



APOYO TÉCNICO EN LA EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA OBRA MILLENIUM
BUSINESS TOWER DESARROLLADA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

LUIS FELIPE BARRERA BERMUDEZ

ID: 000267269

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2018

APOYO TÉCNICO EN LA EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA OBRA MILLENIUM
BUSINESS TOWER DESARROLLADA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

LUIS FELIPE BARRERA BERMUDEZ

ID: 000267269

DIRECTOR ACADÉMICO

Ing. MSc. Ludwing Perez Bustos

DIRECTOR EMPRESARIAL

Ing. Edwing Angarita Muñoz

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

BUCARAMANGA

2018

Nota de aceptación:

El trabajo de grado titulado “APOYO TÉCNICO EN LA EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DE LA OBRA MILLENIUM BUSINESS TOWER DESARROLLADA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA” del autor LUIS FELIPE BARRERA BERMUDEZ, cumple con los requisitos para optar por el título de ingeniero civil.

Presidente del Jurado

Jurado 1

Jurado 2

DEDICATORIA

A Dios y a mis padres, este logro es para ustedes. Los amo.

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias papas, gracias a ustedes he logrado muchas cosas y este título profesional es una de esas y por lo que ustedes tanto lucharon para brindarme la formación personal y profesional que hoy en día tengo.

A mi padre por regalarme todo ese cariño, sabiduría y berraquera que tanto lo caracteriza en la construcción.

A mi madre por enseñarme a ser responsable y mostrarme la grandeza de la perseverancia en cada una de las cosas que hago día a día.

A mis profesores, por brindarme la formación tan importante que tuve la oportunidad de recibir.

A la Universidad Pontificia Bolivariana, por abrirme las puertas en mi formación profesional.

A la empresa INNOVA SAS, por brindarme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales en su empresa.

TABLA DE CONTENIDO

GLOSARIO	10
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GENERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	3
3.1 MISION	3
3.2 VISION.....	3
3.3 OBJETIVOS DE LA EMPRESA	3
3.4 RECONOCIMIENTOS INTERNACIONALES	4
3.5 PROYECTOS EJECUTADOS	4
3.5.1 VENECIA IMPERIAL	4
3.5.2 SANTORINI CONDOMINIO	5
3.5.3 SANTORINI CONDOMINIO II	5
3.5.4 LATORRE MONTECARLO	6
3.5.5 PIAZZA VERONA.....	6
3.5.6 PLATINIUM	7
3.5.7 PALLADIUM CONDOMINIO	7
3.5.8 EMPORIUM CONDOMINIO	8
4. MARCO NORMATIVO	9
4.1. REGLAMENTO INTERNO DE TRABAJO INNOVA.....	9
4.2. LEY 400 DE 1997	9
4.3. NORMA SISMORRESISTENTE 2010. TITULO I.....	9
4.4. LEY 842 DE 2003	9
5. MARCO TEÓRICO	10
5.2. CONTROL DE OBRA	10
5.3. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES	10
5.4. ACABADOS	10

5.5. MAMPOSTERÍA	10
5.6. SEGURIDAD INDUSTRIAL	11
6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	12
6.1 MILLENNIUM BUSINESS TOWER.....	12
7. ACTIVIDADES REALIZADAS.....	14
8. ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO DE PROCESOS RELEVANTES EN OBRA.....	21
8.1 SUPERVISIÓN EN LA INYECCIÓN DE COLUMNAS SOTANO S2	21
8.2 SUPERVISIÓN LANZADO DE CONCRETO.....	22
8.3 CONSTRUCCIÓN DEL APARTAMENTO MODELO DEL EDIFICIO MILLENIUM BUSISNESS TOWER	23
9. APORTE AL CONOCIMIENTO	25
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
11. RECOMENDACIONES.....	27
12. REFERENCIAS.....	28

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Descripción del Proyecto Millennium Business Tower.12

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Logo INNOVA S.A.S	3
Figura 2. Proyecto Millennium Business Tower	13
Figura 3. Planta tipo apartamento	13
Figura 4. Zona social Millennium	13
Figura 5. Instalación de refuerzo horizontal en viga de cimentación.	14
Figura 6 Instalación refuerzo vigas cargueras.	14
Figura 7 Refuerzo cimentación.	15
Figura 8 Fundida placa posterior edificio Millenium	15
Figura 9 Fundida cimentación edificio Millenium Business Tower	16
Figura 10 Fundida cimentación edificio Millenium Business Tower	16
Figura 11 Resultado fundida edificio Millenium Business Tower	17
Figura 12 Despiece de elementos hecho en obra.	18
Figura 13 Plantilla programación del personal	20

GLOSARIO

- Acabados: Partes y componentes de una edificación que no hacen parte de la estructura o de su cimentación. [1]
- Altura del piso: Es la distancia vertical medida entre el terminado de la losa de piso o de nivel de terreno y el terminado de la losa del nivel inmediatamente superior. En el caso que el nivel inmediatamente superior corresponda a la cubierta de la edificación esta medida se llevará hasta el nivel de enrase de la cubierta cuando esta sea inclinada o hasta al nivel de la impermeabilización o elemento de protección contra la intemperie cuando la cubierta sea plana. En los casos en los cuales la altura de piso medida como se indica anteriormente exceda 6 m, se considerará para efectos de calcular el número de pisos como dos pisos. Se permite que para el primer piso aéreo la altura del piso se mida desde la corona del muro de contención de la edificación nueva contra el paramento que está en la colindancia, cuando éste exista. [1]
- Auxiliar de residente en obra: Profesional que depende directamente del ingeniero residente de obra y tiene la obligación de colaborar con él, tanto en la planificación y ejecución de proyectos arquitectónicos como en su gestión técnica y económica. [1]
- Base: Es el nivel en el que los movimientos sísmicos son transmitidos a la estructura o el nivel en el que la estructura, considerada como un oscilador, está apoyada. [1]
- Cercha: Es un conjunto de elementos estructurales unidos entre si, los cuales resisten primordialmente fuerzas axiales. [1]
- Cerramiento : Muro localizado en el paramento del lote de terreno y que se encuentra separado de la edificación en la dirección perpendicular al paramento del lote de terreno, que no hace parte del sistema estructural de soporte de la edificación, y cuya altura no excede 4 metros. [1]
- Construcción sismo resistente: Es el tipo de construcción que cumple con el objeto de esta Ley, a través de un diseño y una construcción que se ajusta a los parámetros establecidos en ella y sus reglamentos. [1]
- Constructor: Es el profesional, ingeniero civil, arquitecto, constructor en arquitectura e ingeniería o ingeniero mecánico (solo para estructuras metálicas o prefabricadas), con matrícula profesional vigente y facultado para este fin, bajo cuya responsabilidad se adelanta la dirección de la construcción de la edificación y quien suscribe la solicitud de licencia en la calidad prevista en el Formulario Único Nacional para la Solicitud de Licencias Urbanísticas y Reconocimiento de Edificaciones. [1]
- Edificación: Es una construcción cuyo uso principal es la habitación o ocupación por seres humanos. [1]
- Estructura: Es un ensamblaje de elementos, diseñado para soportar las cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales. [1]
- Interacción suelo-estructura: Es el efecto que tienen en la respuesta estática y dinámica de la estructura las propiedades de rigidez del suelo que da apoyo a la edificación, en conjunto con las propiedades de rigidez de la cimentación y de la estructura. [1]

- Muro de carga: Es un muro estructural, continuo hasta la cimentación, que soporta principalmente cargas verticales. [1]
- Muro estructural: Es un muro, de carga o no, que se diseña para resistir fuerzas horizontales, de sismo o de viento, paralelas al plano del muro. [1]
- Norma sismo-resistente: Las normas sismo resistentes presentan requisitos mínimos que, en alguna medida, garantizan que se cumpla el fin primordial de salvaguardar las vidas humanas ante la ocurrencia de un sismo fuerte. No obstante, la defensa de la propiedad es un resultado indirecto de la aplicación de los normas, pues al defender las vidas humanas, se obtiene una protección de la propiedad, como un subproducto de la defensa de la vida. [1]
- Perfil de suelo: Son los diferentes estratos de suelo existentes debajo del sitio de la edificación. [1]
- Pórtico: Es un conjunto de vigas, columnas y, en algunos casos, diagonales, todos ellos interconectados entre si por medio de conexiones o nudos que pueden ser, o no, capaces de transmitir momentos flectores de un elemento a otro. [1]
- Resistencia: Es la capacidad útil de una estructura, o de sus miembros, para resistir cargas, dentro de los límites de deformación establecidos en este Reglamento. [1]
- Revisor de los diseños: Es el Ingeniero Civil diferente del diseñador e independiente laboralmente de él, que tiene la responsabilidad de revisar los diseños estructurales y estudios geotécnicos, o el Arquitecto o Ingeniero Civil o Mecánico que revisa los diseños de elementos no estructurales, para constatar que la edificación propuesta cumple con los requisitos exigidos por esta Ley y sus reglamentos. [1]
- Solicitaciones: Son las fuerzas u otras acciones que afectan la estructura debido al peso propio de la misma, de los elementos no estructurales, de sus ocupantes y sus posesiones, de efectos ambientales tales como el viento o el sismo, de los asentamientos diferenciales y de los cambios dimensionales causados por variaciones en la temperatura o efectos geológicos de los materiales. En general, corresponden a todo lo que pueda afectar la estructura. [1]
- Supervisión técnica: Se entiende por supervisión técnica la verificación de la sujeción de la construcción de la estructura de la edificación a los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural. Así mismo, que los elementos no estructurales se construyan siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador de los elementos no estructurales, de acuerdo con el grado de desempeño sísmico requerido. [1]

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: APOYO TÉCNICO EN LA EJECUCIÓN Y SUPERVISIÓN DEL EDIFICIO MILLENIUM BUSINESS TOWER DESARROLLADA EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA

AUTOR(ES): LUIS FELIPE BARRERA BERMUDEZ

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR(A): Ing. MCs. Ludwing Pérez Bustos

RESUMEN

El presente informe corresponde al trabajo de grado en la modalidad de práctica empresarial realizado en la empresa de construcción INNOVA SAS, cumpliendo actividades tales como ejecución, supervisión, control, y cálculo de cantidades de obra según ordenes del ingeniero director de obra Ricardo Vargas. Las actividades realizadas en el periodo de prácticas tuvieron lugar en el proyecto Millenium Business Tower ubicado en la ciudad de Bucaramanga, cumpliendo con todos los objetivos aprobados por parte de la universidad de la mano con el ingeniero supervisor Edwin Angarita, residente de la obra. En las actividades a destacar se encuentran el cálculo de acero de refuerzo con la finalidad de mejorar rendimientos en pedidos, y el control de tiempos en la realización de actividades en obra.

PALABRAS CLAVE:

PRÁCTICA EMPRESARIAL, CONTROL, ACERO, RENDIMIENTOS, EMPRESA DE CONSTRUCCIÓN, INGENIERO CIVIL.

V° B° DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: TECHNICAL SUPPORT FOR THE EXECUTION AND SUPERVISION OF THE MILLENIUM BUSINESS TOWER BUILDING DEVELOPED IN THE CITY OF BUCARAMANGA

AUTHOR(S): LUIS FELIPE BARRERA BERMUDEZ

FACULTY: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Ing. MCs. Ludwing Perez Bustos

ABSTRACT

The present report corresponds to the work of degree in the modality of business practice carried out in the construction company INNOVA SAS, fulfilling activities such as execution, supervision, control, and calculation of quantities of work according to orders of the engineer director of work Ricardo Vargas. The activities carried out in the internship period took place in the Millenium Business Tower project located in the city of Bucaramanga, fulfilling all the objectives approved by the university hand in hand with the supervising engineer Edwin Angarita, resident of the work. In the activities to be highlighted are the calculation of steel reinforcement in order to improve performance in orders, and time control in the execution of activities on site.

KEYWORDS:

BUSINESS PRACTICE, CONTROL, STEEL, PERFORMANCE, CONSTRUCTION COMPANY, CIVIL ENGINEER.

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

Este documento presenta el informe de la práctica profesional realizada en la empresa constructora INNOVA S.A.S, la cual está dedicada a crear, desarrollar y comercializar proyectos de construcción trabajando con el compromiso de satisfacer las necesidades de sus clientes generando bienestar y calidad de vida, con ocho años en el mercado de la construcción, 8 proyectos ubicados en la ciudad de Bucaramanga, y 3 proyectos en ejecución entre los cuales está el proyecto Millenium Business Tower.

La práctica se enfocó a lo largo de estos cuatro meses en apoyar las labores de control, de acabados y supervisión de obra del proyecto Millennium Bussiness Tower, desempeñando actividades de un auxiliar de residente en obra.

El cuerpo del presente informe se divide en diez capítulos así:

El primero tiene los objetivos de la práctica, el segundo la descripción de la empresa donde se exponen los aspectos más relevantes que permiten contextualizar el ejercicio de la práctica, el tercero la descripción de la empresa, el cuarto se expone el marco normativo donde se muestran algunas de las leyes y normas que aplican para el estudiante en ejercicio de práctica en calidad de auxiliar profesional, el quinto se expone el marco teórico donde se definen los conceptos más relevantes relacionados al tema de esta práctica, el sexto la descripción del proyecto Millennium Bussiness Tower, el séptimo incluye las actividades que realiza el practicante en el proyecto, el octavo describe el acompañamiento técnico de los procesos relevantes en la obra, el noveno muestra el aporte al conocimiento y en el décimo las conclusiones y recomendaciones fruto del ejercicio de la práctica

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Apoyar las labores de control, de acabados y supervisión de obra del proyecto Millennium Bussiness Tower, desempeñando actividades de un auxiliar de residente en obra.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Supervisar que la materialización de los diseños aprobados esté acorde con la Norma Sismo Resistente vigente.
- Implementar controles sobre las actividades de la obra evitando retrasos en el cronograma establecido.
- Colaborar con apoyo intelectual en las actividades que lo requiera para el buen funcionamiento de la obra.
- Realizar mediciones en campo para el cálculo de volúmenes de obra pertenecientes a placas, pantallas, y cualquier otro elemento estructural o no que haga parte de la edificación.
- Calcular el volumen de hierro necesario para el armado de cada elemento, ya sea horizontal como vertical.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA



Figura 1. Logo INNOVA S.A.S
Fuente: Constructora Innova S.A.S.

“Somos una empresa constructora dedicada a crear, desarrollar y comercializar proyectos de construcción. Trabajamos con el compromiso de satisfacer las necesidades de nuestros clientes generando bienestar y calidad de vida.

Tenemos de ocho años en el mercado de la construcción haciendo tus sueños de vivienda realidad, con proyectos dirigidos a satisfacer los requerimientos y necesidades de nuestros clientes, ofreciendo garantía y seguridad en todos los trámites relacionados con tu proyecto de vivienda. Entregamos las obras a tiempo y con los mejores estándares de calidad y eficacia.

Disponemos de asesores capacitados que los guiarán para que haga la mejor elección. Galardonados con el Premio Internacional a la Calidad en la Categoría ORO en París.”

3.1 MISION

Somos una empresa constructora dedicada a crear, desarrollar y comercializar proyectos de construcción, Se trabaja con el compromiso de satisfacer las necesidades de nuestros clientes generando bienestar y calidad de vida. Contamos con gente exitosa comprometida con la filosofía de aportar al desarrollo social, dentro de altos estándares de productividad y calidad. [2]

3.2 VISION

Ser la empresa constructora más grande de Santander, consolidada y reconocida por ser una organización confiable y honesta, con proyectos de excelente calidad, mejorando continuamente los procesos y fortaleciendo la competencia del equipo humano. [2]

3.3 OBJETIVOS DE LA EMPRESA

- Atraer a nuestros clientes, cumpliendo con sus requisitos, aumentando su nivel de satisfacción, superando sus necesidades y expectativas con la calidad de nuestros productos y servicios.
- Mejorar continuamente nuestros productos y servicios con la ayuda un equipo de trabajo comprometido.
- Capacitar nuestros colaboradores, Aumentando su nivel de competencia y compromiso.
- Ser una compañía reconocida en todas sus especialidades.

3.4 RECONOCIMIENTOS INTERNACIONALES

Dentro de los logros y satisfacciones obtenidos por la empresa vale la pena destacar el Premio Internacional a la Calidad en la Categoría ORO en Paris en evento organizado por la Compañía Business Initiative Direcciones (BID) que desde hace 23 años otorga distinciones a empresa grandes y pequeñas de 178 países, referidos a la iniciativa líder empresarial en materia de calidad, satisfacción al cliente, recursos humanos, responsabilidad social empresarial y medio ambiente.

El premio fue otorgado el 21 de Junio de 2014 en el salón Concorde del Palacio de Congresos de Paris, ante numerosas autoridades del mundo Empresarial y Diplomático. [3]

3.5 PROYECTOS EJECUTADOS

La constructora INNOVA S.A.S ha logrado construir 8 proyectos ubicados en la ciudad de Bucaramanga, y 3 proyectos en ejecución entre los cuales está el proyecto Millenium Business Tower.

3.5.1 Venecia Imperial

		<p>Venecia Imperial está ubicado en la carrera 29 No. 13A-21 Barrio San Alonso. Es un edificio de 5 pisos que cuenta con 1 local comercial y 14 apartamentos totalmente terminados, cada apartamento consta de 2 y 3 alcobas. Excelente ubicación.</p>
<p>Fecha de entrega: 2008 y 2009 [4]</p>		

3.5.2 Santorini Condominio



Santorini Condominio I ubicado en la calle 19 No. 32-45 Barrio San Alonso. Edificio de 7 pisos que cuenta con 27 apartamentos de 2 y 3 alcobas, salón social, jacuzzi, sauna, zona de esparcimiento y BBQ y gimnasio.

Fecha de entrega: 2009 y 2010 [5]

3.5.3 Santorini Condominio II



Santorini Condominio II está ubicado en la calle 19 No. 32-59 barrio San Alonso. Edificio de 10 pisos que cuenta con 39 apartamentos de 1, 2 y 3 alcobas. Dentro de sus áreas comunes está el salón social, jacuzzi, zona de esparcimiento, parqueadero privado.

Fecha de entrega: 2010 y 2011 [6]

3.5.4 Latorre Montecarlo



La Torre Montecarlo. La primera etapa está ubicada en la Calle 20 No. 32A-59 es un edificio con 47 apartamentos y la segunda etapa se encuentra en la calle 20 No. 32A-81 cuenta con 24 apartamentos. Tiene salón social, sus apartamentos constan de 1, 2 y 3 alcobas, sauna, BBQ, gimnasio, zona de esparcimiento, ascensor, solarium y parqueadero privado.

Fecha de entrega: 2013 [7]

3.5.5 Piazza Verona



Piazza Verona está ubicado en la calle 20 No. 32A-41 Barrio San Alonso. Edificio de 14 pisos con 78 apartamentos 1, 2 y 3 alcobas, cuenta con un salón social, ascensor, piscinas, sauna y BBQ, gimnasio y parqueadero privado. Piazza Verona se exhibe como una de las obras más importante y ambiciosa en el sector de San Alonso, proyectando un novedoso proyecto con gran concentración volumétrica en una altura de catorce pisos, emplazada en un lote de 779 mts² aproximadamente.

Fecha de entrega: 2014 [8]

3.5.6 Platinum



Platinum Condominio I etapa está ubicado en la calle 20 No. 30-35 Barrio San Alonso. Edificio de 79 apartamentos, 1, 2 y 3 alcobas, 2 locales comerciales, salón social y piscina, sauna y BBQ, gimnasio y parqueadero por apartamento.

Platinum Condominio II etapa está ubicado en la calle 20 No. 30-27 Barrio San Alonso. Edificio de 81 apartamentos, 2 locales comerciales. Se pueden encontrar tres tipos de apartamentos, con zona común que consta de salón social, piscina, sauna, BBQ, parqueadero por apartamento, totalmente terminado y la posibilidad de personalizarlo, mayor valorización.

Esta obra se exhibe como una de las más importantes y ambiciosas en el sector de

San Alonso, proyectando un novedoso proyecto con gran concentración volumétrica.

Fecha de entrega: 2015 – 2016 [9]

3.5.7 Palladium Condominio



Palladium Condominio ubicado en la calle 19 No. 31-45 Barrio San Alonso, edificio de 15 pisos, cuenta con apartamentos de 1, 2 y 3 alcobas, una zona social amplia con sauna y BBQ, cancha sintética, gimnasio dotado, parqueadero por apartamento y sus acabados totalmente terminados con la posibilidad de personalizar.

Financiación: Crédito Constructor BBVA

Fecha de Entrega: 2017 [10]

3.5.8 Emporium Condominio



Emporium ubicado en la calle 20 No. 28-21 Barrio San Alonso, cuenta con 80 apartamentos y 2 locales comerciales. Es un edificio de 25 pisos y cuenta con salón social y piscinas, turco y BBQ, sala de cine, gimnasio dotado, juegos para niños, parqueadero por apartamento y está totalmente terminado y el cliente tiene la posibilidad de personalizar.

Fecha de Entrega: 2018 [11]

4. MARCO NORMATIVO

4.1. REGLAMENTO INTERNO DE TRABAJO INNOVA

Por medio del cual se dictan las normas de la empresa que permiten el desarrollo de las labores de todos los empleados, en pro de generar bienestar laboral que se traduce en la satisfacción de los clientes. Este reglamento es el reflejo de los valores institucionales y es acogido por el practicante al ser un integrante activo del equipo humano de la empresa. [12]

4.2. LEY 400 DE 1997

Es el reglamento por el cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes, establece criterios y requisitos mínimos para el diseño, construcción y supervisión técnica de edificaciones nuevas, así como de aquellas indispensables para la recuperación de la comunidad con posterioridad a la ocurrencia de un sismo, que puedan verse sometidas a fuerzas sísmicas y otras fuerzas, con el fin de que sean capaces de resistirlas, incrementar su resistencia a los efectos que puedan producir, reducir a un mínimo el riesgo de la pérdida de vidas humanas, y defender en lo posible el patrimonio del Estado y de los ciudadanos.

En esta ley se establece que el supervisor técnico de un proyecto puede delegar algunas de las labores de supervisión técnica en personal auxiliar, pero siempre bajo su dirección y responsabilidad. [13]

4.3. NORMA SISMORRESISTENTE 2010. TITULO I.

En el título I de esta norma se regula la obligatoriedad que tienen las edificaciones con área construida superior a 3000 m², de realizar una supervisión técnica, consistente, en realizar los controles mínimos exigidos (control de planos, control de especificaciones, control de materiales, control de ejecución). La supervisión técnica es realizada por un ingeniero civil, arquitecto o constructor en ingeniería y arquitectura, con matrícula profesional vigente y con experiencia general de mínimo 5 años. También es de obligatorio cumplimiento que el supervisor técnico tiene como requisito ser totalmente ajeno e independiente a la construcción de la edificación. [14]

4.4. LEY 842 DE 2003

Es el reglamento por el cual se modifica la reglamentación del ejercicio de la ingeniería, de sus profesiones afines y de sus profesiones auxiliares, se adopta el Código de Ética Profesional y se dictan otras disposiciones. Además, señala los requisitos de idoneidad para el ejercicio de las profesiones relacionadas con su objeto aplicando para supervisores técnicos, diseñadores y otros cargos que puede ejercer un ingeniero Civil.

Se considera que ejercicio ilegalmente la profesión de la ingeniería, la persona que sin cumplir los requisitos exigidos por esta ley, practique cualquier acto que corresponda al ejercicio de estas profesiones. [14]

5. MARCO TEÓRICO

Se llama supervisión técnica de una obra a la verificación que se realiza para asegurar que la construcción de la estructura de una edificación esté sujeta a los planos, diseños y especificaciones que se han diseñado para el proyecto, aplica también para elementos no estructurales que se construyan siguiendo planos o especificaciones para asegurar su integridad en caso de sismo. Es obligatoria la supervisión técnica para proyectos con área construida mayor a los 3000 metros cuadrados. [5]

5.2. CONTROL DE OBRA

Según la Norma Sismo resistente del 2010 los controles exigidos en la supervisión de una obra son tres:

- Control de planos: El cual consiste en verificar que los planos cuenten con todas las especificaciones necesarias para su correcta interpretación.
- Control de especificaciones: Se debe verificar que se realice la construcción siguiendo como mínimo las especificaciones que asigna el diseñador para los diferentes materiales.
- Control de materiales: También debe realizarse control sobre los materiales utilizados en la construcción, especialmente que cumplan con las especificaciones diseñadas y que sirvan únicamente para el propósito para el cual han sido dispuestos. [4] [16]

5.3. ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES

Los elementos estructurales son elementos que sirven para darle utilidad a la estructura pero no son parte de la misma, entre estos encontramos: acabados, elementos arquitectónicos, instalaciones hidráulicas y sanitarias, instalaciones eléctricas, instalaciones de gas, equipos mecánicos, elementos de seguridad como barandas, elementos de carpintería, entre otros. [8]

Pertenece a las responsabilidades del supervisor técnico verificar que los elementos no estructurales se construyan e instalen siguiendo los planos y las especificaciones. [12]

5.4. ACABADOS

Son acabados de construcción se definen como las partes y componentes de una edificaciones que no hacen parte de la estructura o su cimentación [4], son las actividades que se realizan para darle la terminación estética y funcional a una obra. Se incluyen varias actividades en los acabados como lo son: relleno y repello, estuco y pintura, enchape, particiones livianas, carpintería metálica, carpintería, ornamentación, incrustaciones, entre otras.

5.5. MAMPOSTERÍA

La mampostería es un sistema de construcción tradicional. Consiste en superponer rocas, ladrillos o bloques de concreto prefabricados, para la construcción de muros. Los materiales uniformes o no, también llamados mampuestos, se disponen de forma manual y aparejada. Para su adición se emplea una mezcla de cemento, con arena y agua, conocida como mortero de pega. [7]

5.6. SEGURIDAD INDUSTRIAL

Es el área multidisciplinaria que se encarga de gestionar de manera adecuada los peligros que se presentan en el ambiente laboral con el objetivo de minimizar los riesgos a los que se exponen las personas dependiendo de su ocupación.[9] [17]

5.6.1. Peligro

El peligro es una condición que puede causar lesión o enfermedad, daño a la propiedad y/o paralización de un proceso, es decir, cualquier situación que represente un daño en potencia.

5.6.2. Riesgo

El riesgo representa la probabilidad de que suceda cierto escenario, es la forma de medir los daños que se presentan en caso de presentarse cierta situación de peligro. [10]

6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

6.1 MILLENNIUM BUSINESS TOWER

Millenium Businnes está ubicado en la calle 36 No. 27-45 Barrio Mejoras Públicas. Es un edificio de 28 pisos, como se muestra en la Figura 2. 162 apartamentos y 61 oficinas. Cuenta con piscina mediterránea, piscina para niños, solarium, sauna, turco, BBQ, salón social, cancha sintética, gimnasio dotado, juegos para niños, sala de cine, parqueadero por apartamento. Están totalmente terminados y con la posibilidad de personalizar.

Fecha de entrega: 2020 [12]

Tabla 1 Descripción del Proyecto Millennium Business Tower.

Tipo de proyecto	Comercial - Multifamiliar
Localización	Calle 36 No. 27-45, Bucaramanga.
Unidad ejecutora	Constructora Innova S.A.S
Área construida	35 188.04 m ²
Sistema constructivo	Tradicional
Presupuesto del proyecto	\$38'799.548.852
Fecha de inicio	Enero de 2018
Fecha de entrega	Junio de 2020
Precio de venta oficinas (m2)	4'800.000
Precio de venta apartamentos	\$316'000.000 apartamento de 85 m ²

Fuente: Constructora Innova



Figura 2. Proyecto Millennium Business Tower
Fuente: Constructora Innova

En la figura 3. Podemos observar el apartamento tipo que se estará ofreciendo en el proyecto Millennium Business Tower, el cual cuenta con 85 m² totalmente terminado. Este apartamento cuenta con una cocina, sala, comedor, zona de ropas, balcón, alcoba principal con su respectivo baño privado y 2 alcobas auxiliares, cuenta también con estudio y baño auxiliar. [12]



Figura 3. Planta tipo apartamento
Fuente: Constructora Innova

En la figura 4. Se observa la zona social del proyecto la cual cuenta con piscina, sauna, turco, salon social, cancha sintética, gimnasio, sala de cine, solarium y juegos infantiles. [12]



Figura 4. Zona social Millennium
Fuente: Constructora Innova

7. ACTIVIDADES REALIZADAS

Se supervisó la instalación del hierro en elementos estructurales tales como vigas (tanto descolgadas como normales), viguetas, riostras, y pantallas. (ver figura 5.), como también la instalación del refuerzo perteneciente a las vigas, viguetas, riostras, columnas (pantallas) y pantallas ancladas.

Se realizó un acompañamiento técnico en la instalación de todo el refuerzo perteneciente a la cimentación parte 2 del edificio Millenium Business Tower el cual se demoró dos semanas en terminarlo.

En la figura 6 se muestra la magnitud de las vigas y parrillas pertenecientes a esta cimentación.

El armado de todos los elementos de esta cimentación estuvo a cargo de 3 oficiales, los cuales con la ayuda de los ingenieros se logró una excelente logística con el manejo del hierro (transporte y colocación dentro de la obra).



Figura 5. Instalación de refuerzo horizontal en viga de cimentación.

Fuente: Autor.

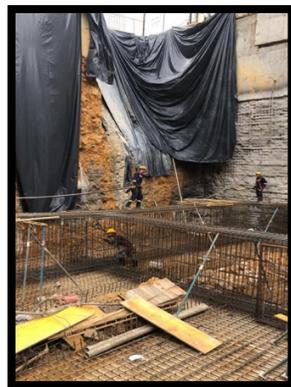


Figura 6 Instalación refuerzo vigas cargueras.

Fuente: Autor.



Figura 7. Refuerzo cimentación.
Fuente: Constructora Innova

En el proceso de las prácticas se calcularon volúmenes de concreto para escaleras, rampas, placas, solados y pantallas. En la figura 8 se muestra el proceso de fundida de una placa posterior de la edificación la cual cubrió 87.5 m^3 .

Se tuvo la oportunidad de estar presente en la cubrición de la cimentación parte 2 del edificio Millenium Business Tower en la cual se obtuvo un volumen final de 1100 m^3 , dato que al momento de fundir varió a 1053 m^3 . En la figura 9 se muestra un ejemplo de formato para calcular volumen en obra.

En la figura 10 se muestra el proceso de fundida de esta cimentación.



Figura 8. Fundida placa posterior edificio Millenium
Fuente: Autor

El sábado se asistió a la obra unicamente para hidratar constantemente toda la cimentación, ya que al ser una estructura de gran volumen y que se utilizo concreto de 5000 psi tiene que estar muy bien hidratada para así evitar problemas de contracción de fraguado y temperatura.

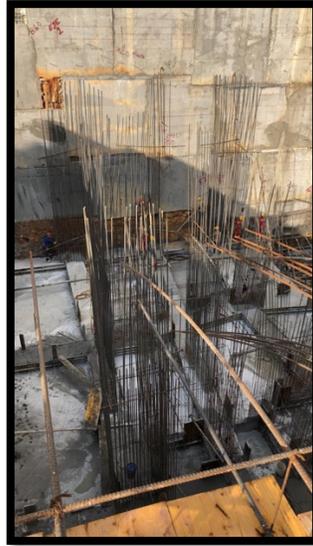


Figura 11. Resultado fundida edificio Millenium Business Tower
Fuente: Autor

Se realizaron despieces específicos de elementos a armar para tener una lectura más fácil en obra, haciendo que los despieces entregados por el ingeniero estructural en los planos pasaran a estar en un diagrama, mejorando así su lectura en campo (ver figura 12).

Este diagrama tenía los elementos a armar con su respectivo refuerzo especificando el diámetro y la longitud de cada traslapo. Con ayuda de un oficial, se arma cada una de las placas teniendo en cuenta longitud de ganchos, longitud de traslapos y cantidad de varillas en cada viga. Anteriormente el contra maestro cimbró la placa para poder tener una referencia espacial de la ubicación final de la viga.

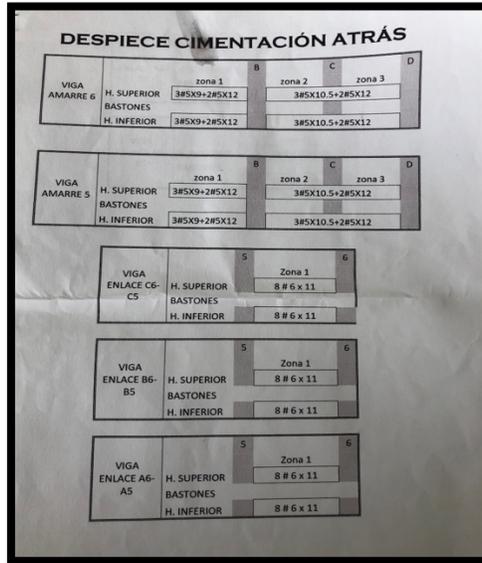


Figura 12. Despiece de elementos hecho en obra.

Fuente: Autor

En la figura 13 se puede observar las cartillas realizadas para el pedido de material (acero). Estas cartillas se realizan con un algoritmo en excel el cual se programó teniendo en cuenta todas las secciones de las columnas, tales como nodo, zonas confinadas y zonas no confinadas.

		MILLENNIUM	PROVEEDOR
		CARTILLA #22 COLUMNAS PN+000 ATRÁS	FIGUIERROS
ACERO FIGURADO			
ELEMENTO	CANTIDAD	MEDIDAS (m)	Nº DESIGNACIÓN
G4	50	1.52X0.72	3
G5	50	1.52X0.72	3
G6	50	0.52X0.42	3
F4	50	1.52X0.72	3
F5	50	1.52X0.72	3
F6	50	0.52X0.42	3
E4	50	1.52X0.72	3
E5	50	1.52X0.72	3
E6	50	0.52X0.42	3
D4	50	1.52X0.72	3
D5	50	1.52X0.72	3
D6	50	0.52X0.42	3
M11	50	1.20X0.32	3
M11	50	2.20X0.32	3
M12	50	1X0.32	3
M13	100	1.75X0.42	3
M14	100	1X0.12	3
M15	100	1X0.12	3

FECHA REQUERIDA EN OBRA 0,0 m
0,09
11/12/18

Figura 13. Cartilla Figuierras

Fuente: Autor

En relación al hierro recto perteneciente a los traslapes de las pantallas, se realiza el pedido con respecto a los cortes arquitectónicos de la edificación, se procede a dibujar en Autocad el corte con las medidas designadas y se empieza a calcular las medidas de las varillas rectas, cumpliendo con las distancias requeridas según cada entrecimso. En la figura 14 se muestra una ilustración en Autocad y en la figura 15 se observa la cartilla que se le pasa a la ferretería designada, en este caso Aldia.

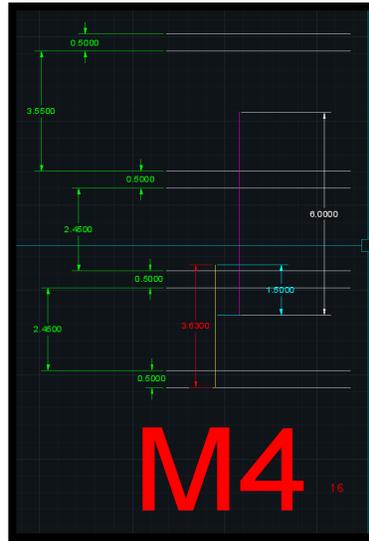


Figura 14. Diagrama autocad.
Fuente: Autor.

TRANSLAPOS PLACA ADELANTE N000				
TODOS LOS TRASLAPOS DE 1.50 M				
ELEMENTO	CANTIDAD	DIAMETRO	LONGITUD	LONGITUD PEDIDO
MURO 3	18	6	11.30	12
	90	3	6	6
COLUMNA A2	21	7	11.30	12
COLUMNA C2	23	7	11.30	12
COLUMNA A4	23	6	11.30	12
MURO M6-8	22	5	11.30	12
	90	3	6	6
MURO 7	10	5	11.30	12
	83	3	6	6
MURO 9	10	5	11.30	12
	83	3	6	6
MURO 1	36	6	11.30	12
	52	3	6	6

Figura 15 cartilla Aldia acero recto.
Fuente: Autor.

Se calculó la cantidad de malla necesaria para su instalación en placa, para fines de retracción de fraguado y temperatura del concreto al momento de fundir. [19]

Se realizó un plan de trabajo diferente a como lo manejaban en obra, para el manejo y control del hierro, haciendo que el proceso de almacenamiento, corte y figurado del hierro fuera más rápido y eficaz ya que se disponía el material con un tiempo de holgura suficiente para que los oficiales encargados de instalar el hierro no se quedaran sin trabajo.

Este plan consistía en que los herreros armaban los materiales de cada una de las vigas y pantallas en paquetes para poderlos ubicar con una mayor agilidad.

En la figura 16 se observa la plantilla de programación de obra usada para mejorar el rendimiento como tal de la obra.

Haciendo esto se logró mejorar el proceso productivo, ya que los empleados sabían que hacer en el día y ya tenían claro a donde dirigirse si acababan la actividad asignada.

Esto se logró debido a un trabajo en conjunto del maestro director de obra, ya que se llegaba a un acuerdo de rendimientos y a cambio obtenían una bonificación monetaria al momento de la quincena.

SEMANA DEL 10 AL 15 DE DICIEMBRE DEL 2019							
#	NOMBRE	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
OFICIALES - AYUDANTES							
1	Dalmer-Carlos						
2	Ivan Cabrales-Orlandis						
3	Giovanni Franco-						
4	Elkin Chaparro-Jesus						
5	Javier Machuca-Yelner						
6	Nilson Hernandez-Julian						
7	Luis Ojeda-Hector						
8	Yamith -Frai David						
9	Bladimir Lopez-Luis Delgado						
10	Edinson Montañez-Manuel						
11	Pablo Torres-Socrates						
12	Fredy Gonzalez - Miguel P						
13	Danilson-						
AYUDANTES ADELANTADOS - AYUDANTES							
1	Oswaldo-Jose Miguel						
2	Wilson Mejia-Yosimar						
3	Jorge Carreño-Willinton						
AYUDANTES							
4	Bernabe-Ebel Julio						
5	Luis Sarabia-Oscar Suarez						
6	William Duran						
7	Jaime Gomez-Juan Rueda						
8	Luis Ovidio						
9	Daniel Guillen- Cirro Agredo						
10	Nelson Paredes						
11	Florencio Florez						
12	Sergio Vladimir-Gabriel						

Figura 16. Plantilla programación del personal
Fuente: Autor

8. ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO DE PROCESOS RELEVANTES EN OBRA

8.1 SUPERVISIÓN EN LA INYECCIÓN DE COLUMNAS SOTANO S2

En la fundida de las columnas pertenecientes al sótano 2 no se tuvo cuidado con la vibrada de las pantallas lo que provocó que éstas quedaran con huecos en su alma. Esto es muy delicado ya que el área de la columna queda afectada quedando menos que la diseñada.

Para esto el ingeniero residente de obra, el ingeniero Ricardo Vargas, planteo inyectar las columnas con un producto de SIKA. Para realizar este proceso asistieron a la obra contratistas especializados para la instalación de estos “kits” (Figura 13).

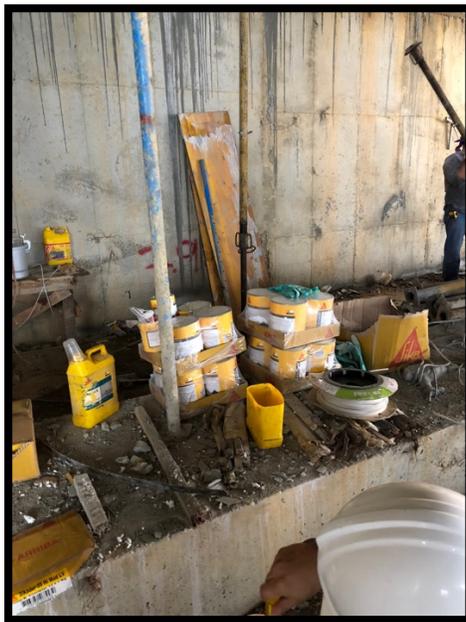


Figura 13. Kits para inyección de pantallas.

Fuente: Autor

La aplicación de esta inyectada tuvo los siguientes pasos:

- ✓ escacilada de pantallas
- ✓ aplicación de sika top para curar imperfecciones a la vista
- ✓ instalación unas boquillas las cuales se pegaron con sika anchorfix
- ✓ inyección con SIKADUR 35 a las columnas [19]

Se inyectaron 8 pantallas con un buen resultado final, todas las columnas quedaron sin porosidades (figura 14).



Figura 14. Proceso de inyección de pantallas
Fuente: Autor

8.2 SUPERVISIÓN LANZADO DE CONCRETO

Al tener una parte de un talud expuesto a los cambios climáticos, en un comité de obra se tomó la decisión de realizar un lanzamiento de concreto al talud, ya que, al no poder armar formaleta en el sitio, esta fue la mejor solución. En este proceso se realizó la cubicada de la “pantalla a fundir”, y se pidió a la empresa de concretos CEMEX (figura 15).

A la obra asistió un ingeniero especializado en lanzamiento de concreto para realizar el procedimiento. Antes de esto se realizaron 8 anclajes pasivos con una profundidad de 10 metros cada uno. Se puso doble malla al talud para que el concreto se adhiera con mayor facilidad (Figura 16). Se supervisó el lanzamiento del concreto, obteniendo el resultado esperado por parte del proyecto.

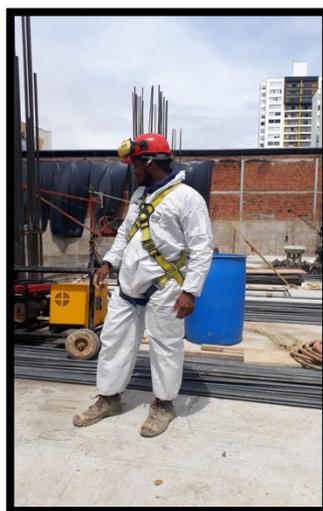


Figura 15. Indumentaria usada para el lanzamiento del concreto.
Fuente: Autor.

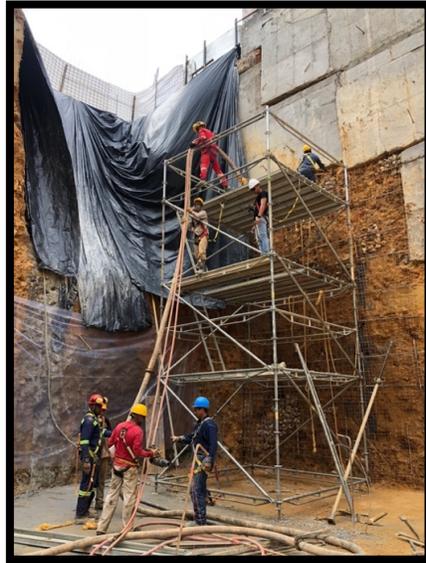


Figura 16 Armadura utilizada para realizar el lanzamiento de concreto.

Fuente: Autor

8.3 CONSTRUCCIÓN DEL APARTAMENTO MODELO DEL EDIFICIO MILLENIUM BUSINESS TOWER

En la construcción, al momento de hacer un buen marketing para vender las unidades de vivienda se decide hacer apartamentos modelos que muestren las características que va a tener el inmueble a futuro, para que así el comprador este más a gusto con la compra. Por eso la constructora INNOVA hizo un apartamento modelo en obra.

Se supervisó la construcción de este apartamento modelo con la compañía de el ingeniero supervisor de prácticas, calculando el material que se necesitaba para la construcción, como también de la supervisión de los acabados finales. En la figura 17. se observa el proceso constructivo que tuvo este apartamento.



Figura 17. Levvantiendo de muros en mamposteria confinada.

Fuente: Autor

Se aprendió a hacer un corte de obra para contratistas, por lo cual realice un corte de obra para el apartamento modelo que constaba de mampostería, friso y mortero de piso, acompañado del ingeniero supervisor y el arquitecto de la empresa. Este corte se diligencia en un formato que la constructora ya tiene preestablecido, en el cual se colocan las cantidades ejecutadas junto al precio pactado por unidad realizada. (ver figura 18)



Figura 18. Realización de corte de obra (friso y mampostería).
Fuente: Autor

9. APOORTE AL CONOCIMIENTO

El manejo de personal de una obra debe ser con una actitud de enseñanza, haciendo y explicando detalladamente las funciones, logrando una mayor identificación con el personal, creando un ambiente de trabajo favorable, ameno y eficiente.

Se aprendió a medir elementos para poder ubicarlos, el proceso de instalación del hierro, ya que en campo es difícil en algunos casos la instalación y hacer despieces de material para realizar pedidos en las diferentes ferreterías de Bucaramanga.

Se realizaron cubicadas de alto volumen, las cuales tienen una gran responsabilidad por los valores en precio que tienen los materiales.

Se calcularon los materiales utilizados en la construcción de un apartamento modelo.

Se realizó la supervisión de el acopio de material (cerchas, parales y nopin) que iban a ser utilizados en el armado de las placas a fundir, para que este sea mas rápido, ya que, al tener el material a la mano, los oficiales solo tiene que realizar el proceso de armado lo que conlleva a un mayor rendimiento de obra y por consiguiente menores costos.

Se hicieron cortes de obra para contratistas, acompañados de verificación de calidad en los trabajos hechos, como por ejemplo mampostería y niveles de piso.

Se colaboró en la verificación de porosidad en un elemento estructural por medio de ultrasonido, avance muy bueno en la industria, ya que es mejor corregir errores en obra y no después en la vida útil de la estructura.

Se reconocieron todas las funciones que debe desempeñar un ingeniero civil en campo, teniendo en cuenta que día a día la toma de decisiones tiene que ser rápida y precisa. El ingeniero civil debe estar pendiente de todas las actividades que se desarrollan en obra, por esta razón es que Millenium Business Tower tiene en su plantel 5 ingenieros civiles dispuestos a solucionar cualquier inconveniente que pueda ocurrir.

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Realice labores de control y supervise las realizacion de las actividades diarias de la obra, teniendo como resultado buenos rendimientos y éxito en el armado de cada elemento, tal y como lo decian los planos estructurales del proyecto.

asigne labores a cada grupo de trabajo, teniendo en cuenta la agilidad de cada uno de ellos al momento de realizar una actividad en especifico, aprovechando la habilidad de los trabajadores en su campo. esto arrojó un resultado positivo agilizando procesos y ganando tiempo en el cronograma.

Utilice mis conocimientos adquiridos durante mi proceso de formacion, tanto en la universidad como en la experiencia tomada en campo, para resolver problemas o dudas diarias en la obra.

Realice correctamente los pedidos de concreto necesarios para fundir diferentes elementos estructurales, con el minimo de desperdicio de concreto posible, teniendo un buen manejo de los datos tomados en campo.

Agilicé el proceso de calculos de traslapos en obra, realizando un diagrama en autocad, llevando una secuencia de todos los traslapos instalados en obra, de esta manera no tener que realizar mediciones riesgosas en campo.

Implemente un formato de calculo de flejes el cual nos ayuda a tener la cantidad total de flejes necesarios para realizar el pedido de material con una mayor agilidad.

11. RECOMENDACIONES

Para facilitar la estadia en obra del residente, y que todos los procesos queden bien hechos, realizar diagramas que faciliten la lectura de los diseños en campo, haciendo que tanto los ayudantes como los ingenieros entiendan lo que esta plasmado en el plano.

Al momento de calcular volúmenes, tener en cuenta el estado del terreno, ya que, al cubicar la cimentación, o algún elemento que este en contacto con el terreno en bruto, el cual tiene imperfecciones, se puede tener un gran porcentaje de error en la cubicada.

Al momento de hacer los pedidos de material en especial el hierro, tener un muy buen control de las medidas a instalar, cortes de material y aprovechamiento total del material en obra. Tener en cuenta también los espacios de acopio de material.

Tener en cuenta que las responsabilidades en cada una de las actividades que le otorgan al ingeniero civil son de gran importancia en la programación de la obra, ya que algún error o atraso en materiales o actividades puede ocasionar un mal manejo de tiempos en obra, en conclusión, una perdida de material.

Al momento de estar a cargo de cualquier actividad en obra, hacer las correcciones necesarias al personal que este realizando esta actividad, ya que al realizar estas correcciones de malos métodos constructivos podemos evitar un percance en la realización de esta.

Sugerir siempre el uso de los elementos de protección personal, esto para evitar accidentes en cualquier momento.

A los practicantes o ingenieros civiles en formación se recomienda hacer un acercamiento de la profesión en campo, ya que diseñar frente de un computador no permite ver las dificultades que se podrían tener en obra al tratar de materializar los procesos o diseños plasmados en un papel. Añadiendo también que hay que tener respeto hacia las demás personas, saber manejar personal, y sobre todo no tener un alto ego ya que un ingeniero civil es bueno cuando busca soluciones a problemas, más no cuando solo manda a realizar procesos que en obra son casi imposibles.

12. REFERENCIAS

- [1] NSR 10 , «Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente NSR-10 (Ley 400 de 1997), Bogota, 2018,» [En línea].
- [2] Damos soluciones, «Innova Construcciones Mision y Vision,» [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/s4/la-compania/mision-y-vision>. [Último acceso: 2018].
- [3] Damos Soluciones, «Innova Construcciones Premio Internacional,» [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/publicaciones/9/premio-international-star-for-leadership-in-quality-paris-francia>.
- [4] Damos Soluciones, «Innova construcciones Venecia Imperial,» [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/proyectos/5/venecia-imperial>.
- [5] Damos soluciones, «Innova Construcciones Santorini 1,» [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/proyectos/6/santorini-condominio-i>.
- [6] Damos Soluciones, «Innova Construcciones,» [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/proyectos/7/santorini-condominio-ii>.
- [7] Damos soluciones, «Innova Construcciones,» [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/proyectos/8/latorre-montecarlo>.
- [8] Damos soluciones, «Innova Construcciones,» [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/proyectos/9/piazza-verona>.

- [9] Damos Soluciones, «Innova Construcciones», [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/proyectos/10/platinum-condominio>.
- [10] Damos Soluciones, «Innova Construcciones Palladium», [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/proyectos/1/palladium-condominio>.
- [11] Damos Soluciones, «Innova Construcciones Emporium», [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/proyectos/2/emporium-condominio-palace>.
- [12] innova. [En línea]. Available: Constructora Innova SAS, “Reglamento Interno de Trabajo Version 4-2018”, Bucaramanga, 2018 .
- [13] m. educ. [En línea]. Available: Ministerio de Educación, “Ley 1229 de 2008”, - Bogotá 2008. .
- [14] l. 842. [En línea]. Available: Congreso de Colombia, “Ley 842 de 2003” – Bogotá, 2003. .
- [15] l. 842. [En línea]. Available: Congreso de Colombia, “Ley 842 de 2003” – Bogotá, 2003. .
- [16] copnia. [En línea]. Available: COPNIA, Código de ética profesional, Bogotá: Gobierno en línea, 2003. .
- [17] D. Benitez. [En línea]. Available: D. Benitez, «Nueva ley sobre la responsabilidad del constructor de vivienda», Asuntos:Legales, 2017. .
- [18] Damos Soluciones, «Innova Construcciones, Millenium Business Tower,» [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/proyectos/4/millennium-business-tower>.
- [19] L. Ramirez. [En línea]. Available: L. C. Ramirez, El concreto Masivo, Mexico, 2008. .
- [20] SIKA. [En línea]. Available: SIKA, «Sikadur 32,» de Hoja de datos de productos, Bogotá, 2017, pp. 4-8.
- [21] Damos soluciones, «Innova constructora,» [En línea]. Available: <http://www.constructorainnova.com/inicio>.