; esto disminuye la pérdida de elementos en obra. Su acabado galvanizado es una barrera protectora que le asegura una mayor duración.



Pasadores

Accesorio que en conjunto con la cuña sirve para la sujeción de paneles de muro entre sí, con angulares, esquineros de muro y tapamuros; así como para la sujeción básica de paneles de losa. Sirve como accesorio complementario en aquellas sujeciones donde haya fillers y perfiles de ajuste.

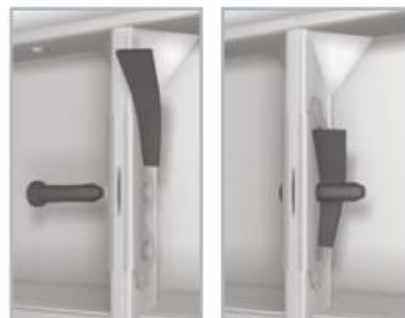


Ilustración 34. Accesorios de sujeción.

Fuente: Catalogo técnico sistema forsa.

Las formaletas se soportan además con ayuda de parales metálicos que a su vez van soportadas con pines que se anclan sobre la losa como se muestra en la ilustración 33, esto ayuda a que las formateas estén mejor soportadas y sean menos deformables a la hora de vaciar el concreto. La verticalidad en la construcción de columnas y pantallas es muy importante, para esto se debe chequear que las formaletas de estas estén verticales. Constructivamente para verificar lo mencionado se realizan una especie de cilindros de mortero como se

observa a continuación que colgados de un nylon trabajan como plomos con los cuales se toman medidas en la parte superior y en la parte inferior de las formaletas verificando que las medidas de borde a hilo coincidan, lo que quiere decir que las formaletas y ángulos se han ubicado verticalmente.



Ilustración 35. Chequeos de verticalidad de encofrado de columnas.

Fuente: Propia.

Los ejes de los alineamientos de columnas y pantallas son chequeados en cada piso de acuerdo a niveles anteriores por medio del replanteo, se debe evitar que se presenten excentricidades y garantizar la correcta ubicación de la formaleta mediante el cimbrado.

La armadura de aceros en columnas y pantallas se endereza con alambre para que quede centrada en la formaleta asegurándolos de manera tal que se garantice el recubrimiento en cada uno de sus lados.

6.1.4.3.2. Encofrado vigas y losa de entrepiso.

En este proyecto el proceso de encofrado de vigas y losa de entrepiso consta de una combinación de tableros de madera para hacer el entarimado y paneles de transición en aluminio que conforman las vigas descolgadas. Estos tableros son soportados por una serie cerchas que se apoyan en tacos o parales metálicos que a su vez descansan sobre la losa inmediatamente anterior, como se muestra en la ilustración:



Ilustración 36. Encofrado de losa de entrepiso.

Fuente: Propia.

Los gatos no deben quedar en contacto directo con la losa de entrepiso por lo que se recomienda hacer uso de tabloncillos cortos de madera aumentando el área de contacto sobre la losa. Además de esto se deben arriostrar mediante diagonales largas y cotas (tijeras) para aumentar la rigidez del sistema.

Se deben verificar la altura entre losas determinada por la altura del sistema de encofrado (tablón, panel metálico y tablero) y la horizontalidad del entarimado pasando los niveles.

Las vigas descolgadas se encofran mediante paneles transitorios (ubicación longitudinal), conservando los plomos con vigas de anteriores pisos y fijándolos unos con otros y estos a su vez amarrándolos con alambre desde los castillos de refuerzo de las vigas y de pines incrustados en columnas y pantallas además se fijan con pines sobre el entarimado.



Ilustración 37. Encofrado de vigas de entrepiso.

Fuente: Propia.

Instalación de elementos aligerantes:

Luego de ubicarse los aceros de refuerzo de las vigas de entrepiso y los nervios de las losas aligeradas se procede a ubicar los elementos aligerantes disminuyendo

considerablemente el peso de las losas de entrepiso que sirven además de formaleta para las viguetas. En este proyecto se utilizaron casetones de icopor, éstos se forran en plástico, después de ser fundida y desencofrada la losa se extraen, se forran de nuevo y se usan en losas siguientes.



Ilustración 38. Ubicación de casetones de icopor.

Fuente: Propia.

Instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias

En el momento de ubicarse los casetones y el refuerzo por retracción y temperatura se ubican los accesorios eléctricos, hidráulicos y sanitarios, según los diseños correspondientes, verificando que de ninguna manera tubos o accesorios pasen tras las vigas y los nervios generando vacíos en estos elementos.



Ilustración 39. Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

Fuente: Propia.

6.1.4.4. Preparación de concreto en obra.

El concreto usado en el proyecto en su mayoría fue preparado en obra, según las especificaciones impuestas por los diseños estructurales estas mezclas deben cumplir con una resistencia de 24.5 Mpa (resistencia de diseño). Si las proporciones en volumen suelto son 1: 2: 2 (cemento, arena, triturado) se esperaría que la resistencia a la compresión a los 28 días esté entre 210-250 kg/cm^2 .

Generalmente las proporciones en volumen suelto de los materiales para la mezclas se realizan mediante el uso de cajones de 34cm x 34cm x 34cm, que representa el contenido en volumen suelto ocupado por un saco de 50 kg.

De acuerdo a la práctica en obra se determinaron las proporciones en volumen por carreta “buggy” puesto que estos son más cómodos y eficientes a la hora de



preparar concreto, obteniendo como resultado que 1 buggy de agregado equivale a 1.75 cajones aproximadamente. Las nuevas proporciones en volumen suelto facilitando la preparación de concretos mediante mezclas mecánicas en el proyecto serán:

- En losas de entrepiso y vigas embebidas la proporción será 3 sacos de cemento de 42.5 kg por 4 carretas de arena por 3.5 carretas de triturado para una aproximación de 65 litros de agua con el uso de aditivo SIKAFUID con una cantidad de 750 cm^3 .
- En columnas la proporción es, será 3 sacos de cemento por 3.5 carretas de arena por 3 carretas de triturado para una aproximación de 65 litros de agua con el uso de aditivo SIKAFUID con una cantidad de 750 cm^3 .
- En pantallas de sótano la proporción fue 2 sacos de cemento por 3 carretas de arena por 2 carretas de triturado para una aproximación de 40 litros de agua con el uso de aditivo (plastocrete DM) con una cantidad de 500 cm^3 .

En cada caso se contó con la aprobación del ingeniero estructural según sus conceptos técnicos quien prevé que el concreto funciona óptimamente y garantiza que cumple con la resistencia requerida, sin embargo esta debe ser corroborada mediante los ensayos de laboratorios por medio de las muestras de cilindros de concreto.

Después de calcular las dosificaciones en obra se procede a realizar el mezclado mediante el uso de una mezcladora de concreto tipo tolva en donde cabe hasta una dosificación dada por 4 sacos de cemento por bachada.

Ahora bien esta empresa constructora dispone de una bomba de concreto (*schwing sp 500*) esta permite la llegada del concreto a los diferentes elementos que componen la estructura mediante el uso de tubería y el impulso vertical u horizontal o ambos, de concreto por presión.



Ilustración 40. Bomba de concreto.

Fuente: Propia.



Ilustración 41. Tubería de bombeo.

Fuente: Propia.

La mezcladora de concreto debe estar ubicada de tal manera que haya un desnivel entre el vaciado de la mezcla hasta el fondo de la tolva de carga de la bomba de aproximadamente 2 metros. Con una separación horizontal de 3 metros. Esto con el fin de un adecuado vaciado de la mezcla desde la mezcladora hasta la tolva como se muestra en la ilustración siguiente:



Ilustración 42. Equipo de mezcla y bombeo de concreto.

Fuente: Propia.

El mezclado se realiza adicionando una pequeña cantidad de agua en la mezcladora. Anteriormente el triturado, la arena y el cemento se han depositado en la tolva de alimentación de la mezcladora como se muestra en la ilustración



Ilustración 43. Equipo de mezcla y bombeo de concreto.

Fuente: Propia.



Ilustración 44. Tanque cilíndrico con medidor de agua.

Fuente: Propia.

De tal manera que estos puedan homogenizarse un poco antes de ser llevados a la mezcladora. A continuación se procede a cargar en la cuba, por último se adiciona el restante de agua junto al aditivo disuelto en parte de esta agua.

El tiempo de mezclado varía entre 90 y 120 minutos después de que los materiales estén dentro de la cuba de la mezcladora, y depende de la apariencia de la mezcla.

El agua de mezcla es aquella proporcionada por el acueducto de la ciudad, lo cual significa que es un agua de condiciones óptimas para generar mezclas de hormigón.

6.1.4.4.1. Pruebas de control



Ilustración 45. Equipo para realizar ensayos de control de concreto fresco.

Fuente: Propia.

Ensayo de asentamiento

El ensayo de asentamiento es una manera sencilla de medir la consistencia del concreto, que se refiere al grado de fluidez de la mezcla.

La muestra para este ensayo no puede ser tomada ni al inicio ni al final de cada descarga, debe ser intermedio. Cada muestra tendrá aproximadamente el doble de concreto que se necesita para realizar el ensayo.



Ilustración 46. Toma de muestra para ensayo.

Fuente: Propia.

El procedimiento será:

- Se ubica el molde sobre una superficie horizontal, plana y no absorbente, presionando los pies sobre las agarraderas del cono.
- Se llena el cono con tres capas cada una de aproximadamente igual volumen, apisonándose cada una con 25 golpes dados con una varilla. La introducción de esta varilla se debe hacer en diferentes sitios de la superficie y con una profundidad tal que penetre ligeramente sobre la capa inferior.
- Al final de la tercera capa se nivela la superficie. Se limpia los lados del piso adyacentes al cono donde se haya caído mezcla de concreto.
- Se levanta cuidadosamente de forma vertical el cono.
- Se mide el asentamiento como la diferencia entre la altura del molde y la medida sobre el centro de la base del espécimen.



Ilustración 47. Ensayo de asentamiento.

Fuente: Elaboración propia.

Mediante este ensayo se obtuvieron resultados de asentamientos que varían entre 13 y 16 cm, lo cual indica que se trabaja con una mezcla de consistencia húmeda típica para concretos bombeados.

Elaboración de cilindros para realizar pruebas de resistencia a la compresión del concreto

Se elaboraron cilindros de acuerdo con los métodos normalizados. Antes de llenar los moldes las muestras deben ser remezcladas. Se usaron cilindros de 30 cm de alto por 15 cm de diámetro tomando como mínimo 2 muestras por edad.

Los cilindros se llenan con concreto en tres capas de aproximadamente el mismo volumen, a cada una de estas se le compacta con 25 golpes distribuidos uniformemente en toda la sección transversal del molde. La capa del fondo debe compactarse en toda su profundidad, la capa segunda y tercera se compactan de tal manera que la varilla penetre hasta aproximadamente 2.5 cm en la capa anterior. Por último se dan unos golpes a la pared del molde con el fin de cerrar orificios.

Se enraza y se limpia la parte inferior del cilindro donde se riega generalmente la mezcla. Se guardan, en nuestro caso, hasta que las personas encargadas de realizar los ensayos puedan llevarlos para almacenarlos y ensayarlos adecuadamente siguiendo las normas establecidas.



Ilustración 48. Elaboración de cilindros.

Fuente: Elaboración propia.



Los resultados obtenidos de los ensayos de resistencia son proporcionados por el laboratorio de suelos, materiales, concretos y pavimentos GEOFISICA LTDA. Estos son algunos ejemplos:



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO														FGL-32			
I.N.V. E - 410 - 13														Versión 02			
														Noviembre de 2014			
														Página 1 de 1			
CLIENTE: Urbanizadora Garzón Holguín S.A.S.										ORDEN SERVICIO No.:				763			
OBRA: Edificio Verona														802			
LOCALIZACIÓN OBRA: Carrera 10 # 18N - 60 sector Catay - municipio de Popayán - departamento del Cauca																	
CONTRATISTA: N.A.																	
INTERVENTORIA: N.A.																	
SIGLA: GYH												HOJA No: 20					
MUESTRA No.	NUMERACIÓN CLIENTE	TIPO DE MUESTRA	ELEMENTO Y UBICACIÓN DE TOMA DE LA MUESTRA	FECHA VACIADO	FECHA PRUEBA	EDAD (Días)	LECTURA CARGA KN	ÁREA mm ²	RESISTENCIA OBTENIDA			RESISTENCIA ESPECIFICADA			EVOLUCIÓN %	ASENTAMIENTO cm	OBSERVACIONES
212	163	CIL. 4"	LOSA 4 PISO Hora de toma: 12:10 m	26-may-2016	29-may-2016	3	105,7	8171	129,4	1848	12,9	245	3500	24,5	52,8	12,0	3 Bultos de cementos San Marcos tipo 3
213	85	CIL. 4"		26-may-2016	29-may-2016	3	99,1	8171	121,3	1733	12,1	245	3500	24,5	49,5	12,0	4 Buguis de arena de Geoscopio
214	79	CIL. 4"		26-may-2016	02-jun-2016	7	135,8	8171	166,2	2374	16,6	245	3500	24,5	67,8	12,0	3,5 Buguis de triturado 3/4" de Geoscopio
215	127	CIL. 4"		26-may-2016	02-jun-2016	7	129,2	8171	158,1	2259	15,8	245	3500	24,5	64,5	12,0	750cm ³ aditivo Sikafuild
216	68	CIL. 4"		26-may-2016	23-jun-2016	28	189,1	8171	231,4	3306	23,1	245	3500	24,5	94,5	12,0	Datos suministrados por el encargado en obra
217	152	CIL. 4"		26-may-2016	23-jun-2016	28	197,4	8171	241,6	3451	24,2	245	3500	24,5	98,6	12,0	
218	*	CIL. 6"	COLUMNA 5 PISO	01-jun-2016	04-jun-2016	3	155,6	18969	82,5	1178	8,2	245	3500	24,5	33,7	15,2	3 Bultos de cemento San Marcos tipo 1
219	*	CIL. 6"		01-jun-2016	04-jun-2016	3	134,2	18265	73,5	1050	7,3	245	3500	24,5	30,0	15,2	4 Buguis de arena de Geoscopio
220	*	CIL. 6"		01-jun-2016	29-jun-2016	28	424,5	18627	227,9	3256	22,8	245	3500	24,5	93,0	15,2	3 1/2 Buguis de Triturado de Geoscopio 3/4"
221	*	CIL. 6"		01-jun-2016	27-jul-2016	56	434,0	18748	231,5	3307	23,1	245	3500	24,5	94,5	15,2	50 litros mas aditivo - Proporciones 1:2:2
NOTA: MUESTRAS DE LA 218 A LA 221 FUERON TOMADAS POR PERSONAL DEL CLIENTE.																	

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO														FGL-32			
I.N.V. E - 410 - 13														Versión 02			
														Noviembre de 2014			
														Página 1 de 1			
CLIENTE: Urbanizadora Garzón Holguín S.A.S.										ORDEN SERVICIO No.:				309			
OBRA: Edificio Verona														373			
LOCALIZACIÓN OBRA: Carrera 10 # 18N - 60 sector Catay - municipio de Popayán - departamento del Cauca																	
CONTRATISTA: N.A.																	
INTERVENTORIA: N.A.																	
SIGLA: GYH												HOJA No: 18					
MUESTRA No.	NUMERACIÓN CLIENTE	TIPO DE MUESTRA	ELEMENTO Y UBICACIÓN DE TOMA DE LA MUESTRA	FECHA VACIADO	FECHA PRUEBA	EDAD (Días)	LECTURA CARGA KN	ÁREA mm ²	RESISTENCIA OBTENIDA			RESISTENCIA ESPECIFICADA			EVOLUCIÓN %	ASENTAMIENTO cm	OBSERVACIONES
192	61	CIL. 4"	LOSA 2 PISO Entre ejes D y E Hora de toma 11:30 a.m	04-mar-2016	11-mar-2016	7	212,2	8252	257,2	3674	25,7	245	3500	24,5	105,0	19,5	3 Bultos de cementos argos
193	73	CIL. 4"		04-mar-2016	11-mar-2016	7	222,0	8332	266,4	3806	26,6	245	3500	24,5	108,7	19,5	4 Buguis de arena del Puerto
194	85	CIL. 4"		04-mar-2016	01-abr-2016	28	309,4	8332	371,3	5305	37,1	245	3500	24,5	151,6	19,5	3 1/2 Buguis de Triturado de Geoscopio
195	106	CIL. 4"		04-mar-2016	01-abr-2016	28	305,4	7854	388,8	5555	38,9	245	3500	24,5	158,7	19,5	900ml Aditivo sikafuild
196	137	CIL. 4"	LOSAS SOTANO Entre ejes 7 y 8 y ejes A y E Hora de la toma 11:40	15-mar-2016	22-mar-2016	7	196,9	7933	248,2	3546	24,8	245	3500	24,5	101,3	20,0	3 Bultos de cementos San Marcos
197	74	CIL. 4"		15-mar-2016	22-mar-2016	7	213,1	8413	253,3	3618	25,3	245	3500	24,5	103,4	20,0	4 Buguis de arena del Puerto
198	158	CIL. 4"		15-mar-2016	12-abr-2016	28	250,3	8171	306,3	4376	30,6	245	3500	24,5	125,0	20,0	4 Buguis de Graba de Chocho
199	89	CIL. 4"		15-mar-2016	12-abr-2016	28	243,7	7854	310,3	4433	31,0	245	3500	24,5	126,6	20,0	750 ml Aditivo sikafuild
NOTA: MUESTRAS TOMADAS POR PERSONAL DE GEOFISICA LTDA. DATOS SUMINISTRADOS POR EL CLIENTE.																	

Ilustración 49. Resultados ensayos de resistencia en cilindros.

Fuente: Informes de Geofísica Ltda.



En los casos donde no se cumpla con los requerimientos establecidos según el diseño estructural, se deben realizar seguimientos a los elementos para los cuales las mezclas de concreto con lo que se hicieron los cilindros iban a ser construidos. Tomando según la opinión del ingeniero estructural muestras destructivas o no destructivas en el concreto endurecido que permita determinar las resistencias del mismo.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO														FGL-32			
I.N.V. E - 410 - 13														Versión 02			
														Noviembre de 2014			
														Página 1 de 1			
CLIENTE:		Urbanizadora Garzón Holguín S.A.S.										ORDEN SERVICIO No.:		903			
OBRA:		Edificio Verona												951			
LOCALIZACIÓN OBRA:		Carrera 10 # 18N - 60 sector Catay - municipio de Popayán - departamento del Cauca												1024			
CONTRATISTA:		N.A.															
INTERVENTORIA:		N.A.															
SIGLA: GYH														HOJA No: 22			
MUESTRA No.	NUMERACIÓN CLIENTE	TIPO DE MUESTRA	ELEMENTO Y UBICACIÓN DE TOMA DE LA MUESTRA	FECHA VACIADO	FECHA PRUEBA	EDAD (Días)	LECTURA CARGA KN	ÁREA mm ²	RESISTENCIA OBTENIDA			RESISTENCIA ESPECIFICADA			EVOLUCIÓN %	ASENTAM. cm	OBSERVACIONES
									Kg/cm ²	PSI	Mpa	Kg/cm ²	PSI	Mpa			
234	153	CIL 4"	FUNDICIÓN LOSA CUARTO PISO Hora de la toma: 9:45 a.m	23-jun-2016	30-jun-2016	7	101,8	7854	129,6	1852	13,0	245	3500	24,5	52,9	21,6	3 Bultos de cementos San Marcos
235	78	CIL 4"		23-jun-2016	30-jun-2016	7	109,8	8091	135,5	1935	13,5	245	3500	24,5	55,3	21,6	4 Buguis de arena del Puerto
236	117	CIL 4"		23-jun-2016	21-jul-2016	28	165,4	8171	202,4	2892	20,2	245	3500	24,5	82,6	21,6	3 Buguis de triturado ¾" de Geocaccio
237	83	CIL 4"		23-jun-2016	21-jul-2016	28	170,3	8171	208	2977	18	245	3500	24,5	85,1	21,6	Aditivo sikafliuid 250 mlit
238	115	CIL 4"	LOSA QUINTO PISO Hora de la toma: 10:00 a.m	30-jun-2016	07-jul-2016	7	134,1	8171	164,1	2344	16,4	245	3500	24,5	67,0	12,0	2 Bultos de cementos San Marcos
239	159	CIL 4"		30-jun-2016	07-jul-2016	7	133,8	8332	160,6	2294	16,1	245	3500	24,5	65,5	12,0	2½ Buguis de arena del Puerto
240	130	CIL 4"		30-jun-2016	28-jul-2016	28	176,5	8012	220,3	3147	22,0	245	3500	24,5	89,9	12,0	2½ Buguis de triturado ¾" de Geocaccio
241	152	CIL 4"		30-jun-2016	25-ago-2016	56	222,8	8171	272,4	3892	27,2	245	3500	24,5	111,2	12,0	
242	*	CIL 6"	PANTALLAS DEL QUINTO PISO	13-jul-2016	20-jul-2016	7	237,1	18146	130,7	1867	13,1	245	3500	24,5	53,3	19,5	3 Bultos de cementos San Marcos tipo 3
243	*	CIL 6"		13-jul-2016	20-jul-2016	7	224,7	18146	123,8	1769	12,4	245	3500	24,5	50,5	19,5	4 Buguis de arena del Puerto
244	*	CIL 6"		13-jul-2016	10-ago-2016	28	263,3	18869	139,5	1993	19,0	245	3500	24,5	67,0	19,5	3 Buguis de triturado ¾" de Conexpe
245	*	CIL 6"		13-jul-2016	07-sep-2016	56	429,7	18748	229,2	3274	22,9	245	3500	24,5	93,6	19,5	Aditivo sikafliuid 750 cm ³ - 60 litros de agua

NOTA: MUESTRAS TOMADAS POR EL PERSONAL DE GEOFISICA LTDA DE No 234 al No 241 INCLUIDO. LAS MUESTRAS DE LA No 242 A LA 245 FUERO TOMADAS POR EL PERSONAL DEL CLIENTE.

Ilustración 50. Resultados ensayos de resistencia en cilindros.

Fuente: Informe Geofísica Ltda.

6.1.4.5. Colocación, compactación y curado del concreto.

Un buen proceso en la colocación requiere evitar que se presente segregación y conseguir que la mezcla llene todos los espacios del encofrado y que recubra bien las armaduras.

Antes de la colocación del concreto se deben humedecer las zonas en las cuales se va a vaciar el mismo y se deben verificar por última vez las instalaciones. Además de esto la primera mezcla será la resultante de la combinar cemento, arena

y agua, con la cual sirve para curar y lubricar los ductos de la tubería para bombeo de concreto. Esta mezcla denominada lechada se aplica sobre la superficie de entarimado y de las formaletas en el caso de columnas, pantallas y vigas regándola uniformemente.



Ilustración 51. Preparación del área de fundición del concreto.

Fuente: Propia.

En la colocación de hormigón para losas de entrepiso se recomienda que el concreto se vacíe perimetralmente por capas es decir cada tanda contra concreto colocado anteriormente, se deben evitar los montones de mezclas por separado que luego se pretendan nivelar y juntar después.

En todos los casos el vaciado deberá hacerse de forma continua perturbando lo menos posible el concreto depositado con anterioridad.



Ilustración 52. Colocación del concreto tipo trompa de elefante.

Fuente: Propia.



Ilustración 53. Colocación del concreto en columnas.

Fuente: Propia.

El proceso de compactación consiste en la eliminación de aire atrapado en nuestro caso por medio del método de vibrado interno, el cual consiste en términos generales en aplicar la acción de vibración directamente al hormigón colocándolo en diferentes puntos de la superficie, el vibrador debe penetrar aproximadamente 5 cm en la capa inferior procurando que no se repita la vibración en el mismo lugar y que el tiempo de vibrado no se exceda. La manera de determinar en qué momento dejar de vibrar es cuando la pasta de cemento empieza a aparecer en la superficie.



Ilustración 54. Vibrado interno en losas de entrespiso.

Fuente: Google.



Ilustración 55. Colocación y vibrado de concreto en columnas.

Fuente: Propia.

El curado por otra parte se logra evitando la evaporación del agua de hidratación del concreto o proporcionando agua adicional para reponer su pérdida. El curado del concreto en este proyecto se realizó mediante la aplicación de antisol Sika el cual es una emulsión acuosa de parafina que forma, al aplicarse sobre el concreto o mortero fresco, una película impermeable que evita la pérdida prematura de humedad, para garantizar un completo curado del material.



Ilustración 56. Curado del concreto.

Fuente: Propia.

6.1.4.6. Ensayo de resistencia mediante el empleo del esclerómetro.

Este ensayo se realizó en las columnas y pantallas a nivel de sótano, permite estimar calidad del concreto endurecido sin alterar las características de la



resistencia, estética y funcionalidad de la estructura, al medir la dureza superficial del hormigón a partir del rebote de una masa incidente después de impactar contra la superficie de estudio.

Su funcionamiento es muy sencillo, se debe aplicar sobre el embolo ubicado de manera perpendicular a la superficie de hormigón un empuje y este a su vez responde dependiendo de la dureza de la misma superficie con mayor o menor fuerza. Esta respuesta de rebote es la que desplaza un visor escalado de 10 a 100 y consigue la medición, inmediatamente después presionamos un botón de bloqueo para hacer la lectura. Con esta lectura nos dirigimos a una tabla en la cual para cada lectura de esclerómetro hay una relación de resistencia del concreto.

Se recomienda que la superficie de contacto sea perfectamente lisa para ello debemos lijar el área de contacto. Por elemento estructural se deben tomar 5 medidas en un cuadro de 5 x 5 cms (4 extremos y centro). Los valores que varíen en más de un 5% por arriba o por debajo del promedio no se deben de tener en cuenta y de ser necesario se puede realizar el ensayo en otra área del elemento. Los resultados obtenidos en este ensayo se muestran a continuación:

Tabla 3. Resistencia de compresión del hormigón mediante el uso de esclerómetro- Edificio Verona

NIVEL: SÓTANO

EJE	ELEMENTO	TIPO	RESISTENCIA OBTENIDA EN ENSAYO		RESISTENCIA DE DISEÑO	ALCANCE A RESISTENCIA DE DISEÑO
			(Kg/cm ²)	(PSI)	PSI	
A1	Columna	C3	210.0	2986.89	3500	85%
A2	Columna	C2	244.0	3470.49	3500	99%
A3	Columna	C2	220.0	3129.13	3500	89%
A4	Columna	C1	266.0	3783.40	3500	108%
A5	Columna	C1	240.5	3420.70	3500	98%
A6	Columna	C2	202.0	2873.11	3500	82%
A7	Columna	C2	240.0	3413.59	3500	98%
A8	Columna	C3	216.0	3072.23	3500	88%



A9	Columna	C1	172.5	2453.52	3500	70%
B1	Columna	C1	270.0	3840.29	3500	110%
B2	Columna	C1	270.0	3840.29	3500	110%
B3	Columna	C1	317.0	4508.79	3500	129%
B4	Columna	C1	244.0	3470.49	3500	99%
B5	Columna	C1	213.0	3029.56	3500	87%
B6	Columna	C2	220.0	3129.13	3500	89%
B7	Columna	C1	220.0	3129.13	3500	89%
B8	Columna	C3	253.0	3598.49	3500	103%
B9	Columna	C1'	225.4	3205.93	3500	92%
C1	Columna	C1	220.0	3129.13	3500	89%
C2	Columna	C1	260.0	3698.06	3500	106%
C3	Columna	C2'	230.8	3282.74	3500	94%
C4	Columna	C2'	241.6	3436.35	3500	98%
C5	Columna	C1	165.0	2346.84	3500	67%
C6	Columna	C2'	246.4	3504.62	3500	100%
C7	Columna	C1	225.4	3205.93	3500	92%
C8	Columna	C5	216.0	3072.23	3500	88%
C9	Columna	C1'	280.0	3982.52	3500	114%
D1	Columna	C1	225.4	3205.93	3500	92%
D2	Columna	C1	274.0	3897.18	3500	111%
D3	Columna	C4	202.0	2873.11	3500	82%
D4	Columna	C4	240.4	3419.28	3500	98%
D5	Columna	C1	234.4	3333.94	3500	95%
D6	Columna	C4	280.0	3982.52	3500	114%
D7	Columna	C1	274.0	3897.18	3500	111%
D8	Columna	C5	202.0	2873.11	3500	82%
D9	Columna	C1'	238.0	3385.15	3500	97%
E1	Columna	C2	281.0	3996.75	3500	114%
E2	Columna	C2	253.0	3598.49	3500	103%
E3	Columna	C1	206.0	2930.00	3500	84%
E4	Columna	C1	215.0	3058.01	3500	87%
E5	Columna	C1	218.0	3100.68	3500	89%
E6	Columna	C1	266.0	3783.40	3500	108%
E7	Columna	C1	258.0	3669.61	3500	105%
E8	Columna	C3	238.0	3385.15	3500	97%
E9	Columna	C1'	231.0	3285.58	3500	94%
3	Pantalla	P10	260.0	3698.06	3500	106%
3	Pantalla	P3	202.0	2873.11	3500	82%



4	Pantalla	P4	225.4	3205.93	3500	92%
5	Pantalla	P10	290.0	4124.76	3500	118%
6	Pantalla	P5	187.0	2659.76	3500	76%
6	Pantalla	P2	206.0	2930.00	3500	84%
7	Pantalla	P10	258.0	3669.61	3500	105%
8	Pantalla	P9	260.0	3698.06	3500	106%
A	Pantalla	P14	250.0	3555.83	3500	102%
E	Pantalla	P15	175.5	2496.19	3500	71%

Estos resultados nos brindan una idea de la resistencia del elemento en estudio, sin embargo estos no determinan condiciones de aceptación o rechazo del hormigón endurecido. En la mayoría de los casos se usa solo para evaluar la uniformidad del hormigón in situ, delinear zonas de hormigón deteriorado o de baja calidad o estimar el desarrollo de resistencias in situ. En nuestro caso los elementos que presentaron resistencias por debajo de 85% de la resistencia de diseño, los pusimos a consideración del ingeniero estructural esperando que sea él quien determine las medidas a tomar y de ser el caso hacer un seguimiento del comportamiento del concreto de acuerdo a su posible comportamiento en el tiempo.

6.1.4.7. Mampostería.

El tipo de mampostería usada en este proyecto es mampostería no estructural, sin embargo se ubica refuerzo vertical anclando varillas de 3/8" y fundiendo la dovola respectiva, estos anclajes se hacen cada 1.5 metros aproximadamente dependiendo de las características del muro (longitud o presencia de ventanas, puertas o lucetas). Los anclajes transversales por su parte se hacen ubicando grafiles 4mm en ambos costados de los ladrillos cada 3 hiladas. El uso de estos refuerzos le da firmeza a los mismos para que estos respondan ante un eventual sismo.

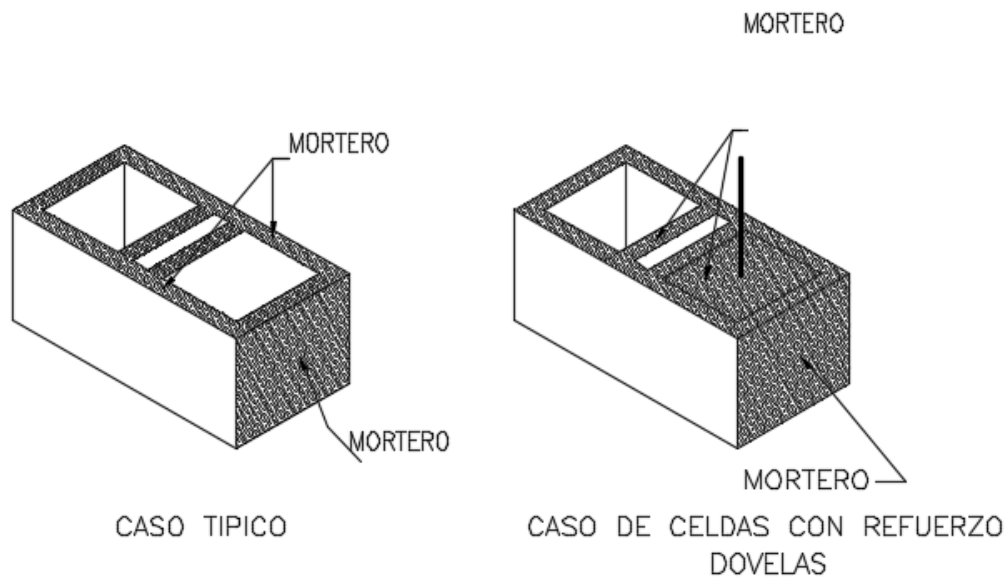
1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

$f'_{cr} = 140 \text{ kg/cm}^2$ (14 MPa) Resistencia última a la compresión del mortero de relleno
Mortero tipo "S" según tabla D.3-1 NSR-10
 $f'_{cp} = 125 \text{ kg/cm}^2$ (12.5 MPa) Resistencia última a la compresión del mortero de pega
 $f'_m = 100 \text{ kg/cm}^2$ (10 MPa) Resistencia última a la compresión de la mampostería
 $f'_{cu} = 250 \text{ kg/cm}^2$ (25 MPa) Resistencia a la compresión de la unidad
 $E_m = 75000 \text{ kg/m}^2$ (7500 MPa) Modulo de elasticidad de la mampostería

LAS RESISTENCIAS DEBEN COMPROBARSE MEDIANTE ENSAYOS EJECUTADOS DE ACUERDO CON LAS NORMAS COLOMBIANAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10)

2. DISPOSICIÓN DEL MORTERO DE PEGA

EL MORTERO DE PEGA SE HARÁ SEGÚN LA SIGUIENTE DISPOSICIÓN:



3. JUNTAS EN MORTERO

LAS JUNTAS VERTICALES Y HORIZONTALES SON DE 10mm CON TOLERANCIAS DE 3mm

4. CELDAS RELLENAS

TODA CELDA RELLENA DEBE LLEVAR VENTANA DE LIMPIEZA. LAS VENTANAS DE LIMPIEZA SE HARÁN ALTERNADAS EN LAS DOS CARAS DEL MURO

5. MORTERO DE RELLENO

EL MORTERO DE RELLENO LLEVA AGREGADO MÁXIMO $\phi 3/8"$

Ilustración 58. Especificación de materiales para mampostería.

Fuente: Diseño estructural.

Replanteo de muros

Siguiendo los diseños arquitectónicos el ingeniero residente debe desarrollar los planos de los muros en donde determinará las longitudes de muros, puertas, ventanas, luceras, carteras y demás, señalando además las alturas correspondientes en cada caso. Por otro lado siguiendo las indicaciones del ingeniero estructural debe determinar la ubicación de dovelas, aceros longitudinales y transversales y corroborar que las características de los materiales usados en este proceso sean los especificados.

El cimbrado se realiza partiendo de los ejes establecidos por las columnas y vigas de entrepiso, siguiendo las medidas que señalan los diseños arquitectónicos.



Ilustración 59. Replanteo de muros.

Fuente: Propia.



Dosificación del mortero de pega

La dosificación al igual que en el concreto estructural, por facilidad, se realizan cambiado los valores de proporciones en volumen suelto 1: 3 por cantidad de material en sacos de cemento tipo 1 de 50 kg y carretilla o buggy de arena. De acuerdo a lo anterior se plantea que la dosificación de mortero será 1 saco de cemento de 50kg por 2 carretas de arena.

La revisión de mampostería consiste en verificar la verticalidad de los muros mediante el uso de plomada y codales, lo lineamientos rectos y perpendiculares mediante el uso de escuadra, los resanes de muros, la correcta ubicación de grafiles, el anclaje de los refuerzos verticales y la homogeneidad en la fundición de dovelas.

6.1.5. Acompañamiento en la organización de seguridad en la obra

La organización de la seguridad en una obra dependerá del tamaño de la misma. En el caso de este proyecto, existen actividades que manejan un alto grado de riesgo. Estas actividades son determinadas por la persona encargada de la seguridad SISO, sin embargo como supervisores de obra es importante realizar un acompañamiento en la labores que corresponden a la seguridad en la obra.

La política de seguridad deberá cubrir los siguientes aspectos:

- Dispositivos para impartir capacitación a todos los niveles. Es necesario prestar especial atención a trabajadores en puestos clave, tales como los que erigen andamios y manejan grúas, cuyos errores pueden ser especialmente peligrosos para los demás;
- Métodos o sistemas de trabajo seguros para las operaciones riesgosas; los trabajadores que realicen dichas operaciones deben participar en su preparación;



- Deberes y responsabilidades de supervisores y trabajadores en puestos clave;
- Dispositivos para divulgar la información sobre seguridad y salud;
- Medidas para establecer comisiones de seguridad;
- Selección y control de subcontratistas.

Las tareas de seguridad desarrolladas por supervisores constan prácticamente en determinar las zonas de riesgo y actividades de riesgo y buscar soluciones que permitan mitigar los riesgos.

En el proyecto se verificaba que toda persona que ingrese a la obra tenga los elementos básicos de protección como son el casco y botas. Se exige el uso de arnés en cualquier actividad que se prevé a una altura mayor a 2 metros. Las zonas en las cuales existan vacíos es necesario que se ubiquen barreras que obstaculicen el paso.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- En la obra es imprescindible tener claras las actividades que están en desarrollo y aún más las actividades que están por desarrollar, esto permite tener la disponibilidad tanto de mano de obra, materiales y equipos, para cumplir con los objetivos propuestos al inicio de la obra y con los tiempos de entrega, que en este campo se resumen en costos adicionales que el constructor tendrá que asumir. Este fue una de las primeras observaciones puesto que al inicio de la obra se presentaron inconvenientes por mal tiempo, obligando a modificar todo el desarrollo de actividades sin embargo, este fue empleado sin éxito pues nuevamente por circunstancias ajenas hubieron retrasos en entrega de materiales por parte de los proveedores y adicional a esto también por reparaciones causadas por la propia ejecución de



la obra que causó daños e imprevistos. De lo anterior se puede deducir que se puede tener un rango de variabilidad en los tiempos de construcción de acuerdo a posibles imprevistos que muy frecuentemente ocurren en la construcción de edificaciones.

- La seguridad en la obra a mi concepto, es o debería ser el punto de partida toda obra de construcción. Se necesita que se cumpla con todas las normas y precauciones del caso antes de iniciar cualquier actividad constructiva, cuidando en primer lugar el bienestar de los trabajadores.
- Es importante cuidar de cada uno de los procesos adaptándose a normas y especificaciones que rigen la región, cumpliendo de manera responsable con la sociedad y con los principios éticos y morales que nos rigen.
- Se deben revisar los diseños, chequeando que estos también cumplan con la normatividad. Es muy frecuente encontrar que los planos no coincidan unos con otros por tanto se requiere tomar decisiones rápidas basadas en principios básicos y que cumplan con todas las especificaciones del caso.
- Se debe realizar una revisión exhaustiva de los materiales usados en las mezclas de concretos, realizar ensayos cada periodo de tiempo puesto que las características de los materiales pueden variar dependiendo el tipo de proveedor.
- El almacenamiento de los materiales es muy importante si se tiene en cuenta que estos son la base de la calidad de las mezclas de concreto y mortero, un buen almacenamiento permite que los materiales no se contaminen y no pierdan sus propiedades.



- El trabajo conjunto entre el ingeniero residente y el área de compras permite que los materiales estén dispuestos en cantidades y tiempo exacto para el desarrollo de las actividades de obra.
- Cuando las resistencias de los elementos estructurales estén por debajo de valores aceptables, se deben verificar las dosificaciones en volumen suelto de los materiales, la calidad de los agregados y los procesos constructivos con el fin de determinar de manera rápida los posibles errores y hacer de manera inmediata las correcciones de estos. Por otro lado se le debe realizar un seguimiento oportuno a estos elementos.
- Se recomienda que las áreas de trabajo estén aseadas para evitar retrasos en las actividades así como también los posibles accidentes que se pueden ocasionar.



8. BIBLIOGRAFÍA

- Asocreto, (2011). *Tecnología del concreto tomo I y II* (Tercera Edición). Colombia.
- Rivera López, G. A. *Concreto Simple* (Segunda Edición ed.). Popayán, Cauca. Universidad del Cauca.
- Sika Colombia S.A. (2015). *Manual de productos Sika*. Bogotá.
- FORSA. *Catálogo técnico de sistemas forsa*
- Sepúlveda, J. M. (2014). *Guía para la supervisión técnica de estructuras de concreto reforzado*. Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena.
- Análisis del sector de la construcción en Popayán y el Cauca*, año 2014.
- INNOVO, 2014. *Planos arquitectónicos*. Edificio Verona, Popayán.
- Cajas Muñoz, Felix A. 2014. *Diseño estructural*. Edificio Verona, Popayán.