

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO
SERRANÍA DEL HATO DE LA CONSTRUCTORA MARVAL.**

JUAN ALEJANDRO ARAQUE VESGA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2017

**PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO
SERRANÍA DEL HATO DE LA CONSTRUCTORA MARVAL.**

JUAN ALEJANDRO ARAQUE VESGA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director

ÁLVARO VIVIESCAS JAIMES

Ingeniero Civil, Ph.D

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
BUCARAMANGA**

2017

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	10
1. JUSTIFICACIÓN.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 OBJETIVO GENERAL	13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA	14
4. MARCO TEÓRICO	16
5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
6. ESPECIFICACIONES Y SUPERVISIÓN TÉCNICA BÁSICAS DEL PROYECTO	20
7. CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN DE LAS TORRES.....	24
7.1 PILOTES.....	25
7.1.1 Supervisión técnica.....	26
7.2 DADOS Y VIGAS.....	27
7.2.1 Supervisión técnica.....	29
7.3 LOSA DE CIMENTACIÓN	29
7.3.1 Supervisión técnica.....	31
8. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LAS TORRES	32
8.1 MUROS.....	34
8.1.1 Supervisión técnica.....	35
8.2 PLACA	39
8.2.1 Supervisión técnica.....	41
9. CONCLUSIONES	46
BIBLIOGRAFIA.....	48

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación de ciudades.....	15
Figura 2. Apto. modelo Serranía del ható.	18
Figura 3. Descripción del proyecto.....	19
Figura 4. Modelo listas de chequeo	22
Figura 5. Tabla resumen de desarrollos y traslapos para revisión de obra.....	23
Figura 6. Placa de cimentación y zapatas.	24
Figura 7. Planta localización de ejes y pilotes	25
Figura 8. Detalle intersección entre torres.	26
Figura 9. Detalle de refuerzo pilote 60 cm.	27
Figura 10. Detalle dados pilote 60 cm.....	28
Figura 11. Corte de la cimentación en el foso del ascensor.	29
Figura 12. Esquema de relleno compactado para la cimentación.....	30
Figura 13. Refuerzo en losa de cimentación.....	30
Figura 14. Construcción estructura torre 3 y 4.	32
Figura 15. Planta arquitectónica tipo.....	33
Figura 16. Detalle de ubicación del arranque de un muro estructural.....	34
Figura 17. Cuadro de arranque de muros estructurales y detalle de dimensiones.	35
Figura 18. Mallas de muros estructurales según el diseñador.....	36
Figura 19. Tabla de elementos de borde según el diseñador.	36
Figura 20. Especificación del acero en un elemento de borde.	37
Figura 21. Detalle del muro de mayor longitud.	39
Figura 22. Mallas inferiores de placa piso tipo.....	40
Figura 23. Mallas superiores de placa piso tipo.....	41

Figura 24. Tabla de especificaciones de mallas inferiores del diseñador.	42
Figura 25. Tabla de especificaciones de mallas superiores del diseñador.	42
Figura 26. Especificaciones para pase de tubería	43
Figura 27. Especificaciones para embebidos en concreto.....	44
Figura 28. Refuerzo de vigas de muro según el diseñador.....	45

RESUMEN

TITULO: PRÁCTICA EMPRESARIAL EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO SERRANÍA DEL HATO DE LA CONSTRUCTORA MARVAL *

AUTORES: JUAN ALEJANDRO ARAQUE VESGA **

PALABRAS CLAVE: Construcción de un proyecto de vivienda, correcta secuencia de actividades, programación de obra y rendimiento.

DESCRIPCIÓN

Para la construcción de un proyecto de vivienda es importante realizar una adecuada planeación basada en el presupuesto del proyecto y el plazo establecido. Esta herramienta es de gran ayuda para reducir los sobrecostos y/o retrasos garantizando el exitoso desarrollo del proyecto. Una de las áreas del desempeño profesional de los ingenieros es la supervisión de obra, con la cual se busca el control permanente para ayudar al cumplimiento de los estándares de calidad, tiempo y costos adecuados para la ejecución del proyecto. Para realizar una adecuada supervisión técnica es importante conocer en profundidad la información del proyecto como memorias de cálculo, planos y especificaciones técnicas de construcción.

Este documento se elabora como evidencia de los procesos llevados a cabo durante la realización de la práctica para la construcción de las 6 torres del proyecto “Serranía del ható” de la constructora MARVAL, mostrando así los procedimientos llevados a cabo, su relación con la programación de obra y el rendimiento de dichas actividades en la cimentación y estructura.

En el desarrollo de las actividades en obra se concluye que la experiencia de los ingenieros encargados y el adecuado control en la supervisión de las mismas evitan contratiempos con respecto a la programación, los cuales llevan a sobrecostos e inconvenientes en la etapa de construcción del proyecto como lo son ítems de cobro adicionales para los contratistas y cantidades adicionales a las contratadas en un principio, las cuales ya serían gastos adicionales. Además se prioriza la importancia para el buen desarrollo de todos los procesos que se realizan la organización y el entendimiento de todos los integrantes del grupo de trabajo, los cuales trabajan de acuerdo a las políticas de la empresa.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Civil, Director: ALVARO VIVIESCAS JAIMES, Ingeniero Civil

ABSTRACT

TITLE: BUSINESS PRACTICE IN THE CONSTRUCTION OF THE PROJECT SERRANÍA DEL HATO OF THE MARVAL CONSTRUCTION

AUTHORS: JUAN ALEJANDRO ARAQUE VESGA **

KEY WORDS: Construction of a housing project, correct sequence of activities, programming construction and performance.

DESCRIPTION

For the construction of a housing project it's important to proper planning based on the project budget and deadline. This tool is helpful to reduce cost overruns and / or delays by ensuring the successful development of the project. One of the areas of professional performance is supervising engineers work with permanent control which seeks to help meet quality standards, adequate time and costs for project implementation. For proper technical supervision it is important to know in depth project information as calculation reports, plans and technical construction.

This article works as evidence of the processes carried out while performing practice, for the construction of the six towers of "Serranía del ható" project of MARVAL construction, showing the procedures carried out, their relationship with programming construction and performance of such activities on the foundation and structure.

In the development of the activities on site, it is concluded that the experience of the engineers in charge and the adequate control in the supervision of the same avoid setbacks with respect to the programming, which lead to overcharges and drawbacks in the construction phase of the project as They are additional collection items for the contractors and additional amounts to those contracted in the beginning, which would already be additional expenses. It also prioritizes the importance for the good development of all the processes that are carried out the organization and the understanding of all the members of the working group, who work according to the company policies.

* Degree work

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Civil Engineering, Director: ALVARO VIVIESCAS JAIMES, Civil Engineer

INTRODUCCIÓN

Para la construcción de un proyecto de vivienda se deben tener en cuenta la programación y el presupuesto de obra, los cuales debe tener un seguimiento permanente para que las entregas de los inmuebles se den en los tiempos establecidos, calidad y costo previstos por la empresa y así evitar disminución en las ganancias e incomodidades por el retraso de la entrega al propietario.

Dicho de esta forma es como se debe tener los respectivos controles de costos, calidad y uso adecuado de maquinaria, equipos y materiales los cuales son representativos. Es así como se forma un equipo de trabajo interdisciplinario para hacer que todos los aspectos que se deben revisar queden incluidos en los procedimientos adecuados y en las políticas dadas por la empresa. Para realizar las actividades es necesario: el pedido de los materiales, la puesta de los mismos en obra y los equipos, maquinaria y mano de obra necesaria para que la actividad se ejecute de forma idónea.

Con este orden de ideas se establece una supervisión de la obra responsable de la calidad, contratación adecuada, oportuna y costos de los procesos constructivos; procedimientos legales como la estratificación, conexión de servicios públicos, escrituración y entrega del inmueble al usuario final.

Siendo así, en el presupuesto y programación de obra se establecen unos capítulos los cuales encierran actividades relacionadas con un producto final establecido tangible, con especificaciones definidas por el diseñador y las políticas de la empresa de acuerdo al objeto para el cual se ideó el proyecto y con la calidad respectiva ofrecida por la constructora al usuario.

La realización de una práctica empresarial para optar por un título profesional ayuda a fortalecer las competencias adquiridas en los estudios universitarios y explorar las diferentes áreas en las cuales se puede desempeñar, ayudando de esta manera a la competitividad en el ámbito laboral y de esta forma integrar todos los conocimientos necesarios para la correcta ejecución de un proyecto de construcción.

1. JUSTIFICACIÓN

Para una mejor comprensión y aprendizaje en el ejercicio profesional de la ingeniería, la práctica hace parte de lo que se lleva a la realidad en hechos demostrables y medibles. Es de esta forma como se aprende en mayor porcentaje los conceptos que pueden ser aplicados y así reforzar las competencias del profesional en proceso.

Por las razones anteriores es importante que la culminación de un proceso como lo es el estudio de una carrera profesional se realice de forma que el estudiante pueda aplicar todos los conceptos aprendidos y pueda tener un proceso en el desarrollo que conlleva a un profesional idóneo del perfil que amerita la Universidad Industrial de Santander.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar la práctica empresarial como auxiliar de ingeniería en la etapa de cimentación y estructura en la construcción del proyecto “SERRANÍA DEL HATO” en el tiempo de duración de la práctica.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Apoyar el seguimiento al proceso constructivo y los rendimientos de cada actividad ejecutada en obra.
- Elaborar la medición de las cantidades de obra ejecutadas.
- Supervisar las actividades programadas en obra durante el término de la práctica.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Marval nace como Sociedad Limitada el 24 de diciembre de 1976 en Bucaramanga y desde el año 1995 se encuentra identificada legalmente como Sociedad Anónima.

En 1979 su esfuerzo y determinación dieron sus frutos con la construcción en la Calle 36 con Carrera 13 su primer edificio, llamado MARVAL, posteriormente se ubicó en Socorro con la urbanización MANUELA BELTRÁN y en Girón con la construcción CORVIANDI UNO, estos municipios fueron los primeros en los que se construyó viviendas sin cuota inicial en Colombia. MARVAL S.A. es la constructora de vivienda líder en Colombia al estar en diferentes municipios en todo su territorio como lo son:

- Zipaquirá.
- Bogotá.
- Girardot.
- Barranquilla.
- Cartagena.
- Bucaramanga.
- Cali.
- Santa Marta.

Figura 1. Ubicación de ciudades.



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 02 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

MISION: Promover el desarrollo económico y social de las regiones donde participamos, construyendo con calidad e innovación, a través de una organización honesta, ágil, que trabaja en equipo y está comprometida con sus clientes, colaboradores y accionistas.

VISION: En el 2017, seremos líderes en los mercados regionales, participando significativamente en el sector de la construcción en Latinoamérica, con un portafolio diversificado, reconocido por la calidad, entrega a tiempo de construcciones integrales e innovadoras, la excelencia de nuestra gente y el buen servicio al cliente.¹

¹ MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 2 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

4. MARCO TEÓRICO

La supervisión técnica está dada como la verificación de la sujeción de las actividades de un proyecto de construcción a los planos y especificaciones técnicas dados por el diseñador para los elementos estructurales y no estructurales según el Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente.

La construcción de la estructura de edificaciones cuya área construida sea mayor a 3000 m², las de atención a la comunidad y por recomendación del diseñador estructural o geotecnista deben someterse a supervisión técnica. En los casos en que no se requiera la misma el constructor está obligado a realizarla por su cuenta.

El supervisor técnico debe ser un profesional idóneo capaz de realizar esta función y debe llevar un registro escrito con los siguientes documentos:

- Especificaciones técnicas de construcción y sus adendas.
- Programa de control de calidad debidamente en su alcance por el propietario y el constructor.
- Registro fotográfico de la construcción.
- Resultados e interpretación de los ensayos de materiales exigidos por el reglamento.
- Todo cambio, anotación o procedimiento llevado a cabo por la supervisión en los procesos constructivos y sus especificaciones.
- Conceptos emitidos por los diseñadores para su ejecución.
- Constancia dada por el supervisor técnico en el cual se manifiesta que la estructura y los elementos no estructurales se realizaron de acuerdo al reglamento de construcción sismo resistente.

El supervisor técnico debe entregar una copia de los planos record y del registro anteriormente descrito a la autoridad competente y guardar los mismos por un mínimo de 5 años.

Con lo anteriormente descrito en el proyecto mencionado se trabajó en esta área de supervisión de la estructura y cimentación de las torres seguida de una supervisión externa a la obra realizada por una empresa reconocida profesionalmente y con las garantías necesarias para esta actividad.

Este control de la calidad y correcta realización de las actividades era consignada de dos formas; una era la de la supervisión externa la cual tenía su respectiva bitácora y también se transcribía a medio magnético para su envío a los interesados y responsables de la misma. La otra era la realizada por el autor de este documento consignada en unas listas de chequeo de modelo estándar suministradas por la empresa en la cual se encontraban los ítems a revisar en cada actividad.²

²REGLAMENTO DE CONSTRUCCION SISMORESISTENTE NSR-10. Supervisión Técnica. Título I. Bogotá D.C.

5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Serranía del hato es un proyecto de la constructora MARVAL S.A. ubicado en Piedecuesta por la vía a Guatiguará, de la urbanización Rio del hato la cual se compone de una serie de conjuntos residenciales con su respectivo urbanismo.

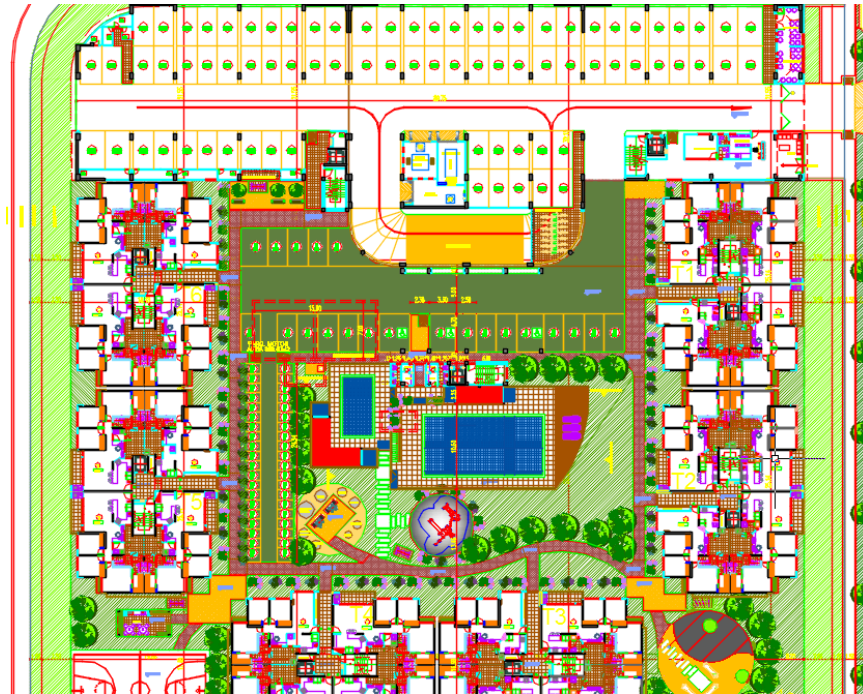
Figura 2. Apto. modelo Serranía del hato.



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 02 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Está compuesto de 6 torres de apartamentos con 12 pisos y cubierta metálica cada una con 48 apartamentos de 90 m² aproximadamente de área construida, dos piscinas, un club house, cancha poli deportivo y un edificio de parqueaderos.

Figura 3. Descripción del proyecto.



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 02 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

La fachada de las torres se encuentra pintada con tonos grises, blanco y terracota y los muros de las habitaciones con ladrillo a la vista color coral. Los balcones se encuentran en vidrio templado con terminaciones en aluminio. En los primeros pisos se colocaran unos jardines colgantes en algunas de las fachadas para darle un terminado más campestre a la edificación.

Cada apartamento posee tres habitaciones, dos baños, cocina, cuarto de ropas, una jardinera junto a la habitación principal, estudio, balcón amplio y en este mismo BBQ.³

³MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 2 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

6. ESPECIFICACIONES Y SUPERVISIÓN TÉCNICA BÁSICAS DEL PROYECTO

Concreto:

- Vigas de cimentación f'c: 28 MPa (4000 psi)
- Dados f'c: 28 MPa (4000 psi)
- Pilotes f'c: 21 MPa (3000 psi)
- Muros estructurales f'c: 28 MPa (4000 psi)
- Muros de contención f'c: 28 MPa (4000 psi)
- Placas f'c: 21 MPa (3000 psi)
- Escaleras f'c: 21 MPa (3000 psi)
- Tanque y piscina f'c: 28 MPa (4000 psi)

Acero de refuerzo:

- Barras corrugadas f'y: 420 MPa. Norma ntc - 2289
- Malla electrosoldada de alambres trefilados
- Corrugados de alta resistencia. Normas ntc - 1907 y ntc - 2310 f'y: 420 MPa.

Cargas muertas:

- Acabados 1.5 kN/m² (150 kg/m²).
- Muros divisorios 1.85 kN/m² (185 kg/m²).
- Cubierta teja barro 1.0 kN/m² (100 kg/m²).

Carga viva:

- Vivienda 1.8 kN/m² (180 kg/m²).
- Escaleras 3.0 kN/m² (300 kg/m²).
- Balcones 5.0 kN/m² (500 kg/m²).

Parámetros sísmicos

- Ciudad: Piedecuesta (Santander)
- Zona de amenaza sísmica: Alta.
- Grupo de uso I.
- Aceleración pico efectiva: $A_a = 0,25$
- Coeficiente de velocidad: $A_v = 0,25$
- Sistema estructural: muros estructurales.
- Coeficiente de modificación: $r=5,0$
- Capacidad de disipación: Especial (DES)



Estudio de suelos

- Consultor: Geotecnología s.a.s
- Ingeniero: Jaime Suárez Díaz.
- Perfil del suelo: C.

Se realizó la supervisión de las actividades siguiendo el modelo de la empresa para la lista de chequeo de estructura mostrada en la FIGURA 4.⁴

⁴ MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 2 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Figura 4. Modelo listas de chequeo

		LISTADO DE CHEQUEO EN OBRA						
PROYECTO		Serranía del Hato		INGENIERO ENCARGADO				
TORRE								
ACTIVIDAD		Estructura		FIRMA				
ITEMS A REVISAR								
1	Acero de refuerzo: Cantidad de barras	11	Malla electrosoldada: Separadores (cantidad y ubicación)					
2	Acero de refuerzo: Longitud de barras	12	Formaleta: Alineamiento y verticalidad					
3	Acero de refuerzo: Traslapos (ubicación y longitud)	13	Formaleta: Tensores, grapas y alineadores					
4	Acero de refuerzo: Ganchos	14	Formaleta: Bandas, geometría y nivelación					
5	Acero de refuerzo: Recubrimientos y separaciones	15	Recepción de concreto					
6	Malla electrosoldada: Tipos (diámetro, separación)	16	Pruebas de aceptación al concreto					
7	Malla electrosoldada: Ubicación	17	Vibrado y martillo caucho					
8	Malla electrosoldada: Traslapos (longitudinal, transversal)	18	Niveles de enrase y recorte					
9	Malla electrosoldada: Anclaje en elemento de borde	19						
10	Malla electrosoldada: Anclaje a bordes de placa	20						
Obra podrá adaptar el formato en número de filas y columnas de acuerdo a las características propias del proyecto, en número de torres y número de apartamento por piso								
Las convenciones para diligenciar el formato son las siguientes: OK cumple con el ítem, X no cumple con el ítem (en este caso, se debe consignar en el espacio de observaciones, hoja número 2 de este formato, las razones por las cuales no se cumplió el ítem revisado y el sitio exacto en el que se evidenció el incumplimiento; de esta manera facilitar la posterior revisión de la corrección), NA No aplica el ítem.								
	Fecha Rev 1	Fecha Rev 2	Fecha Rev 1	Fecha Rev 2	Fecha Rev 1	Fecha Rev 2	Fecha Rev 1	Fecha Rev 2
P I S O	APTO		APTO		APTO		APTO	
	1	1	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	2	2	2	2	2
	3	3	3	3	3	3	3	3
	4	4	4	4	4	4	4	4
	5	5	5	5	5	5	5	5
	6	6	6	6	6	6	6	6
	7	7	7	7	7	7	7	7
	8	8	8	8	8	8	8	8
	9	9	9	9	9	9	9	9
	10	10	10	10	10	10	10	10
	11	11	11	11	11	11	11	11
	12	12	12	12	12	12	12	12
								

MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 02 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Todo tipo de construcción debe quedar revisada de esta forma y consignada en los archivos de la obra.

Para la revisión de acero en obra se contaba con esta tabla suministrada por los ingenieros encargados en la cual se encuentra resumidas las longitudes de desarrollo y empalme para cada diámetro de barra en cada resistencia de concreto requerida usada en obra. Esta fue de gran ayuda ya que es una

herramienta de bolsillo con la cual se podía revisar en forma rápida ante cualquier duda los requerimientos del reglamento de construcción sismo resistente.

Figura 5. Tabla resumen de desarrollos y traslapos para revisión de obra.

LONGITUDES DE DESARROLLO L_d (mm) PARA BARRAS A TRACCIÓN				LONGITUDES DE EMPALMES PARA EL 100% DEL REFUERZO *						
BARRA No	3000 psi 44 db	4000 psi 38 db	5000 psi 34 db	BARRA No	3000 psi		4000 psi		5000 psi	
					100%	50%	100%	50%	100%	50%
3	42	36	33	3	55	42	47	36	43	33
4	56	50	44	4	65	56	64	50	57	44
5	70	61	65	5	91	70	80	61	85	65
6	84	73	73	6	110	84	95	73	95	73
BARRA No	3000 psi 55 db	4000 psi 47 db	5000 psi 42 db	BARRA No	3000 psi 55 db		4000 psi 47 db		5000 psi 47 db	
7	122	105	93	7	160	122	140	105	120	930
8	140	120	107	8	182	140	160	120	140	107

NOTAS

* Si se empalma al 50% del acero de refuerzo, la longitud de empalme es igual a la longitud de desarrollo

Fuente. MARVAL S.A. con base en la NSR- 10.

MARVAL S.A. para la capacitación de sus empleados calificados cuenta con una serie de capacitaciones las cuales se denominan Universidad MARVAL, esta es dada para que las personas que participan en ellas se enteren de modificaciones a los procedimientos de la empresa y correctas prácticas en el ejercicio profesional.

7. CONSTRUCCIÓN DE LA CIMENTACIÓN DE LAS TORRES

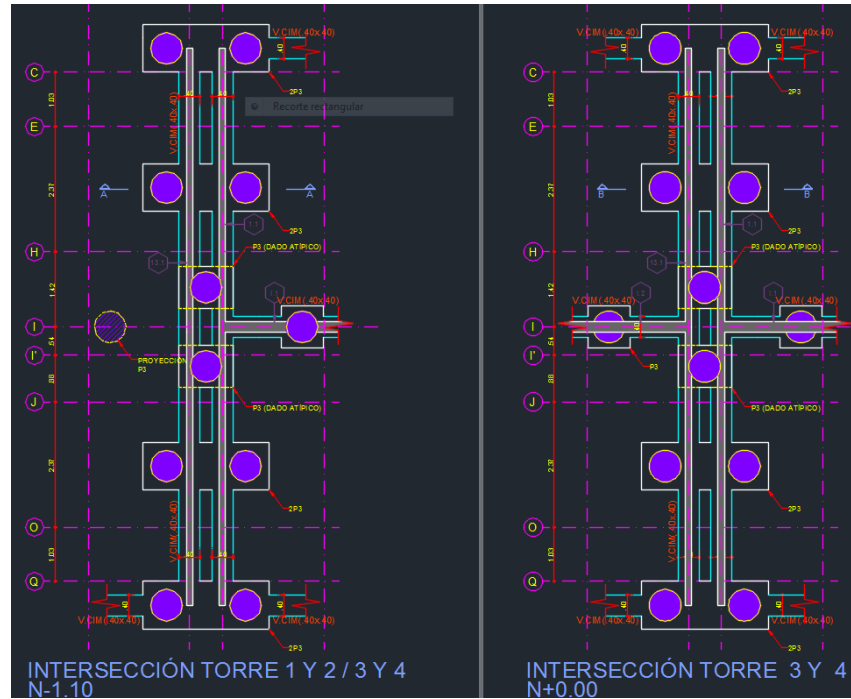
Figura 6. Placa de cimentación y zapatas.



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 02 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Serranía del hato está construido sobre un terreno el cual es un relleno que se hizo como mejoramiento del suelo existente.

Figura 8. Detalle intersección entre torres.



Fuente. MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 2 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

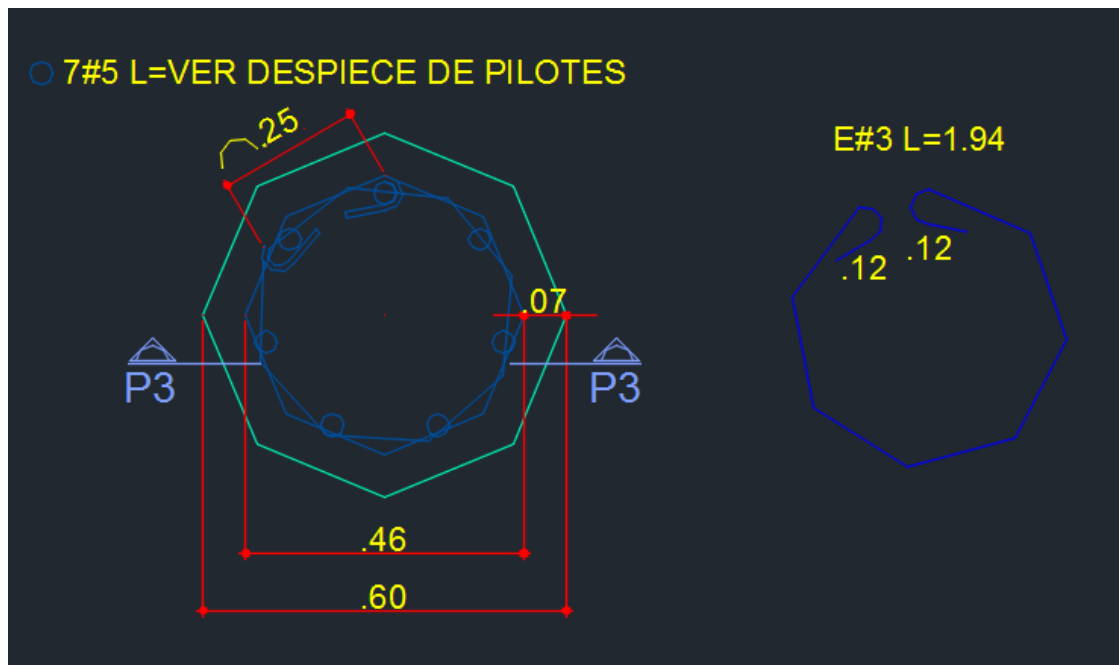
La excavación de cada pilote se hizo con camisas. Se excava hasta la profundidad necesaria mientras se van colocando las camisas. Luego se hace el descenso del refuerzo de acero y cuando se encuentra en la posición adecuada se funde con concreto tremie el cual es altamente fluido y cohesivo y disminuye la segregación.

7.1.1 Supervisión técnica. En trabajo conjunto se llamaba a la topografía de la obra para marcar la ubicación del inicio de la excavación de cada pilote según su numeración en planta con una varilla enterrada para cada punto por el eje del mismo.

Ya que el proceso de la excavación y encamisado puede llevar dos días en campo este procedimiento se realizaba con un control interno en una planta por cada una de las torres donde estaban la ubicación de cada pilote y donde se iba subrayando

los pilotes ya fundidos. Por ser una estructura grande el acero ya venía armado por pedido y se llevó a obra de esta manera para ser trasladado y ubicado con ayuda de maquinaria pesada. Ya excavado y encamisado el pilote se procedía a verificar los niveles de la posición del acero que se encontraran con las cotas adecuadas de acuerdo a los planos para el vaciado por parte de la obra del concreto.

Figura 9. Detalle de refuerzo pilote 60 cm.



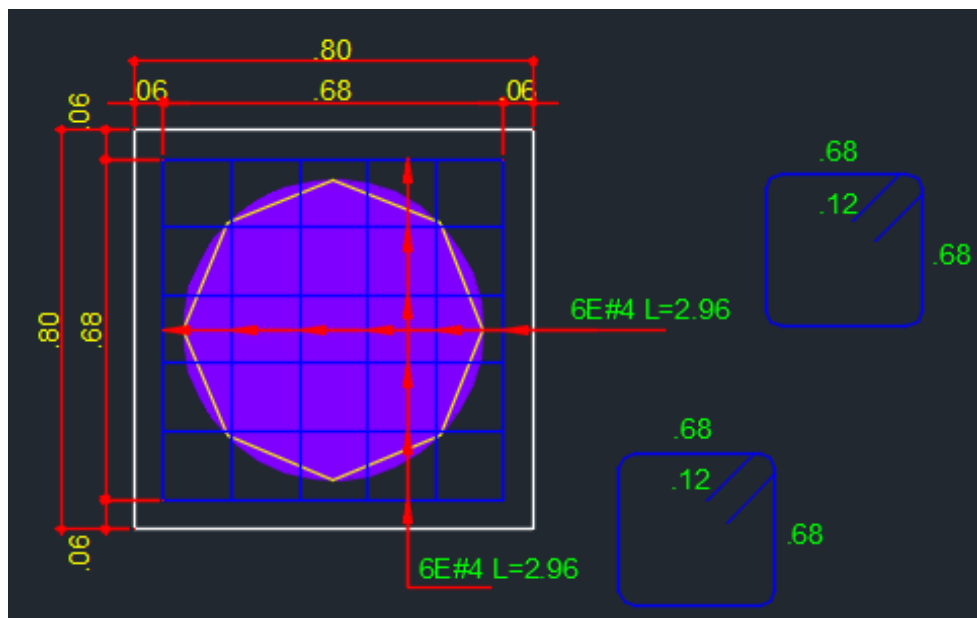
Fuente. MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 2 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

7.2 DADOS Y VIGAS

Posterior a la fundida del pilote quedan en la parte superior unas escuadras las cuales deben ir dentro de un dado hecho con acero figurado. Estas escuadras

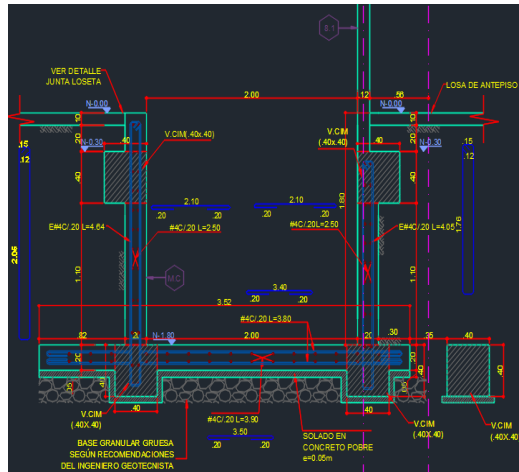
deben ser expuestas por medio del descabezado ya que el concreto normalmente queda sobre el nivel al cual debería estar finalmente la parte superior del mismo. Las vigas que conforman la cimentación y entrelazan los dados para unir los pilotes deben llevar el acero pasando entre los dados sin excepción ya que el no hacer esto haría que el pilote no trabajara de la forma adecuada. Se procede después de tener los pilotes fundidos a hacer la excavación manual de los dados y vigas para la colocación del refuerzo y verter el concreto para las mismas. Al fundir las vigas ya deben ir dentro los arranques de los muros para los desarrollos de los mismos en la cimentación.

Figura 10. Detalle dados pilote 60 cm



Fuente. MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 2 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Figura 11. Corte de la cimentación en el foso del ascensor.



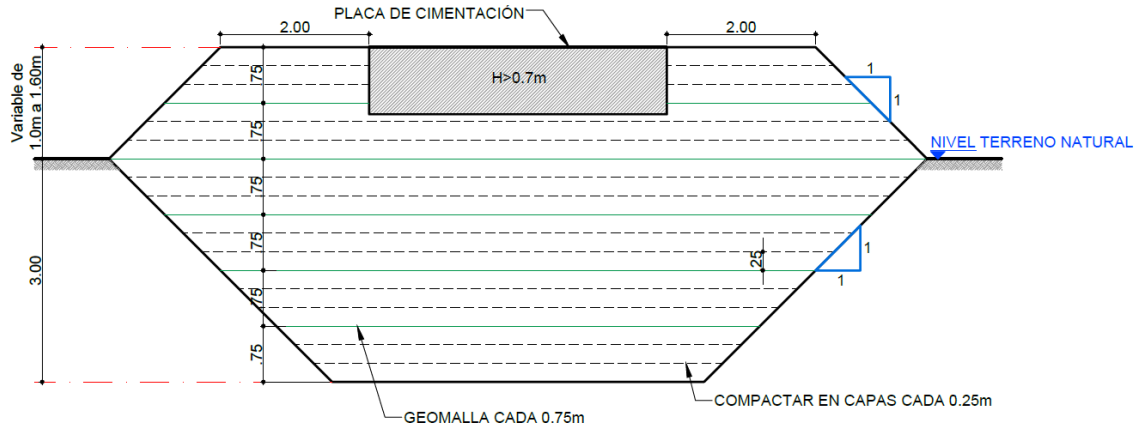
Fuente. MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 6 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

7.2.1 Supervisión técnica. El acero figurado de los dados fue pedido al proveedor pero el armado por razones constructivas es en obra con lo cual se verificó la posición correcta de los mismos. Para las torres 3 y 4 el acero de las vigas de amarre fue pedido recto por los requisitos de refuerzo de las secciones transversales ya que coincidían en muchos casos el número de las barras y su cantidad por lo cual se revisó los traslapos del mismo y que estos no ocurrieran en zonas críticas como cerca a los dados o en el centro de las mismas.

7.3 LOSA DE CIMENTACIÓN

Las torres 5 y 6 del proyecto por inconvenientes con el tiempo de las cimentaciones con pilotes ya que excedían el permitido por programación, se procedieron a hacerse con losa de cimentación. Para las mismas se hizo un relleno con geo malla como se muestra en la **figura 12**.

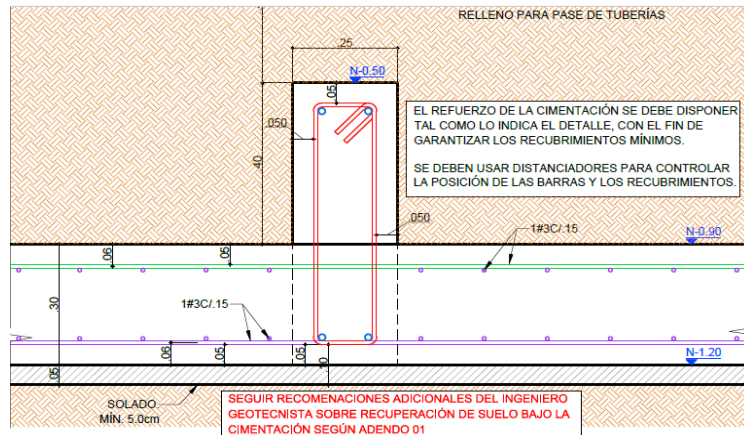
Figura 12. Esquema de relleno compactado para la cimentación.



Fuente. MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 6 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Teniendo el relleno hecho se procede a la excavación de la losa. A esta se le pone un solado de base, luego se arma el acero de las vigas y la losa, se funde primero la losa, luego las vigas y por último se rellena los espacios restantes con tierra sin olvidar que deben ir los respectivos arranques embebidos en las vigas. **Ver figura 13.**

Figura 13. Refuerzo en losa de cimentación.



Fuente. MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 6 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

7.3.1 Supervisión técnica. Se revisa la marcación con la topografía de los límites de la excavación de la retro excavadora con varillas enterradas y líneas de cal. En cada una de las capas se verificó niveles, ubicación de la geo malla, y ensayo de proctor en campo para el control del adecuado grado de compactación. En el armado de la estructura se revisa traslapos, desarrollos y cuantías de acero longitudinal y transversal puestas en obra para el correcto funcionamiento de la estructura con sus respectivos niveles y recubrimientos para lo cual se usaban distanciadores hechos de 5 cm de espesor de concreto sobrante sobre las cuales se asentaba el refuerzo.⁵

⁵ MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 6 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

8. CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE LAS TORRES

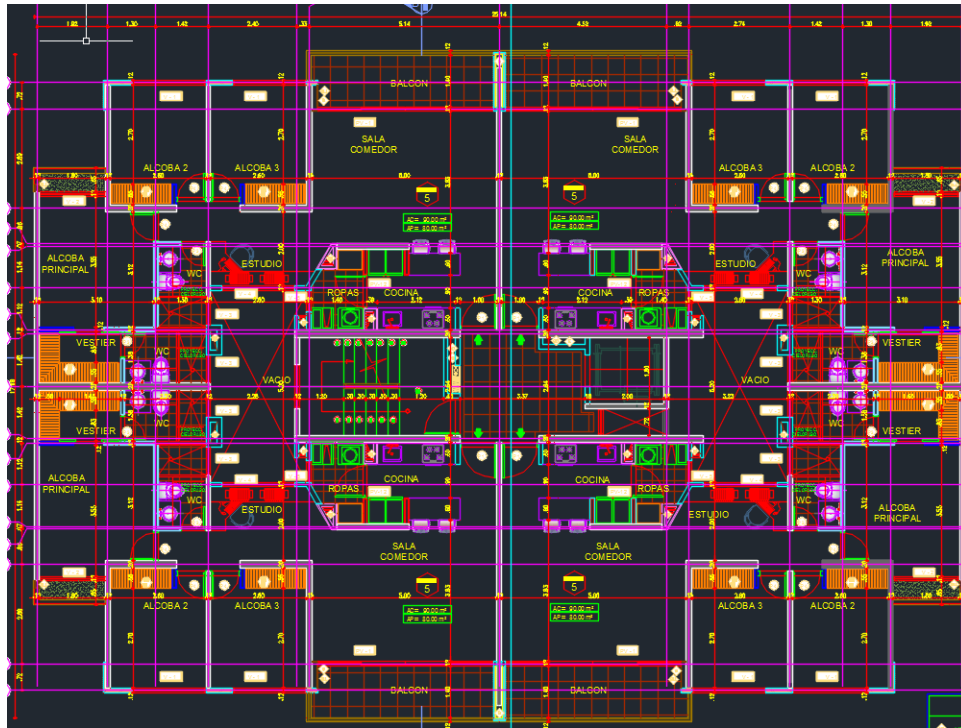
Figura 14. Construcción estructura torre 3 y 4.



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 10 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Para la construcción de las torres se programó junto con los ingenieros encargados del proyecto un rendimiento diario de 2 apartamentos fundidos. El piso de cada una de las torres tiene 4 apartamentos en su área por lo cual se puede decir que el rendimiento es medio piso diario.

Figura 15. Planta arquitectónica tipo.



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 10 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

En la figura vista se ve una línea de color azul que divide las torres. Esta es la junta constructiva en la cual el diseñador estableció poner una viga del tipo viga muro para placa espesor 15 cm y en la cual se acaba un día la fundida de los apartamentos del lado “A” o del lado izquierdo de la torre. Al siguiente día al concreto ya endurecido se le hecha en la junta sika dur 32 primer para la unión entre las dos partes de la placa siendo concreto nuevo el del siguiente día, unos minutos antes del vertimiento del concreto del lado “B”.

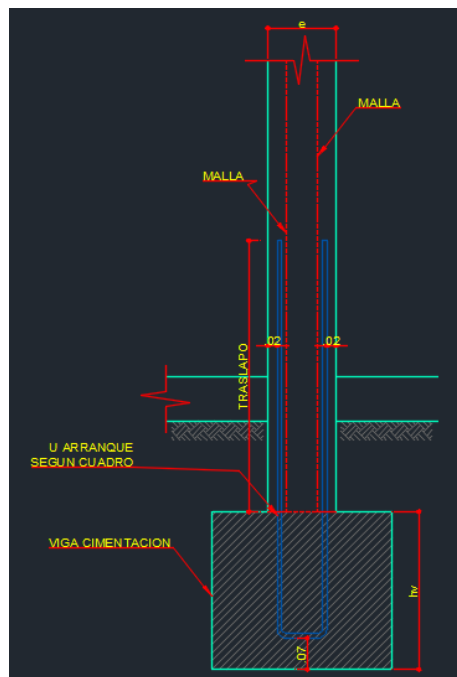
De esta forma en la que se construyen las torres se evita mayor traslado de formaleta y se tiene un mejor control de los procedimientos de la misma.

8.1 MUROS

Teniendo los arranques de muros de la cimentación se procede a armar los muros con acero figurado. Ya que la mayoría de estos en los primeros 4 pisos de la estructura posee muros con acero figurado.

Mirando la **figura 15** se puede ver que los arranques se usan para darle continuidad a la estructura desde la cimentación y así mismo el acero de estos debe tener su respectivo traslazo con el acero de los muros para que la misma se dé. Los arranques dependen del espesor del muro y en el caso de este proyecto se encuentran hechos en forma de “u” por ser muros de doble malla o doble refuerzo en su totalidad.

Figura 16. Detalle de ubicación del arranque de un muro estructural.




MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 8 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Luego de esto se funden lo que se llaman unos dados sobre las vigas para sentar las formaletas de los muros y hacer el respectivo cimbrado de las caras de estos de acuerdo a las ubicaciones rectificadas por el topógrafo y el maestro encargado de esta actividad llamado en obra el “ejero” el cual rectifica y ubica los muros en planta para el armado de la formaleta sobre estas caras. Después de esto se procede al armado y fundida de los muros.

8.1.1 Supervisión técnica. Desde la cimentación se revisan los arranques que correspondan en su separación, diámetro del acero, longitud y dimensiones de acuerdo al espesor de los muros y su refuerzo para que así se de continuidad a la estructura.

Figura 17. Cuadro de arranque de muros estructurales y detalle de dimensiones.

MURO e (m)	ACERO	SEPARACIÓN (m)	b (m)	TRASLAPO (m)
.08	#3	C/.20	0.15	0.50
.10	#3	C/.20	0.06	0.50
.12	#3	C/.20	0.08	0.50
.15	#4	C/.15	0.10	0.60
.20	#4	C/.15	0.15	0.60
.25	#5	C/.20	0.20	0.75
.30	#5	C/.20	0.25	0.75



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 11 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Donde “a” es igual al traslape dominante entre el diámetro del acero del arranque y el del muro más la altura de la viga menos el recubrimiento de la misma el cuál es aproximadamente 7 centímetros de acuerdo al manual de construcciones sismo resistentes.

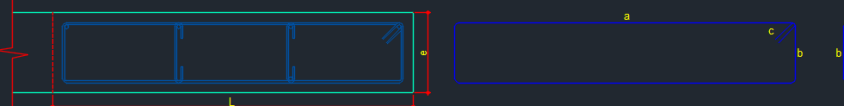
Figura 18. Mallas de muros estructurales según el diseñador.

MALLA	REFUERZO VERTICAL		REFUERZO HORIZONTAL	
	Sv		Sh	
	Ø (mm)	S (cm)	Ø (mm)	S (cm)
M1	6.0	15	6.0	15
M2	5.5	15	5.5	15
M4	7.5	15	7.5	15
M5	8.5	15	8.5	15
M6	8.0	15	8.0	15
M7	#3	15	#3	20
M9	#4	20	#4	20
M10	#3	15	#3	15
M12	#4	15	#3	25
M13	#5	15	#3	10

MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 11 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Después de esto y que se armen los muros con sus respectivas mallas electro soldadas, tuberías eléctricas, hidráulicas, sanitarias y acero figurado se procede a llamar al encargado del acero de la estructura por parte del contratista para hacer la revisión del mismo.

Figura 19. Tabla de elementos de borde según el diseñador.



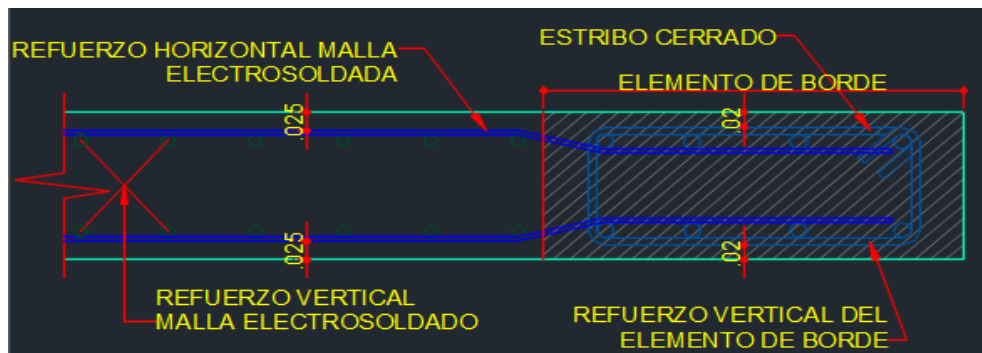
e x L	ESTRIBO			GANCHOS	
	a	b	c	CANTIDAD	L
.12x.40	0.36	.08	.075	E#2cl.075 L=1.05 *	1 0.23
.12x.60	0.56	.08	.075	E#2cl.075 L=1.45	1 0.23
.12x.80	0.76	.08	.075	E#2cl.075 L=1.85 *	2 0.23
.12x1.00	0.96	.08	.075	E#2cl.075 L=2.25 *	3 0.23
.15x.20	0.16	.11	.075	E#2cl.075 L=0.70	0 N/A
.15x.40	0.36	.11	.075	E#2cl.075 L=1.10	1 0.26
.15x.60	0.56	.11	.075	E#2cl.075 L=1.50	1 0.26
.20x.20	0.16	0.16	.075	E#2cl.075 L=0.80 *	0 N/A
.20x.40	0.36	0.16	.075	E#2cl.075 L=1.20 *	1 0.31
.20x.60	0.56	0.16	.075	E#2cl.075 L=2.30	1 0.31
.20x.80	0.76	0.16	.075	E#2cl.075 L=2.00	2 0.31
.20x1.00	0.96	0.16	.075	E#2cl.075 L=2.40	3 0.31
.20x1.20	1.16	0.16	.075	E#2cl.075 L=2.80	4 0.31
.20x1.40	1.36	0.16	.075	E#2cl.075 L=3.20	5 0.31

MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 11 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Ya cuando la estructura se encuentra con el refuerzo adecuado se da el orden de armar la formaleta de los mismos la cual debe ser revisada en las plomadas de los muros en todas las direcciones, correcta cantidad de cuñas y pin grapas ya que la formaleta usada para la estructura fue armada en su mayoría con formaleta FORSA, longitudes de muros, longitudes de elementos de borde, ubicación de cimbras con los ejes de los muros y utilización de alineadores para que los muros queden rectos de acuerdo a los planos.

Como una aclaración de cómo trabaja la formaleta FORSA esta es de muro y placa lo que quiere decir que se arman las dos partes de forma monolítica. Esta formaleta se manda a hacer a la medida por parte de la obra según los planos estructurales y se recibe en obra junto con una capacitación de su uso y revisión de medidas por parte de los ingenieros encargados. En lo que a costos se trata esta formaleta al ser especial tiene un costo elevado el cuál debe ser amortizado en una gran cantidad de fundidas y torres con las mismas dimensiones para que se justifique esta inversión.

Figura 20. Especificación del acero en un elemento de borde.

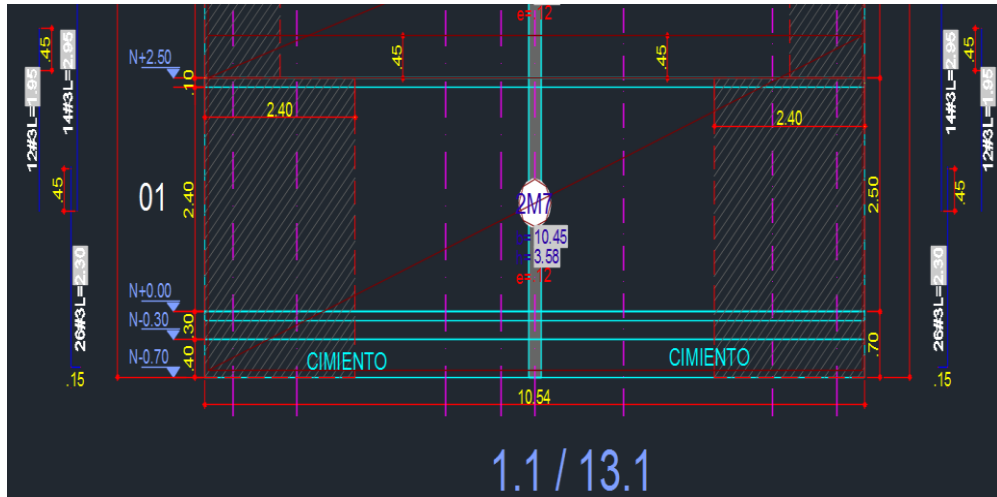


MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 11 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

El detalle anterior lo muestra el diseñador en sus especificaciones para mostrar la importancia de que el acero de refuerzo en malla del muro deba ir anclado dentro de los elementos de borde tomando en cuenta que los extremos de la malla hacer que la continuidad en el muro se dé.

Ya con esto se da la orden para que se empiece la fundida de los muros de dos apartamentos, el cual es el rendimiento diario. Estos dos apartamentos tienen en volumen promedio de concreto de 25 m³ y las siguientes especificaciones: concreto siuf evolution, auto nivelante, de agregado de ¾ de pulgada, 4000 psi de resistencia y con extensión de 65 cm de diámetro revisada con la prueba de cono en obra. Temperatura por debajo de los 33 grados centígrados a su llegada. Los ensayos de revisión de las características del mismo se hacen por parte de una persona designada para la actividad la cual debe llevar registro escrito de las características, piso y torre, día de llegada y sacar los 6 cilindros, los cuales se deben ensayar en un laboratorio para corroborar la resistencia del mismo a 7, 14 y 28 días. El muro de la **figura 21** es el muro de mayor longitud, con un espesor de 20 cm, el cual como se ve en el detalle lleva elementos de borde de 2.40 m de longitud, 26 barras 3/8 de pulgada en cada extremo y refuerzo de la forma M7 de la nomenclatura del diseñador el cual corresponde a barras de 3/8 de pulgada cada 15 centímetros vertical y barras 3/8 de pulgada cada 20 centímetros horizontal a doble malla.

Figura 21. Detalle del muro de mayor longitud.



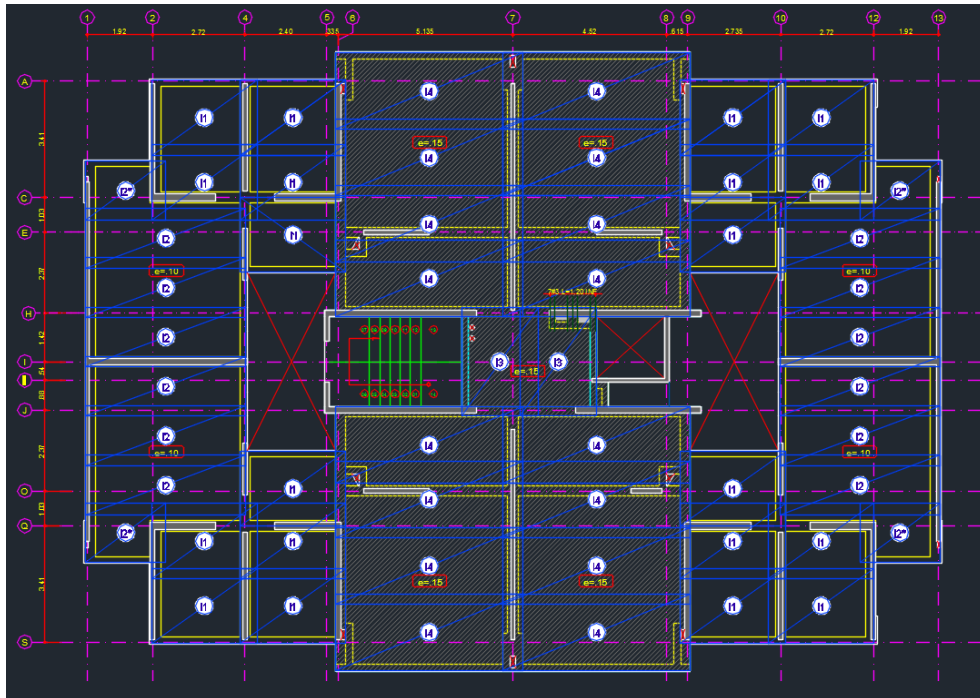
MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 12 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

8.2 PLACA

Como se dijo anteriormente al usarse una formaleta monolítica de muro y placa, esta debe armarse en forma conjunta para lo cual después de tenerse armada la formaleta de muros, se arma la de placa. Teniendo las dos anteriormente unidas monolíticamente se revisan las plomadas de los muros y la nivelación de la placa. Cuando se rectifican los anteriores junto con los aceros de refuerzo, tuberías eléctricas, sanitarias e hidráulicas de la placa se procede a verter el concreto de placa el cual es outinord, 3000 psi de resistencia, asentamiento de 6 pulgadas y el cual necesita de vibrador mecánico para su conformación y evitar hormigueros en la estructura. El volumen del concreto de placa para fundir los dos apartamentos diarios de rendimiento en obra es de 25 m³ promedio.

La placa como se puede ver en las siguientes figuras tiene un espesor en el centro de la torre de 15 cm y de 10 cm en sus extremos.

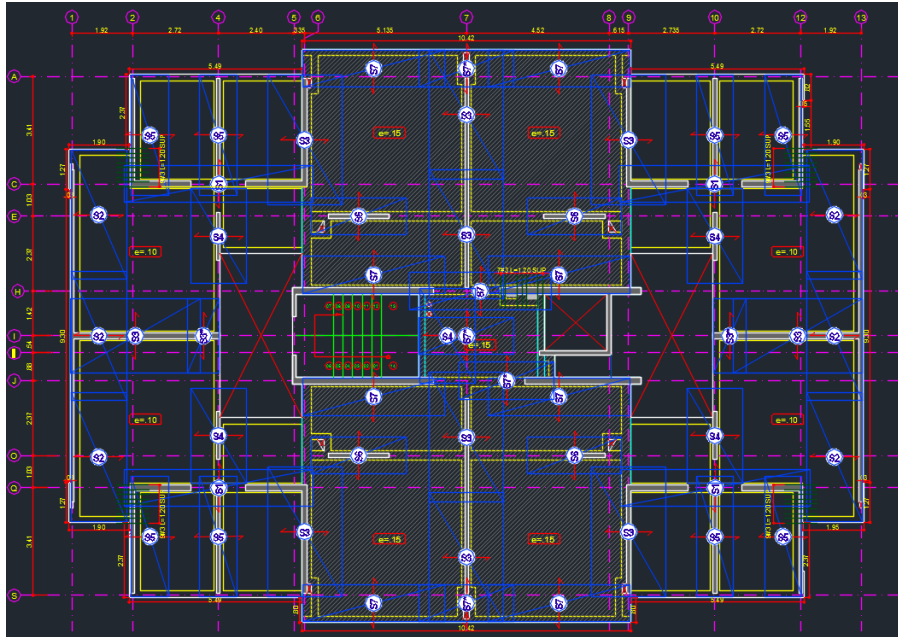
Figura 22. Mallas inferiores de placa piso tipo.



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 12 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Las mallas inferiores vienen de dos tipos diferentes, una para cada espesor con sus respectivos grafiles y sus separaciones entre los mismos.

Figura 23. Mallas superiores de placa piso tipo.



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 12 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Las mallas superiores son mallas especiales dadas por el diseñador las cuales tienen un requerimiento de grafil de mayor diámetro en la dirección perpendicular a los muros gracias al momento negativo que allí se ejerce.

8.2.1 Supervisión técnica. Con la formaleta de placa ya armada y con los respectivos paraleles de nivelación puestos se procede a poner la malla inferior y las vigas muro de refuerzo para lo cual se revisaba con un calibrador pie de rey y con plano en planta la ubicación de las mallas y sus diámetros de grafil de refuerzo.

Figura 24. Tabla de especificaciones de mallas inferiores del diseñador.

MALLA	L1 (m)	L2 (m)	Ref. Principal	Ref. Repartición
I1	3.10	2.20	Ø6.5mm c/.15 L=3.10	Ø6.5mm c/.15 L=2.20
I2	4.70	1.75	Ø6.5mm c/.15 L=4.70	Ø6.5mm c/.15 L=1.75
I3	2.25	3.20	Ø8.5mm c/.15 L=2.25	Ø8.5mm c/.15 L=3.20
I4	5.50	2.25	Ø8.5mm c/.15 L=5.50	Ø8.5mm c/.15 L=2.25

MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 13 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Después de que las mallas inferiores se encuentren en su posición se deja un tiempo para que los trabajadores eléctricos e hidrosanitarios pongan sus respectivas tuberías, pases en placa y buitrones para las montantes.

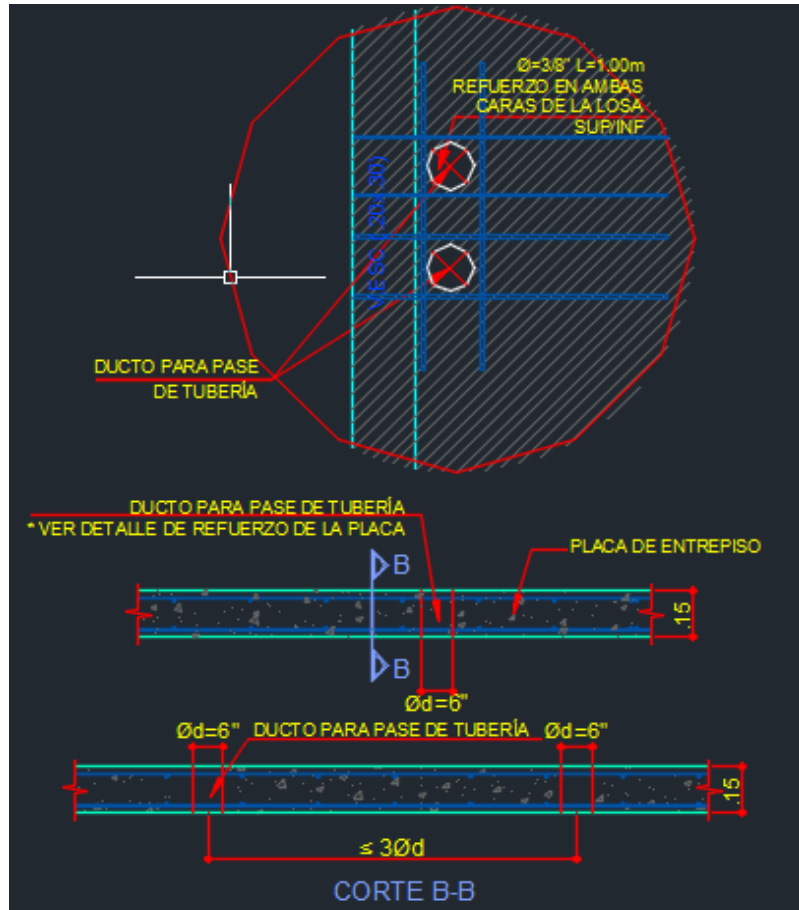
Al terminar con la puesta de las redes se procede con la ubicación de las mallas superiores las cuales se revisó su ubicación, sentido del refuerzo, dimensión de la malla y cantidad.

Figura 25. Tabla de especificaciones de mallas superiores del diseñador.

MALLA	L1 (m)	L2 (m)	Ref. Principal	Ref. Repartición
S1	1.175	6.00	Ø7.0mm c/.10 L=1.175	Ø5.0mm c/.25 L=6.00
S2	1.76	4.10	Ø8.0mm c/.10 L=1.76	Ø5.0mm c/.25 L=4.10
S3	2.35	4.10	Ø8.0mm c/.10 L=2.35	Ø5.0mm c/.25 L=4.10
S4	1.76	3.00	Ø7.0mm c/.15 L=1.76	Ø5.0mm c/.25 L=3.00
S5	1.175	3.80	Ø6.0mm c/.15 L=1.175	Ø4.0mm c/.25 L=3.80
S6	1.175	3.00	Ø7.0mm c/.10 L=1.175	Ø5.0mm c/.25 L=3.00
S7	1.175	4.50	Ø7.5mm c/.15 L=1.175	Ø5.0mm c/.25 L=4.50

MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 13 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

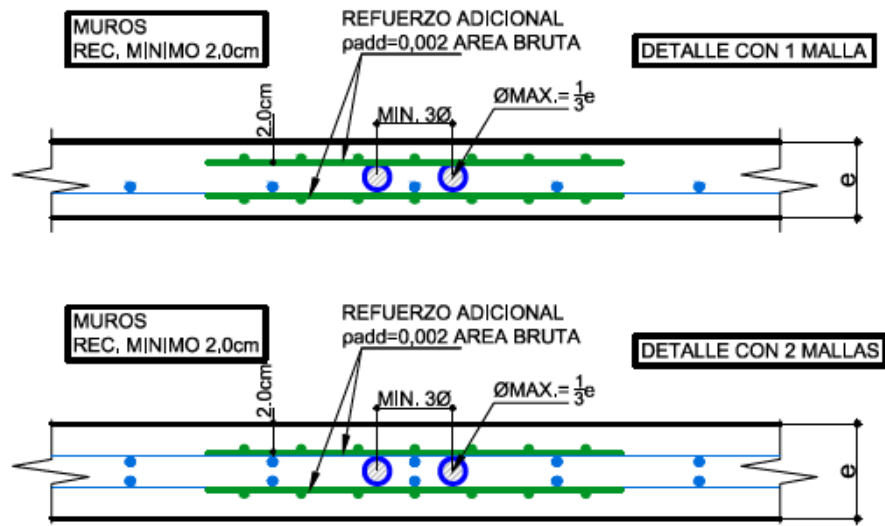
Figura 26. Especificaciones para pase de tubería



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 13 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Como requisito para todo tipo de discontinuidad que deba hacerse en la estructura por motivos de necesidad para las instalaciones ya sea para los diferentes pasos de tuberías en placa, se debe tener en cuenta las especificaciones dadas por el diseñador estructural. Según lo visto en las figuras si son pases verticales deben llevar un refuerzo adicional de 3/8 de pulgada que refuerce el espacio entre ellas y alrededor. También deben estar espaciados a una longitud no menos de 30 veces el diámetro del orificio.

Figura 27. Especificaciones para embebidos en concreto.

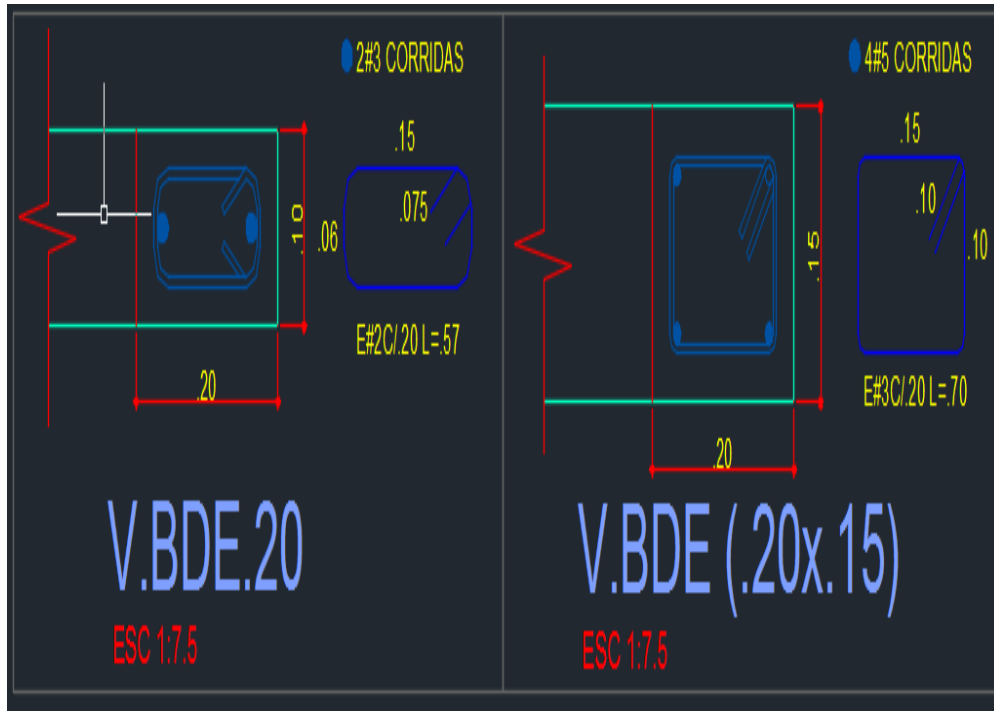


e(m)	ØMAX. TUBO	REFUERZO ADICIONAL (cm ²)	REFUERZO DE MALLA	
			X	Y
0,08	1"	1,6	5,5 C/.15	5,5 C/.15
0,10	1½"	2,0	6,5 C/.15	6,5 C/.15
0,12	1½"	2,4	7,0 C/.15	7,0 C/.15
0,15	2"	3,0	7,5 C/.15	7,5 C/.15
0,20	2"	4,0	7,5 C/.10	7,5 C/.10

MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 13 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Para las tuberías que van a lo largo de la placa se debe tener en cuenta como se ve en la tabla el espesor de la placa, con este y con el diámetro de la tubería se escoge el área del refuerzo adicional la cual debe tener las especificaciones de malla según los grafiles, separaciones dadas, distancias entre tuberías y de la misma forma para las vigas de muro no se debe atravesar las mismas longitudinalmente ya que estas tuberías evitan que la función estructural de estas vigas se lleve a cabo.

Figura 28. Refuerzo de vigas de muro según el diseñador.



MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 13 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

Los detalles en la figura vista anteriormente corresponden a las vigas de muro especificadas por el diseñador para cada espesor de placa las cuales se deben poner a los largo de los muros para realizar la continuidad estructural entre estos y la placa según como se ve en planta en los planos de mallas del piso tipo.⁶

⁶ MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 14 de diciembre de 2016]. Disponible en: <http://www.marval.com.co/>.

9. CONCLUSIONES

- Se encontró que por cuestiones de programación de obra atrasada se prefiere construir una cimentación de placa y dejar los pilotes de lado gracias a sus inconvenientes que no se pueden estimar como lo son rocas en la perforación y problemas con la maquinaria.
- Se evidencio que de acuerdo al correcto uso de la topografía y el marcado de los muros desde los primeros pisos se garantiza que la estructura queda como en los planos sin ningún tipo de corrección o demolición por deficiencias.
- Un adecuado proceso de supervisión técnica lleva a que la obra tenga una congruencia con la programación y los costos evitando así inconvenientes para el constructor y el usuario final.
- En el sistema túnel la posición de las tuberías de instalaciones de acuerdo a la estructura puede influir en el comportamiento de la misma por lo cual se debe seguir las recomendaciones del diseñador.
- Entre los inconvenientes de obra se encontró la no instalación de algunos aceros, los cuales la supervisión externa lo evidencio después de la construcción de algunos pisos para lo cual se le pide al diseñador estructural avale la estructura y de el dictamen de su correcto funcionamiento.
- Todo tipo de muros o placa demolidos por problemas en el vaciado del concreto ya sea por disgregación o por hormigueros en el mismo, lo cual disminuye su capacidad de carga se deben fundir con un concreto de mayores especificaciones de resistencia y se deben reforzar en su totalidad de acuerdo al criterio de la supervisión y del diseñador.
- Tomando en cuenta las políticas de especificaciones de acabados de la constructora se toma que para que no aumenten los costos por eventualidades en los acabados y adecuada estética de los mismos se debe llevar especial control en las plomadas de los muros y las nivelaciones en los parales de apoyo de la formaleta de placa.

- Si no se tiene un correcto marcado de los ejes se incurre en algunos desfases de muros en vertical por lo cual se disminuye el área bruta de trabajo del muro y para lo cual se debe revisar el mismo con el diseñador y la supervisión para evitar problemas con la estructura.
- El cambio de la formaleta normalmente usada conseguida en el mercado y la formaleta FORSA la cual es monolítica de un piso a otro lleva a desfases en vertical de los muros de grandes dimensiones lo cual debe ser revisado por la supervisión y el diseñador.

BIBLIOGRAFIA

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION –
ICONTEC. Barras corrugadas y lisas de acero de baja aleación, para refuerzo de
concreto. NTC 2289. Bogotá D.C.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION –
ICONTEC. Código colombiano de fontanería. NTC 1500, Bogotá D.C.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION –
ICONTEC. Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.
NTC 550. Bogotá D.C.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION –
ICONTEC. Instalaciones de suministro de gas. NTC 2505. Bogotá D.C.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION –
ICONTEC. Mallas electrosoldadas de acero, fabricadas con alambre corrugado,
para refuerzo de concreto. NTC 2310. Bogotá D.C.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION –
ICONTEC. Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. NTC
396. Bogotá D.C.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCION SISMORESISTENTE NSR-10. Concreto
estructural. Título C. Bogotá D.C.

REGLAMENTO DE CONSTRUCCION SISMORESISTENTE NSR-10. Supervisión
Técnica. Título I. Bogotá D.C.

MARVAL S.A. [SITIO WEB]. [Consulta: 2 de diciembre de 2016]. Disponible en:
<http://www.marval.com.co/>.