

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO, MODALIDAD PASANTÍA, PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.**

**AUXILIAR DE INGENIERIA PARA LA CONSTRUCTORA MARVAL S.A. EN LOS
PROYECTOS FIORINO Y SAONA.**



**JUAN MANUEL VELASCO SANCHEZ
CÓDIGO: 100415010696
C.C. 1107510734**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE
POPAYÁN, ENERO DE 2023**

**INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO, MODALIDAD PASANTÍA, PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL.**

**AUXILIAR DE INGENIERIA PARA LA CONSTRUCTORA MARVAL S.A. EN LOS
PROYECTOS FIORINO Y SAONA.**



**Pasante:
JUAN MANUEL VELASCO SANCHEZ**

**Director:
Ing. HUGO YAIR OROZCO DUEÑAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE
POPAYÁN, ENERO DE 2023**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y los Jurados han evaluado este documento titulado: "*Auxiliar de ingeniería para la constructora Marval S.A. en los proyectos Fiorino y Saona*". escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al estudiante Juan Manuel Velasco Sánchez para que desarrolle las gestiones administrativas para optar al título de Ingeniero Civil.

Jurado

Jurado

Director de Pasantía
Ing. Hugo Yair Orozco Dueñas

Popayán enero de 2023

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y proveedor, por siempre estar a mi lado a la hora de tomar decisiones, por ser mi soporte en los días difíciles y por la gran bendición de tener vida.

A mis padres y familia que son mi gran motivación, en especial a mi madre quién ha brindado su apoyo y su afecto incondicionalmente en todo momento.

A mis compañeros de estudio por conformar un excelente grupo de formación, por compartir buenos momentos de esparcimiento y brindarme su apoyo cuando era necesario.

A mis amigos que desde muy pequeños han estado conmigo celebrando cada uno de mis triunfos y apoyándome en cada decisión de vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme el regalo divino de la vida, la salud y la inteligencia, por brindarme sabiduría a la hora de tomar decisiones, ser mi guía, apoyo y fortaleza en momentos difíciles, por colocar nuevas metas y oportunidades en mi camino y por último por bendecirme con mi familia.

A mi madre, por ser el pilar fundamental de mi desarrollo como persona, por apoyar mis metas y sueños, por aconsejarme y por brindarme mucho amor. A mi padre, por ser un excelente amigo, apoyarme y aconsejarme cuando fue necesario, por inculcarme todo el amor a la ingeniería y brindarme mucha experiencia en sus obras.

A mis amigos cercanos por estar siempre acompañándome en mi proceso y etapas importantes de mi vida.

Al equipo de trabajo de MARVAL S.A. por guiarme en cada proceso constructivo y darme la confianza para permitirme realizar una buena práctica profesional.

Al ingeniero Hugo Yair Orozco Dueñas por acompañarme con su conocimiento en mi trabajo de grado y estar atento a las actividades de mi pasantía.

Por último, agradecer a la Universidad del Cauca y todos sus profesores, por formarme como profesional y persona, por ayudarme a cumplir este sueño y por todas las experiencias vividas en el alma mater Caucana.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. RESUMEN	10
2. INTRODUCCIÓN.....	11
3. OBJETIVOS	12
3.1. OBJETIVO GENERAL	12
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA RECEPTORA.....	13
4.1. ¿QUIÉN ES MARVAL S.A.?	13
4.2. MISIÓN	13
4.3. VISIÓN.....	14
4.4. VALORES	14
5. GENERALIDADES DEL PROYECTO	15
5.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO FIORINO	15
5.2. LOCALIZACIÓN PROYECTO SAONA	15
6. MARCO CONCEPTUAL.....	17
6.1. AUXILIAR DE INGENIERO RESIDENTE	17
6.2. CONCRETO REFORZADO	17
6.2.1. Compatibilidad del concreto y acero.....	17
6.2.2. Dosificación del concreto.....	18
6.2.3. Acero de refuerzo longitudinal	19
6.2.4. Acero de refuerzo transversal.....	19
6.2.5. Recubrimiento	20
6.3. ENCOFRADOS O FORMALETAS.....	21
6.3.1. Encofrados en madera	21
6.3.2. Encofrados metálicos	21
6.4. CRONOGRAMA DE OBRA.....	21
6.4.1. Metodología Last Planner.....	22
6.5. CÁLCULO DE CANTIDADES	23
6.6. SUPERVISIÓN TÉCNICA Y DE CALIDAD EN OBRA	23
6.6.1. Procedimientos de control	24
7. METODOLOGÍA.....	28
7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	28
7.2. ETAPAS DEL TRABAJO	28
7.3. DESARROLLO.....	29
8. DESARROLLO DE LA PASANTÍA.....	30
8.1. SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS DE ARMADO Y FUNDICIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES;	

	COMO ZAPATAS, VIGAS, COLUMNAS Y LOSAS DE ENTREPISO, DE LOS PROYECTOS FIORINO Y SAONA.	30
8.1.1.	Fiorino.....	30
8.1.2.	Saona.....	36
8.2.	APOYAR Y ACOMPAÑAR A LOS INGENIEROS ENCARGADOS PARA REALIZAR CORRECTAMENTE LA METODOLOGÍA LAST PLANNER	42
8.3.	PRESENTAR UN INFORME FINAL, DONDE SE EVIDENCIEN LAS ACTIVIDADES REALIZADAS, RESULTADOS Y CONCLUSIONES.....	44
9.	CONCLUSIONES.....	45
10.	BIBLIOGRAFÍA	46
11.	ANEXOS	47

TABLA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Localización general del proyecto Fiorino.....	15
Figura 2. Localización general del proyecto Saona.	16
Figura 3. Cantidades de material estimadas por metro cubico de concreto y resistencias probables obtenidas.	18
Figura 4. Diámetros nominales de las barras de refuerzo.	19
Figura 5. Distribución de refuerzos.	20
Figura 6. Protección de concreto para el refuerzo en estructuras.....	20
Figura 7. Metodología last planner.....	23
Figura 8. Controles que debe realizar el supervisor técnico durante la ejecución de obra, según el grado de supervisión técnica.	25
Figura 9. Controles que debe realizar el supervisor técnico durante la ejecución de la obra, según el grado de supervisión técnica.	25
Figura 10. Controles que debe realizar el supervisor técnico durante la ejecución de la obra, según el grado de supervisión técnica.	26
Figura 11. Controles que debe realizar el supervisor técnico durante la ejecución de la obra, según el grado de supervisión técnica.	27
Figura 12. Pilotes de cimentación profunda.....	31
Figura 13. Armado de acero para cimentación superficial	31
Figura 14. Instalación de formaletas de cimentación	31
Figura 15. Fundición del concreto, cimentación superficial.....	32
Figura 16. Armado de acero estructural.....	32
Figura 17. Fundición de muros estructurales	33
Figura 18. Formaletas para losa de entrepiso	33
Figura 19. Fiorino Torre 1 al finalizar la pasantía.....	34
Figura 20. Estado Torre 2 Fiorino	34
Figura 21. Planos de obra para cálculo de cantidades	35
Figura 22. Estado módulo parqueadero Fiorino.....	35
Figura 23. Armado de acero para módulo parqueadero	36
Figura 24. Encofrado para fundición	36
Figura 25. Piso 1 y 2 desencofrados.....	36
Figura 26. Estado Torre 1 Saona.....	37
Figura 27. Armado de acero para vigas, columnas y losa de entrepiso.....	38
Figura 28. Armado de formaletas horizontales	38
Figura 29. Armado de formaletas verticales	38
Figura 30. Proceso de fundición de concreto.....	39
Figura 31. Saona Torre 1 al finalizar la pasantía	39
Figura 32. Estado Módulo central Saona.....	40
Figura 33. Armado de acero y fundición cimentación superficial	41
Figura 34. Fundido de losa primer piso.....	41
Figura 35. Armado de acero para segundo piso y formaleteria	41
Figura 36. Tablero de programación a 6 semanas	43

Figura 37. Tablero de planeación semanal..... 43
Figura 38. Calificación de los contratistas..... 43
Figura 39. Reunión semanal con todo el equipo..... 43

1. RESUMEN

En el presente informe se encuentra descrito el proceso de actividades desarrolladas por el pasante en sus horas de práctica profesional, como requisito para optar por el título de Ingeniero Civil.

Las actividades que se encuentran detalladas a continuación se llevaron a cabo en la empresa "MARVAL S.A." en los proyectos de Fiorino y Saona, en el municipio de Santiago de Cali, departamento del Valle del Cauca,

Este documento se divide esencialmente en tres secciones, primero se contextualiza al lector sobre los términos generales de obra, de materiales como el concreto y el acero, sus propiedades y dosificaciones, cronograma de obra y metodología Last Planner; segundo, se describe las actividades realizadas por el pasante en la empresa, en las etapas de cálculo de cantidades y construcción de los proyectos y finalmente se exponen las conclusiones personales y técnicas de la experiencia de pasantía.

2. INTRODUCCIÓN

Para un ingeniero civil desde su formación en la academia es indispensable adquirir los conocimientos básicos y propios de la ingeniería, los cuales harán parte de su formación teórica y social. Posteriormente, estos conocimientos serán implementados en una práctica profesional para así desempeñar funciones como analizar, planear, licitar, supervisar, diseñar y aportar conocimiento a la ejecución de obras. En la práctica profesional se abordan varias áreas del conocimiento que aportan a la formación práctica del futuro ingeniero civil en obra, tales como implementación de las normas, manejo de personal, funcionamiento del entorno, rutinas en obra, procesos constructivos, entre otros.

El pasante debe realizar actividades relacionadas con su formación en MARVAL S.A. para optar al título de ingeniero civil, donde tendrá que realizar trabajos como auxiliar del ingeniero residente de obra. Dentro de sus tareas, está la participación en los procesos constructivos, cumplimiento de cronograma de obras, cálculo de cantidad de materiales en los proyectos FIORINO Y SAONA.

El trabajo de grado permite al pasante fortalecer sus conocimientos académicos desde la práctica, y aplicar documentos teóricos que aporten al buen desarrollo de la obra.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Participar como auxiliar de ingeniería civil en los proyectos FIORINO Y SAONA, pertenecientes a MARVAL S.A., aplicando conocimientos y habilidades aprendidas en la formación como estudiante.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el seguimiento de las actividades constructivas de armado y fundición de elementos estructurales; como zapatas, vigas, columnas y losas de entrepiso, de los proyectos Fiorino y Saona, durante el tiempo de desarrollo de la práctica profesional.
- Apoyar y acompañar a los ingenieros encargados para realizar correctamente la metodología Last Planner que los proyectos empezaron a implementar en el mes de septiembre de 2021.
- Presentar un informe final, donde se evidencien las actividades realizadas, resultados y conclusiones de acuerdo a los requerimientos de la Universidad del Cauca, el director de pasantía y el jefe inmediato de obra.

4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA RECEPTORA



Nombre: MARVAL S.A.
NIT: 890205645-0
Dirección: Carrera 100 No. 11-60. Centro comercial Holguines, local 209.
Página web: www.marval.com.co
Teléfono: 602- 5240016
Correo: dbaquero@marval.com.co (Doris Bibiana Baquero Baquero, coordinadora funcional administrativa)
Ciudad: Cali, Valle del Cauca, Colombia

4.1. ¿QUIÉN ES MARVAL S.A.?

Es una constructora colombiana que lleva más de 40 años construyendo y respaldando el sueño de muchas familias, se han consolidado como una de las constructoras más grandes y reconocidas del País. Tienen el mayor número de proyectos en comercialización a nivel nacional y está presente en 13 ciudades. La experiencia, solidez y confianza, ha hecho que la empresa contribuya al desarrollo económico del País.

4.2. MISIÓN

Contribuir al desarrollo económico, ambiental y social de las regiones donde participamos, desarrollando proyectos inmobiliarios residenciales, comerciales, industriales, hoteleros y de infraestructura, distinguidos por altos estándares en diseño y calidad. Somos una organización honesta, ágil, que trabaja en equipo, orientada a la generación de valor de sus clientes, comunidades, colaboradores y accionistas.

4.3. VISIÓN

En el 2025 consolidaremos el liderazgo en los principales mercados del país. Seremos una compañía comprometida con la generación de valor y sostenibilidad, enfocada en una experiencia superior de clientes, distinguida por su alta calidad, excelencia operacional, estrategia e integración digital, soportada por un sólido e integro equipo humano apasionado por el sueño compartido de transformar ciudades.

4.4. VALORES

- Lealtad
- Compromiso con la sociedad
- Innovación
- Respeto
- Honestidad
- Responsabilidad
- Pasión

5. GENERALIDADES DEL PROYECTO

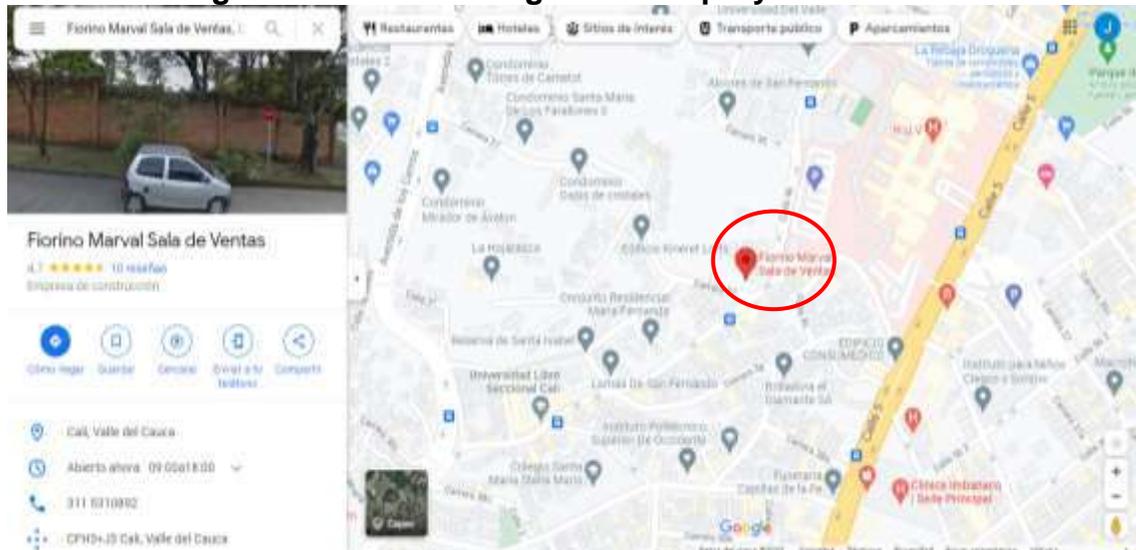
5.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO FIORINO

El proyecto “FIORINO” se encuentran ubicado en la ciudad de Cali, en el barrio Santa Isabel, calle 4b #37.

Cerca del proyecto se encuentra el hospital universitario del Valle, también se encuentra el parque del perro que es un sector comercial donde hay muchos restaurantes, bares y supermercados.

El lote cuenta con una topografía inclinada, por esto se necesita trabajos con maquinaria para remover gran cantidad de material.

Figura 1. Localización general del proyecto Fiorino.



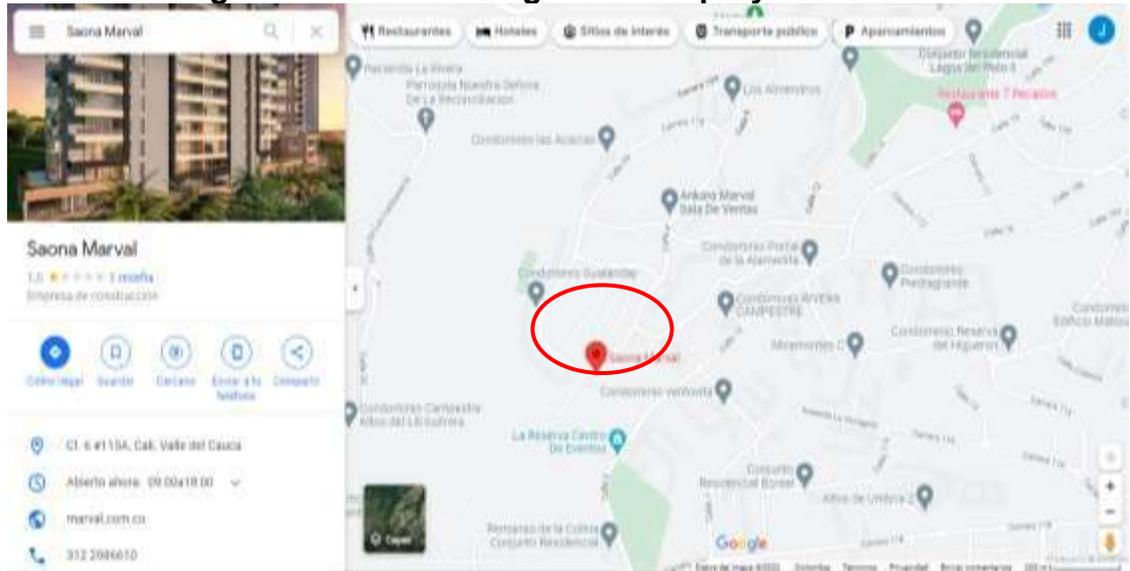
Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth

5.2. LOCALIZACIÓN PROYECTO SAONA

El proyecto “SAONA” se encuentra ubicado en el barrio altos de Ciudad Jardín, calle 6 con carrera 113ª, es un sector de alta valorización, exclusivo y muy tranquilo. Al lado de este se encuentra el proyecto Ankara ya culminado, ejecutado por Marval S.A.

El lote cuenta con una topografía inclinada, por esto se necesita trabajos con maquinaria para remover gran cantidad de material.

Figura 2. Localización general del proyecto Saona.



Fuente: Elaboración propia a partir de imágenes de Google Earth

6. MARCO CONCEPTUAL

Cuando se dio inicio al trabajo de grado en la modalidad de pasantía, se vio la necesidad de consultar bases teóricas de distintos autores para reforzar los conocimientos obtenidos en la academia y aplicarlos en obra. Las diferentes situaciones durante las actividades constructivas del proyecto pautaron los temas principales en este trabajo, cada ítem teórico involucrado en las labores constructivas permitió al pasante dar solución a imprevistos prácticos en campo y cumplir con criterio los objetivos planteados en el trabajo de grado.

6.1. AUXILIAR DE INGENIERO RESIDENTE

Es la persona que brinda apoyo al profesional en ingeniería civil dentro de la obra, encargado de auxiliar en la ejecución, cumplimiento de las especificaciones técnicas, planificación y las actividades de control del proyecto. Adicionalmente puede desempeñar actividades administrativas relacionadas con la construcción, mediciones, coordinación de personal y el adecuado manejo de herramientas y equipos.

6.2. CONCRETO REFORZADO

El concreto reforzado es la unión de dos compuestos llamados concreto y acero: el concreto es una mezcla de cemento, agregado grueso, agregado fino y agua, en algunos casos para mejorar alguna característica del concreto, es aplicado un aditivo; el acero en el concreto reforzado, es el componente que optimiza las propiedades de la resistencia a tensión del cual por sí solo carece el concreto; el acero, también, aporta en la resistencia a compresión.

6.2.1. Compatibilidad del concreto y acero

El buen funcionamiento de estos dos materiales en conjunto ha llevado a que durante la historia se use en múltiples estructuras, confirmándolo en las investigaciones realizadas acerca del comportamiento mecánico de este compuesto. Los dos materiales se adhieren muy bien entre sí, de modo que no hay deslizamiento entre los dos, por tanto, funcionan conjuntamente como una unidad para resistir las fuerzas. La excelente liga obtenida se debe a la adherencia química entre los dos materiales, a la rugosidad natural de las varillas y a la estrecha separación de las corrugaciones en las superficies de las varillas¹. Estos dos

¹ MC CORMAC, Jack y BROWN, Russell. Diseño de Concreto Reforzado. México DF: Alfaomega, 2011. Pág. 19.

elementos trabajando juntos compensan las desventajas de cada uno, el concreto compensa la falta de resistencia a los agentes corrosivos del ambiente que tiene el acero mientras que, el acero le aporta una mejora en la resistencia a la tensión al concreto.

6.2.2. Dosificación del concreto

“Dosificar una mezcla de concreto es determinar la combinación más práctica y económica de los agregados disponibles, cemento, agua y en ciertos casos aditivos, con el fin de producir una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que al endurecer a la velocidad apropiada adquiera las características de resistencia y durabilidad necesarias para el tipo de construcción en que habrá de utilizarse”².

En las dosificaciones se manejan relaciones volumétricas abreviadas de la siguiente manera:

Agua/Cemento: Cemento: Agregado fino: Agregado grueso
A/C: C: F: G

Un ejemplo es la proporción más utilizada que es la 1:2:3, esta proporción nos informa que por cada volumen establecido de cemento serán dos veces ese mismo volumen de agregado fino y tres veces ese mismo volumen de agregado grueso.

Figura 3. Cantidades de material estimadas por metro cubico de concreto y resistencias probables obtenidas.

MEZCLA Prop. en Vol. C:F:G	CEMENTO		AG. FINO m ³	AG. GRUESO m ³	AGUA l	RANGO DE RESIST. PROBABLE A LA COMPRESIÓN 28 días	
	kg	Sacos				kg./cm ²	P.S.I.
1:2:2	420	8,50	0,67	0,67	190	210-250	3000-3600
1:2:2,5	385	7,75	0,61	0,76	180	200-240	2900-3450
1:2:3	350	7,00	0,56	0,84	170	190-230	2700-3300
1:2:3,5	325	6,50	0,52	0,91	165	175-215	2500-3100
1:2:4	300	6,00	0,48	0,96	160	150-190	2100-2700
1:2,5:2,5	350	7,00	0,70	0,70	170	190-230	2700-3300
1:2,5:3	325	6,50	0,65	0,78	165	175-215	2500-3100
1:2,5:3,5	300	6,00	0,60	0,84	160	150-190	2100-2700
1:2,5:4	280	5,50	0,56	0,90	155	140-180	2000-2600
1:2,5:4,5	265	5,25	0,53	0,95	150	135-175	1900-2500
1:3:3	300	6,00	0,72	0,72	160	150-190	2100-2700
1:3:4	265	5,25	0,63	0,84	150	135-175	1900-2500
1:3:5	235	4,75	0,56	0,93	145	110-140	1600-2000
1:4:7	175	350	0,56	0,98	120	80-120	1100-1700
1:4:8	165	325	0,52	1,03	115	70-100	1000-1500

Fuente: RIVERA Gerardo, Concreto simple.

² RIVERA, Gerardo. Concreto Simple. Popayán: Universidad del Cauca, 2016. Pág. 169.

6.2.3. Acero de refuerzo longitudinal

El refuerzo longitudinal es aquel que está conformado por varillas corrugadas y de diámetro aceptado por la NSR-10, que están ubicadas a lo largo del elemento. La función de este refuerzo es la de soportar cargas de compresión y tracción a la que es sometida la viga o columna sin que estos se fisuren. Adicionalmente, este refuerzo permite que en caso de sismo este ayude a la disipación de energía ocasionada por el evento natural.

Figura 4. Diámetros nominales de las barras de refuerzo.

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

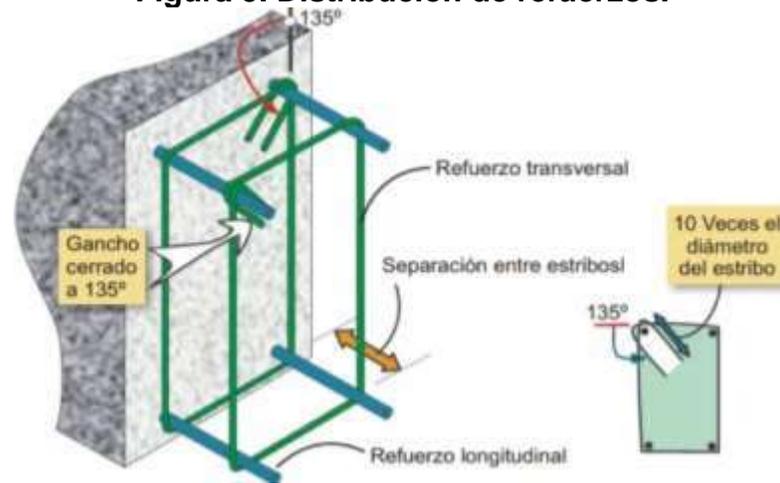
Fuente: NSR-10, Título C.

6.2.4. Acero de refuerzo transversal

Los estribos o refuerzo transversal tienen como función principal evitar el pandeo de las barras longitudinales mientras estas están sometidas a carga de compresión. "Los estribos deben disponerse de tal forma que cada barra longitudinal de esquina y barra alterna tenga apoyo lateral proporcionado por la esquina de un estribo con un ángulo interior no mayor de 135°, y ninguna barra longitudinal debe estar separada a más de 150 mm libres de una barra apoyada lateralmente"³. Por otro lado, este refuerzo es el encargado de soportar fuerzas cortantes asociadas a la flexión del elemento y evita la aparición de fisuras causadas por las cargas de la edificación o las fuerzas generadas por la energía de los sismos.

³ NSR-10. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismoresistente. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, Ley 400 de 1997. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. Bogotá, Colombia. Título C, pág. 103.

Figura 5. Distribución de refuerzos.



Fuente: Siderúrgica del Turbio S.A.

6.2.5. Recubrimiento

El recubrimiento es la protección que tiene el acero en el concreto reforzado a los factores ambientales que puedan deteriorarlo, la NSR-10 define el recubrimiento como: “Distancia entre la superficie externa del refuerzo embebido y la superficie externa más cercana del concreto indicada en los planos de diseño o en las especificaciones del proyecto”⁴. También, la NSR-10 define los recubrimientos recomendados para algunas condiciones especiales para cada elemento estructural (ver Figura 5).

Figura 6. Protección de concreto para el refuerzo en estructuras.

Condición		Concreto construido en sitio	Concreto prefabricado ^{Nota-1}	Concreto preesforzado vaciado en sitio	
(a) Concreto vaciado contra la tierra y en permanente contacto con ella		75 mm	No aplica	75 mm	
(b) Concreto expuesto a la tierra, líquidos, intemperie, o en losas que sostienen rellenos de tierra	Losas y viguetas	50 mm	40 mm	40 mm	
	Vigas y columnas	Estribos y espirales	50 mm	40 mm	40 mm
		Refuerzo principal	65 mm	50 mm	50 mm
	Muros	50 mm	40 mm	40 mm	
	Zapatas y losas de base	Superficies vaciadas contra formaleta	50 mm	No aplica	No aplica
		Superficie superior de zapatas y losas de base	50 mm	No aplica	No aplica
Cascarones y losas plegadas		40 mm	25 mm	25 mm	
(c) Condiciones no cubiertas en (a) o (b)	Losas y viguetas	Barras No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores	20 mm	20 mm ^{Nota-2}	20 mm
		Barras No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (2-1/4") ó 55M (55 mm)	40 mm	40 mm ^{Nota-3}	40 mm
	Vigas y columnas	Estribos y espirales	40 mm	25 mm	25 mm
		Refuerzo principal	50 mm	40 mm	40 mm
	Muros	Barras No. 11 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores	20 mm	20 mm ^{Nota-2}	20 mm
		Barras No. 14 (1-3/4") ó 45M (45 mm) y No. 18 (1-3/8") ó 36M (36 mm) y menores	40 mm	40 mm ^{Nota-3}	40 mm
	Cascarones y losas plegadas	Barras No. 5 (5/8") ó 16M (16 mm), alambre MW30 o MD30 (6.2 mm de diámetro), o menores	13 mm	20 mm	20 mm
		Barras No. 6 (3/4") ó 20M (20 mm) y mayores	20 mm	25 mm	25 mm

Fuente: NSR-10, Título C.

⁴ NSR-10. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo resistente. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, Ley 400 de 1997. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. Bogotá, Colombia. Título C, pág. 37.

6.3. ENCOFRADOS O FORMALETAS

Los encofrados son la composición de varios elementos en distintos materiales que sirven para darle la forma deseada al concreto. “El objetivo de las cimbras y encofrados es obtener una estructura que cumpla con la forma, los niveles y las dimensiones de los elementos, según lo indicado en los planos de diseño y en las especificaciones”⁵, estos deben ser totalmente herméticos para evitar las fugas de concreto, ser resistentes a las presiones ejercidas en el vaciado y estar completamente asegurados con apoyos y arriostramientos para evitar deformaciones en el elemento. Los encofrados pueden ser:

6.3.1. Encofrados en madera

Este tipo de encofrado está compuesto por tablas, cuarterones, bastidores y puntillas. “Este tipo de molde, normalmente, es fabricado de manera sencilla y puede repararse fácilmente. Sus usos son limitados, por lo que generalmente se utilizan en proyectos pequeños o medianos, en los cuales un uso mayor representaría un incremento en el costo de inversión inicial”⁶.

6.3.2. Encofrados metálicos

Este tipo de formaleta es el más usado en proyectos grandes, ofreciendo ventajas en el momento de la ubicación y reducción de costos, además, pueden reutilizarse dando un mejor acabado del elemento, soportan grandes presiones de concreto y actualmente, en el país se consiguen con facilidad.

6.4. CRONOGRAMA DE OBRA

Un cronograma de obra es un sistema gráfico en el cual se establecen las actividades durante la ejecución del proyecto, con sus respectivas fechas de inicio y finalización de la actividad. Este sistema permite modificar los tiempos debido a retrasos o imprevistos de obra, además, de anticipar recursos necesarios para el inicio de una próxima actividad.

⁵ NSR-10. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismoresistente. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, Ley 400 de 1997. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. Bogotá, Colombia. Título C, pág. 85.

⁶ BENAVIDES, Karina. Encofrado, cimbras o formaletas las múltiples formas del concreto. [En línea]. Bogotá: Argos. 2019. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/encofrados-cimbras-formaletas>

6.4.1. Metodología Last Planner

El Last planner system (LPS) se trata de una herramienta de Lean Construction para la planificación y control de la producción del proyecto, cuyo objetivo es crear un flujo de trabajo que logre una ejecución confiable.

Tiene la intención de producir un flujo de trabajo sin interrupciones y predecible, creando así un conjunto de compromisos coherentes que conectan el trabajo de todos los especialistas a las promesas del proyecto hacia el cliente.

¿Para qué sirve LPS?

- El plan de trabajo se vuelve más previsible, y aumenta la credibilidad en lo programado. Ya que LPS solamente permite programar el trabajo que ya fue liberado y que realmente se puede hacer.
- Tener un control proactivo de la obra. Se pasa de tener un control reactivo donde solo existía reacción cuando ya pasaban las fechas límites. A enfocarse en jalonar las actividades (Sistema Pull) para hacer que las cosas pasen y asegurándose que las cosas puedan hacerse cuando se planean.
- Organizar mejor las obras para reducir tiempos de entrega y costos.
- Mayor colaboración entre el personal administrativo y los contratistas, al tener procesos transparentes frente a los compromisos y a la socialización de los cumplimientos.
- Aumenta la productividad.
- Mejora la calidad del trabajo.
- Menos problemas del día a día. Se evita “Apagar Fuegos” constantemente, pues al tener las “malas noticias” más temprano, se da el espacio de analizar mejor las situaciones y poder mitigar los riesgos.
- Mayor evidencia de los cuellos de botella y de las interrupciones en el flujo del trabajo.
- Reducir estrés a la dirección de obra, ya que logra que todo el personal se involucre en la identificación de los riesgos y en manejarlos.

Figura 7. Metodología last planner.



Fuente: Proporcionado por la empresa Marval S.A.

6.5. CÁLCULO DE CANTIDADES

“El proceso del cálculo de cantidades de obra para cada actividad constructiva es conocido comúnmente como cubicación, requiere de una metodología que permita obtener la información de una manera ordenada y ágil, adicionalmente, ofrece la posibilidad de revisar, controlar y modificar los datos cada que sea necesario”⁷. En este proceso se identifica cada uno de los ejes de la edificación en el plano, esto permite seccionar la obra y cuantificar los materiales para cada actividad presente en los ejes, estos datos se consignan en el formato adaptado por el calculista, siendo necesario tener presente las especificaciones técnicas, actividades constructivas y planos legibles.

6.6. SUPERVISIÓN TÉCNICA Y DE CALIDAD EN OBRA

Las actividades correspondientes a la supervisión y control de calidad en las obras civiles tienen como objetivo garantizar el cumplimiento de la normativa legal en todas las actividades de construcción, implementando procedimientos de control. Para realizar un buen control y supervisión, el perfil del supervisor debe contar con un amplio conocimiento en la norma, habilidad, previsión y experiencia en las actividades correspondientes a la ejecución de una obra civil, ya que, estas herramientas le permitirán tener un excelente desempeño en la labor, con mayor responsabilidad en el campo de la construcción. De esta manera, lo expresa la NSR-

⁷ DURAN, Erika. Cantidades de obra. [En línea]. México DF: Organización de obras. 2010. Disponible en línea: <https://organizaciondeobras.wordpress.com/cantidades-de-obra/>

10 “Toda edificación de más de 3000 m² de área construida debe someterse a una Supervisión Técnica, como lo indica la Ley 400 de 1997. El Supervisor técnico debe cumplir lo dispuesto en el Título I, Supervisión Técnica, del presente Reglamento. Dada la susceptibilidad de la mampostería estructural a los defectos de la calidad de la mano de obra y a la calidad de los materiales utilizados, es recomendable en edificaciones de menos de 3000 m², que toda obra que se realice con este sistema se construya bajo estricta supervisión técnica de un profesional idóneo, ya sea ingeniero civil o arquitecto debidamente matriculado, o un representante competente bajo su responsabilidad”⁸.

6.6.1. Procedimientos de control

La NSR-10 da los parámetros de control a tener en cuenta por el supervisor para cada actividad presente en obra, los parámetros son:

- **Control de planos:** El supervisor debe revisar todos los planos arquitectónicos, estructurales y de servicios, constatando que no tengan ninguna inconsistencia en su estructura y la totalidad de los detalles.
- **Especificaciones técnicas:** Se debe garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas de construcción avaladas por la ley, adicionalmente, cumplir con el código colombiano de construcciones sismo resistentes en factores como estructuras en concreto reforzado, montaje de estructuras metálicas y control de calidad en los materiales para concreto, concreto reforzado y mampostería.
- **Programa de aseguramiento de calidad:** El supervisor debe cerciorarse que todos los equipos, mano de obra, direccionamiento y materiales sean los idóneos y de calidad, además que dicha calidad debe estar definida, obtenida y verificada.
- **Laboratorio de ensayo de materiales:** Se debe supervisar todo el montaje, procedimientos y protocolos de ensayos dentro del laboratorio y que estos cumplan con lo establecido por el ICONTEC y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- **Ensayos en conformidad con las normas:** Se debe exigir los ensayos periódicos y resultados sobre muestras representativas de los materiales usados y elaborados en obra, para el control de la calidad.

⁸ NSR-10. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, Ley 400 de 1997. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. Bogotá, Colombia. Título D, pág. 2.

- **Control de ejecución:** El supervisor debe estar presente en cada una de las actividades que ejecute la mano de obra, dando el visto bueno de los procedimientos constructivos.

Figura 8. Controles que debe realizar el supervisor técnico durante la ejecución de obra, según el grado de supervisión técnica.

Operación	Supervisión grado A (Continua)	Supervisión grado B (Itinerante)
CIMENTACIÓN		
Replanteo geométrico	•	
Dimensiones geométricas de las excavaciones para fundaciones	•	
Limpieza de fondo de las excavaciones	•	
Sistema de drenaje	•	•
Estratos y niveles de fundación	•	•
Protección de las excavaciones	•	•
CONSTRUCCIÓN Y RETIRO DE FORMALETAS Y OBRAS FALSAS DE MONTAJE		
Alineamiento características geométricas ubicación tolerancias	•	
Acabado de las superficies y su verticalidad	•	
Resistencia y estabilidad ante posibles asentamientos	•	•
Aprobación de los cálculos de la cimbra	•	
Limpieza e impermeabilidad	•	
Aberturas de inspección	•	
Descimbrado - Aprobación del estudio y revisión del proceso	•	•

Fuente: NSR-10, Título I.

Figura 9. Controles que debe realizar el supervisor técnico durante la ejecución de la obra, según el grado de supervisión técnica.

Operación	Supervisión grado A (Continua)	Supervisión grado B (Itinerante)
COLOCACIÓN DE LAS ARMADURAS		
Grado del acero (f_y) diámetro, número de barras, ganchos y longitud	•	•
Empalmes (Traslapados, conexiones mecánicas o soldadas)	•	•
Colocación, recubrimientos, distancia entre barras, sujeción	•	•
Limpieza de las barras y de la zona de vaciado y aspecto superficial	•	•
MEZCLADO, TRANSPORTE, COLOCACION Y CURADO DE CONCRETOS Y MORTEROS		
Aprobación de los diseños de mezclas	•	•
Medios y procedimientos del mezclado	•	•
Medios y procedimientos del transporte	•	•
Medios y procedimientos de colocación y compactación	•	•
Medidas y procedimientos para la toma de muestras	•	•
Tiempo transcurrido entre mezcla y colocación	•	
Homogeneidad y consistencia de los concretos y morteros en estado fresco	•	
Provisiones para vaciado de acuerdo con el clima y el estado del tiempo	•	
Definición de juntas de construcción	•	
Preparación de superficies, de juntas de construcción y juntas de dilatación	•	•
Sistemas y procedimientos de curado	•	•
ELEMENTOS PREFABRICADOS (Incluye unidades de mampostería)		
Características geométricas, inspección visual (aparencia)	•	•
Condiciones de almacenaje	•	
Curado en obra y/o protección contra la humedad	•	
Medios y procedimientos de transporte e izado	•	•
Sistemas y secuencias de colocación	•	•
TERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA		
Aspecto general de las superficies	•	•
Reparación de defectos superficiales	•	•
Protección contra acciones mecánicas: impacto, sobrecargas, deterioro superficial	•	•
MUROS Y ELEMENTOS DE MAMPOSTERÍA		
Alineamiento, plomo y características geométricas	•	•
Celdas para inyección, limpieza, ventanas de inspección	•	•
Espesor de juntas de pega	•	•
Traba adecuada	•	•
Alturas de inyección	•	•
Tamaño y colocación de tuberías	•	•
Juntas de control	•	•
Colocación de espigos, anclajes, traslapeo y ubicación	•	•
Apuntalamientos provisionales	•	

Fuente: NSR-10, Título I.

Figura 10. Controles que debe realizar el supervisor técnico durante la ejecución de la obra, según el grado de supervisión técnica.

Operación	Supervisión grado A (Continua)	Supervisión grado B (Itinerante)
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS		
Inspección de los elementos fabricados antes de galvanizar o pintar		
Especificación de materiales, resistencia a la fluencia (f_y), diámetro, número de barras, longitud.	•	•
Dimensiones generales, rectitud y distorsión del conjunto	•	•
Identificación y dimensiones de los materiales utilizados de acuerdo con planos y listas de materiales	•	
Ajuste de las dimensiones de los materiales utilizados, de acuerdo con planos y listas de materiales	•	
Calificación de los soldadores	•	•
Biseles, dimensiones de intersticios, placas de respaldo	•	
Procedimientos de soldadura	•	•
Que se hayan efectuado todas las soldaduras especificadas	•	
Cumplimiento de las longitudes y tamaños mínimos especificados de las soldaduras	•	
Grado de fusión con el material base de la soldadura, existencia de porosidades, grietas o socavaciones excesivas en la soldadura	•	
Remoción de escoria	•	
Marcado de las piezas	•	•
Detección de omisión de detalles o componentes	•	
Daños a los elementos	•	•
Inspección y control de galvanizado		
Limpieza previa	•	
Acabado de la capa de zinc	•	
Peso de la capa de zinc	•	
Adherencia de la capa de zinc	•	
Uniformidad de la capa de zinc (inspección visual) para detectar zonas de espesor excesivo, etc.	•	
Fragilidad del acero por efecto del galvanizado	•	
Inspección y control de la pintura		
Limpieza previa	•	•
Acabado (inspección visual)	•	•
Espesor de la capa de pintura	•	
Adherencia de la capa de pintura	•	
Inspección de la estructura montada		
Conexión a los anclajes con las respectivas arandelas y tuercas	•	•
Verticalidad, deflexiones, escuadra y alineamiento de la estructura	•	
Instalación de los arriostramientos previstos	•	•
Rectitud de los elementos instalados	•	
Estabilidad del conjunto	•	•
Correcta ejecución de todas las conexiones atornilladas, con los pernos, tuercas y arandelas completos e instalados con los torques previstos en los planos	•	
Correcta ejecución de biseles, dimensiones de intersticios, placas de respaldo	•	
Correcta ejecución de todas las conexiones soldadas con los tamaños y longitudes previstos.	•	

Fuente: NSR-10, Título I.

Figura 11. Controles que debe realizar el supervisor técnico durante la ejecución de la obra, según el grado de supervisión técnica.

Operación	Supervisión grado A (Continua)	Supervisión grado B (Itinerante)
Detección de defectos como insuficiente penetración, poros, socavaciones, escoria no removida, etc.	•	
Retoques de pintura, donde ésta se haya deteriorado durante la instalación	•	
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE MADERA		
Identificación de maderas, contenido de humedad, inmunización y defectos	•	•
Soportes, platinas, conectores, adhesivos, anclas, pernos ,	•	•
Verificación de medidas, niveles, secciones y sistemas de unión	•	•
Verificación de deflexiones, derivas, rectitud, plomo y alineamiento	•	
Protección adecuada de la estructura contra potencial deterioro por entradas de agua en apoyos, y zonas de difícil acceso y mantenimiento	•	
Acabados de superficies de madera, platinas y soportes	•	
Ventilación de áticos y espacios cerrados	•	
Manuales de mantenimiento y operaciones de inmunización	•	
CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DE ELEMENTOS NO-ESTRUCTURALES (VER NOTA 1)		
Muros de fachada, separados de la estructura	•	•
Muros de fachada, que admitan deformaciones de la estructura	•	
Muros interiores, separados de la estructura	•	•
Muros interiores, que admitan deformaciones de la estructura	•	
Enchapes de fachada	•	•
Áticos, parapetos y antepechos	•	•
Vidrios	•	
Paneles prefabricados de fachada	•	•
Columnas cortas o cautivas	•	•

Fuente: NSR-10, Título I.

7. METODOLOGÍA

La práctica profesional permitió al pasante afianzar los conocimientos de la construcción, durante la cual se pudo poner en práctica los elementos aprendidos en su pensum académico y así conformar una buena base técnica para la solución de problemas ingenieriles presentados en obra. El desarrollo de la pasantía estuvo bajo la supervisión del ingeniero Hugo Yair Orozco Dueñas, por parte de la Universidad del Cauca, y de la Ingeniera Laura Patricia Restrepo Bonilla, por parte de la constructora MARVAL S.A.

7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este informe de práctica profesional se enfocó en los siguientes tipos de investigación:

- **Descriptiva:** La investigación, se desarrolló en el estudio de los procedimientos técnicos constructivos utilizados en la construcción de los proyectos, principalmente en la elaboración de elementos estructurales, estos se describieron de manera secuencial y a detalle.
- **De campo:** Se analizaron los procedimientos constructivos utilizados en la ejecución de los proyectos.
- **Bibliográfica:** Este informe de práctica profesional se sustentó mediante consultas a distintas fuentes bibliográficas, textos, manuales técnicos y fuentes informáticas.

7.2. ETAPAS DEL TRABAJO

El trabajo de grado en la modalidad de pasantía se llevó a cabo en la construcción de los proyectos Fiorino y Saona. Antes de iniciar la práctica se asignaron las funciones a realizar por parte del equipo profesional de la constructora.

Realizar el cálculo de cantidades de obra requeridas como acero y concreto para la construcción del proyecto, con supervisión de los residentes.

Revisar las actividades en obra, en lo cual el control de calidad es importante.

Diligenciar actas semanales en plataforma Analytics, registrar lo ejecutado hasta el momento y llevar un seguimiento a las actividades que se les programan a los contratistas.

Chequear que la obra se ejecute según los planos aprobados y direccionamientos del profesional a cargo del proyecto.

7.3. DESARROLLO

Junto a los Ingenieros residentes, se trabajó en el área de seguimiento a los procedimientos técnicos constructivos en la elaboración de los elementos estructurales de los proyectos, se realizó un control de calidad en la colocación de aceros, cumpliendo las especificaciones en los planos aprobados por curaduría, posicionamiento de cada elemento en concreto reforzado. El seguimiento se apoyó en los parámetros del Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10), promulgada por el Decreto 926 del 19 de marzo de 2010.

Durante el tiempo de pasantía se calcularon cantidades de materiales como concreto y acero, basado en los conocimientos adquiridos en la formación del ingeniero civil, planos de la edificación y direccionamiento del equipo profesional a cargo del proyecto.

Se realizó un seguimiento con la metodología last planner al tiempo de cada actividad que se programó en obra, actualizando los tiempos empleados en cada procedimiento constructivo y consignando la información semanalmente en un acta que se diligencia directamente en la plataforma Analytics (plataforma de MARVAL S.A.) para identificar factores y causas de no cumplimiento que perjudican la programación de actividades de obra.

La duración de la práctica profesional culminó al completar 576 horas de trabajo dentro de la constructora MARVAL S.A., para dar cumplimiento a este periodo y con la disponibilidad de tiempo completo del pasante, se estableció el horario laboral legal de 9 horas diarias, para un total de 45 horas semanales.

8. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

El día 09 de marzo del año 2022 mediante resolución se autorizó la ejecución y desarrollo del trabajo de grado en la modalidad de práctica profesional o pasantía, titulado: “AUXILIAR DE INGENIERÍA PARA LA CONSTRUCTORA MARVAL S.A. EN LOS PROYECTOS FIORINO Y SAONA.” bajo la dirección del ingeniero Hugo Yair Orozco Dueñas, por parte de la Universidad del Cauca y bajo la supervisión de la Ingeniera Laura Patricia Restrepo, ingeniera residente de MARVAL S.A. En el desarrollo de la pasantía se abarcaron diferentes ítems, tales como, la construcción de la estructura de los proyectos, programación de obra y cálculo de cantidades. Se supervisaron las actividades realizadas por un equipo de trabajo conformado por un director de obra, un residente logístico, un residente por frente de trabajo y un maestro por frente de trabajo, cada proyecto con los contratistas correspondientes. Los dos proyectos son muy semejantes en cuanto a diseños, procesos constructivos y elementos estructurales.

8.1. SEGUIMIENTO DE LAS ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS DE ARMADO Y FUNDICIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES; COMO ZAPATAS, VIGAS, COLUMNAS Y LOSAS DE ENTREPISO, DE LOS PROYECTOS FIORINO Y SAONA.

A continuación, se describirá la información general del estado de los proyectos Fiorino y Saona en sus frentes de obra al momento de la incorporación del pasante al proyecto y el proceso de desarrollo de cada edificio durante la práctica profesional que se realizó.

8.1.1. Fiorino

Fiorino es un proyecto de vivienda familiar tipo apartamentos, NO VIS, con acabados de lujo. Es un lugar privilegiado por su ubicación en San Fernando y con una zona social con todo para hacer una experiencia más completa. Fiorino tiene un espacio ideal para la familia, con todo lo que necesitan incluyendo vías de acceso que favorecen la movilidad.

El proyecto consta de dos torres de 17 y 18 pisos, con un total de 132 y 136 apartamentos respectivamente, el área privada de los apartamentos empieza desde 75,17 m² y el área construida desde 87,11 m². Cuenta con una estructura de tres niveles para el parqueadero, con un estacionamiento para cada apartamento y estacionamiento de visitantes. Se tiene acceso a gimnasio, salón de eventos, juegos infantiles, piscina para adultos y niños.

El avance de obra al inicio de la pasantía, se divide de acuerdo a los frentes de obra, los cuales son 3: Torre 1, Torre 2 y módulo parqueadero.

- **Torre 1**

Cuando el pasante inició con sus labores en dicho proyecto, se presentaba un avance del 100% en la cimentación profunda, es decir, la cimentación profunda ya se encontraba construida en su totalidad, contaba con los pilotes instalados. Puesto que esta cimentación se encuentra inmersa en el terreno, no se puede apreciar una fotografía más explícita de este proceso, en la Figura 12 se puede observar la fragmento superior de los pilotes.

Figura 12. Pilotes de cimentación profunda



Fuente: elaboración propia

Por otro lado, se daba inicio a la actividad de armado del acero para la cimentación superficial, seguidamente se procedió a la instalación de formaletas.

Figura 13. Armado de acero para cimentación superficial



Figura 14. Instalación de formaletas de cimentación



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para la cimentación superficial se llevó a cabo el proceso de fundición o vaciado del concreto como se puede observar en la Figura 15 primera imagen, en la segunda se enseña el resultado del concreto terminado en mayor parte.

Figura 15. Fundición del concreto, cimentación superficial



Fuente: Elaboración propia

Una vez concluidas las actividades de cimentación superficial, se continua con el armado del acero estructural, puesto a que la construcción de este edificio se basa en un sistema de muros estructurales, se tiene mayor cantidad de acero que el convencional para sistema de mampostería, se tiene un refuerzo en los muros que se puede apreciar en la Figura 16 .

Figura 16. Armado de acero estructural



Fuente: Elaboración propia

Cuando se encuentra todo el acero estructural armado, el ingeniero residente en compañía del pasante, se dirigen al piso correspondiente donde revisan a detalle todo el acero longitudinal y transversal, con planos se corrobora que todo en cuanto a cantidades y localización este correcto antes de la fundición,

una vez esté aprobada esta inspección, se procede a lubricar las formaletas y encofrar los muros estructurales, verificando siempre los niveles, para posteriormente fundirlos; en el vaciado del concreto la manguera se mueve un poco para garantizar que el flujo se vaya distribuyendo lo más parejo posible, se espera el tiempo necesario para el fraguado del mismo y finalmente se desencofra; una vez terminado este proceso se instalan las formaletas para la losa de entrepiso (losa maciza), de igual forma con una revisión previa al fundido.

Figura 17. Fundición de muros estructurales



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Formaletas para losa de entrepiso



Fuente: Elaboración propia

Como el sistema constructivo es un sistema industrializado, es un proceso repetitivo el cual requiere de mucha atención y rigurosidad para evitar equivocaciones, este proceso es reiterativo para cada piso que se construye, así durante el tiempo correspondiente a la pasantía, en esta torre 1 el pasante solo realizó el acompañamiento en la cimentación superficial y en la construcción de los primeros tres pisos.

Figura 19. Fiorino Torre 1 al finalizar la pasantía



Fuente: Elaboración propia

- **Torre 2**

Por otra parte, la torre dos no contaba con el avance de la torre uno, esta se encontraba en el proceso de excavación para la instalación de pilotes en la cimentación profunda.

Figura 20. Estado Torre 2 Fiorino



Fuente: Elaboración propia

Para esta torre el pasante no trabajo directamente en la etapa constructiva de la misma, sino que se dedicó de lleno al cálculo de cantidades de obra de la cimentación profunda (ver Anexo 1), lo cual fue una tarea tediosa y detallada, este cálculo de cantidades es revisado y aprobado por el residente de obra, posteriormente por el director de obra y finalmente se da la aprobación para la compra de los materiales y trasladarlos a la obra.

Figura 21. Planos de obra para cálculo de cantidades



Fuente: Elaboración propia

- **Módulo parqueadero**

Para este módulo se contaba con un avance significativo respecto de la torre 1 y torre 2, pues al momento de iniciar la pasantía, este ya se encontraba con toda la cimentación terminada, muros de contención terminados, y en proceso de construcción las columnas del primer nivel.

Figura 22. Estado módulo parqueadero Fiorino



Fuente: Elaboración propia

El proceso constructivo en este módulo se desarrolló construyendo columnas, vigas y losa de entrepiso, se realiza de igual forma que en las torres pasadas, el armado del acero, el encofrado y finalmente el fundido del concreto, dando repetitividad a este proceso piso por piso, durante el tiempo de práctica solo se alcanzó a presenciar hasta la construcción del segundo piso.

Figura 23. Armado de acero para módulo parqueadero



Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Encofrado para fundición



Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Piso 1 y 2 desencofrados



Fuente: Elaboración propia

8.1.2. Saona

Saona al igual que Fiorino es un proyecto de vivienda familiar tipo apartamentos, NO VIS, con acabados de lujo, está ubicado en uno de los sectores más exclusivos de la ciudad; altos de ciudad jardín, que cuenta con zonas verdes, parques, ciclo

rutas, vías de acceso, colegios y universidades. Con todo esto Saona lleva a otro límite el confort y la comodidad, convirtiéndola en privilegio.

Consta de dos torres de 15 y 12 pisos, además de tres niveles de sótanos para parqueadero. La primera torre cuenta con ocho apartamentos por piso, mientras que la segunda torre cuenta con cuatro apartamentos por piso. El área privada de los apartamentos empieza desde 84.89 m² y el área construida desde 93,92m² y se tiene acceso a gimnasio, jacuzzi, piscinas y salón de eventos.

El avance de obra al inicio de la pasantía, se divide de acuerdo a los frentes de obra, los cuales son 3: Torre 1, Torre 2 y módulo central.

- **Torre 1**

Cuando el pasante inició con sus labores en dicho proyecto, se presentaba un avance del 100% en la cimentación profunda y cimentación superficial, por lo cual la incorporación del pasante estuvo ligada a las actividades siguientes para la construcción de los demás pisos.

Figura 26. Estado Torre 1 Saona



Fuente: Elaboración propia

Para esta torre se hizo acompañamiento al proceso de armado de acero tanto para columnas, vigas, losa de entrepiso y pantallas, al igual que en el proyecto de Fiorino, este armado debía ser revisado minuciosamente piso por piso, para asegurarse que todo coincidiera correctamente con las especificaciones y los planos estructurales, una vez este proceso estuviera aprobado, se continuaba con el armado de formaletas, las formaletas de igual forma requerían de supervisión antes de fundir cualquier elemento, se revisaba que estuvieran niveladas en el sentido que se iba a fundir ya sea horizontal o verticalmente (de manera coloquial, que estén a plomo) para garantizar el correcto funcionamiento de los elementos estructurales.

Figura 27. Armado de acero para vigas, columnas y losa de entrepiso



Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Armado de formaletas horizontales



Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Armado de formaletas verticales



Fuente: Elaboración propia

Debido a la simetría del proyecto, la mayoría de los pisos se diseñaron con la misma distribución estructural de columnas y vigas, por lo cual la construcción de cada piso se convirtió en un proceso repetitivo, en el cual cada contratista debía llevar un cronograma y una planeación muy

organizada, lo cual permitía que el proyecto se desarrollara con mayor eficiencia.

Figura 30. Proceso de fundición de concreto



Fuente: Elaboración propia

Una observación que cabe resaltar es que, para los proyectos de Fiorino y Saona, se emplearon diferentes contratistas, por lo que en este edificio se avanzó mucho más que en la torre 1 de Fiorino, cuando el pasante culminó sus labores, esta torre ya tenía construidos 6 pisos, a diferencia de Fiorino que solo alcanzó a construir 3 pisos al momento de terminar la pasantía, esto también deja como experiencia al pasante, que la organización y la disciplina ayudan a agilizar procesos constructivos que benefician tanto al contratista como al contratante.

Figura 31. Saona Torre 1 al finalizar la pasantía



Fuente: Elaboración propia

- **Torre 2**

Para esta torre el pasante no trabajó directamente en la etapa constructiva de la misma, sino que se dedicó de lleno al cálculo de cantidades de obra en cuanto al acero de la cimentación profunda, piso 1, 2 y 3, lo cual fue una tarea extensa y detallada, este cálculo de cantidades es revisado y aprobado por

el residente de obra, posteriormente por el director de obra y finalmente se da la aprobación para la compra de los materiales y trasladarlos a la obra. Si se llevó un control o ficha de seguimiento de caissons, donde se lleva controlada la información de cada uno (ver Anexo 2).

- **Módulo central**

Para este módulo el pasante llegó durante el proceso de armado y fundición de la cimentación superficial, en este proceso participo con las inspecciones y verificaciones, es decir comprobar que la localización y replanteo son las correctas, que la ubicación y cantidad de acero son los estipulados en el diseño estructural, que las formaletas se ajustaran y estuviesen niveladas, para posterior fundición del concreto.

Figura 32. Estado Módulo central Saona



Fuente: Elaboración propia

La construcción de este módulo fue una construcción semejante a las torres 1 de Fiorino y Saona, el pasante estuvo presente en las actividades y procesos correspondientes a la construcción del piso 1 y 2, donde el ciclo de construcción fue el mismo nombrado en el ítem anterior, se efectuó el armado del acero para toda la cimentación superficial, se procede al vaciado del concreto, su respectivo tiempo de fraguado, una vez terminado dicho proceso se sigue con el armado de acero para columnas y losa del primer piso, posteriormente se realiza el encofrado para los elementos del segundo piso, como son vigas, columnas y losa de entrepiso, consecutivamente el posicionamiento de formaletas, chequeo de cada elemento y sus cantidades de acero para finalmente fundir el concreto y repetir este proceso piso por piso.

Figura 33. Armado de acero y fundición cimentación superficial



Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Fundido de losa primer piso



Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Armado de acero para segundo piso y formaletería



Fuente: Elaboración propia

8.2. APOYAR Y ACOMPAÑAR A LOS INGENIEROS ENCARGADOS PARA REALIZAR CORRECTAMENTE LA METODOLOGÍA LAST PLANNER

El Last planner system (LPS) se trata de una herramienta de Lean Construction para la planificación y control de la producción del proyecto, cuyo objetivo es crear un flujo de trabajo que logre una ejecución confiable.

Tiene la intención de producir un flujo de trabajo sin interrupciones y predecible, creando así un conjunto de compromisos coherentes que conectan el trabajo de todos los especialistas a las promesas del proyecto hacia el cliente.

Esta metodología fue muy útil ya que vuelve el trabajo más previsible en cuanto a los procesos inmediatos, se pudo detectar y corregir cualquier retraso en la construcción y así se logró programar el trabajo que ya fue liberado y que realmente se podía ir ejecutando en la obra. Esta herramienta de trabajo fue una gran ayuda ya que permitió tener un control proactivo y reactivo donde se generaba una alerta cuando se cumplían las fechas límites para la entrega de alguna actividad, así se podía enfocar en las actividades retrasadas para llevarlas de nuevo al día y hacer que el trabajo fluya conforme al cronograma establecido, y aseguraba que las actividades se puedan hacer cuando se planearon.

Al organizar mejor, subdividiendo las actividades de obra en actividades semanalmente programadas se redujo los tiempos de entrega y los costos o sobrecostos que podrían generarse tanto para el contratante como para el contratista, puesto que se aumentó la productividad, la calidad de trabajo, calidad en las entregas semanales, con este método se creó una mayor evidencia en los cuellos de botella y las interrupciones en el flujo de trabajo, lo cual redujo a su vez el estrés en la dirección de obra, ya que todo el personal se involucró en la identificación de los riesgos y plantearon formas de manejarlos.

Ahora bien, el director del proyecto definía cuales eran las prioridades del proyecto, se compartían y se recordaban cada semana al personal, esto nos permitía organizar todos los contratistas y evitar improvisaciones, fue importante considerar el lenguaje usado teniendo en cuenta quien lo va a recibir, de tal manera se garantiza que todo el personal maneje el mismo lenguaje sin cabida a ambigüedades (las cuales podrían causar errores).

Esta metodología tiene dos reuniones semanales importantes; una es la reunión intermedia, esta reunión se realizaba con el personal administrativo de Marval como el director de obra, los ingenieros residentes, el pasante y si se consideraba pertinente también los contratistas (dependiendo el proceso constructivo), en esta reunión se proyectaban las actividades de 6 semanas o dependiendo las necesidades de cada fase del proyecto, durante la reunión se alistaban las actividades que se podían ejecutar, identificando y liberando restricciones, se organizaba un tablero y se actualizaba semana a semana con las nuevas actividades y las fechas previstas de entrega, se dejaba claro el inventario de tareas

ejecutables, finalmente se envían los compromisos y el inventario de trabajo ejecutable al correo electrónico (que son las tareas que se pueden hacer durante la semana siguiente).

Al siguiente día se realizaba la reunión semanal, en esta, se organizaba con un horizonte de tiempo de los siguientes 7 días calendario, asistía todo el personal administrativo de Marval y todos los contratistas, se revisaban los compromisos adquiridos y se planeaban nuevas actividades, antes de la reunión como ya se había mencionado, se hacía llegar una citación previa al correo con el inventario de tareas y prioridades, los contratistas debían preparar sus post-it con las actividades y en la reunión se negociaban las mismas, ellos decidían si alcanzan o no a realizar las actividades, esto queda registrado en un acta en la plataforma que tiene la constructora, esas actividades las tienen que cumplir en toda la semana, a la siguiente semana vuelve a la reunión intermedia se planea lo de la semana próxima, al día siguiente en la reunión semanal continua, se calificaban los contratistas si cumplieron o no las actividades y se les daba una calificación.

Figura 36. Tablero de programación a 6 semanas



Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Tablero de planeación semanal



Figura 38. Calificación de los contratistas



Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Reunión semanal con todo el equipo



Para estas reuniones se procuraba que las actividades se programaran diariamente, es decir se establecían metas puntuales para cada día de la semana, los contratistas pasaban en orden al tablero a ubicar sus actividades de acuerdo a la secuencia de la obra, cuando existía algún tema puntual que requiriera de modificar los compromisos, estas se acordaban previamente con el equipo administrativo de obra, por lo cual se actualizaban los tableros y la programación.

Para estas reuniones era obligatoria la asistencia de todo el equipo administrativo, para poder asignar fechas de compromisos y liberar restricciones; en el tablero tanto las actividades como las restricciones se manejaban con post-it de diferentes colores para un mejor entendimiento visual, estos tableros estaban a la vista de todos para la verificación o consulta de los constructores,

El pasante desarrollo en estas reuniones el papel de facilitador, es decir, fue la persona que lideraba la reunión, como moderador imparcial, quien mantenía enfocada la conversación y direccionaba la discusión a los temas de la agenda, además fue quien convocaba las reuniones de planificación y posteriormente socializaba mediante actas los resultados del cumplimiento de compromisos.

Se observa que en el proyecto de Fiorino no se logró entender muy bien la metodología ni el diligenciamiento del acta, no le dieron la debida importancia a la reunión y había mucha dispersión. En Saona se logró entender la metodología, sin embargo, solo es el pasante quien diligencia el acta. En ningún proyecto se evidenció que el equipo de obra diligenciara los post-it en el tablero, aun así, la mayoría de restricciones fueron de fábrica de contratos, el cual se encuentra en oficina.

8.3. PRESENTAR UN INFORME FINAL, DONDE SE EVIDENCIE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS, RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Finalmente, para el desarrollo de este objetivo, se tiene como referencia dos informes finales, uno que es el presente documento donde se realizó la descripción de las actividades de la pasantía, los resultados, las experiencias y conclusiones; y el segundo corresponde a un informe interno que se entregó a la empresa de Marval al momento de la desvinculación del pasante (ver Anexo 4).

En el segundo informe adicional a los proyectos de Fiorino y Saona, se encuentra el proyecto de Baikal, al cual el pasante también fue vinculado tiempo después, por ello se observa información de este proyecto también, aunque no haga parte de este informe como tal.

9. CONCLUSIONES

- Los estudios universitarios, ofrecen a los estudiantes una buena formación personal y académica que posibilita desenvolver en ellos una capacidad lógica y analítica para la comprensión de información esencial en obra, como lo es: lectura de los diferentes planos estructurales, arquitectónicos, hidráulicos y eléctricos entre otros; cálculo de cantidades de obra para solicitar materiales; hacer seguimiento a la secuencia de construcción para que se realice en orden y corregir el procedimiento si fuese necesario.
- Para el desarrollo de los proyectos constructivos, es de vital importancia la buena y clara comunicación entre los integrantes del equipo de trabajo, ya sean maestros, director de obra, residentes o pasante, pues una instrucción ambigua puede conllevar a cometer errores y retrasar las actividades o labores programadas.
- Los proyectos, en este caso los dos edificios, funcionan estructuralmente de la manera que se construyen y no de la manera en que se diseñan, es por ello, que la supervisión y revisión de los elementos estructurales durante la construcción, son de vital importancia, cuidar de que las cantidades y localizaciones del acero sean correctas, la nivelación de las formaletas, el fundido del concreto, la nivelación de cada losa de entrepiso entre otras revisiones, deben ser muy cuidadosas y acertadas.
- Los cálculos de cantidades de obra son un proceso que representa gran responsabilidad, se debe tener de manera organizada los avances día a día, para no caer en errores y duplicar o reducir las cantidades, pues un desacierto en esta actividad, puede representar un retraso para la obra o una pérdida para la empresa.
- La metodología Last Planner, es una herramienta que permite a la empresa tener un control y planificación actualizado, sobre las actividades y los avances que se realizan semanalmente, creando un flujo de trabajo sin interrupciones con compromisos coherentes que se van cumpliendo y visualizando efectivamente.
- Es importante capacitar periódicamente al equipo de trabajo, para que conozcan y manejen el sistema Last Planner, ya que por la continua rotación de personal se genera un retraso al momento de la aplicación del método, no hay entendimiento para interpretar las actas o los post-it con los compromisos y metas en las actividades semanales.

10. BIBLIOGRAFÍA

- BENAVIDES, Karina. Encofrado, cimbras o formaletas las múltiples formas del concreto. [En línea]. Bogotá: Argos. 2019. Disponible en: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/encofrados-cimbras-formaletas>
- Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Reglamento colombiano de construcción sismo-resistente NSR-10, Decreto 926 de marzo 19 de 2010. Título C Concreto Estructural.
- DURAN, Erika. Cantidades de obra. [En línea]. México DF: Organización de obras. 2010. Disponible en línea: <https://organizaciondeobras.wordpress.com/cantidades-de-obra/>
- MC CORMAC, Jack y BROWN, Russell. Diseño de Concreto Reforzado. México DF: Alfaomega, 2011. Pág. 19.
- NSR-10. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismoresistente. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, Ley 400 de 1997. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. Bogotá, Colombia. Título C, pág. 103.
- NSR-10. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, Ley 400 de 1997. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. Bogotá, Colombia. Título D, pág. 2.
- NSR-10. Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismorresistente. Decreto 926 del 19 de marzo de 2010, Ley 400 de 1997. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica AIS. Bogotá, Colombia. Título I.
- RIVERA, Gerardo. Concreto Simple. Popayán: Universidad del Cauca, 2016. Pág. 169.

11. ANEXOS

- Anexo 1: Cartilla de despiece
- Anexo 2: Seguimiento de caisons
- Anexo 3: Acta de reunión, metodología Last Planner
- Anexo 4: Informe final Marval