

**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONTRUCCION DEL CONDOMINIO  
MONSERRAT**



**PRESENTADO POR:  
MANUEL ANTONIO LÓPEZ GRAJALES  
C.C. 1.088.317.816  
CÓDIGO: 100411024439**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS  
POPAYÁN  
2018**

**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA CONTRUCCION DEL CONDOMINIO  
MONSERRAT**



**PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO  
PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL  
MODALIDAD PASANTÍA**

**PRESENTADO POR:  
MANUEL ANTONIO LÓPEZ GRAJALES  
C.C. 1.088.317.816  
CÓDIGO: 100411024439**

**DIRECTOR:  
MARIA VICTORIA MONDRAGON MACA  
INGENIERA CIVIL**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS  
POPAYÁN - CAUCA  
2018**

## Nota de aceptación

El director y jurado de la práctica profesional, “**Pasantía como auxiliar de ingeniería en la construcción del Condominio Monserrat**”, una vez evaluado el informe final y la sustentación del mismo, autorizan al egresado para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de Ingeniero Civil.

---

Ing. Maria Victoria Mondragón Maca  
Director de pasantía.

---

Ing. Carlos Ariel Hurtado  
Jurado

Popayán, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018

## TABLA DE CONTENIDO

<b>TABLA DE CONTENIDO .....</b>	<b>4</b>
<b>1. <i>Introducción</i> .....</b>	<b>8</b>
<b>2. <i>Justificación</i> .....</b>	<b>9</b>
<b>3. <i>Objetivos</i> .....</b>	<b>10</b>
3.1. Objetivo general.....	10
3.2. Objetivos específicos.....	10
<b>4. <i>Empresa receptora</i> .....</b>	<b>11</b>
4.1. Duración de la pasantía.....	12
<b>5. <i>Descripción del proyecto</i> .....</b>	<b>12</b>
5.1. Localización.....	13
<b>6. <i>Evaluación de inicio</i> .....</b>	<b>13</b>
<b>7. <i>actividades realizadas y procesos constructivos</i> .....</b>	<b>16</b>
7.1. Cimentación.....	16
7.2. Estructura metálica .....	17
7.2.1. Descripción.....	17
7.2.2. Construcción.....	22
7.3. Losa de entrepiso .....	26
7.3.1. Descripción.....	26
7.3.2. Construcción.....	29
7.4. Columnas .....	36
7.4.1. Descripción.....	36
7.4.2. Construcción.....	39
<b>8. <i>Control de calidad de estructura metálica</i> .....</b>	<b>45</b>
8.1. Ensayo de radiografía industrial .....	45
8.2. Ensayo de tintas penetrantes .....	46
<b>9. <i>Uniones en la estructura</i> .....</b>	<b>49</b>
9.1. Unión rígida .....	49
9.2. Unión a momento.....	53

9.3. Unión a cortante.....	55
<b>10. Conclusiones .....</b>	<b>57</b>
<b>11. Bibliografía .....</b>	<b>59</b>
<b>12. Anexos .....</b>	<b>60</b>

## TABLA DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1: Estado de obra al iniciar la pasantía, toma 1 .....	15
Fotografía 2: Estado de obra al iniciar la pasantía, toma 2 .....	15
Fotografía 3: Colocación de acero de vigas y pedestal y posicionamiento de anclaje.....	16
Fotografía 4: Viga y pedestal antes de fundición. ....	17
Fotografía 5: Viga y pedestales después de fundición. ....	17
Fotografía 6: montaje de columna con andamio y diferencial. ....	22
Fotografía 7: Montaje de columna. ....	23
Fotografía 8: Base de columna con sus respectivas tuercas de nivelación y ajuste .....	23
Fotografía 9: Montaje de viga con ayuda de la torre grúa.....	24
Fotografía 10: Pesas (plomada) usadas para dar plomo vertical a las columnas.....	25
Fotografía 11: Colocación de lámina con ayuda de la torre grúa.....	30
Fotografía 12: Collarín en columna, antes y después de instalar lámina. ....	30
Fotografía 13: Instalación de studs con máquina. ....	31
Fotografía 14: Traslapos entre mallas. ....	31
Fotografía 15: Studs instalados e instalación de malla electro soldada.....	32
Fotografía 16: Acero adicional en las esquinas del área de escaleras. ....	32
Fotografía 17: Puntales en cada centro de luz de las vigas y viguetas. ....	33
Fotografía 18: Fundición de losa, piso 1. ....	34
Fotografía 19: Nivelación y acabado de primer tramo, losa 1. ....	34
Fotografía 20: Curado de primer tramo, losa piso 1.....	35
Fotografía 21: Conectores en columna real. ....	36
<b>Fotografía 22: Instalación y amarre de estribos y ganchos.....</b>	<b>39</b>
Fotografía 23: Nudo con los estribos soldados,.....	39
Fotografía 24: Superficie lista para aplicar grout. ....	40
Fotografía 25: Superficie nivelada con el grout. ....	40
Fotografía 26: Referencia y cimbrado para formaleta de columna. ....	41
Fotografía 27: Pines para localización de formaleta para columnas. ....	41
Fotografía 28: Proceso de encofrado de columnas.....	42
Fotografía 29: Desencofrado y curado de columnas. ....	43
Fotografía 30: reparación de columna hormigueada. ....	44
Fotografía 31: Columnas fundidas primer nivel.....	44
Fotografía 32: Líquido penetrante. ....	47
Fotografía 33: Aplicación tinta penetrante. ....	47

Fotografía 34: Revelador.....	47
Fotografía 35: Aplicación revelador.....	47
Fotografía 36: Soldadura para reparar.....	48
Fotografía 37: Soldadura aceptada.....	48
Fotografía 38: Anclaje real en obra.....	50
Fotografía 39: Anclajes ya instalados en obra.....	51
Fotografía 40: Unión pedestal-columna hecha en obra.....	52
Fotografía 41: Conexión viga-columna a momento con chapa frontal a tope en obra.....	54
Fotografía 42: Conexión viga-columna a momento con chapa en alero en obra.....	55
Fotografía 43: Unión a cortante en obra.....	56

## TABLA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de procesos.....	11	
Figura 2: Imagen ilustrativa del proyecto.....	13	
Figura 3: Plano localización zapatas y pedestales.....	14	
Figura 4: Plano de profundidades de desplante para zapatas.....	14	
Figura 5: Detalle pedestal 80x80	Figura 6: Detalle pedestal 60x60.....	14
Figura 7: Detalle pedestal 60x115.....		15
Figura 8: Perfil de posicionamiento de anclaje en pedestal.....		16
Figura 9: Plano de montaje de columnas.....		18
Figura 10: Elementos ampliados: Nomenclatura dada a las columnas en el plano de montaje.....		18
Figura 11: plano general de montaje de vigas y columnas.....		18
Figura 12: Sección Perfil HEA 200.....		19
Figura 13: Sección perfil IPE 300.....		20
Figura 14: Marca para ajuste a 2/3 de giro.....		21
Figura 15: Distribución lámina colaborante losa de entre piso.....		26
Figura 16: Distribución y nomenclatura de lámina colaborante.....		26
Figura 17: Detalle típico configuración de losa.....		27
Figura 18: Detalle de refuerzo de losa.....		28
Figura 19: Distribución en plata de malla electrosoldada.....		28
Figura 20: Paneles típicos de malla, M1, M2 Y M3.....		29
Figura 21: Imagen ilustrativa de conectores (studs).....		36
Figura 22: detalle del refuerzo para columna de radio = 55 cm.....		37
Figura 23: Detalle del refuerzo para columna de 40X60.....		38
Figura 24: Estribos de los nudos.....		38
Figura 25: Radiografía industrial.....		45
Figura 26: Resultado obtenido en el ensayo.....		46
Figura 27: Platinas de soporte para los pernos de anclaje.....		50

Figura 28: Barra de anclaje.....	50
Figura 29: Placas base de columnas. ....	51
Figura 30: Detalle de unión rígida entre pedestal y columna. ....	52
Figura 31: Conexión viga-columna a momento con chapa frontal a tope.....	53
Figura 32: Conexión viga-columna a momento con chapa frontal en alero.....	54
Figura 33: Detalle unión a cortante. ....	55

# **Informe de pasantía como auxiliar de residente de obra civil en la construcción del centro comercial Monserrat Plaza**

## **Propuesta de grado – pasantía**

### **1. Introducción**

El presente informe tiene por finalidad dar a conocer a la facultad de ingeniería civil, la justificación, objetivos, información general, descripción del proyecto, construcción, actividades realizadas y demás aspectos relevantes que se desarrollaron en la ejecución de la pasantía en la obra civil denominada “**MONSERRAT PLAZA**”, llevada a cabo en la ciudad de Popayán por la empresa **ADRIANA RIVERA INMOBILIARIA Y CONSTRUCTORA**, para optar por el título de ingeniero civil dando cumplimiento al requisito de trabajo de grado en la modalidad pasantía.

En la mencionada obra se ejerció por el pasante el cargo de auxiliar de residente de obra, cargo en el que se ejercieron las siguientes funciones específicas: hacer control de aspectos técnicos durante la construcción y supervisar la calidad de los materiales de construcción, todo lo anterior, a través de una participación activa en los trabajos que se adelantaron en la obra y aplicando las normas colombianas de construcción vigentes.

Durante la pasantía se aplicaron los conocimientos de la academia, se adquirió experiencia en el campo de la construcción de estructura metálica, y se consolidó nuevas destrezas y habilidades en el ejercicio de su profesión.



## **2. Justificación**

El objetivo del ingeniero civil es modificar el entorno de manera favorable para suplir necesidades esenciales en términos de infraestructura; es por ello que cualquier rama seleccionada dentro de esta área, debe ser ejercida en un contexto social, cultural y económico.

La Universidad del Cauca con el fin de dar a los estudiantes la oportunidad de optar por el título de Ingeniero(a) civil presenta, mediante el acuerdo N° 051 de 2001 del Consejo Superior Universitario, la Resolución N° 281 de 2005 y la resolución N° 820 de 2014 emitida por la Facultad de Ingeniería Civil, realizar como Trabajo de Grado una Pasantía que dispone a los estudiantes ingresar a una determinada institución o empresa, donde tiene la oportunidad de fortalecer sus conocimientos en las etapas de construcción en las que participe, debiendo afrontar desde su profesión las adversidades que se presentan y la interacción con personal de la obra, tomando decisiones frente a los problemas que se identifican y participando activamente en la misma, estableciendo un criterio profesional basado en los conocimientos que se han adquirido en el pregrado.

### **3. Objetivos**

#### **3.1. Objetivo general.**

Participar como auxiliar de residente de obra en funciones tales como: control en la calidad de materiales y los procesos constructivos, del montaje de estructura metálica para el centro comercial MONSERRAT PLAZA a cargo de la CONSTRUCTORA E INMOBILIARIA ADRIANA RIVERA S.A.S en la ciudad de Popayán, fortaleciendo de esta manera, la capacidad de planear y dirigir procesos constructivos dentro de un proyecto

#### **3.2. Objetivos específicos.**

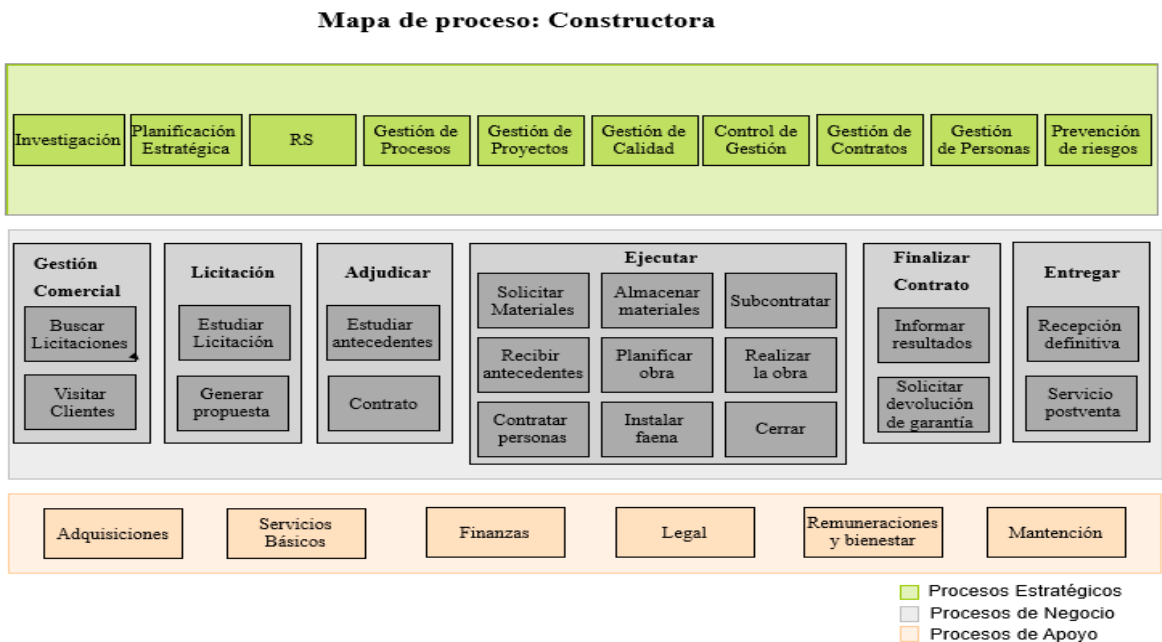
- Ejecutar un seguimiento y registro detallado de los procesos constructivos realizados en la obra durante la pasantía, aplicando las normas de construcción vigentes.
- Verificar que las especificaciones contenidas en los planos estructurales se cumplan en obra.
- Efectuar la supervisión de la obra en general, en las siguientes actividades: montaje, armado y fundición de columnas metálicas y losas de entresijos.
- Conocer e identificar las uniones (viga-columna) usadas en la estructura
- Aplicar y desarrollar las destrezas adquiridas en el proceso de formación académica y profesional.

#### 4. Empresa receptora



Respecto a la Visión y Misión de empresa Inmobiliaria Y Constructora Adriana Rivera S.A.S, aún no se encuentra bien definida, más allá de su gran capacidad para ejecutar proyectos de construcción de viviendas y de su trabajo como inmobiliaria estas están en construcción.

#### *Mapa de procesos de la Inmobiliaria y Constructora Adriana Rivera.*



**Figura 1:** Mapa de procesos

**Fuente:** Adriana Rivera

#### **4.1. Duración de la pasantía**

El tiempo exigido por la Universidad del Cauca, en la modalidad de pasantía, es de quinientas setenta y seis (576) horas, iniciando el primer (1) día del mes de febrero de dos mil dieciocho (2018) y culminando a los treinta (30) días del mes de mayo de dos mil dieciocho (2018).

### **5. Descripción del proyecto**

El Centro Comercial Monserrat Plaza es un proyecto ejecutado por la Constructora e Inmobiliaria Adriana Rivera S.A.S. Está proyectado para estar constituido por un área técnica y tres niveles, los cuales fueron dispuestos de la siguiente manera:

- Área Técnica: Cuarto de máquinas (red contra incendios, zona de bombas) Tanque de almacenamiento.
- Semi sótano: Área de parqueaderos y Bodega de almacén ancla
- Piso 1: Almacén ancla y locales comerciales
- Piso 2: Locales comerciales y plazoleta de comidas

Monserrat Plaza es una estructura tipo pórtico, los cuales, están conformados por columnas compuestas (Estructura metálica y concreto) y vigas metálicas, unidas por platinas y pernos. El sistema de entrepiso utilizado es losa compuesta (lámina colaborante tipo Steell deck).

## 5.1. Localización

El proyecto “MONSERRAT PLAZA” se encuentra ubicado en el municipio de Popayán, vía al Bosque: transversal 9 norte # 56N – 78. El proyecto se encuentra ubicado en la zona norte de la ciudad la cual actualmente cuenta con un crecimiento comercial importante. Cerca al lote se pueden encontrar varios conjuntos residenciales, centros comerciales, escenarios deportivos entre otros.

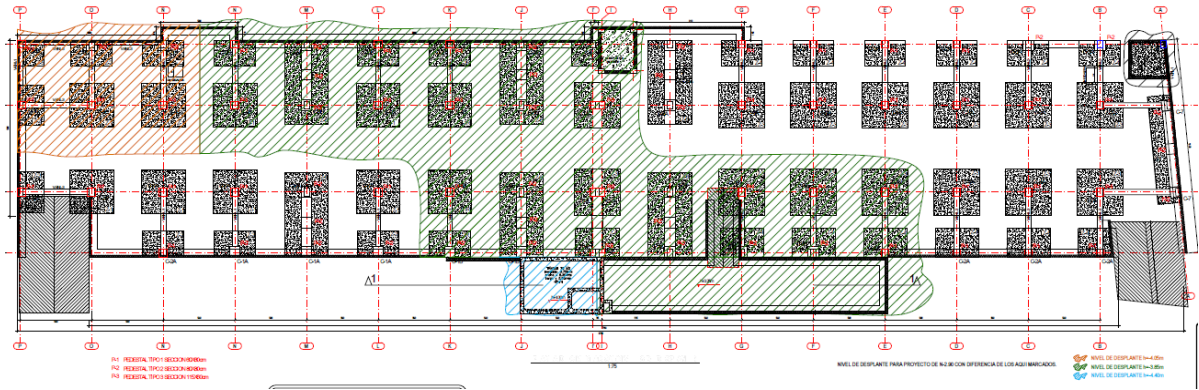


**Figura 2:** Imagen ilustrativa del proyecto

**Fuente:** Adriana Rivera

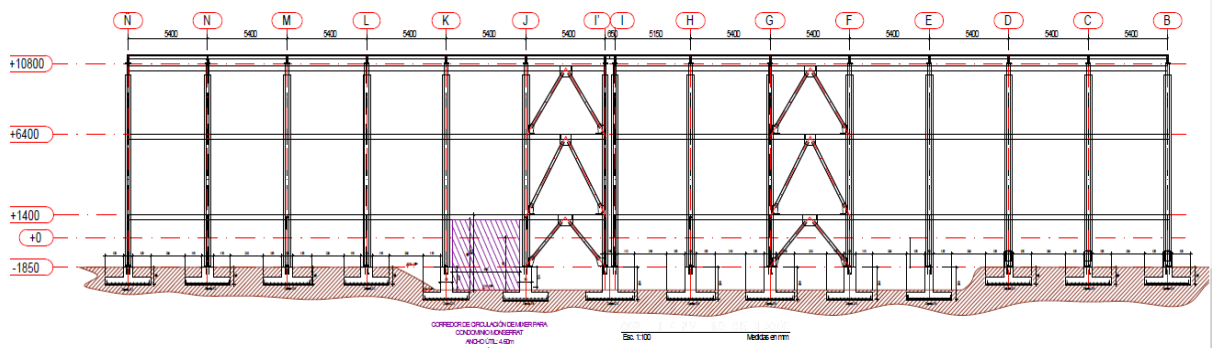
## 6. Evaluación de inicio

En el inicio de la pasantía la obra se encontraba a nivel de cimentación, teniendo un avance del 80% en zapatas y pedestales, los cuales soportarían después la estructura metálica los niveles de desplante varían entre 3.85 y 4.40 m. los pedestales tenían medidas de (0.6X0.6), (0.8X0.8) y (0.6X1.15). En las Figuras de 3 a 7 se ilustran detalles y plantas tomado de los planos estructurales.



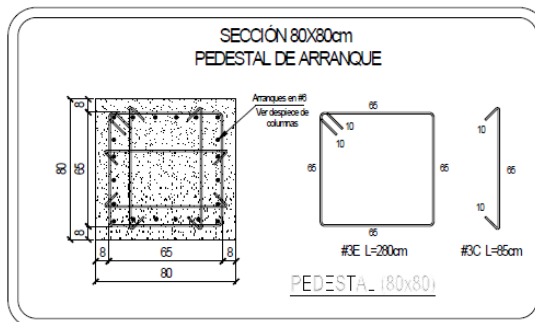
**Figura 3:** Plano localización zapatas y pedestales

**Fuente:** Meisa



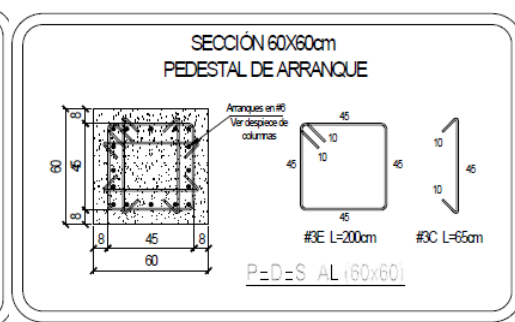
**Figura 4:** Plano de profundidades de desplante para zapatas

**Fuente:** Meisa



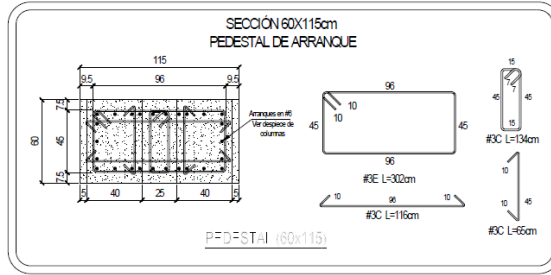
**Figura 5:** Detalle pedestal 80x80

**Fuente:** Meisa



**Figura 6:** Detalle pedestal 60x60

**Fuente:** Meisa



**Figura 7:** Detalle pedestal 60x115

**Fuente:** Meisa

En las fotografías 1 y 2 se puede apreciar el estado inicial de la obra.



**Fotografía 1:** Estado de obra al iniciar la pasantía, toma 1

**Fuente:** El autor



**Fotografía 2:** Estado de obra al iniciar la pasantía, toma 2

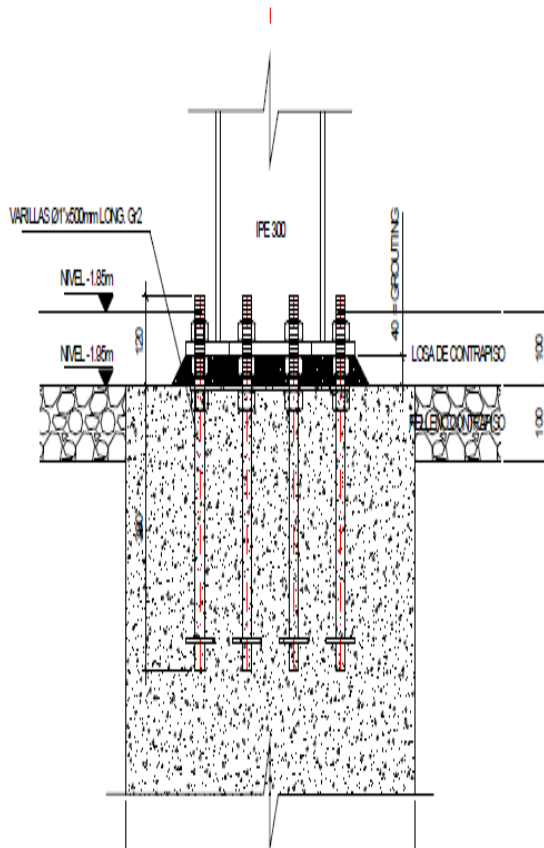
**Fuente:** El autor



## 7. Actividades realizadas y procesos constructivos

### 7.1. Cimentación

Se realizó la colocación y amarre del acero longitudinal y trasversal de vigas y pedestales, haciendo simultáneamente la instalación de los anclajes con apoyo de topografía, los cuales, quedarían embebidos en el pedestal, para darle el posicionamiento y posterior localización a las columnas metálicas, una vez encofrado y fundido.



**Figura 8:** Perfil de posicionamiento de anclaje en pedestal.

**Fuente:** Meisa



**Fotografía 3:** Colocación de acero de vigas y pedestal y posicionamiento de anclaje.

**Fuente:** El autor





**Fotografía 4:** Viga y pedestal antes de fundición.

**Fuente:** El autor



**Fotografía 5:** Viga y pedestales después de fundición.

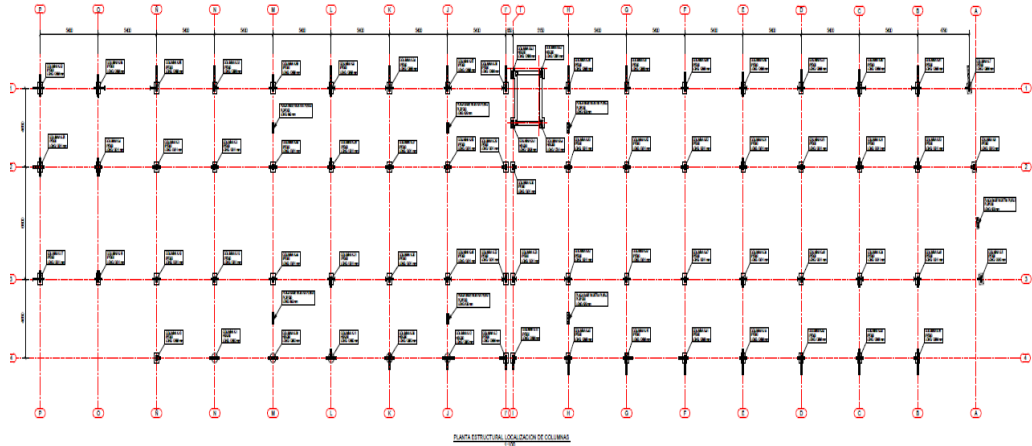
**Fuente:** El autor

## 7.2. Estructura metálica

### 7.2.1. Descripción.

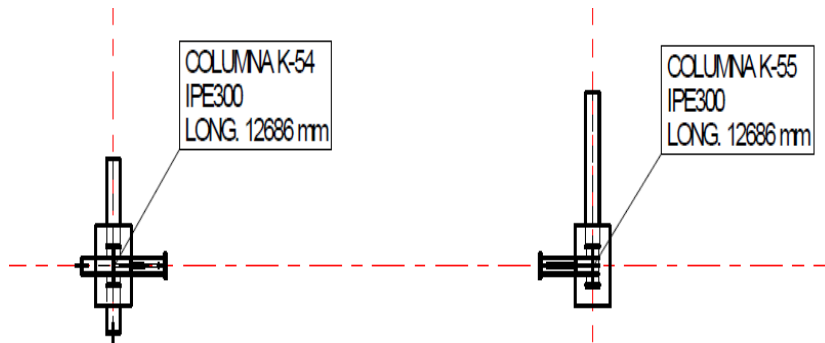
El diseño estructural y montaje del centro comercial estuvo a cargo de la empresa Metálicas e Ingeniería – MEISA.

En los siguientes planos de montaje (ver Figura 9 y 11) se muestran columnas de sección compuesta, vigas y viguetas con perfiles metálicos, con conexión de estos elementos por medio de platinas y pernos:



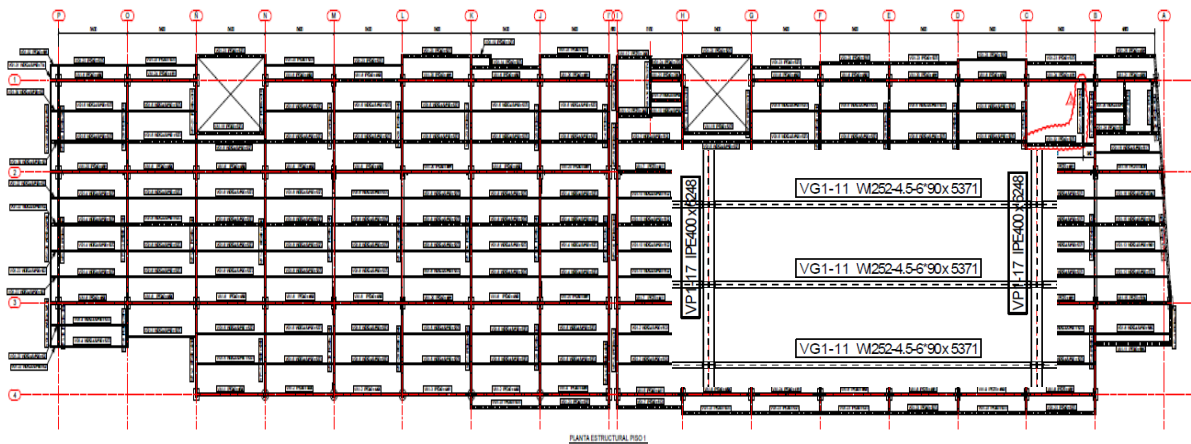
**Figura 9:** Plano de montaje de columnas

Fuente: Meisa



**Figura 10:** Elementos ampliados: Nomenclatura dada a las columnas en el plano de montaje

Fuente: Meisa



**Figura 11:** plano general de montaje de vigas y columnas.

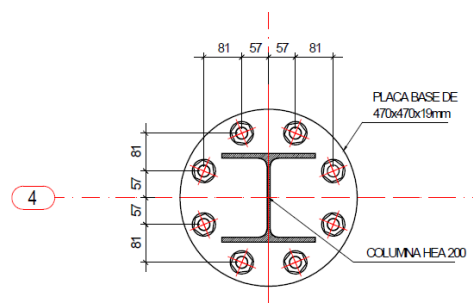
Fuente: Meisa

A continuación, se presentan los elementos que se tuvieron en cuenta en el montaje de la estructura metálica (se presentan con su respectiva nomenclatura):

- **Perfil de acero para columnas.** Formó parte de la sección compuesta de las columnas. Recibía las cargas de los entrepisos y las transmitía a los pedestales. En la parte inferior de la columna contó con una platina soldada 25 mm de espesor, la cual, tenía las perforaciones para los pernos del anclaje instalado en los pedestales.

Su nomenclatura en los planos estructurales es la letra “K” y presentaron los siguientes perfiles:

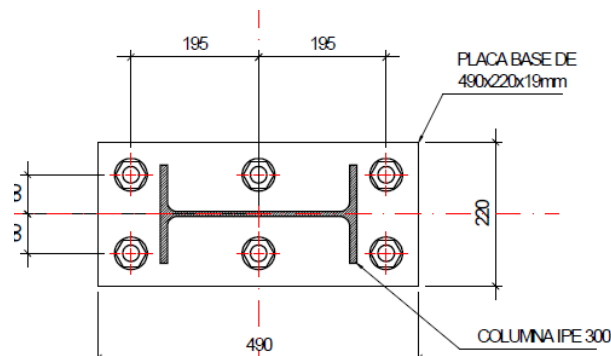
- *Perfil HEA-200 (ver Figura 12).* Fue el perfil empleado para las columnas circulares de 55cm de radio y las columnas del foso de ascensor. El total de estos elementos fue de 9 (5 circulares y 4 rectangulares) en obra. A lo largo de la columna, en los patines de la sección, tenía soldados studs para garantizar la adherencia entre el perfil y el concreto, y ayudar a disminuir los esfuerzos generados por cortante. Algunas de ellas contaban con platinas receptoras de riostras.



**Figura 12:** Sección Perfil HEA 200.

**Fuente:** Meisa

- Perfil IPE 300 (ver Figura 13). Fue el perfil empleado para las columnas de 60 X 40 cm. La columna contó con una placa base de anclaje de 25 mm. El total de estos elementos fue de 64 en obra. A lo largo de la columna, en los patines de la sección, tenía soldados studs para garantizar la adherencia entre el perfil y el concreto, y ayudar a disminuir los esfuerzos generados por cortante.



**Figura 13:** Sección perfil IPE 300

**Fuente:** Meisa

- **Vigas portantes.** Fueron las vigas que se presentaron en el sentido principal de la losa de entrepiso, transmitiendo las cargas a las columnas que las soportaban. Las secciones que presentaban eran: IPE-300, IPE-330, IPE-360, IPE-400. Estas vigas se unían a las columnas, por medio de pernos, formando uniones a momento.

- **Vigas de amarre.** Fueron las vigas que se presentaron en sentido perpendicular al de la losa de entrepiso, amarrando los pórticos de la estructura. La sección que presentó fue: IPE-240, se unían a las columnas por medio de pernos y platinas, formando uniones a cortante.

- **Viguetas.** Fueron el soporte de la lámina colaborante y de las cuales se aseguró por medio de los studs. Estas fueron aseguradas a las vigas portantes por medio de brochales y pernos, las cuales le transmitían las cargas de la losa de entrepiso. La sección que presentó fue: WI252-4.5-6\*90.

La conexión de los distintos elementos se realizó empleando el método de giro de tuerca a  $2/3$ , el cual garantizó una apropiada fijación de los elementos sin comprometer la resistencia del tornillo debido a la deformación que se presentaba por la tensión ejercida. El método consistió en ajustar la tuerca hasta que las partes estuvieran totalmente en contacto y se presentara resistencia.

Se marcó el tornillo, la arandela y la tuerca como se muestra a continuación (ver Figura 14):



**Figura 14:** Marca para ajuste a  $2/3$  de giro.

**Fuente:** [www.turnasure.com/sp/turn-of-nut-method-turnasure-bolting-technology.shtml](http://www.turnasure.com/sp/turn-of-nut-method-turnasure-bolting-technology.shtml)

Por último, se giró la tuerca hasta completar  $2/3$  del giro total.

El montaje de la mayoría de los elementos se realizó empleando una torre grúa de 16 metros de altura con una pluma de 40 metros de largo. La capacidad máxima en el extremo de la pluma fue de 1100 kilogramos; para los ejes en donde la torre grúa no alcanzaba, se realizó el montaje de los elementos (columnas y vigas) por medio de un

diferencial, ubicado en un andamio certificado y debidamente posicionado (ver fotografía 6).



**Fotografía 6:** montaje de columna con andamio y diferencial.

**Fuente:** El autor

### **7.2.2. Construcción.**

Se inició el montaje de las columnas metálicas, para ello, se realizó la instalación de tuercas (de nivelación) en los pernos anclados en los pedestales, nivelando la altura de las tuercas con nivel de precisión y manguera, para garantizar que la base de las columnas estuviera en la misma cota. Luego, se montaba la columna con ayuda de la torre grúa y se ajustaba con otro juego de tuercas (de ajuste) certificadas.





**Fotografía 7:** Montaje de columna.

**Fuente:** El autor



**Fotografía 8:** Base de columna con sus respectivas tuercas de nivelación y ajuste

**Fuente:** El autor

Para el montaje de las vigas y viguetas con la torre gura, se subía el elemento hasta el nivel y posición indicados (ver Fotografía 9), y con personal certificado y debidamente asegurado para el trabajo en alturas, se realizaba la colocación de los pernos colocando una barra de acero (punzón) en las perforaciones para conservar la posición y posteriormente se aseguraba con los respectivos pernos.



**Fotografía 9:** Montaje de viga con ayuda de la torre grúa

**Fuente:** El autor

Una vez instaladas las columnas y las vigas, pasa una persona dando el ajuste indicado a todos los pernos del lote de estructura montada. Seguidamente se empieza a dar el plomo a las columnas por medio de la placa base, “aflojando” y/o “ajustando” las tuercas de nivelación y ajuste (ver fotografía 8), según sea el caso, para ello, se usaron



unas pesas en concreto, fabricadas en obra, que se aseguraban con un nylon a los patines y almas de las columnas y así, garantizar un plomo vertical por ambas caras.



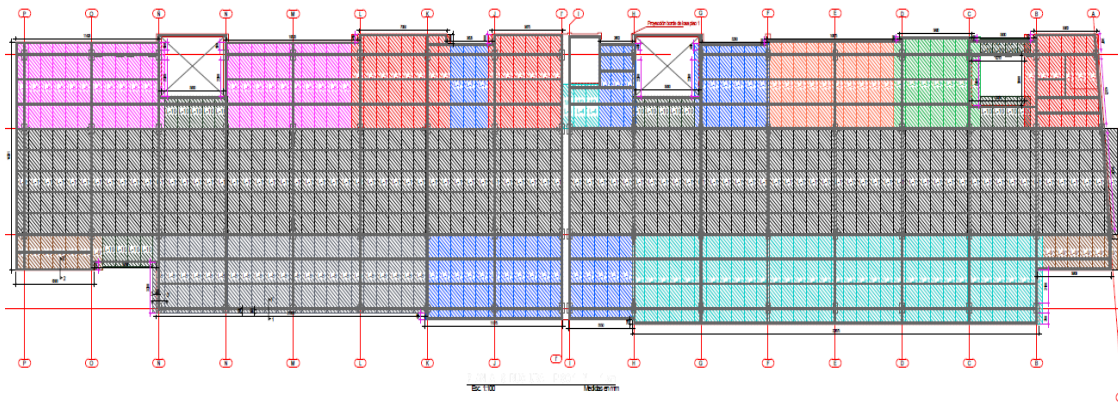
**Fotografía 10:** Pesas (plomada) usadas para dar plomo vertical a las columnas.

**Fuente:** El autor

### 7.3. Losa de entrepiso

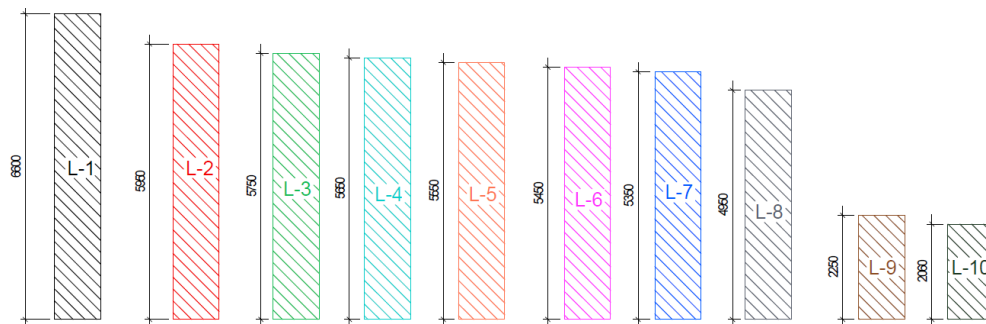
#### 7.3.1. Descripción.

Para la construcción de losa de entrepiso se empleó el sistema de lámina colaborante. Para esto se emplearon láminas tipo Steel deck de 2" calibre 22, de 10 longitudes diferentes según distribución (ver figura 15) del diseñador estructural.



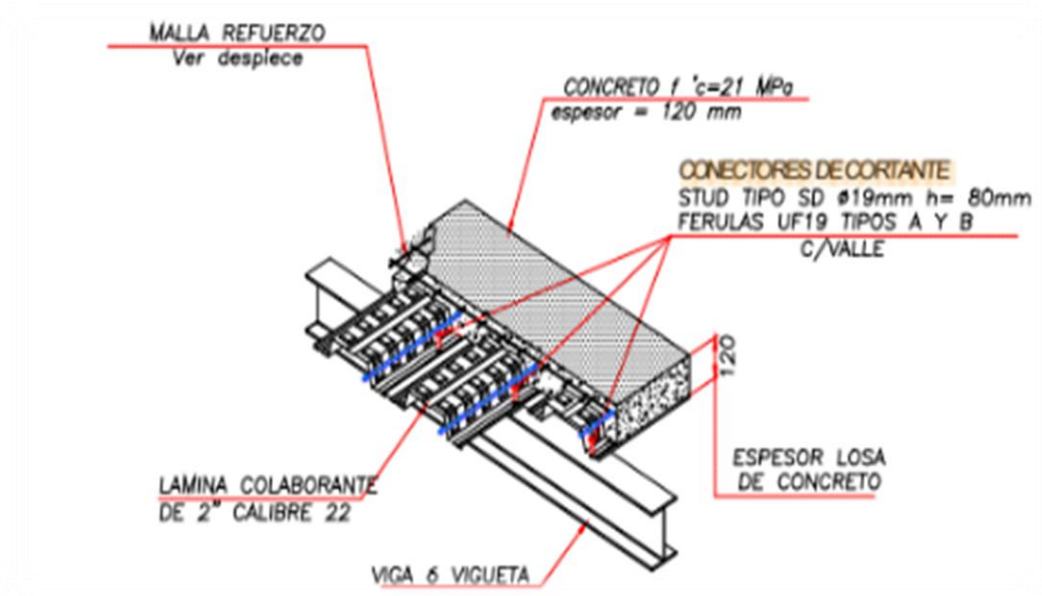
**Figura 15:** Distribución lámina colaborante losa de entre piso.

**Fuente:** Meisa.



**Figura 16:** Distribución y nomenclatura de lámina colaborante.

**Fuente:** Meisa.

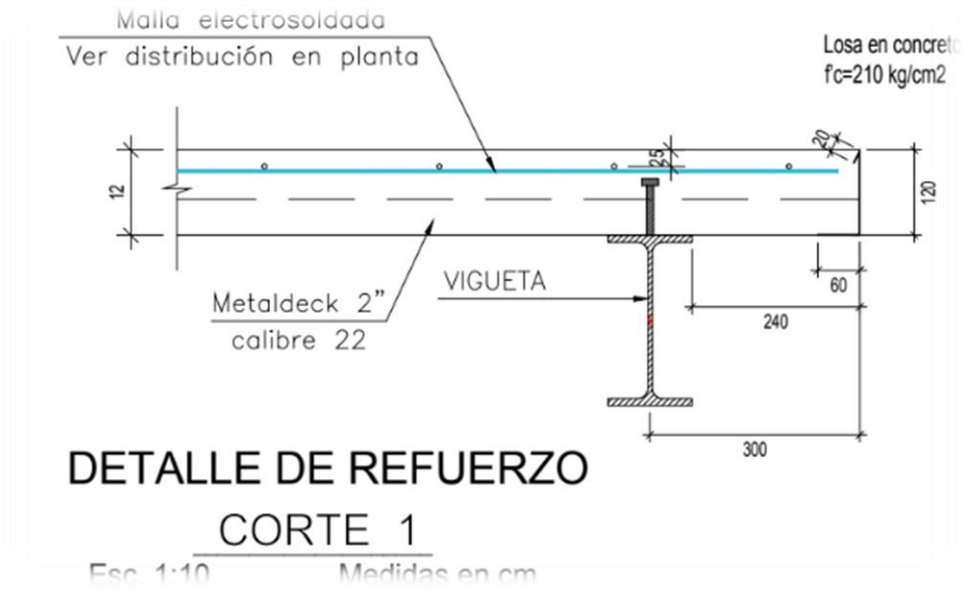


**Figura 17:** Detalle típico configuración de losa.

**Fuente:** Meisa.

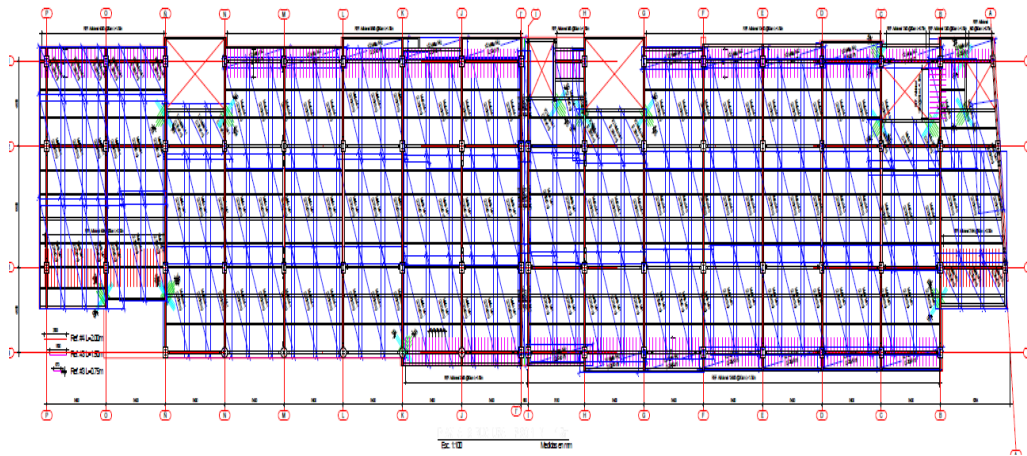
Como refuerzo se empleó malla electro soldada, con tres distribuciones distintas, denotadas con la letra “M”, las cuales fueron (ver figura 20):

- M-1: grafiles de 7.0 mm cada 15 cm en sentido paralelo a los valles de la lámina y grafiles de 5.0 mm cada 25 cm en sentido perpendicular a los valles.
- M-2: grafiles de 7.0 mm cada 15 cm en sentido paralelo y perpendicular a los valles de la lámina.
- M-3: grafiles de 8.5 mm cada 15 cm en sentido paralelo a los valles de la lámina y grafiles de 5.0 mm cada 25 cm en sentido perpendicular a los valles.



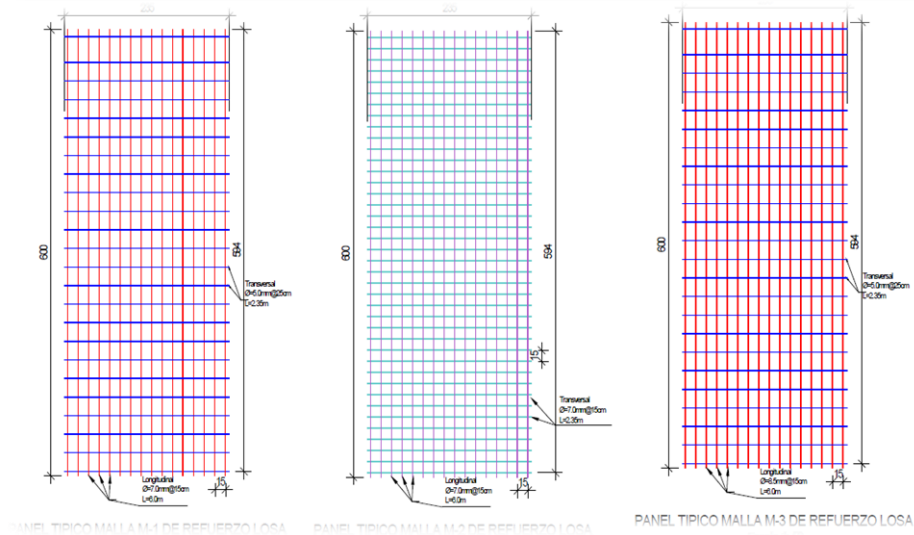
**Figura 18:** Detalle de refuerzo de losa.

**Fuente:** Meisa.



**Figura 19:** Distribución en planta de malla electrosoldada.

**Fuente:** Meisa



**Figura 20:** Paneles típicos de malla, M1, M2 Y M3.

**Fuente:** Meisa.

### 7.3.2. Construcción.

Con la estructura metálica ya armada y con la verticalidad chequeada en los elementos estructurales, se procedió a la colación de collarines hechos con ángulos de acero, alrededor de las columnas, que servían de plantilla para la colocación de la lámina colaborante. Luego, se transportaban con la torre grúa las láminas (ver Fotografía 11) y, se instalaban manualmente garantizando alineamiento y traslapeo entre ellas.

Después de instaladas, se realizaba la colocación de studs en cada valle de las láminas a lo largo de las vigas y viguetas, por medio de una “pistola para stud” o con soldadura eléctrica; seguidamente, se colocó el borde losa de 12 cm de alto en el perímetro de la losa.





**Fotografía 11:** Colocación de lámina con ayuda de la torre grúa.

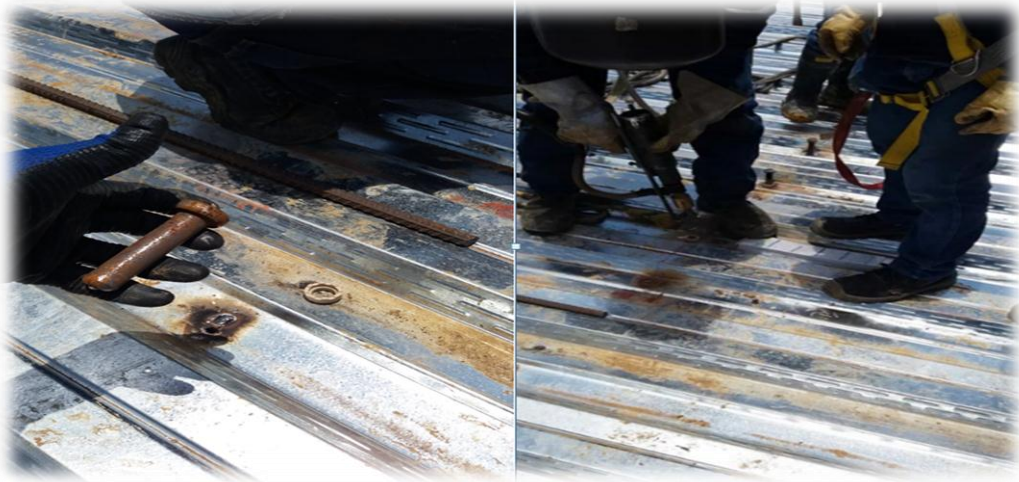
**Fuente:** El autor



**Fotografía 12:** Collarín en columna, antes y después de instalar lámina.

**Fuente:** El autor

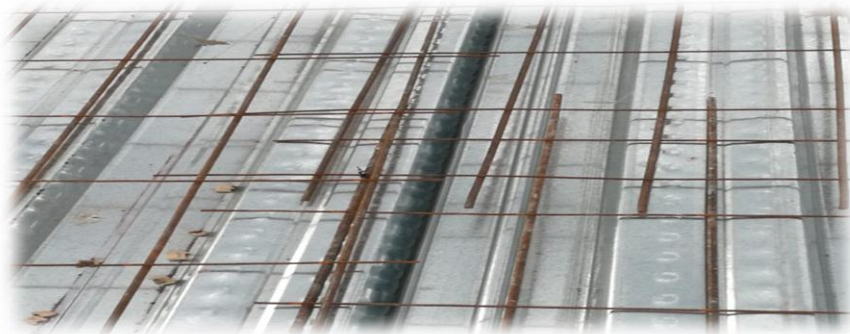
Después de instalados los collarines en el perímetro de las columnas y colocada la lámina, se procedía a soldar los studs, ubicándolos sobre las vigas y viguetas de la estructura, en cada valle de la lámina colaborante (ver fotografía 13).



**Fotografía 13:** Instalación de studs con máquina.

**Fuente:** El autor

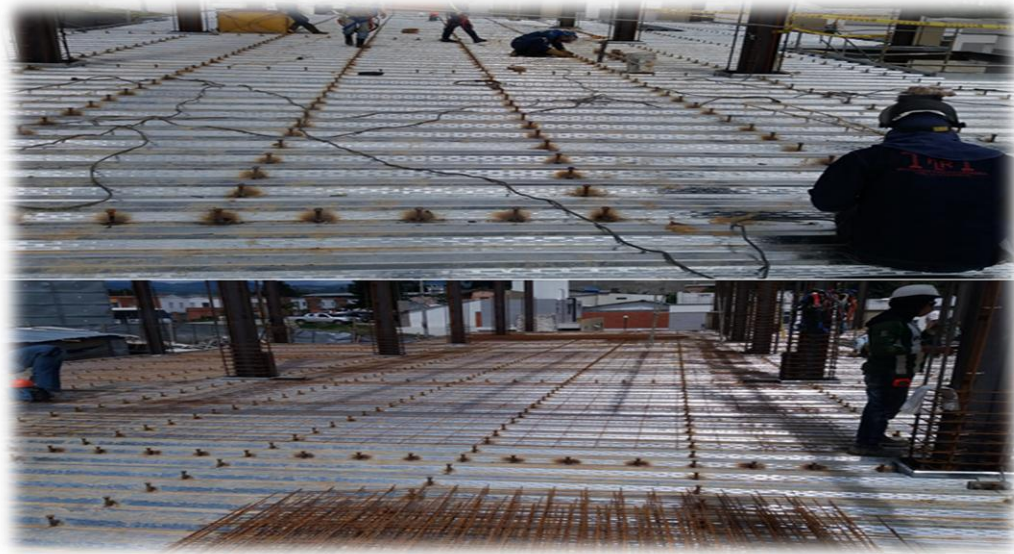
Ya instalados y chequeados los studs, se procedía a la colocación de la malla electrosoldada, con traslapos de 30 cm ( ver fotografía 14), de acuerdo a la distribución dada por el estructural.



**Fotografía 14:** Traslapos entre mallas.

**Fuente:** El autor.





**Fotografía 15:** Studs instalados e instalación de malla electro soldada.

**Fuente:** El autor

Una vez terminado el regado y amarrado de la malla, se instalaba el acero adicional en las esquinas del área de ascensores y escaleras (ver fotografía 16), como también en los voladizos de fachada.



**Fotografía 16:** Acero adicional en las esquinas del área de escaleras.

**Fuente:** El autor.



Teniendo la losa colaborante lista, con todo su refuerzo ubicado y chequeado, se apuntalaban las vigas en cada centro de luz (ver fotografía 17), bajo recomendación del estructural, Para poder realizar la fundición de la losa y mantenerla así durante siete (7) días como mínimo, mientras el concreto adquiría resistencia.



**Fotografía 17:** Puntales en cada centro de luz de las vigas y viguetas.

**Fuente:** El autor.

Posteriormente se realiza el lavado de la superficie de la lámina, para empezar la fundición con un concreto de 21 Mpa (3000 psi) y un asentamiento de 5 ( + ó - 1) una pulgada.



**Fotografía 18:** Fundición de losa, piso 1.

**Fuente:** El autor.



**Fotografía 19:** Nivelación y acabado de primer tramo, losa 1.

**Fuente:** El autor.

Terminada la fundición de la losa de entrapiso con sus respectivos niveles, se procedió al curado de ésta, para ello, se hizo un “bordillo” en todas las áreas perimetrales y se inundó (ver fotografía 20), para garantizar un buen curado y evitar fisuras superficiales provocadas por retracción y temperatura.



**Fotografía 20:** Curado de primer tramo, losa piso 1.

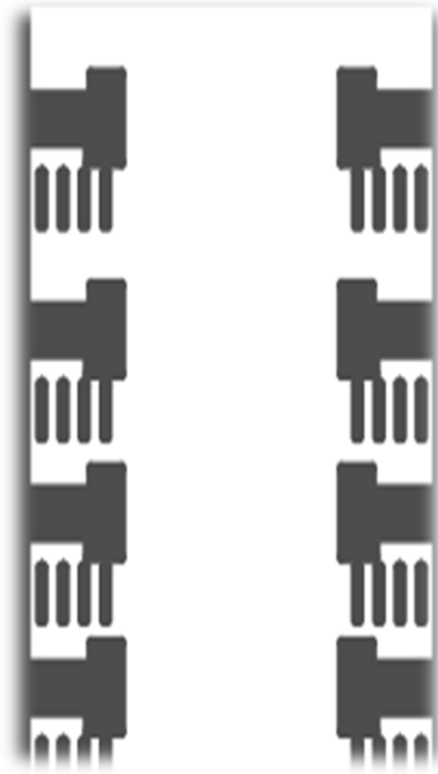
**Fuente:** El autor.



## 7.4. Columnas

### 7.4.1. Descripción.

Se empleó un sistema compuesto, que consiste en una columna en perfil metálico y concreto reforzado, formando un elemento estructural. Para ello, es necesario que la columna metálica tenga unos conectores (studs), (ver figura 21) que se encargarán de la adherencia y transmisión de esfuerzos cortantes a la sección de concreto.



**Figura 21:** Imagen ilustrativa de conectores (studs).

**Fuente:** Gerdau Corsa, Mexico.



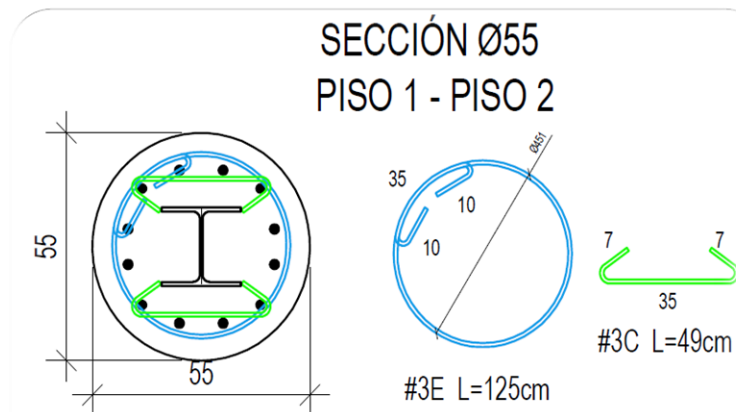
**Fotografía 21:** Conectores en columna real.

**Fuente:** El autor.

Se presentaron un total de 53 columnas, 5 con sección  $\phi = 55$  cm y 68 con sección 40x60 cm.

El refuerzo de las columnas fue el siguiente:

- **Sección  $\phi = 55$  cm (ver figura 22).** Estribos circulares de radio = 47 cm traslapados 35 cm con barras #3 y ganchos de 10 cm, cada 10 cm a lo largo de la columna, estribos en “c” de 49 cm con ganchos de 7 cm, cada 10 cm a lo largo de la columna. doce (12) barras # 6 desde el arranque de los pedestales.

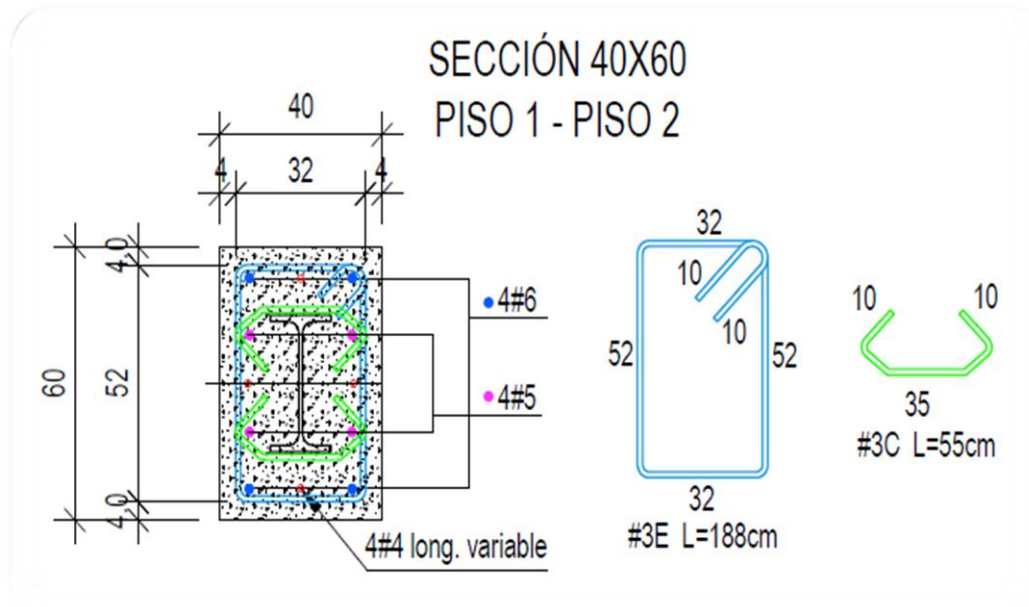


**Figura 22:** detalle del refuerzo para columna de radio = 55 cm

**Fuente:** Meisa.

- **Sección 40X60 cm (ver figura 23).** Estribos rectangulares de 32X52 con ganchos de 10 cm, en acero #3, L = 188 cm. Cada 10 cm a lo largo de la columna, estribos en “c” de 55 cm con ganchos de 10 cm, cada 10 cm a lo largo de la columna, estribos de 25.5X15.5 cm y 52X15.5 en los nudos, soldados en el alma de las vigas cada 10 cm (ver figura 24). ocho (8) barras longitudinales, 4#5 y 4#6; desde el arranque del pedestal. cuatro

barras #4 soldadas a la placa base y a los patines de las vigas, de longitud variable (para disminuir y cumplir separaciones).



**Figura 23:** Detalle del refuerzo para columna de 40X60.

**Fuente:** Meisa.



**Figura 24:** Estribos de los nudos.

**Fuente:** Meisa.

### 7.4.2. Construcción.

En este paso del proceso constructivo de la obra, ya estaba instalada toda la estructura del primer piso y fundida su losa de entrepiso, es decir, estaba plomada y nivelada cada columna.

El acero longitudinal (12#6) y (4#5 y 4#6) para las dos secciones de columnas anteriormente nombradas ya se encontraba instalado, debido a que este venía desde los pedestales pero, era necesario instalar las barras del piso superior, por tanto, se hacían traslapos de 1 m entre barras. Luego, se debía empezar a instalar el acero transversal (flejes o estribos), que se habían figurado en obra. Se empieza la instalación y amarre de estribos (ver fotografía 22), arrancando a 5 cm el primero y de ahí en adelante cada 10 cm, hasta llegar al nudo. En el nudo se realizaba la soldadura de los estribos de la figura 24, según fuera el caso (ver fotografía 23).



**Fotografía 22:** Instalación y amarre de estribos y ganchos.

**Fuente:** El autor



**Fotografía 23:** Nudo con los estribos soldados,

**Fuente:** El autor

Después del amarre de refuerzo transversal, se debían soldar 4 barras # 4 a la placa base de la columna y a los patines de las vigas q llegaban al nudo.

Luego de esto, se debía nivelar el área entre la superficie del pedestal y la placa base de la columna (ver fotografía 24), para esto, se usó grouting de nivelación (sika grout), preparándolo según dosificación del fabricante (5 litros de agua por cada bulto de grouting de 30 kg). Consiguiendo así una superficie nivelada y con todas las cavidades cubiertas (ver fotografía 25).



**Fotografía 24:** Superficie lista para aplicar grout.

**Fuente:** El autor



**Fotografía 25:** Superficie nivelada con el grout.

**Fuente:** El autor

Después de tener la superficie nivelada, se procedió a referenciar y cimbrar (ver fotografía 26) el área de las columnas, para luego posicionar la formaleta, por medio de unos pines anclados manualmente.





**Fotografía 26:** Referencia y cimbrado para formaleta de columna.

**Fuente:** El autor

Después de tener trazadas las referencias y cimbrada la posición de formaleta, se anclan unos pines para evitar que lo formaleta se mueva de la referencia (ver fotografía 27).



**Fotografía 27:** Pines para localización de formaleta para columnas.

**Fuente:** El autor.

Seguidamente, se inicia el armado de la formaleta (encofrado), chequeando plomos y referencias para su posterior fundición (ver fotografía 28). La fundición se realizó con concreto premezclado de 28 Mpa (4000 psi), con ayuda de una bomba estacionaria.

En el proceso de fundición, se vibraba con vibrador de aguja y se golpeaba la formaleta con martillos de caucho, para ayudar a pasar el concreto entre el acero de refuerzo y la columna metálica, sacando el aire de los vacíos y así no involucrar o alterar la resistencia del concreto.



**Fotografía 28:** Proceso de encofrado de columnas.

**Fuente:** El autor.

Al siguiente día, se retiraba la formaleta y se iniciaba el proceso de curado, el cual se realizó envolviendo la columna con plástico (ver fotografía 29) y adicionándole agua por la parte superior, para mantenerla húmeda durante todo el proceso y así, obtener adecuadamente la resistencia del concreto.



**Fotografía 29:** Desencofrado y curado de columnas.

**Fuente:** El autor.

Algunas columnas, quedaban “hormigueadas” en la base pero, era por pérdida de la pasta de cemento y no por segregación del agregado grueso, al menos así lo determinó el ingeniero encargado de la supervisión estructural. Por lo tanto, se picaba la parte imperfecta y se hacía un resane con sika grout (ver fotografía 30).





**Fotografía 30:** reparación de columna hormigueada.

**Fuente:** El autor.



**Fotografía 31:** Columnas fundidas primer nivel.

**Fuente:** El autor

## 8. Control de calidad de estructura metálica

### 8.1. Ensayo de radiografía industrial

La radiografía es un ensayo no destructivo, que consiste básicamente en atravesar la pieza que está siendo inspeccionada con un haz de radiación electromagnética ionizante (rayos gamma o rayos X). La variación de radiación absorbida, muestra o detecta la existencia de alguna falla interna o defecto del material. La radiografía industrial es utilizada para detectar variaciones en una región de un material determinado. Presentando una diferencia en espesor o densidad en comparación a un región vecina. El fin de este ensayo o sistema de inspección es detectar las discontinuidades internas de la pieza. Por ejemplo, si en una pieza existen poros, la radiografía se observará más oscura dónde existen estos defectos; por el contrario, si existe sobre espesor, en la radiografía se podrá observar una zona más clara. Siendo ésta, una técnica esencial para verificar la validez de una soldadura.

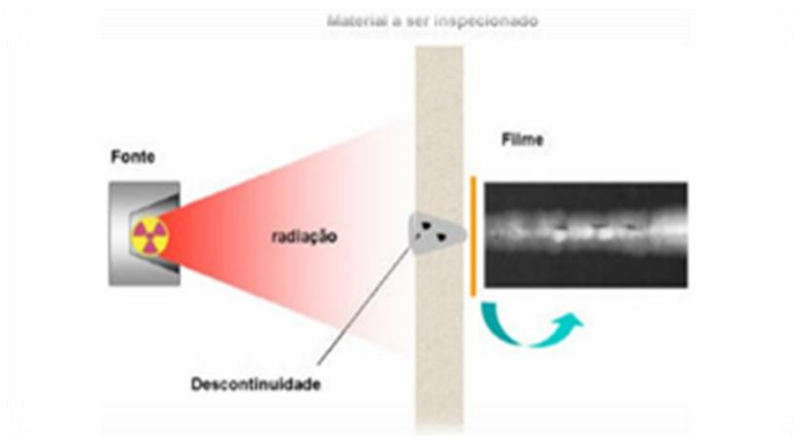
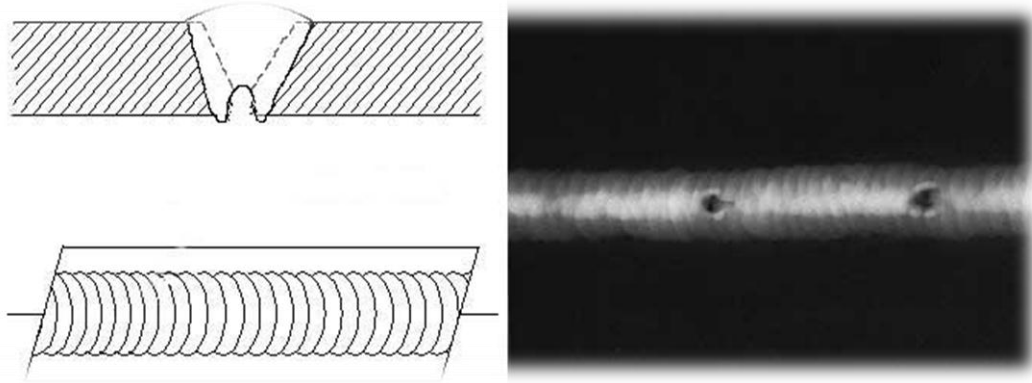


Figura 25: Radiografía industrial.

Fuente: <http://blog.utp.edu.co/metalografia/ensayos-no-destructivos-pt-pm-rx/>.



**Figura 26:** Resultado obtenido en el ensayo.

**Fuente:** <http://blog.utp.edu.co/metalografia/ensayos-no-destructivos-pt-pm-rx/>

## 8.2. Ensayo de tintas penetrantes

Es un ensayo no destructivo, que se utiliza para detectar e identificar discontinuidades superficiales presentes en las uniones soldadas o en la superficie de los materiales examinados. El procedimiento consiste en aplicar un líquido coloreado (ver fotografía 32) o fluorescente a la superficie en estudio, el cual penetra en cualquier discontinuidad que pudiera existir debido al fenómeno de capilaridad. Después de un determinado tiempo se elimina el exceso de líquido y se aplica un revelador (ver fotografía 34), el cual absorbe el líquido que ha penetrado en las discontinuidades y sobre la capa del revelador se delinea el contorno de estas.

El resultado obtenido lo debe de interpretar un inspector certificado (es quien hace el ensayo) y, dar las pautas pertinentes o procedimiento a seguir para reparar la soldadura si es el caso.





**Fotografía 32:** Líquido penetrante.

**Fuente:** El autor



**Fotografía 34:** Revelador.

**Fuente:** El autor



**Fotografía 33:** Aplicación tinta penetrante.

**Fuente:** El autor



**Fotografía 35:** Aplicación revelador.

**Fuente:** El autor



**Fotografía 36:** Soldadura para reparar

**Fuente:** El autor



**Fotografía 37:** Soldadura aceptada

**Fuente:** El autor

## 9. Uniones en la estructura

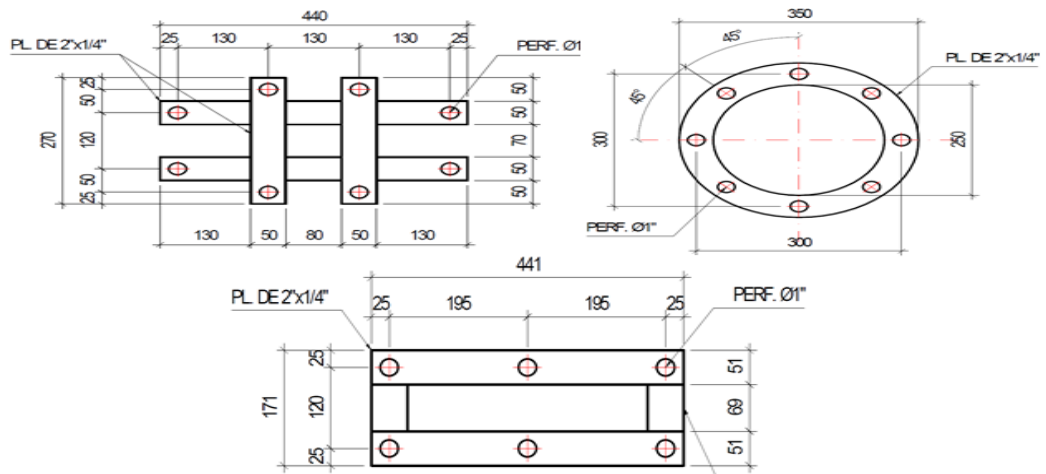
Como se pudo ver, todos los elementos (vigas, viguetas y columnas) llegaron a la obra como elementos independientes pero, para poder formar la estructura y trabajar en conjunto como elementos estructurales, fue necesario unirlos por medio de platinas y pernos de alta resistencia, para así realizar las transferencias de esfuerzos y cargas correctamente de un elemento a otro.

Las uniones usadas en la construcción del centro comercial MONSERRAT PLAZA fueron básicamente tres: unión rígida en columna-pedestal y uniones a momento y cortante en el enlace viga-columna.

### 9.1. Unión rígida

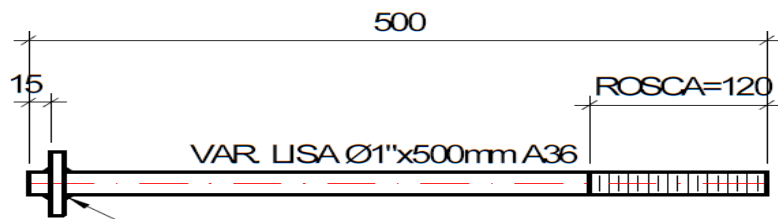
Esta unión se usó en el enlace entre la columna y el pedestal de apoyo, la cual estaba formada por dos elementos (un anclaje y la placa-base de la columna).

**Anclaje.** Consistía en barras de una (1”) pulgada de diámetro y una longitud de 50 cm, con una rosca de 12 cm en la parte superior; soportadas por una platina de un cuarto ( $\frac{1}{4}$ ”) de pulgada, en tres presentaciones diferentes (ver figura 27), la cual daba la separación y posicionamiento de las barras de anclaje y así facilitar su montaje en el pedestal.



**Figura 27:** Platinas de soporte para los pernos de anclaje.

**Fuente:** Meisa.



**Figura 28:** Barra de anclaje.

**Fuente:** Meisa.



**Fotografía 38:** Anclaje real en obra.

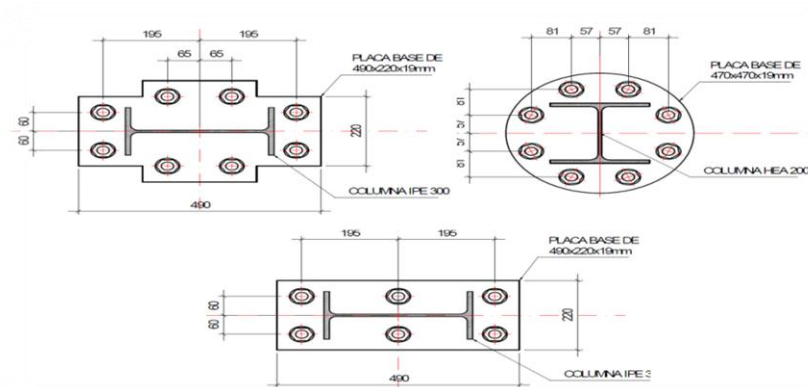
**Fuente:** El autor.



**Fotografía 39:** Anclajes ya instalados en obra.

**Fuente:** El autor.

**Placa – base de columna.** Consistía en una platina de 19 mm de espesor, con las perforaciones correspondientes al tipo de anclaje en que se haría el enlace (ver figura 29); ésta venía soldada a la base de cada columna.

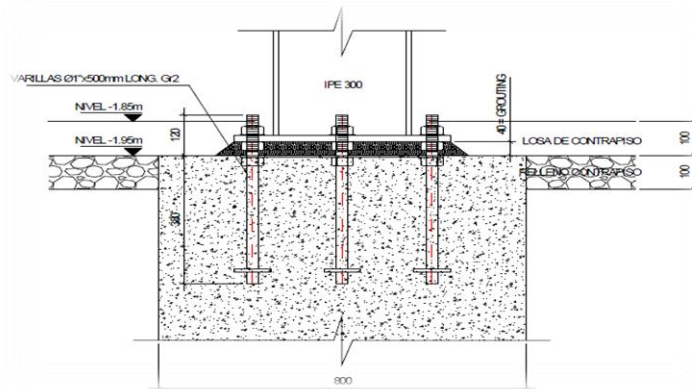


**Figura 29:** Placas base de columnas.

**Fuente:** Meisa.



Para formar la unión rígida, debía hacerse uso de tuercas de alta resistencia, y un mortero fluido autocompactante (grouting de nivelación) después de fundir el pedestal (ver fotografía 40).



**Figura 30:** Detalle de unión rígida entre pedestal y columna.

**Fuente:** Meisa.



**Fotografía 40:** Unión pedestal-columna hecha en obra.

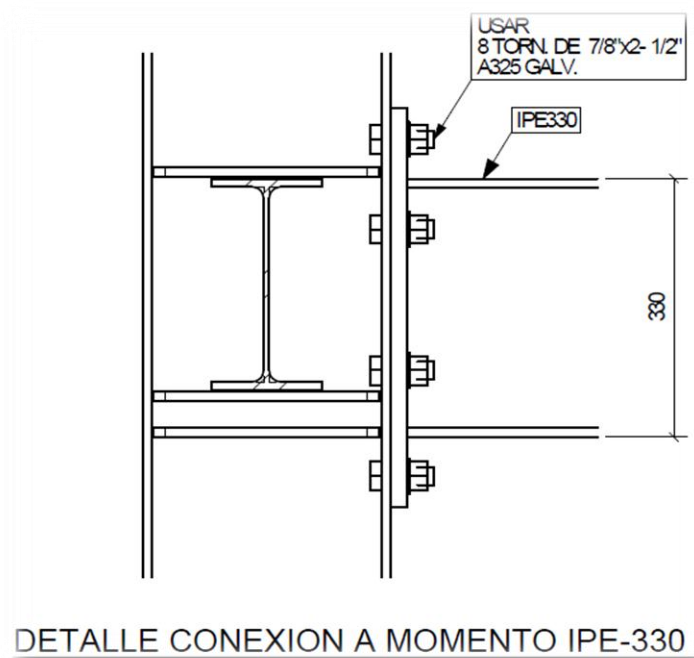
**Fuente:** El autor.



## 9.2. Unión a momento

En el centro comercial Monserrat Plaza, ésta unión fue usada en todas las vigas portantes y en algunas vigas de amarre, en su llegada a la columna, las cuales se presentaron de dos formas, chapa frontal a tope en vigas portantes y chapa frontal en alero, en vigas de amarre.

**Unión a momento con chapa frontal a tope.** Consistió en una platina de 25 mm soldada a ambos extremos de las vigas portantes, con 8 perforaciones, las cuales, se conectaban por medio de tornillos (pernos) de alta resistencia (A325) al patín de la columna de llegada, el cual tenía la misma distribución de perforaciones, así: (ver figura 31).



**Figura 31:** Conexión viga-columna a momento con chapa frontal a tope.

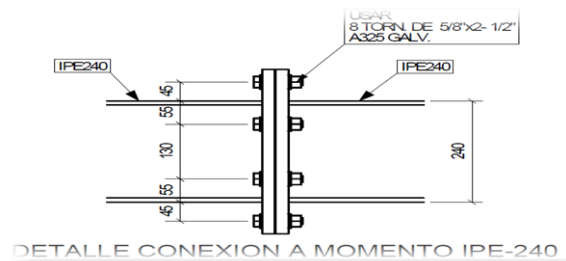
**Fuente:** Meisa.



**Fotografía 41:** Conexión viga-columna a momento con chapa frontal a tope en obra.

**Fuente:** El autor

**Unión a momento con chapa frontal en alero.** Consistió en una platina de 25 mm soldada a ambos extremos de algunas vigas de amarre, con 8 perforaciones, las cuales, se conectaban por medio de tornillos (pernos) de alta resistencia (A325) a un alero con una platina de las mismas condiciones, soldado al alma de la columna de llegada (ver figura 32).



**Figura 32:** Conexión viga-columna a momento con chapa frontal en alero.

**Fuente:** Meisa.

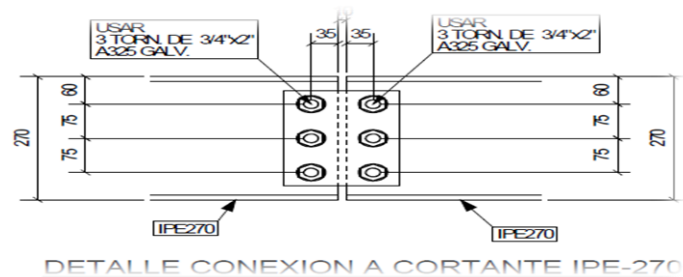


**Fotografía 42:** Conexión viga-columna a momento con chapa en alero en obra.

**Fuente:** El autor

### 9.3. Unión a cortante

Esta unión fue la usada en la gran mayoría de vigas de amarre, la cual consistía en unir el alma de la viga, con el alma de un alero que estaría soldado a la columna de llegada, por medio de dos platinas rectangulares perforadas (una por cada lado del alma) y seis (6) pernos de alta resistencia (A325), (ver figura 33).



**Figura 33:** Detalle unión a cortante.

**Fuente:** Meisa.



**Fotografía 43:** Unión a cortante en obra.

**Fuente:** El autor.

El montaje de toda la estructura y ejecución de las uniones, estuvo a cargo de la empresa Metálicas e ingeniería (MEISA), la cual también realizó el diseño estructural y de uniones del proyecto.

En obra debía verificarse cada una de las uniones y pernos usados (tipo, calibre, longitud y ajuste) para estas, basándose en los planos de montaje, en donde se detallaban cada una de las uniones.

## 10. Conclusiones

La pasantía como modalidad de trabajo de grado, brinda al estudiante una experiencia enriquecedora para su futura vida profesional, y además es una excelente herramienta para aplicar los conocimientos teóricos obtenidos en sus años de carrera universitaria, teniendo en cuenta que éstos son la base del conocimiento, pero éste se desarrolla en gran parte en el campo práctico.

En el campo de la construcción es esencial ser recursivo y saber tomar decisiones bajo presión, además de siempre estar preparado para cualquier situación que se pudiese presentar.

Una obra bien construida es el producto de distintas partes que se unifican con un único propósito, contando con la arquitectura, los diseños estructurales, la cuantía, calidad de materiales y la ejecución, donde se deben minimizar los errores de cada parte; donde se cuenta con un equipo de trabajo idóneo y donde cada uno es un pilar fundamental en el desarrollo de la misma.

Es importante realizar un seguimiento y supervisión adecuada de los procesos constructivos y materiales en la obra, que permiten hacer un buen control de calidad.

Es importante resaltar, que entre más se libere una estructura de conexiones a momento, más se reducen costos, dado que es más económico hacer una conexión a

cortante, pero esto solo lo puede hacer el diseñador estructural, redistribuyendo y controlando las fuerzas sísmicas.

Debe tenerse un buen control de calidad en fabricación (en taller) y en montaje (obra), para que la estructura se comporte adecuadamente ante algún evento, para ello debe contarse con un personal certificado.



## 11. Bibliografía

Colombia, ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente n.s.r.-10, título i, concreto estructural.

Colombia, ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente n.s.r.-10, título f, capítulo f.2 – estructuras de acero con perfiles laminados, armados y tubulares estructurales

Constructora e inmobiliaria Adriana Rivera S.A.S. (2018, abril 20). Página principal. Recuperado de [inmobiliariaadrianarivera.com/](http://inmobiliariaadrianarivera.com/)

Metálicas e ingeniería, Meisa. (2018, mayo 30). sitio web. recuperado de [www.dropbox.com/sh/7t79ugh1f98k1aa/aaduuenbkwk-wrtzymImpu-ia?dl=0](http://www.dropbox.com/sh/7t79ugh1f98k1aa/aaduuenbkwk-wrtzymImpu-ia?dl=0)

## **12. Anexos**

- Carta de presentación de la Universidad del Cauca
- Carta de aceptación de la empresa Adriana Rivera S.A.S
- Certificado de horas de pasantía
- Informe de resultado del ensayo de tintas penetrantes de la empresa Meisa