

**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL
MODALIDAD PASANTÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**



**SUPERVISION EN EL CONTROL DE CALIDAD DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA
AMPLIACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL CAMPANARIO-POPAYÁN**

**CRISTIAN FELIPE JARAMILLO GONZÁLEZ
100411024179**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION
POPAYÁN-CAUCA
2016**

**INFORME DE PRÁCTICA PROFESIONAL
MODALIDAD PASANTÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**SUPERVISION EN EL CONTROL DE CALIDAD DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA
AMPLIACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL CAMPANARIO-POPAYÁN**



**CRISTIAN FELIPE JARAMILLO GONZÁLEZ
100411024179**

DIRECTOR: ING. HUGO EDUARDO MUÑOZ MUÑOZ

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCION
POPAYÁN-CAUCA
2016**

Nota de aceptación

FIRMA DEL DIRECTOR DE PASANTÍA

Ing. HUGO EDUARDO MUÑOZ MUÑOZ

FIRMA DEL JURADO

FIRMA DEL JURADO

Tama	TABLA DE CONTENIDO	PAGINA
1	INTRODUCCIÓN	1
2	JUSTIFICACIÓN	2
3	OBJETIVOS	3
3.1.	OBJETIVO GENERAL	3
3.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
4	INFORMACIÓN GENERAL	4
4.1.	INFORMACIÓN DE LA OBRA	4
4.2.	LOCALIZACIÓN	4
4.3.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
4.4.	EMPRESA RECEPTORA	5
4.5.	INFORMACIÓN DE LA PASANTÍA	7
5	METODOLOGÍA	8
5.1.	INDUCCIÓN	9
5.2.	REVISIÓN EN INTERPRETACIÓN DE PLANOS	9
5.3.	SUPERVISIÓN DE OBRA	10
5.4.	ESPECIFICACIONES DE OBRA	10
5.5.	SEGUIMIENTO DE OBRA	11
6	TRABAJO REALIZADO	11
6.1.	RED DE DRENAJES DE A.LL Y A.R	17
6.2.	RED DE FILTROS: CONTROL DEL NIVEL FREÁTICO	22
6.3.	CIMENTACIONES	24
6.4.	VIGAS DE CIMENTACION	30
6.5.	PAVIMENTACIÓN DEL SÓTANO DE PARQUEO	37
6.6.	SISTEMA ESTRUCTURAL	39
6.7.	SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA	44
6.7.1.	VIGAS Y COLUMNAS	45
6.7.2.	LOSA DE ENTREPISO	46
7	ASPECTOS APRENDIDOS EN LA PASANTÍA	53
7.1.	PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES EN OBRA	53
7.2.	MANEJO DE PERSONAL EN OBRA	53
7.3.	SUPERVISIÓN E INSPECCIÓN EN OBRA	54
7.4.	SALUD OCUPACIONAL E HIGIENE EN LA OBRA	54
7.5.	INTERPRETACIÓN DE PLANOS	54
7.6.	ASPECTOS CONSTRUCTIVOS EN EL PROYECTO	55
8	ANÁLISIS DEL LOGRO DE OBJETIVOS	56
9	CONCLUSIONES	58
10.	RECOMENDACIONES	61
11.	BIBLIOGRAFIA Y ANEXOS	64

No de fig.	TABLA DE IMÁGENES	PAGINA
FIGURA 1	UBICACIÓN DEL PROYECTO	9
FIGURA 2	PROPÓSITO DEL PROYECTO	10
FIGURA 3	ASPECTOS GENERALES DE LA OBRA	15
FIGURA 4	ESTACIÓN TOTAL DE TOPOGRAFÍA	11
FIGURA 5	RETROEXCAVADORA PAJARITA	12
FIGURA 6	CUADRILLA TRABAJANDO EN LA EXCAVACIÓN PARA RED DE DESAGÜES	17
FIGURA 7	INSTALACIÓN DE COLCHÓN DE ARENA O MIXTO PARA TUBERÍA	18
FIGURA 8	INSTALACIÓN DE TUBERÍA	19
FIGURA 9	TERMINADO DE CAJAS DE INSPECCIÓN	21
FIGURA 10	COMPACTACIÓN CON SALTARÍN	21
FIGURA 11	MATERIAL DE RELLENO	21
FIGURA 12	CARGADOR TIPO BOBCAT	22
FIGURA 13	TUBERÍA PARA FILTRO	23
FIGURA 14	PIEDRA O MATERIAL PARA LA CAPILARIDAD DE LOS FILTROS	23
FIGURA 15	MAQUINA PILOTEADORA	25
FIGURA 16	ADICIÓN DE LODO BENTONÍTICO	26
FIGURA 17	RECUPERACIÓN DEL LODO BENTONÍTICO.	27
FIGURA 18	ARMADO DE PILOTES Y MICROPILOTES	27
FIGURA 19	COLOCACIÓN DEL PILOTE O MICROPILOTE EN LA PERFORACIÓN	28
FIGURA 20	COLOCACIÓN DEL PILOTE O MICROPILOTE EN LA PERFORACIÓN	28
FIGURA 21	DESCABEZADO DEL PILOTE	29
FIGURA 22	FUNDICIÓN DEL DADO DE CIMENTACIÓN	30
FIGURA 23	AMARRE DEL DADO DE CIMENTACIÓN	30
FIGURA 24	COLOCACIÓN DEL ARMADO DE LA VIGA DE CIMENTACIÓN	32
FIGURA 25	ANCLAJE ENTRE VIGAS, COLUMNAS Y DADOS DE CIMENTACIÓN	33
FIGURA 26	ANCLAJE LISTO PARA FUNDIR	33
FIGURA 27	FORMALETEADO DE VIGAS DE CIMENTACIÓN	34
FIGURA 28	COMPACTACIÓN CON VIBRO-COMPACTADOR	38
FIGURA 29	FIGURA 29. DENSÍMETRO NUCLEAR	38
FIGURA 30	LOSA DEL SÓTANO DE PARQUEO	38
FIGURA 31	ALLANADORA O HELICÓPTERO	39
FIGURA 32	CORTADORA DE CONCRETO	39
FIGURA 33	SISTEMA ESTRUCTURAL Y EL ACABADO PROGRAMADO PARA EL PROYECTO	40
FIGURA 34	MONTAJE DE LA ESTRUCTURA METÁLICA	43
FIGURA 35	UNIÓN ENTRE COLUMNA Y DADOS DE CIMENTACIÓN	44
FIGURA 36	REFORZAMIENTO DE LA ESTRUCTURA METÁLICA, CON BARRAS LONGITUDINALES Y ACERO TRANSVERSAL	45
FIGURA 37	ACABADO DE LA REALIZACIÓN DE OBRA NEGRA EN LA ESTRUCTURA DEL PROYECTO	46
FIGURA 38	IMPLEMENTACIÓN DE GATOS MECÁNICOS MIENTRAS CURA EL CONCRETO	51
FIGURA 39	MALLA ELECTRO-SOLDADA PARA EL CONTROL AL CORTANTE	52
FIGURA 40	INSTALACIÓN DE LA MALLA ELECTRO-SOLDADA EN LA LÁMINA DE METAL DECK	52
FIGURA 41	FUNDICIÓN DE LA LOSA EN METAL DECK	52

1. INTRODUCCIÓN

Las pasantías son actividades cuyo objeto es contribuir a la formación profesional de los estudiantes de ingeniería, estableciendo dos finalidades muy contundentes en la realización de estas prácticas; por una parte, el estudiante comienza a explorar el campo laboral en un ámbito profesional, donde expone a la práctica los conocimientos adquiridos en la academia y por otro, el estudiante adquiere experiencia para su formación profesional.

El siguiente informe presenta el proyecto de grado realizado mediante la modalidad de pasantía realizada entre un acuerdo por parte del programa de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD DEL CAUCA y la entidad receptora ARINSA S.A. (Enfocada principalmente a ser una empresa constructora de proyectos de infraestructura de excelente calidad, con las mejores tecnologías. De las cuales se encuentran la construcción de viviendas, edificaciones, conjuntos habitacionales y residenciales, apartamentos, hoteles y centros comerciales). En el cual se acordó que el estudiante de ingeniería civil CRISTIAN FELIPE JARAMILLO GONZALEZ realice su práctica profesional mediante la modalidad de pasantía en la AMPLIACION DEL CENTRO COMERCIAL CAMPANARIO como proyecto de grado denominado SUPERVISION EN EL CONTROL DE CALIDAD DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE LA AMPLIACIÓN DEL CENTRO COMERCIAL CAMPANARIO-POPAYÁN.

En la actualidad, en la ciudad de Popayán están en ejecución varios proyectos ingenieriles, reconociendo que la principal actividad económica del municipio es el comercio, se encuentran dos grandes proyectos de infraestructura para centros comerciales en la ciudad. Uno de ellos es el CENTRO COMERCIAL CAMPANARIO, el cual se está mejorando y ampliando para los requerimientos que solicita la comunidad payanesa.

La constructora ARINSA S.A, acogió al estudiante de Ingeniería Civil de la universidad del Cauca a vincularse en tales proyectos e iniciar su práctica o pasantía como modalidad de trabajo de grado para obtener el título como profesional. Este proyecto multifamiliar ofrece al estudiante aplicar sus conocimientos, técnicos y prácticos para seguir un control en la ejecución de la obra, tanto en la utilización de materiales, como en procesos constructivos, donde el estudiante obtuvo la posibilidad de exponer sus aportes para la solución de problemas que se presentan en el día a día de la obra.

2. JUSTIFICACIÓN

Las pasantías contribuyen una herramienta muy valiosa para el estudiante, debido a que se da la posibilidad al estudiante de poner en práctica habilidades, conocimientos y aptitudes desarrolladas en la academia, permitiendo resolver dudas e inquietudes que se presenten en la vida laboral como profesional y favorecen la participación activa en las diferentes actividades programadas por la empresa donde se desarrolla la pasantía.

El ejercicio de la pasantía en la CONSTRUCTORA ARINSA S.A permitió aplicar todos los conocimientos referidos a procesos constructivos, teniendo en cuenta que el ámbito constructivo es muy amplio y está en constante cambio e innovación. El tiempo en obra fortaleció cualidades como puntualidad, responsabilidad, destreza visual, habilidad para el manejo de personal, criterio para la toma de decisiones, contribuyendo en la formación del carácter profesional necesario para el campo laboral.

El avance tecnológico y la utilización de nuevas modalidades constructivas, que han hecho que el avance en obra sea mucho más dinámico en comparación a procedimientos constructivos más conservadores. Lo cual se verá reflejado en el aprendizaje constante y continuo del pasante, convirtiéndose esta, en una importante experiencia profesional, laboral y personal para el egresado.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Supervisar y efectuar el control de calidad en los procesos constructivos de la ampliación del Centro Comercial Campanario-Popayán.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Inspeccionar, identificar y colaborar en el proceso técnico de la construcción de la ampliación del centro comercial Campanario.
- Conocer el funcionamiento de los procesos en la obra evaluando el control de calidad de los materiales, hacer cumplir las especificaciones dada por los especialistas a cargo de la parte estructural, de suelos, arquitectónicos, etc.
- Supervisar los ensayos de los materiales para determinar sus propiedades y características (resistencia, densidad, etc.) para posibles reclamos en el control.
- Presentar por medio de informes mensuales, durante el tiempo de pasantía en la obra, las actividades realizadas y lo aprendido, al final entregar un informe general de la experiencia obtenida como pasante en el desarrollo de construcción de la ampliación del centro comercial Campanario.
- Aprovechar los conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil y aplicarlos en la obra, identificando las fortalezas y debilidades para lograr un mejor resultado.

4. INFORMACIÓN GENERAL

4.1. NOMBRE DEL PROYECTO

AMPLIACION DEL CENTRO COMERCIAL CAMPANARIO.

4.2. LOCALIZACIÓN

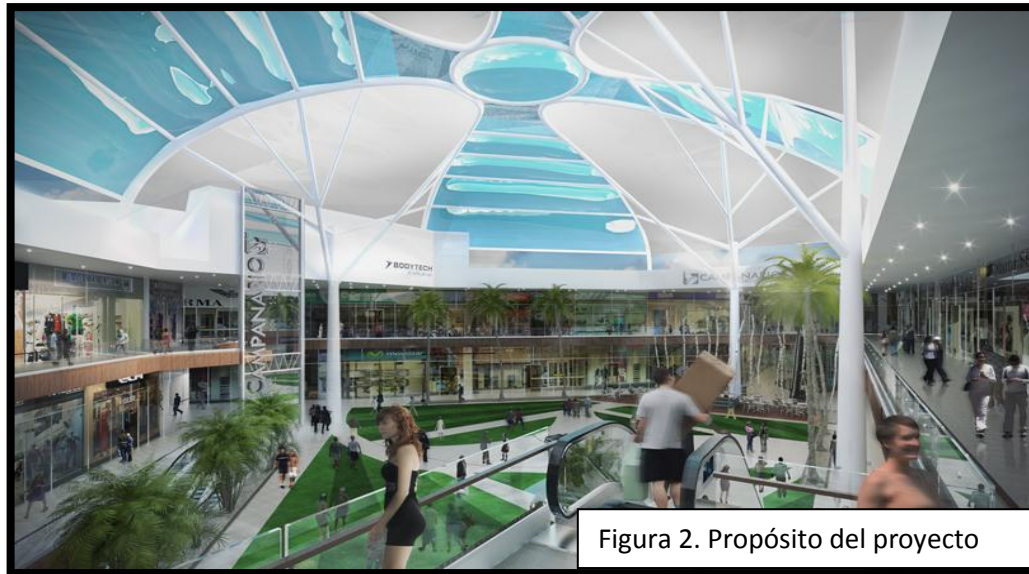
Carrera 9 #24AN-21, Popayán, Comuna 1.



4.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La ampliación del centro comercial Campanario está proyectada sobre los parqueaderos actuales en la parte occidental y el lote recientemente adquirido al Municipio de Popayán con un área de 7.540 m² que permitirá construir en un sótano 400 parqueaderos de vehículos más y 450 parqueaderos de motos en

cubierta, 50 locales comerciales para nuevas marcas entorno a una plazoleta de eventos con las características arquitectónicas y materiales de última generación.



El propósito fundamental de la ampliación de Campanario es consolidar el proyecto comercial que le cambió la cara a Popayán y que se convirtió en un punto de encuentro ciudadano, un lugar representativo de la ciudad que genera más de 1200 empleos directos y 3000 empleos indirectos.

El proceso de la ampliación inició en el mes de Junio 2015 y finalizará en Agosto 2016.

4.4. EMPRESA RECEPTORA

ARINSA ARQUITECTOS E INGENIEROS S.A es una empresa constructora de proyectos de infraestructura de excelente calidad, con las mejores tecnologías. De las cuales se encuentran la construcción de viviendas, edificaciones, conjuntos habitacionales y residenciales, apartamentos, hoteles y centros comerciales. Consolidando a la empresa como una de las mejores en el departamento del Cauca, con estándares de calidad excelentes.



CAMPANARIO CENTRO COMERCIAL dentro de los principales objetivos y metas a desarrollar por parte de la constructora ARINSA ARQUITECTOS E INGENIEROS S.A. Desarrolla un proyecto de ampliación con las mejores marcas y espacios que consolidaran y mantendrán al centro comercial como el mejor del Cauca.

AMPLIAMOS PARA TI, CAMPANARIO CENTRO COMERCIAL DENTRO DE SUS PRINCIPALES OBJETIVOS Y METAS A CUMPLIR, LA **CONSTRUCTORA ARINSA S.A.** DESARROLLA UN PROYECTO DE AMPLIACIÓN CON LAS MEJORES MARCAS Y ESPACIOS QUE CONSOLIDARAN Y MANTENDRA AL CENTRO COMERCIAL COMO EL MEJOR DEL CAUCA.

AMPLIAMOS PARA TI
ARINSA
ARQUITECTOS E INGENIEROS S.A.

NUEVAS MARCAS

CENTRO DE NEGOCIOS
OFICINAS DE 50m² en venta

INFORMES:
OFICINA 301
PBX (2)8234763

CEL:
(318)359-2495
(320)839-2573

4.5. INFORMACIÓN DE LA PASANTÍA

Entidad receptora: ARINSA ARQUITECTOS E INGENIEROS S.A.

Nombre del pasante: CRISTIAN FELIPE JARAMILLO GONZALEZ.

CARGO: Ingeniero supervisor de obra.

OBJETIVOS DEL TRABAJO: Supervisar y efectuar el control de calidad en los procesos constructivos de la ampliación del Centro Comercial Campanario-Popayán.

Director(a) de obra: Ing. YACKELINE FERNANDEZ.

Residente de obra: Ing. CAROLINA MUÑOZ.

Director por parte de la Universidad: Ing. HUGO EDUARDO MUÑOZ.

FECHA DE INICIACION: 14 de Diciembre del 2015.

FECHA DE CULMINACION: 22 de Marzo del 2016.

5. METODOLOGÍA

5.1. INDUCCIÓN

La inducción se efectúa por parte de los ingenieros directores de la obra, presentando un panorama general de los objetivos que se pretenden alcanzar y las actividades que están en ejecución durante la iniciación de la práctica profesional, por parte del pasante, además de los objetivos que se pretenden alcanzar con la vinculación del pasante en la obra.

Luego se procede a realizar la presentación con el personal profesional, técnicos, tecnólogos y trabajadores en general, ofreciendo una visión más amplia de las actividades asignadas al pasante y así, tener oportunidad de identificar el personal presente en obra para diligenciar, gestionar, evaluar y tramitar cada una de las actividades y problemáticas que se encuentren en obra a medida que se avanza en la ejecución del proyecto.

Se procede a identificar en el lote, cada una de las actividades constructivas que se están desarrollando en obra, en donde el pasante realizara el control y supervisión de obra.

Es pertinente aclarar, que al iniciar de la práctica por parte del pasante, debido a la amplitud del proyecto, algunas actividades ya habían iniciado y avanzado en algunos tramos del lote para la ampliación del centro comercial CAMPANARIO, en el cual, procedimientos constructivos como cimentación, instalación de estructura metálica y fundición de elementos estructurales, red de aguas lluvias y aguas residuales, filtros, entre otros; ya habían comenzado su ejecución y el pasante adoptó y aportó sus conocimientos adquiridos en la Universidad para acoplarse al ritmo de trabajo establecido por la entidad receptora encargada de llevar a cabo la construcción de este proyecto ingenieril.

Finalmente se elabora un cronograma de seguimiento de obra, el cual está enfocado al buen manejo de los materiales y de la calidad de los procesos y procedimientos constructivos, con el fin de evitar inconvenientes durante dichas actividades, sumado al control necesario para que cada uno de los planos establecidos en los diseños para cimentación, estructurales, hidráulicos (red de aguas lluvias y aguas residuales, filtros), diseños arquitectónicos, entre otros. Con el propósito de asegurar su posterior materialización en campo, bajo todos los estándares de calidad que exige la norma en cada uno de los procesos constructivos.

Dicha inducción tiene una duración de dos semanas, en la cual se potencializa los conocimientos adquiridos en la academia, y se dan algunos consejos y recomendaciones constructivos que complementan los conocimientos ya adquiridos.

5.2. REVISIÓN E INTERPRETACIÓN DE PLANOS

Durante la inducción, se recopilan las especificación en los planos hidráulicos, específicamente, en la red de aguas residuales y aguas lluvia, red de filtros; como también cimentaciones, estructurales, arquitectónicos. Para su posterior estudio y materialización. La interpretación de los planos requiere de gran habilidad para poder detectar errores en las medidas adoptadas en el plano y la materialización de los diseños, lo que evitara inconvenientes y dificultades posteriores.

5.3. SUPERVISIÓN DE OBRA

Conociendo el procedimiento a seguir en los procesos constructivos y tomando como ejemplo las experiencias adquiridas en campo, se realizan recorridos de obra, los cuales tienen como finalidad, dirigir a la cuadrilla pertinente las actividades cotidianas necesarias para el avance del proyecto, junto a la corrección de discrepancias que se presenten en obra; de tal manera detectar el

error antes de que se materialice y así ceñirse a los parámetros de calidad que exige la ejecución de un proyecto tan magno como la ampliación del centro comercial CAMPANARIO.

5.4. ESPECIFICACIONES DE LA OBRA

En las especificaciones de la obra, el ingeniero encargado debe tener el criterio y conocimiento para garantizar que cada una de las actividades que se ejecuten en la realización del proyecto, posean los estándares de calidad en cada una de las etapas constructivas. Es por ende que el pasante debe tener conocimiento de cada una de las especificaciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de las actividades.

5.5. SEGUIMIENTO DE OBRA

El seguimiento de obra, se realiza llevando unos controles de calidad en cada una de las actividades, en el cual el pasante debe exponer su mayor criterio, disposición, actitud y conocimiento para argumentar cada una de las decisiones que se tomen, explicando su punto de vista, aportando a la entidad su idea, en la cual se indiquen el cómo y el porqué de sus participaciones con el objetivo de obtener mejores calidades en las actividades realizadas y minimizar los tiempos de ejecución de dichas actividades.

Además de los conocimientos ingenieriles aprendidos y puesto en práctica en la academia, como también en los conocimientos empíricos aprendidos a través de la observación y/o escucha hacia los ingenieros directores y residentes en la obra, también, el pasante tuvo participación activa en procedimientos de seguridad industrial, reconociendo al trabajador como parte fundamental en las actividades cotidianas y por ende, su integridad debe garantizarse.



Figura 3. Aspecto general de la obra

6. TRABAJO REALIZADO

Debido a que en la ampliación del CENTRO COMERCIAL CAMPANARIO se han contratado varias empresas para la ejecución del proyecto, con la cual se pretende distribuir las actividades, en empresas especializadas a dichas actividades y a la vez, se trabaje con simultaneidad en el objetivo de asegurar el tiempo de entrega del proyecto. El pasante tiene la responsabilidad de estar atento ante cualquier eventualidad en cualquiera de las empresas encargadas, de tal forma, llevar un control y seguimiento para cada una de las actividades que se ejecuten con el objetivo de garantizar estándares de calidad en cada una de las etapas constructivas necesarias para la consecución del proyecto.

Las principales empresas establecidas para la consecución del proyecto son las siguientes:

MEISA. Metálicas e ingenieros S.A

Estructura metálica y cubierta, Fundición de la losa para pavimento, losa de entre pisos y elementos estructurales, cimentaciones.

VICTORIA ARIZA. Excavaciones y obras civiles S.A.S

Movimiento de tierras y excavaciones, mejoramiento de la subrasante, riego y compactación de bases granulares para pavimento.

Constructora ARINSA. S.A

Elementos hidráulicos, desagües, red de aguas lluvia y aguas residuales, mampostería, acabados arquitectónicos, fachadas, red contra incendios y de detección contra incendios, instalaciones eléctricas y de comunicaciones.

Cada una de las actividades desarrolladas para la ejecución del proyecto, se realizó en trabajo conjunto de todas las entidades presentes y el trabajo realizado por el pasante estuvo bajo la coordinación de los ingenieros residentes y directores del proyecto, los cuales prestaron su conocimiento y experiencia para que el pasante lograra con satisfacción cada una de las actividades en las que tuvo participación

6.1. RED DE DRENAJES DE A.LL Y A.R

La red de drenajes de aguas lluvias y aguas residuales es un sistema primordial para la evacuación de aguas en este proyecto, dicha importancia tiene como finalidad mejorar las condiciones higiénicas y ambientales mediante la construcción, ejecución y vida útil del proyecto.

El procedimiento constructivo de una red de aguas lluvia y aguas residuales, tiene las siguientes etapas:

Primeramente se debe replantear, trazar y/o representar en el terreno el diseño hidráulico de la red de evacuación de aguas residuales y de aguas lluvia, con la ayuda topográfica, para garantizar la precisión y la exactitud del replanteo. El equipo topográfico de la obra tiene las coordenadas de los diseños hidráulicos de la red de drenajes de A.LL y de A.R. para luego representarlas en el terreno, donde se representan mediante estacas, los puntos de inicio y fin de cada uno de los ramales presentes del sistema de drenaje.



Figura 4. Estación total de topografía

Una vez marcados los puntos de inicio y fin de cada uno de los ramales presentes en el sistema de drenaje mediante estacas, se procede a demarcar mediante cal, el sentido y recorrido de excavación para la instalación de las tuberías de desagües.

El procedimiento de excavación se realiza mediante el trabajo de equipo de construcción, RETROEXCAVADORA PAJARITA, donde el procedimiento de excavación se ejecuta con cuidadoso control y supervisión por parte del ingeniero pasante, de tal manera que la profundidad de excavación no supere las profundidades establecidas en los diseños y así, evitar tener mayores profundidades que conlleven a generar un gasto mayor en el relleno de dichas excavaciones.

La excavación por parte del equipo de construcción, RETROEXCAVADORA PAJARITA, pretende agilizar el proceso de excavación pero no garantiza un perfil uniforme en el corte, simplemente adecua las condiciones de trabajo para los trabajadores, de tal manera que ellos perfilen la excavación de acuerdo a las exigencias que requiere el diseño de la red de drenajes de A.LL y A.R.



Antes de comenzar a perfilar el corte mediante la fuerza de trabajo prestada por los trabajadores de la cuadrilla, el equipo topográfico toma niveles en los puntos de inicio y fin del ramal, para garantizar la pendiente establecida por el diseño hidráulico en cada uno de los ramales, los cuales se representan en obra mediante hilo de cáñamo, el cual se toma de guía de excavación para los trabajadores, de tal manera que el perfil de excavación quede en a la profundidad exigida por el diseñador.



Una vez terminada la excavación se procede a realizar un colchón de arena, triturado o una mezcla de ambas; el cual trabajará como soporte de la tubería y a la vez, sirva para tener un soporte homogéneo debido a que en la excavación, el suelo de corte no presenta uniformidad en los suelos y la excavación presenta algunos desniveles,



Figura 7. Instalación del colchón de arena o mixto para la tubería

Una vez culminada la uniformidad lograda con el colchón de soporte, se procede a instalar la tubería de PVC de diámetro establecido por especificación dada por el diseño hidráulico en cada uno de los ramales, bien sea para desagües de aguas residuales o de aguas lluvia.

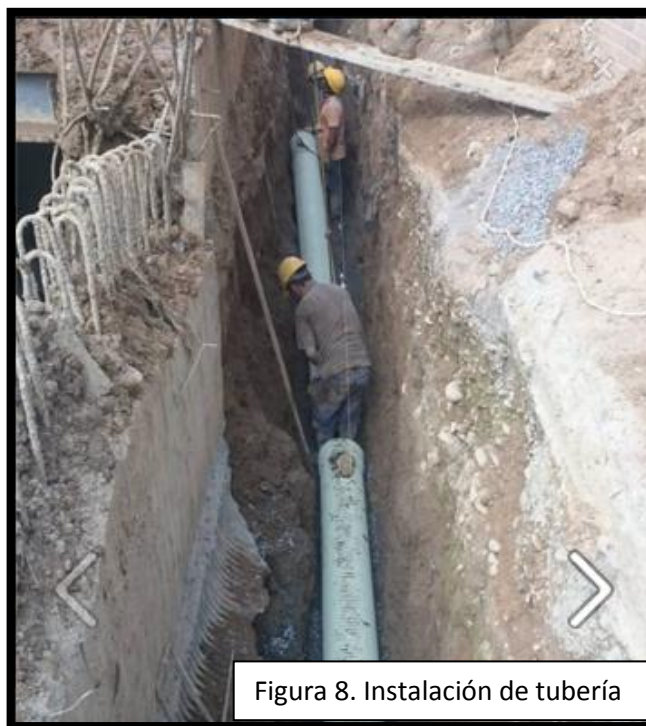


Figura 8. Instalación de tubería

Al instalar las tuberías, el ingeniero pasante debe garantizar las adecuaciones necesarias en las cajas, para que la tubería llegue a la caja en su entrada, y en la caja exista la caída necesaria para la salida de la tubería, de tal manera se establezca la normatividad y las exigencias presentadas en el diseño al campo, para que en las cajas no se presenten rebosamientos ante la descarga de agua lluvia o residual. Además, el ingeniero pasante presenta la intervención, diligencia y observación oportuna en la realización de dichas cajas, estableciendo así, una supervisión en los procedimientos constructivos de ellas, como lo son el formateado, la creación, fundición y vaciado de concreto, la compactación o chuzada del hormigón, el amarre del acero si así lo exige el diseño, la realización de la cañuela en el solado si se presenta un cambio de dirección entre la entrada y la salida de la caja. Con el objetivo de garantizar una construcción óptima en los puntos donde se conectan las tuberías y evitar hormiguo, malas escuadras en la realización de la formaleta, entre otros.

A medida de que se va instalando la tubería, el ingeniero pasante tiene la responsabilidad de dirigir al equipo de topografía para que mediante la precisión que presta una estación total, se verifique la pendiente, las profundidades de cota

batea y de cota clave en cada uno de los ramales, justo antes de proceder a realizar el relleno pertinente.

Una vez, instalada la tubería, asegurando los términos establecidos anteriormente en las cajas, se procede a realizar el relleno de la excavación, utilizando tierra amarilla; la cual permite una óptima compactación mediante equipo liviano utilizado, SALTARIN, donde el ingeniero pasante debe establecer a la cuadrilla pertinente, una compactación uniforme, formando así, términos e indicaciones, los cuales se basan en regar el material mediante BUGGIES o con la ayuda del cucharón de la PAJARITA, con capas de 30 cm de material y compactar con tres pasadas del SALTARIN por capa, garantizando una compactación óptima y asegurar que la tubería no se levante debido a la presión de agua que estas van a soportar durante su vida útil.



Figura 9. Terminado de cajas de inspección.



Figura 10. Compactación con saltarín



Figura 11. Material de relleno

6.2. RED DE FILTROS: CONTROL DEL NIVEL FREÁTICO

La red de filtros para el control del nivel freático, viene dada por un diseño hidráulico acompañado con un estudio de suelos establecido. Para que su construcción sea un hecho, debe replantearse a través del equipo de topografía simbolizando, mediante estacas, los puntos de inicio y fin de cada uno de los ramales que se presenten en los planos de la red de filtros para representar el plano en el campo.

Una vez representados los puntos mediante estacas, se procede a marcar el sentido del corte a través del riego de cal con el objetivo de generar alineamientos lo más rectos posibles para su próxima excavación.

El procedimiento de excavación, y generar un perfil de corte óptimo de acuerdo a las profundidades a llegar establecidas en las especificaciones del diseño. Se realiza bajo la supervisión del ingeniero pasante, con la ayuda de un equipo de excavación RETROEXCAVADORA PAJARITA, acompañada del trabajo de perfileria realizado por la fuerza de trabajo prestada por los obreros de la cuadrilla, de la misma forma en que se realiza la excavación para la red de desagües de A.LL y A.R, explicadas anteriormente.

Justo después de terminar la excavación, se riega una capa aproximadamente de 20 cm de piedra de canto de río con la ayuda de un BOBCAT o CARGADOR, luego se extiende sobre la zanja de excavación un manto de geotextil tejido, y nuevamente una capa aproximada de 10 cm de piedra de río lavada, antes de la instalación de la tubería. Lo que se pretende con el riego de la piedra de canto de río es la absorción del agua del nivel freático presente en el suelo, aplicando el principio de capilaridad. Por otra parte, el geotextil tejido, es un manto que permite que el fluido de agua absorbida por capilaridad no llegue con elementos finos



Figura 12. Cargador tipo BOBCAT

procedentes de suelo, como limos y arcillas que posteriormente, generen un taponamiento en la tubería.

La tubería a instalar es una tuberías HDPE que son tuberías enrollables, corrugadas, flexibles, pero principalmente perforadas que permiten el acceso del agua absorbida por la capilaridad prestada por las capas de piedra de canto de río. Y también el transporte del agua del nivel freático hacia cada una de las cajas pertinentes en el diseño hidráulico para la red de filtros.

Es pertinente aclarar que el ingeniero pasante tiene la responsabilidad de velar por la realización eficiente y de calidad de cada una de las cajas a las cuales llegan las tuberías HDPE, garantizando así, una supervisión en los procedimientos constructivos de ellas, como lo son el formateado, la creación, fundición y vaciado de concreto, la compactación o chuzada del hormigón, el amarre del acero si así lo exige el diseño, la realización de la cañuela en el solado si se presenta un cambio de dirección entre la entrada y la salida de la caja.



Figura 13. Tubería para filtro



Figura 14. Piedra o material para la capilaridad de los filtros

Finalmente, el ingeniero pasante debe velar que las conducciones de agua presentadas en la red de filtros, desagües de aguas lluvias y aguas residuales fluyan sin dificultad hacia los tanques de almacenamiento para la evacuación de dichas aguas, las cuales en su diseño tienen durante su ejecución y vida útil, la continua y eficiente presencia de unas motobombas, cuyo objetivo fundamental es el no rebosamiento de aguas en dichos tanques.

6.3. CIMENTACIONES

Como ingenieros civiles sabemos que una buena construcción dependerá, como primera medida, de buenos cimientos. De ahí la importancia de conocer todo sobre cimentación y de asegurar que los procedimientos constructivos de las cimentaciones cumplan con los estándares de calidad que rige la norma.

La **colocación de los cimientos en la construcción**, tiene como misión soportar las cargas y asegurar que la estructura reciba iguales presiones y fuerzas en todo su despliegue, transmitiendo las cargas y fuerzas a los suelos para su mejor distribución. De acuerdo a ello y a la importancia del proyecto, que al ser un centro comercial, éste deberá resistir tanto las cargas producidas por la estructura, como también las cargas que recibirá durante su vida útil por su uso, además de la evaluación de modelos ante la presencia de eventos extremos como sismicidad, lo cual es un punto importante debido a la ubicación del proyecto, ya que el centro comercial CAMPANARIO esta sobre una región de peligrosidad sísmica alta, de acuerdo a la norma sismoresistente NSR 10.

El ingeniero pasante debe constatar un control permanente, vigilancia y observación oportuna en los procedimientos constructivos con el objeto de asegurar que la cimentación distribuya de manera pareja de las cargas y fuerzas a una base nivelada a la perfección para que la estructura no se vea, luego, comprometida por pesos mal distribuidos ni exigencias en pilares o en cualquiera de las partes de la construcción.

De acuerdo a las existencias presentadas en el diseño de la cimentación, es de vital importancia llevar un registro y control de las actividades en ejecución de los elementos construidos para su cimentación, **como pilotaje, fabricación de cimentaciones tipo caissons, vigas de cimentación; como también la preparación del terreno.**

El terreno ha de estar también nivelado, y principalmente bien asentado, contando con la composición correcta para evitar que los azotes meteorológicos y las

condiciones climáticas y ambientales lo hagan ceder y perder estabilidad. El suelo puede complementarse con rellenos, y también puede “pisarse”, o presionarlo con pesos y golpeteos para compactar sus contenidos, haciéndolo así más firme.

PILOTES Y MICROPILOTES

Como primera medida para la ejecución y creación de los pilotes, se debe replantear los puntos en el terreno donde va la cimentación profunda tipo pilotes o micropilotes, vale aclarar, ante la previa preparación del terreno para su perforación. Dicho replanteo se realiza de acuerdo a las especificaciones y planos de cimentación.

Seguidamente se procede a perforar las capas del suelo, mediante una máquina perforadora para pilotes, la cual tiene grandes ventajas para agilizar los procedimientos constructivos, ya que esta herramienta de trabajo perfora hasta profundidades mayores a los 20 m.



Figura 15. Maquina piloteadora

Una vez terminada la perforación se procede a la aplicación de lodo bentonítico a la excavación. Ya que cuando se está excavando una zanja o perforación en terrenos de baja consistencia se generan posibles desprendimientos; normalmente producida en la ejecución misma de la perforación, entonces la adición de lodo bentonítico evita que se produzcan desprendimientos en las paredes de dicha perforación.

Durante la excavación de la perforación, el lodo va llenándola; al estar en continuo movimiento, debido a que tiene poca consistencia, y se comporta como un fluido. Sin embargo, cuando se deja de remover o se deja en reposo durante un tiempo ligeramente corto, la viscosidad del lodo bentónico aumenta, adquiriendo la resistencia necesaria como para evitar que las paredes de la excavación caigan, quedando constreñidas.



Además, en terrenos flojos como los presentes en obra, donde se producirían desprendimientos, los lodos bentónicos se introducen por los poros del terreno, formando el *cake*, que es una mezcla de la arena o grava del terreno, con la arcilla de la bentonita. Este *cake* se adhiere al terreno de las paredes de la excavación generando una mayor cohesión y resistencia de las paredes de la perforación.

Además, el lodo bentonítico sirve para extraer los residuos del terreno producto de la perforación misma. Esto se consigue recirculándolo constantemente el lodo, lo cual realiza una limpieza del pozo al eliminar los restos de detritus que contenga al extraerlo de la perforación.



Figura 17. Recuperación del lodo bentonítico.

Una vez el pozo o perforación haya sido mejorado mediante la aplicación del lodo bentónico se procede a colocar el armado en su interior, previamente el amarre del acero de refuerzo para el pilote y micropilote es evaluado por el ingeniero pasante, garantizando la adecuada colocación de los refuerzos principales y el aseguramiento de los mismos mediante el refuerzo secundario, de acuerdo a las especificaciones de diseño presentados por el estructural.



Figura 18. Armado de pilotes y micropilotes



Figura 19. Colocación del pilote o micropilote en la perforación

A continuación se realiza vaciados in situ de los pilotes y micropilotes, donde se utiliza un concreto premezclado con características de alta resistencia y durabilidad, como también la presencia de agregados pequeños para evitar el hormigqueo en la fundición de estas cimentaciones. Es importante la participación por parte del ingeniero pasante de tal forma, que se garantice un vibrado y compactación óptimo en cada una de las capas de vaciado del concreto premezclado. Asegurando que cada pilote se hormiguee de una vez sin interrumpir la operación ya que no se admiten juntas de hormigonado.



Figura 20. Fundición del pilote

Posterior a la construcción del pilote, se procede al descabezado, lo que permite dejar al descubierto las armaduras del pilote preparadas para enlazarse al encepado: El encepado se realiza para conseguir la unión solidaria entre pilote y cimiento. La cual es una pieza de hormigón armado que une en las cabezas de los pilotes de cimentación a la viga de cimentación y/o a la estructura misma, transmitiendo en forma repartida las cargas entre los pilotes.

La longitud de la armadura luego del descabezado debe ser de alrededor de 50 cm sobresaliendo de la parte superior del pilote.

Las armaduras longitudinales o principales del pilote se empalman por un solape mínimo de 40 cm, las cuales van soldadas o amarradas con alambre en toda su longitud.

En la armadura transversal o acero de refuerzo secundario, los cierres se hacen por solape de 8 cm como mínimo, y van soldados o atados con alambre.

El solapado se hace alternado para cercos sucesivos, se atan firmemente las armaduras formando una jaula que soporte la hormigonada.

Al finalizar el pilote, éste debe quedar hormigonado a una altura superior a la definitiva; lo que excede de hormigón se demuele cuando ha fraguado.



Figura 22. Fundición del dado de cimentación



Figura 23. Amarre del dado de cimentación

El descabezado de pilotes permite montar el armado de la cimentación que va encima de ellos; así la armadura que contiene el pilote, puede introducirse en la “jaula o parrilla” de la cimentación. Formando una adecuada de unión entre pilotes y cimentación.



Figura 21. Descabezado del pilote

Una vez terminado la demolición de la cabeza de los pilotes, se realiza el amarre indicado por el diseñador, en el cual se indica el diámetro de las barras y longitudes de traslape para el dado de cimentación, el cual sirve como elemento de conexión entre el pilote, el dado de cimentación, las vigas de amarre y la columna de la estructura. Después de generar el amarre indicado en el acero de refuerzo en las jaulas de cimentación, se procede la fundición de la misma, garantizando un vaciado del concreto premezclado, traído por el camión mixer, en forma permanente logrando una fundición homogénea y a la vez, se realiza el vibrado oportuno para la compactación del hormigón.

6.4. VIGAS DE CIMENTACIÓN

El procedimiento constructivo de las vigas de cimentación, viene dado por los siguientes procedimientos, en los cuales el ingeniero pasante debe tener la supervisión, observación y diligencia.

a . Interpretar planos estructurales

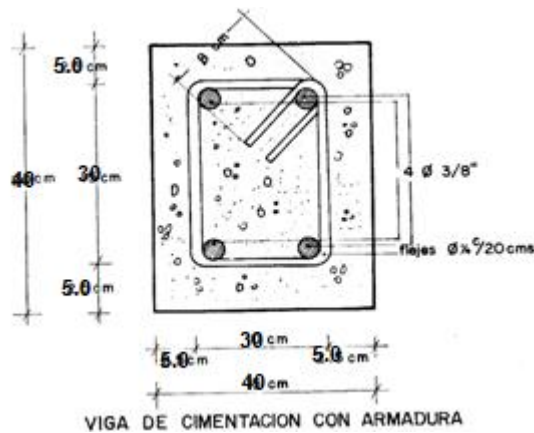
En ellos puede ver dimensiones, localización, armadura con sus diámetros, distancias y flejes. También figuran. Los anclajes entre viga, columnas y dados de cimentación.

b. Preparar sitio de trabajo

Limpiar y ordenar el sitio de trabajo dejando todo listo para comenzar la tarea.

c. Medir, asegurar el corte y figuración del acero.

Con base en las especificaciones que dan los planos estructurales, la cuadrilla pertinente procede a medir y cortar el hierro principal y de flejes de las vigas. Donde se figure los flejes con el tubo doblador.

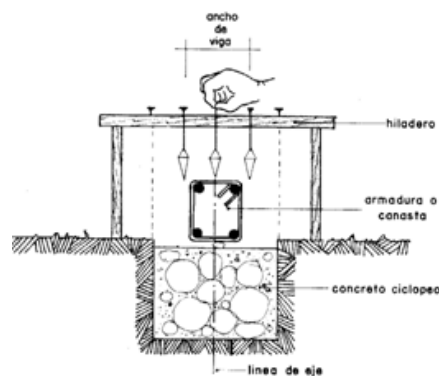


El anterior es un ejemplo de la sección utilizada en las vigas de cimentación.

La Armadura está dada por el peso de la edificación, la firmeza del suelo y por la zona de riesgo sísmico; dada por el estructural.

e. Armado de canastas de vigas, columnas y dados de cimentación

El armado del acero de refuerzo de las vigas, columnas y dados de cimentación se realiza, respetando las longitudes de traslape para el acero principal exigidas por la norma, además de las recomendaciones del diseñador, como también en los estribos para el control de cortante que se presentan bajo la acción de cargas a las que se someterá la estructura, además de la modelación matemática representativa de eventos extremos de sismicidad.

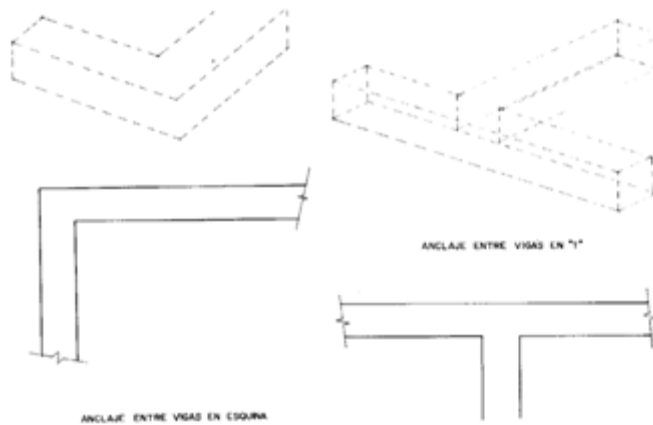


f. Trasladar y emplazar la estructura

Se lleva la armadura al sitio. Colocándola sobre la zanja de excavación prevista con anterioridad para su colocación, justo después de adecuar el solado necesario para su ubicación y su próxima fundición.



El ingeniero pasante debe tener en cuenta la localización de las columnas o de los dados de cimentación, de tal manera que dichos elementos estén anclados a la viga en todos los sitios donde dichas conexiones necesiten ser confinados.



g. Anclaje entre columnetas o dados de cimentación



Las columnas van ancladas o amarradas a la viga de cimentación mediante la conexión pertinente que realiza el dado de cimentación. Este anclaje se debe hacer en el momento de colocar la canasta de cimentación en los sitios que indica el plano.



Se debe tener en cuenta que el acero del armado debe:

- . Estar limpio
- . Quedar embebido completamente en el concreto, para ello se utilizan unos moldes en mortero para dejar el recubrimiento necesario en las varillas de refuerzo principal.
- . Tener suficiente longitud de anclaje en las uniones de vigas entre sí y en las uniones de vigas con columnas en los dados de cimentación.
- . Tener longitudes de traslapo adecuadas
- . Las varillas de refuerzo verticales de las columnas terminar en un gancho de 90 grados (en escuadra).

h. Formaleta

Se localiza la formaleta teniendo como guía el eje de la viga. Luego se clavan trozos de listón por la parte superior de la formaleta para que el ancho de la viga se mantenga uniforme, vale aclarar que en obra se utiliza formaleta metálica como de madera, pero generalmente se utiliza formaleta metálica la cual agiliza el procedimiento del formaletado, en donde su funcionalidad es asegurar que el ancho de la viga se mantenga uniforme.

La formaleta metálica para su reutilización necesita de un engrasamiento preliminar antes de su utilización, de tal manera que al realizar la fundición o vaciado del concreto, éste no se adhiera a las paredes de la formaleta.

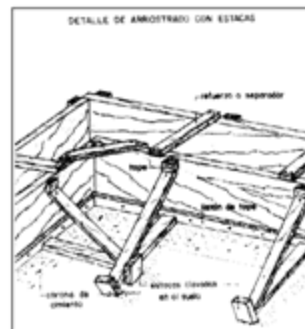
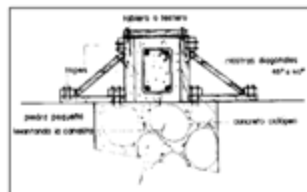


Figura 27. Formaleteado de vigas de cimentación

i. Arrostramiento de la formaleta

Se asegura el conjunto de la formaleta de tal manera que resista el empuje lateral del concreto en el vaciado. Para ello, se colocan riostras y elementos diagonales asegurados a la base del suelo.

Es de vital importancia la verificación de la localización con respecto al eje, el plomado de los tableros o listeros y el nivel requerido.



j. verificar el conjunto de estructura y encofrado

Es de vital importancia verificar cada una de los procedimientos constructivos en las vigas y dados de cimentación, conociendo que estos permitirán la unión con la estructura en las columnas. Inspeccionando así que:

- El acero de refuerzo debe ser el indicado en los planos
- Estar completamente amarrado en los anclajes entre vigas (esquinas o en "T"), vigas con columnetas, traslapos y en los puntos de contacto de los flejes o estribos.
- Los traslapos deben ser suficientes.
- Las vigas y columnetas deben estar localizadas con respecto a los ejes.
- Colocación óptima de amarres con alambre o soldadura para cada uno de los refuerzos principales con los estribos presentados entre las vigas de amarre, dados de cimentación y la columna
- Puesta de los moldes de mortero en los refuerzos principales en las canastas para que el armado de estos elementos queden completamente embebidas en el concreto.

Con relación al encofrado:

- Se debe estar localizado con respecto a los ejes
- Los tableros o formaletas metálicas deben estar a plomo
- Verificar el nivel de todo el conjunto
- Revisar su rigidez. Si presenta movimiento, se debe colocar más riostras.
- Asegurar que no haya sitios de fuga o escapes del concreto.

k. Fundición y compactación del concreto

Es de vital importancia exigir a las entidades prestadoras del servicio de concreto premezclado la utilización de impermeabilización integral, con aditivos cuya dosificación la dan los fabricantes del producto, de acuerdo a las exigencias constructivas que demanda el proyecto.

Una vez vaciado el concreto, se debe vibrar el mismo, conociendo que el procedimiento de vibración debe ser un procedimiento rápido por cada chuzada del vibrador, asegurando la compactación del concreto, mas no la segregación de éste. Finalmente se nivela la corona de viga, se deja endurecer el concreto, al siguiente día se desencofra y en los días siguientes se agiliza el curado del concreto mediante roció de aditivos, SIKÁ Impermeabilizante y agilizador de curado.

6.5. PAVIMENTACIÓN DEL SÓTANO

MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE

Este trabajo consiste en la preparación de la superficie de apoyo de la capa de afirmado, por medio del mejoramiento consistente en la colocación y compactación de materiales pétreos adecuados a la especificación, y de acuerdo con los diseños de pavimento del proyecto y las instrucciones del Interventor y diseñador; quienes han previsto la importancia de adecuar un manto de geotextil no tejido para el mejoramiento de la subrasante en la pavimentación del sótano, el cual mejora la resistencia a la tensión y evita en gran medida la permeabilidad del pavimento.

El procedimiento constructivo del mejoramiento, se basa en el retiro del material existente hasta 20 cm debajo el nivel de la cara inferior de la viga de cimentación, donde se procede a rellenar y compactar con material granular seleccionado, conocido en obra como ROCA MUERTA hasta alcanzar el nivel inferior de viga y así, extender el manto de geotextil para su próximo relleno, el cual se ejecuta



mediante la adición más ROCA MUERTA, cuya colocación se realiza mediante capas de 30 cm, para su próxima compactación con el VIBROCOMPACTADOR DE RODILLO, hasta completar el nivel superior de la viga de cimentación.

COLOCACIÓN DEL MATERIAL DE BASE

La base es la capa que se encuentra bajo la losa pavimento rígido. Debido a su proximidad con la superficie, debe poseer alta resistencia a la deformación, para soportar las altas presiones que recibe. Se construye con materiales granulares procesados o estabilizados y, eventualmente, con algunos materiales marginales.

El procedimiento constructivo se basa en el riego del material de base a través de capas de 15 cm, por dos capas, hasta alcanzar los 30 cm de la especificación, en la cual por cada capa, se termina el riego del material para su próxima compactación con el VIBROCOMPACTADOR DE RODILLO.

Vale enfatizar, que las compactaciones realizadas, tanto en la subrasante como en la base, se evaluaron de acuerdo a la curva de compactación Proctor que indica la especificación en el diseño del pavimento, dicha compactación se identificó a través de las densidades tomadas mediante el densímetro nuclear.



Figura 28. Compactación con vibro-compactador



Figura 29. Densímetro Nuclear

FUNDICIÓN DE LA LOSA DE CONCRETO PARA EL SÓTANO

Pavimento de hormigón en masa vibrado se empleó, debido a su gran versatilidad. El cual está dividido en losas mediante juntas para evitar la aparición de fisuras debido a la retracción del hormigón. Las juntas transversales se disponen a distancias aleatorias comprendidas dentro de un rango de valores (4-7 m) para evitar fenómenos de resonancia. Para ello en obra, se emplearon pasadores de acero para asegurar la transmisión de cargas entre losas y las juntas transversales se realizaron después de la fundición uniforme y curado de la losa. Dicho procedimiento se efectuó a través de un equipo de corte, estilo pulidora para concreto endurecido, el cual tiene como objeto fisurar la losa de concreto hasta una profundidad aproximadamente igual a $2/3$ del espesor de la losa.



Figura 30. Losa del sótano de parqueo



Figura 31. Allanadora o helicóptero



Figura 32. Cortadora de concreto

6.6. SISTEMA ESTRUCTURAL

La Ingeniería Estructural es parte importante dentro de la formación de un ingeniero civil y más aún en nuestra región que vive en un creciente desarrollo que requiere de proyectos constructivos que ayuden a este avance, por

ello su aprendizaje y manejo optimo permitirá un buen desenvolvimiento del ingeniero para contribuir al desarrollo de nuestro país.

El tema a tratar como sistema estructural aplicado en el proyecto fue la construcción en *ESTRUCTURA METALICA* basando su éxito en la rapidez, la resistencia y la durabilidad del proyecto.

ESTRUCTURAS METÁLICAS: Conceptos generales

Las estructuras metálicas de cualquier tipo de edificio se consideran *APORTICADA* al conjunto de elementos, columnas y vigas, Que trabajan a tensión y compresión para cargas verticales, complementados con un conjunto de elementos, viguetas, que trabajan a esfuerzos axiales y deflexiones; conectados por medio de uniones rígidas o mecánicas para darle estabilidad.



Como todo sistema, el de estructura metálica tiene sus ventajas y desventajas.

VENTAJAS ARQUITECTÓNICAS EN EL DISEÑO

La estructura metálica, ofrece por sus características de resistencia:

- ✓ Luces mayores entre apoyos.
- ✓ Plantas más libres y con ello más libertad para diseñar.
- ✓ Alturas mayores.
- ✓ Menos carga muerta.
- ✓ Alternativas construcción liviana.
- ✓ Oportunidad de producir edificios completamente modulados horizontal y verticalmente.
- ✓ Nuevas formas y soluciones plásticas.

VENTAJAS CONSTRUCTIVAS

- ❖ Posibilidad de construir en terrenos de poca capacidad de soporte.
- ❖ Velocidad de construcción generada por la prefabricación mediana y pesada, que no pueden ser igualadas por otros sistemas.
- ❖ Menor tiempo construcción.
- ❖ Tolerancias muy pequeñas.
- ❖ Requiere poco espacio en patio de operaciones.
- ❖ Desarrollo de mano obra calificada.
- ❖ Facilidades de construcción entre medianerías y en zonas alta congestión.
- ❖ Facilidades para reformar y ampliar, horizontal y verticalmente, inclusive para edificaciones que están en funcionamiento.

VENTAJAS ESTRUCTURALES

- Desde el punto de vista sísmico ofrece la mejor respuesta a este tipo de cargas ocasionales.
- Presenta una menor fisuración por el tráfico derivado del trabajo del "metal deck".

- El clima no afecta severamente las condiciones de montaje.

VENTAJAS AMBIENTALES

- Construcción seca
- Bajo nivel de ruido y polvo
- Bajo nivel de escombros y desechos

VENTAJAS EN EL COSTO

- La rapidez en el montaje de la estructura y la mecanización hacen que la edificación se ejecute en mucho menos tiempo que una estructura de hormigón reforzado, por consiguiente, los costos financieros y los gastos generales se reducen.
- La eliminación de la formaleta de contacto y la reducción sustancial de la formaleta de soporte rebajan los costos considerablemente.
- Su poco peso en comparación con otros sistemas es una ventaja, dada la repercusión en la cimentación y en los trabajos de manipulación y transportes al interior de la obra.

VENTAJAS EN LA VIDA DEL EDIFICIO

1. Gran flexibilidad como consecuencia de un número limitado de soportes.
2. Excelente comportamiento en los casos de sismo por la capacidad de absorber y disipar energía.
3. Adaptabilidad a los cambios de uso y destinación y como consecuencia incremento en la vida útil del edificio.
4. Fácil desmantelamiento o demolición.

DESVENTAJAS DE LA ESTRUCTURA METÁLICA

- ✚ Los ruidos en el edificio en funcionamiento se transmiten con facilidad de unos espacios a otros.
- ✚ Necesidad proteger material cuando el edificio se encuentra en zonas de atmósfera agresiva, puede provocar su corrosión.
- ✚ Necesidad de protegerlo de su gran vulnerabilidad al fuego.
- ✚ Necesidad de mano de obra especializada.
- ✚ Uso equipo costoso para control de calidad bastante riguroso.
- ✚ Los perfiles son de importación y la industria nacional no los produce.
- ✚ Las vibraciones presentadas por la losa en Metal Deck puede presentar insatisfacciones e inseguridad por parte de los usuarios de la edificación.

PROBLEMA	ACTIVIDADES PARA SATISFACER LA PROBLEMÁTICA
Necesidad proteger material cuando el edificio se encuentra en zonas de atmósfera agresiva, puede provocar su corrosión.	Se provee la necesidad de recubrir las columnas de concreto, de tal forma ante los agentes del clima, la estructura no se tomara afectada
Necesidad de protegerlo de su gran vulnerabilidad al fuego.	Se incluye dentro de las prioridades para la ejecución del proyecto, la instalación de red contra incendio y red de detección de incendios, además se tornan importantes debido a la magnitud del proyecto
Necesidad de mano de obra especializada.	la entidad, MEISA METALICAS E INGENIEROS S.A cuenta con un personal capacitado, para el montaje de la estructura metálica, además de programas de capacitación para los trabajadores como lo son el trabajo en alturas, soldadura, operarios de grúas y maquinaria pesada, etc.
Uso equipo costoso para control de calidad bastante riguroso.	La empresa MEISA METALICAS E INGENIEROS S.A cuenta a su disposición maquinaria enfatizada al montaje y fundición de la estructura
Los perfiles son de importación y la industria nacional no los produce.	Para ello, el gestor del proyecto ha abarcado mercados internacionales, donde la perfilaría de estructura metálica ha sido importada directamente desde China.
Las vibraciones presentadas por la losa en Metal Deck pueden presentar insatisfacciones e inseguridad por parte de los usuarios de la edificación.	Ante la inseguridad de los usuarios, debido a las vibraciones, se han planteado en obra modelos para el control de vibración, estableciendo así, espesores de losa relativamente grandes para Metal Deck, además de la inclusión de mallas electro soldadas para el control de cortante con el objetivo de disminuir las vibraciones en la edificación



Ante las desventajas que tiene la estructura metálica en la edificación como también la losa en Metal Deck es de vital importancia la ejecución de nuevas tareas y del control de calidad necesario en la ejecución de las mismas.

6.7. SISTEMA CONSTRUCTIVO DE LA ESTRUCTURA

6.7.1. VIGAS Y COLUMNAS

Las vigas y las columnas constan de perfilera metálica importada, donde el procedimiento constructivo consta principalmente en el montaje de dicha perfilera, y unirla a través de pernos que se ajustan mediante tornillos en acero galvanizado, con los elementos estructurales (viga- columna).

Primeramente, se parte del amarre entre dado de cimentación y columna, el cual se debe verificar su verticalidad. Seguidamente se atornilla a los pernos colocados en el dado de la cimentación para asegurar el montaje de la columna a la cimentación. Posteriormente, se procede a unir las columnas con las vigas principales, mediante unión en los pernos atornillados; vale aclarar que en algunos de los perfiles, por errores de fábrica, las dimensiones para la inclusión de los tornillos no es lo suficientemente amplio para la colocación de estos, para ello, los trabajadores, especialistas en soldadura, perforan el elemento hasta el punto en donde se pueda incrustar el tornillo en el elemento de unión o perno; de tal

manera exista una continuidad en la transmisión de cargas verticales y horizontales entre vigas, columna y cimentación.

Recordemos que al finalizar a la fundición del dado de cimentación, el refuerzo sobresale, dicho armado se empalma con barras de acero longitudinales que cubren perimetralmente el elemento metálico de la columna y se asegura su verticalidad con el amarre de estribos localizados según los planos del diseño estructural.



Posteriormente a ello, cuando las columnas han sido cubiertas con el amarre longitudinal de las barras y asegurados con los estribos necesarios, para el control de cortante, se procede a formaletear el miembro, dicha formaleta debe garantizar la estabilidad del miembro, la verticalidad de la columna, dejar el recubrimiento necesario para las barras longitudinales, el engrase suficiente para la reutilización de la formaleta y su adecuada colocación para evitar el desperdicio del concreto al momento de realizar el vaciado del mismo.



Figura 36. Reforzamiento de la estructura metálica, con barras longitudinales, amarradas con acero transversal

A continuación, se prepara el sistema de bombeo para el vaciado del concreto, donde el ingeniero pasante debe prestar monitoreo y control en el momento de fundir la columna y asegurar el vibrado necesario.

Al día siguiente se realiza el desencofrado y se procede a realizar el curado del concreto

Vale aclarar que las vigas no son embebidas en concreto, de acuerdo a la especificación dada por la entidad, junto con el diseño estructural que se tiene.



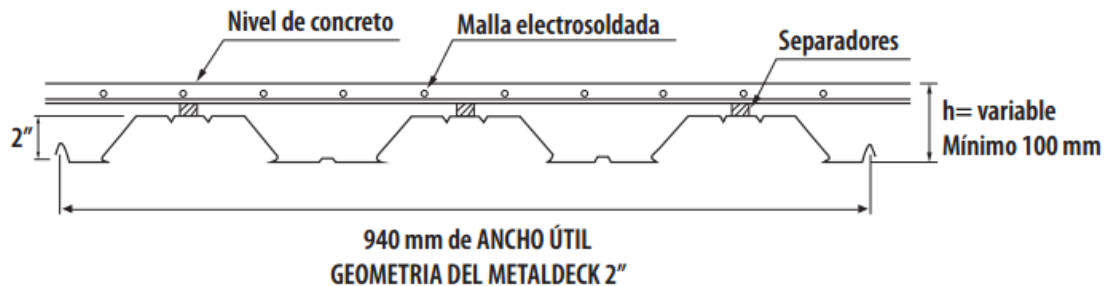
Al finalizar la colocación de los miembros principales de vigas, se procede a implementar las vigas secundarias, las cuales presentan dimensiones menores, pero satisfacen los requerimientos estudiados en el diseño, cuyo objetivo, aparte de transmitir las cargas a las vigas principales, es brindar el apoyo suficiente para la losa en Metal Deck y completar así, la ejecución de la estructura: Losa-viguetas-vigas-columnas-cimentación.

6.7.2 LOSA DE ENTREPISO

En la ampliación del centro comercial campanario se ha establecido la realización de la losas mediante la modalidad de METAL DECK

METALDECK es un nuevo concepto de placas de entrepiso en Colombia. El sistema está compuesto por una lámina metálica y una losa de concreto que actúan en forma monolítica logrando una construcción ágil, limpia y versátil. El sistema permite aumentar los rendimientos de obra, genera una reducción importante en los tiempos de construcción y reduce sustancialmente los desperdicios de materiales adicionales como madera, formaletas y puntillas, entre otros. También al usar el METALDECK los desperdicios de concreto son mínimos

y por tanto los costos finales por metro cuadrado de la losa serán siempre inferiores a los sistemas tradicionales.

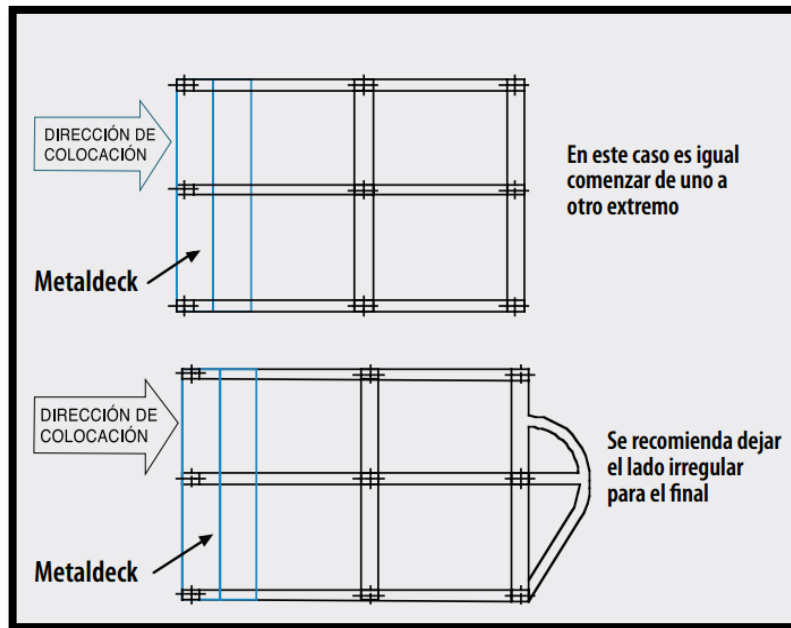


INSTALACIÓN Y MONTAJE

LAS SIGUIENTES SON RECOMENDACIONES GENERALES APLICABLES PARA CUALQUIER CONSTRUCCIÓN DE LAS LOSAS DE ENTREPISO Y CUBIERTA USANDO METALDECK. SE DESTACAN PRINCIPALMENTE LOS SISTEMAS MÁS COMUNES:

- Estructura en concreto
- Estructura en acero
- Estructura mixta (combinan estructura de concreto y acero).

DIRECCIÓN DE COLOCACIÓN DEL METALDECK Se debe tener en cuenta la geometría del área a cubrir y se debe empezar en un lado para terminar en el otro como indica la figura

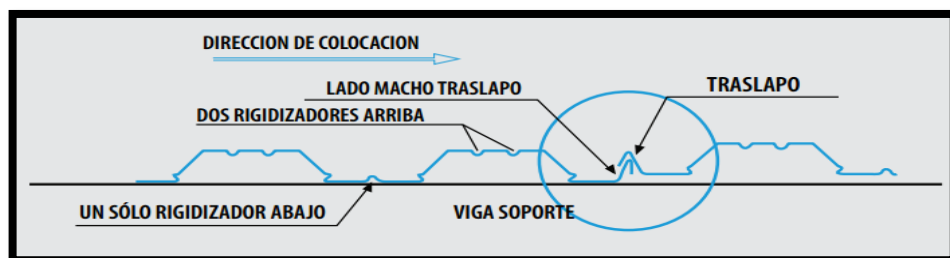


CORTE DE LAS LÁMINA EN LA OBRA

Cuando se requieran cortes por geometrías irregulares en la obra es necesario el uso de sistemas de corte aplicables al acero galvanizado tales como sistemas de corte por abrasión (pulidoras), corte por acetileno (soplete) o con electrodos (soldadura).

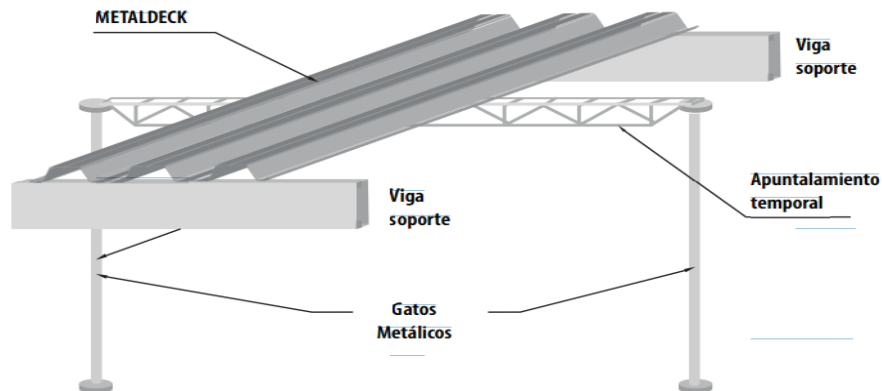
POSICIÓN DE INSTALACIÓN DE LA LÁMINA METALDECK

Se tiene especial cuidado en la correcta posición de colocado de las láminas, garantizando que ellas queden trabajando de una forma adecuada. **SE DEBE VERIFICAR LA POSICIÓN DE COLOCADO DEL METALDECK DE ACUERDO CON LA FIGURA, YA QUE LAS LÁMINAS COLOCADAS EN FORMA INVERTIDA REDUCEN LA CAPACIDAD DE CARGA DE LA LOSA. LAS LÁMINAS DE METALDECK VIENEN CON UN SELLO EN TINTA INDELEBLE EL CUAL DEBE QUEDAR UBICADO EN LA PARTE DE ABAJO UNA VEZ HALLA SIDO INSTALADA LA LÁMINA.**



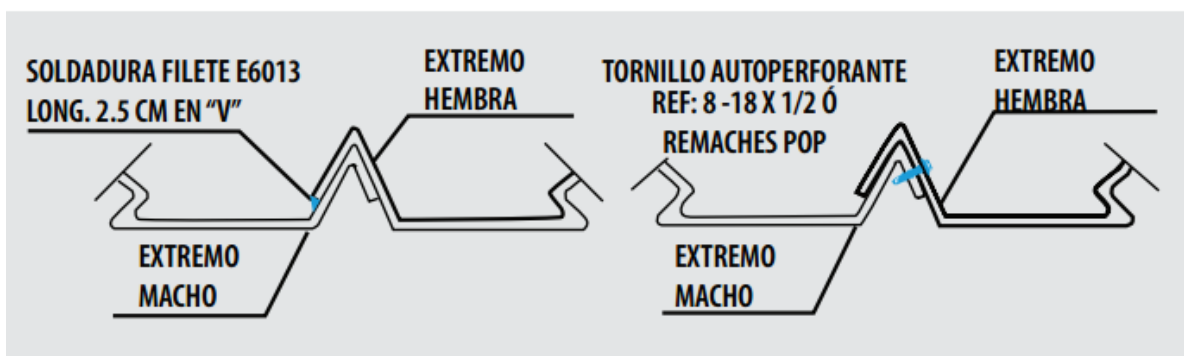
APUNTALAMIENTO TEMPORAL

Se debe prestar cuidado si la luz que cubre el METALDECK requiere o no de apuntalamientos temporales. En el caso de apuntalamientos temporales, estos deben permanecer de 10 a 15 días y se colocarán en la mitad de la luz.



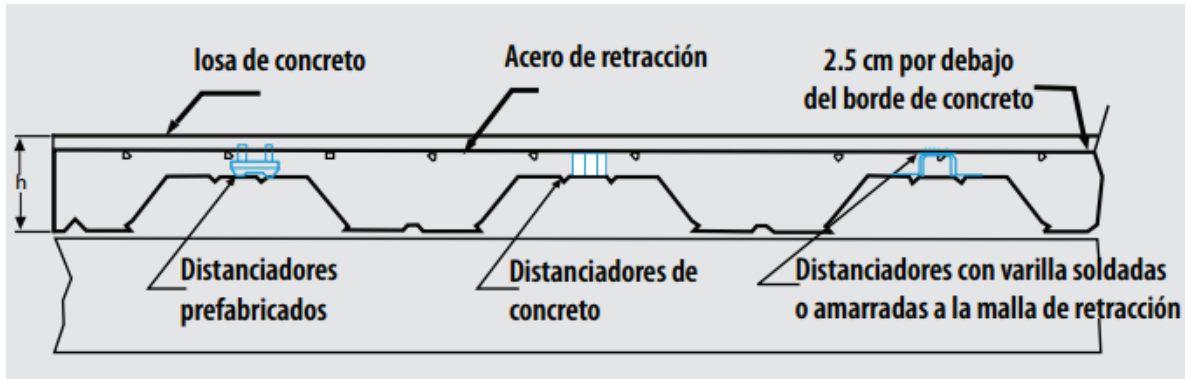
FIJACIÓN LATERAL

Las láminas de METALDECK deben quedar sujetas unas con otras con tornillos auto perforantes, remaches pop ó puntos de soldadura (hasta calibre 20) en el centro de la luz para luces menores a 1.50m y cada 1.00m cuando luz supera los 1.50m.

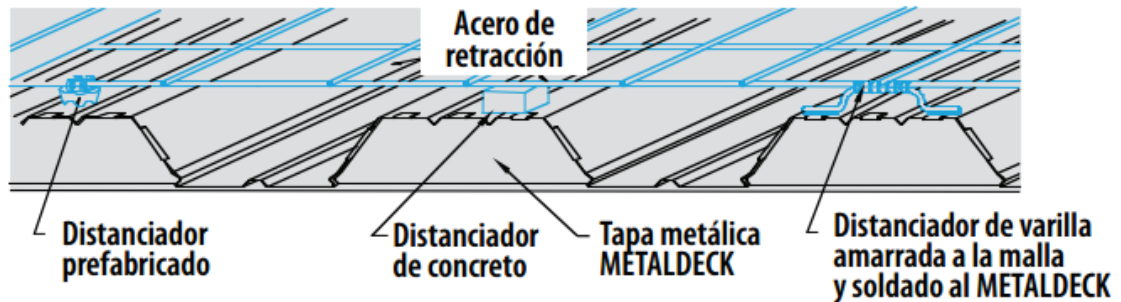


INSTALACIÓN DE MALLA O ACERO REMACHES POP DE RETRACCIÓN DE FRAGUADO

Instale la malla electro soldada sobre los moldes de mortero prefabricados (panelitas) de tal forma que esta quede a 2.5cm por debajo de la superficie de la losa de concreto.



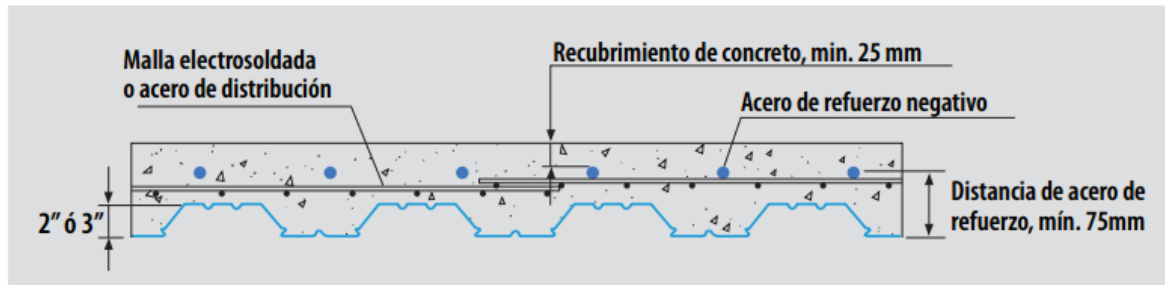
La malla mínima recomendada es de 4mm de diámetro separadas en cuadrículas de 15cm x 15cm ó con varillas amarradas a mano en ambos sentidos que provean la misma cantidad de acero que la malla.



REFUERZO NEGATIVO PARA LOSAS DE METALDECK

(Cómo evitar fisuras en la parte superior de la losa).

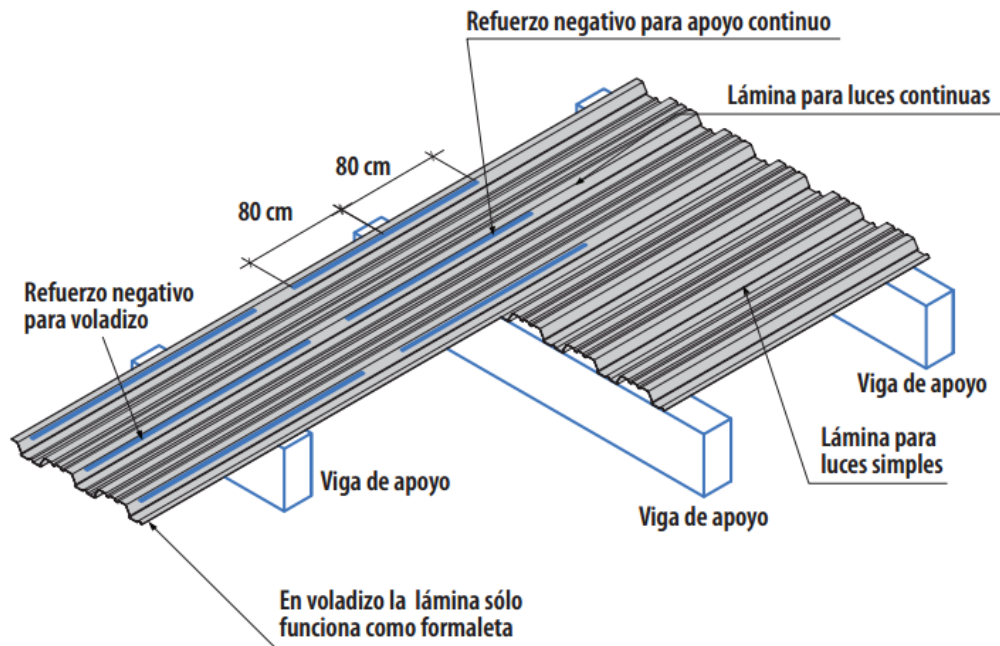
Al fundir una placa de METALDECK con varias luces continuas, generalmente se presenta sobre el apoyo, tensión en la parte superior de la placa de concreto. Esto normalmente genera fisuras en la superficie, que aunque muchos casos no presentan problemas estructurales, si presentan problemas estéticos.



Para evitar estas fisuras, es recomendable utilizar varilla de acero No. 4 con una longitud mínima de 1.60m. Colocadas encima de los valles de la lámina con un recubrimiento mínimo de concreto de 2.5cm. la utilización de acero de retracción no se debe suspender en esta región.

Como recomendación general y para un mejor comportamiento del acero de refuerzo, es importante chequear que las varillas estén instaladas por encima del acero de retracción.

Las especificaciones dadas cubren una gran cantidad de casos generales, en un caso particular el ingeniero estructural puede variar parcial o totalmente esta especificación de acuerdo a su criterio. Cuando se manejan voladizos, este tipo de refuerzo es estrictamente necesario y es preciso que lo diseñe un ingeniero estructural.



Para asegurar la estabilidad de la losa, una vez fundida la losa, se debe asegurar el curado del concreto sobre la lámina de Metal Deck, utilizando gatos mecánicos mientras el concreto toma la resistencia necesaria para la apropiación de las cargas que resiste la edificación.



Figura 38. Implementación de gatos mecánicos mientras cura el concreto



7. ASPECTOS APRENDIDOS EN LA PASANTÍA

7.1. PLANEACIÓN DE ACTIVIDADES EN OBRA

Una manera de mitigar errores en la ejecución de las actividades en obra, es planear con anterioridad las actividades a realizar y adelantarse a los posibles inconvenientes. En la ampliación de centro comercial campanario, se realizan comités de obra, donde se exponen comentarios, sugerencias para la adecuada ejecución de las actividades durante la semana, además de proporcionar un cronograma de actividades, para realizar un control de entre en las fechas estipuladas, al avance requerido por el director del proyecto, para la fecha de entrega de acuerdo a los plazos en los que los usuarios de este centro comercial tendrán la oportunidad de disfrutar de los nuevos servicios que presta la ampliación de esta edificación comercial, Los cometes de obra se realizan los días lunes de 2.00am a 6.00pm; con el objetivo de realizar las actas correspondientes, para cada uno de los contratistas presentes en obra y el control de actividades.

Los beneficios de elaborar una buena planeación:

- Control de actividades realizadas.
- Control de actividades por realizar.
- Anticipar errores.
- Evitar sobrecostos de obra.
- Buena disposición al realizar los diferentes procesos constructivos.
- Conciencia por la buena utilización de materiales, evitar desperdicio.

7.2. MANEJO DE PERSONAL EN OBRA

El manejo adecuado del personal en una parte muy importante en la vida profesional de un Ingeniero Civil, el cual debe presentar dentro de sus características, capacidad de liderazgo, creando un ámbito de comunicación

efectiva, buen trato y entendimiento con el personal a su cargo; presentando disciplina, satisfacción y excelentes rendimientos.

7.3. SUPERVISIÓN E INSPECCIÓN DE OBRA

Todo ámbito de trabajo es proclive a errores, lo cual hace necesaria la supervisión de todos los procesos constructivos a realizar. En muchas ocasiones los errores son difíciles de detectar a simple vista, por lo anterior, los ingenieros presentes en el proyecto junto a su experiencia, dieron al pasante una serie de pautas para verificar todos los procesos constructivos que se realizan en obra para garantizar la calidad en cada una de las actividades.

Cuando hay una buena supervisión e inspección de obra, la construcción se realiza de acuerdo a los diseños presentados, se utilizan los insumos de acuerdo a los presupuestos, buena presentación de obra y sobre todo con altos estándares de calidad.

7.4. SALUD OCUPACIONAL E HIGIENE EN OBRA

La salud del trabajador en un aspecto vital por el cual debe velar el Ingeniero Civil, para ello el profesional debe concientizar al personal frente a los riesgos que pueden ocasionar las diferentes actividades a realizar. Es importante que el personal tenga en cuenta todas las recomendaciones de seguridad frente a la actividad que desempeñe, ya que con esto se evita y se regula diminutivamente la accidentalidad, mortalidad, enfermedades laborales, etc. Además, la higiene en obra tiene gran relevancia en cuanto a la accidentalidad del personal creando ambientes seguros de trabajo, buena disposición del personal de trabajo, sentido de pertenencia por parte del personal, ambientes agradables de trabajo y buena imagen para los gestores y constructores del proyecto en obra.

7.5. INTERPRETACIÓN DE PLANOS

La buena interpretación de planos tanto sanitarios, cimentación, hidráulicos, losa de entepiso, estructura metálica, etc. Son parte fundamental para que la construcción se realice con las especificaciones y recomendaciones dadas al constructor. La buena redacción y observancia de los planos en cuanto a ejes, medidas, espacios, vanos, diámetro de barras, recubrimientos, entre otros, expuestas en los planos de los diseños, hacen parte de la omisión de errores y por lo tanto la buena materialización de los diseños.

7.6. ASPECTOS CONSTRUCTIVOS EN EL PROYECTO

Existen un sin número de procedimientos constructivos para las diferentes obras, y aunque se exija mayor calidad en proyectos comerciales debido a la cantidad de usuarios durante su vida útil, se hace necesario el aprendizaje de procedimientos constructivos como lo son: cajas de inspección, cimentaciones, columnas, mampostería estructural o no estructural, instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, losas en Metal Deck, estructura metálica, sistemas de rigidización, filtros, redes de desagüe, etc. Todos y cada uno de ellos tienen un conducto regular a seguir para que el procedimiento se realice de manera adecuada y con la mayor estética posible. Además de ello, los procesos constructivos son proclives a verificaciones que son parte importante para que la obra se realice con los más altos estándares de calidad y sobretodo de acuerdo a las especificaciones preestablecidas en los diseños.

El aspecto más relevante de observar en los procedimientos constructivos es la reafirmación de los conceptos aprendidos en la academia y conocer los diferentes cambios que han sufrido los procesos en la construcción Colombiana, para tener mayor aprovechamiento de la tecnología en las técnicas constructivas, facilitando los trabajos en obra, tener mayores rendimientos, obteniendo los estándares de calidad que exige el proyecto.

Los beneficios de conocer los procesos constructivos

- ✓ Conocer el conducto regular a seguir para detectar errores.

- ✓ Conocer los elementos de protección personal para las diferentes actividades.
- ✓ Dar solución a diferentes problemas que se presenten en el transcurso de las actividades.
- ✓ Realizar recomendaciones oportunas para la realización de actividades.
- ✓ Tener en cuenta las artimañas de la experiencia aprendidas por los ingenieros presentes en obra, para detectar posibles inconvenientes que no se observan a simple vista.

8. ANÁLISIS DEL LOGRO DE OBJETIVOS

El contacto permanente entre el pasante y el grupo de trabajo proporcionado por la Constructora ARINSA. S.A. Permitió que los objetivos propuestos periódicamente, se cumplieran a cabalidad, además produjo una experiencia gratificante por los nuevos conocimientos adquiridos en el campo de la construcción.

Con respecto al objetivo general “Supervisar y efectuar el control de calidad en los procesos constructivos de la ampliación del Centro Comercial Campanario-Popayán” realizado por el pasante, apoyado por el equipo de trabajo presentado por la entidad receptora, se consta:

- La buena planeación de actividades conduce a mejores obras.
- El presupuesto forma parte fundamental en una obra, con ello se evita gastos innecesarios.
- Conocer los conductos regulares a seguir en las diferentes actividades a realizar genera seguridad de lo que se ejecuta.
- Detección de errores en los procedimientos constructivos y autonomía del criterio para dar posibles soluciones con argumentos satisfactorios.
- Liderazgo frente al personal para la solución de inquietudes y sugerencias.
- Respeto y sentido de pertenencia frente al desarrollo adecuado de las actividades.

- Generar conciencia en el personal para evitar accidentalidad laboral y generar higiene en el sitio de trabajo.

Los objetivos específicos son:

- Inspeccionar, identificar y colaborar en el proceso técnico de la construcción de la ampliación del centro comercial Campanario.
- Conocer el funcionamiento de los procesos en la obra evaluando el control de calidad de los materiales, hacer cumplir las especificaciones dada por los especialistas a cargo de la parte estructural, de suelos, arquitectónicos, etc.
- Supervisar los ensayos de los materiales para determinar sus propiedades y características (resistencia, densidad, etc.) para posibles reclamos en el control.
- Presentar por medio de informes mensuales, durante el tiempo de pasantía en la obra, las actividades realizadas y lo aprendido, al final entregar un informe general de la experiencia obtenida como pasante en el desarrollo de construcción de la ampliación del centro comercial Campanario.
- Aprovechar los conocimientos aprendidos a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil y aplicarlos en la obra, identificando las fortalezas y debilidades para lograr un mejor resultado.

Dichos objetivos contribuyen a la formación profesional de un ingeniero Civil, ya que ellos le permite tener una visión global del cómo se debe comportar dicho profesional, frente al personal que tiene a su cargo. El cumplimiento de estos objetivos por el pasante formara parte fundamental en su experiencia laboral de ahora en adelante; el haber realizado el seguimiento y control de actividades, interpretación de toda clase de planos y diseños, velar por la seguridad de los trabajadores, fortalecer la planeación de sus actividades y administración del material para vigorizar los rendimientos, ha hecho que los conocimientos adquiridos durante la academia se potencialicen aún más.

9. CONCLUSIONES

- ✚ Debido a que en las pasantías se tiene un contacto continuo con el personal de trabajo, el pasante desarrolla su capacidad de liderazgo frente a las dificultades que se presentan en la ejecución de cada una de las actividades a desarrollar, estableciendo posibles soluciones a las problemáticas pertinentes.
- ✚ Se fortalecieron los conceptos aprendidos en la academia acerca de procesos constructivos, logrando así unos modelos para tener claridad si los procedimientos se realizan correctamente y con las especificaciones dadas en los diseños, junto a las recomendaciones dadas por la entidad directora del proyecto.
- ✚ La supervisión constante y el control de obra llevado por parte del pasante genera responsabilidad en el personal, frente a la adecuada realización de procesos constructivos, garantizando excelentes estándares de calidad para el proyecto y sus futuros usuarios.
- ✚ Es de vital importancia la buena interpretación de los diferentes planos dados en los diseños que se establecieron para la construcción del proyecto, ya que en ellos, se plantean recomendaciones dadas por el diseñador que fortalecerán la calidad y señalamientos que exige la normatividad Colombiana ante edificaciones de uso comercial.
- ✚ La prevención de accidentes genera un buen ambiente de trabajo y fomenta la higiene en el sitio donde se labora.
- ✚ Todas las actividades de oficina que le corresponden a un Ingeniero Civil son importantes, pero la que presenta mayor relevancia es en obra, de tal manera se planea con anterioridad las actividades a desarrollar, mejorando los rendimientos de trabajo, previendo los costos que repercute la realización de las actividades necesarias para la consecución del proyectos, ofreciendo soluciones ante los inconvenientes que se presenten en obra y por ende, garantizar el orden y la buena ejecución de actividades para poder cumplir con los periodos de entrega, previamente establecidos.

10. RECOMENDACIONES

La estructura metálica y la utilización de Metal Deck en las losas de entre piso, son actividades modernas que fomentan a la curiosidad y necesidad de aprendizaje por parte del pasante, ante las nuevas tendencias en la construcción y diseño estructural de edificaciones. Dichos procedimientos deben presentar un estricto control y seguimiento de obra, ya que estos elementos van a estar sometidos a cargas importantes durante su vida útil, junto a la modelación sísmica que se realice a la estructura de acuerdo a la normatividad presentada por la NSR 10 para edificaciones comerciales, por lo cual presentan las siguientes recomendaciones:

- Controlar la instalación de la lámina de Metal Deck de acuerdo a las exigencias presentadas por el fabricante, ya que estos elementos de acero, actúan como formaleta y a su vez, funcionan como elementos que suplen las características del acero longitudinal en las losas comunes como lo son las macizas y las aligeradas, las cuales se estudian en la academia, mas no el Metal Deck y por ende, el pasante tiene la oportunidad de conocer nuevas tendencias de la construcción y debe investigar acerca de ellas, para poder complementar su conocimiento para dar soluciones y aportes argumentados acerca de la instalación del Metal Deck como losa de entrepiso y su adecuada instalación.
- En el momento de fundir se debe tener la precaución hacia el trabajador a cargo del vibrado y el personal de vaciado del concreto, evite mover al máximo el acero de refuerzo, dicho refuerzo debe quedar lo mas centrado posible, garantizando el recubrimiento especificado en el diseño.
- Mantener estricto cuidado en la medida de las instalaciones sanitarias, hidráulicas y de filtros, estableciendo la pendiente suficiente para que el recorrido del fluido sea constante y continuo, y así se garantice el flujo de caja a caja de inspección y evitar rebosamientos en alguna de ellas.
- En cada una de las actividades, es de vital importancia la comunicación entre el equipo de topografía y el ingeniero, de tal manera se establezca el replanteo del diseño al campo con la mayor precisión y exactitud posible, garantizando espacios, verticalidad en los muros y columnas, profundidades de corte, rellenos oportunos de bases granulares, etc.

- La buena instalación de refuerzo longitudinal y transversal en cada una de las vigas de cimentación es de vital importancia, ya que estas reciben los esfuerzos que genera el peso propio de la estructura y el de su uso proyectado, junto a modelaciones sísmicas pertinentes, las cuales deben garantizarse las longitudes de traslapo, los ganchos en las partes externas de la viga, los espaciamientos de los estribos transversales, y cada una de las dimensiones presentadas en el diseño, tanto para las barras que arman el elemento, como también las dimensiones de la sección en la viga.
- Para los elementos columna, recordando que la estructura como tal se proyectó en estructura metálica, la recomendación ante agente del intemperismo es el recubrimiento de concreto armado para el fortalecimiento ante corrosión que se pueda presentar durante la vida útil del proyecto. Para las vigas, vale aclarar, que su protección ante agentes atmosféricos se efectúa ante la fundición de la losa de entrepiso tipo Metal Deck, por lo cual no es necesario su recubrimiento.
- Para los tiempos de lluvia, el Ingeniero pasante debe prestar vigilancia y control en los materiales que se almacenen en obra, como lo son los materiales de relleno, que frente a una gran humedad pierden características de resistencia.

11. BIBLIOGRAFIA

REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR.10.

TITULO F ESTRUCTURAS METÁLICAS- SANTA FE DE BOGOTÁ D.C. NSR 10
TÍTULO A — REQUISITOS GENERALES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE

MANUALES TECNICOS DE INVIAS

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN
MANUAL DE INTERVENTORÍA - INVÍAS

METAL DECK MANUAL DE INSTALACIÓN

<http://www.acesco.com/downloads/manual/manuainstalacionmetaldeck.pdf>

ESTRUCTURAS METALICAS Y PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.bdigital.unal.edu.co/3609/1/8220216.2004.pdf>

PRODUCTOS SIKA

<http://col.sika.com/es/productos.html>

PROYECTO AMPLIACIÓN DE CAMPANARIO - CONSTRUCTORA ARINSA .S.A

<https://campanariopopayan.com/noticias/ampliamos-para-ti>
<http://constructoraarinsa.wix.com/arinsa>

CIMENTACIONES PROFUNDAS

<http://civilgeeks.com/2014/01/13/pilotes-de-cimentacion-para-la-construccion/>

TUBERÍAS PARA FILTRO Y REDES DE DESAGÜE

<http://www.pavco.com.co/>

12. ANEXOS

TERMINACION DE PASANTÍA A SATISFACCIÓN.

REGISTRO DE HORAS REALIZADAS DURANTE LA PASANTIA.