

**TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PASANTÍA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA SUPERVISIÓN ESTRUCTURAL DE LA
CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE CONSULTORIOS ESPECIALISTAS LA
ESTANCIA**



HAROLD MIGUEL CÓRDOBA FAJARDO

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS
POPAYÁN
2010**

**TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PASANTÍA PARA OPTAR AL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN LA SUPERVISIÓN ESTRUCTURAL DE LA
CONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO DE CONSULTORIOS ESPECIALISTAS LA
ESTANCIA**



**Presentado por:
HAROLD MIGUEL CÓRDOBA FAJARDO**

**DIRECTOR:
Ing. CARLOS ARIEL HURTADO A.**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS
POPAYÁN
2010**



TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE ILUSTRACIONES

LISTA DE TABLAS

INTRODUCCIÓN

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

1.2 ESPECÍFICO

2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

2.1 GENERALIDADES

2.2 UBICACIÓN

2.3 CONSTRUCCIÓN

3. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

3.1 ACTIVIDADES INICIALES COMO PASANTE

3.2 CONTROLES REALIZADOS

3.2.1 Control de planos

3.2.2 Control de materiales

3.2.3 Ensayos de control de calidad

3.2.4 Control de ejecución

3.3 ANALISIS ESTADÍSTICO DE LA COLOCACIÓN DEL REFUERZO EN LOS
ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4. CONCLUSIONES



5. RECOMENDACIONES

6. OBSERVACIONES

7. BIBLIOGRAFÍA



LISTA DE ILUSTRACIONES

- Ilustración 1. Planta Arquitectónica del 4to piso.
- Ilustración 2. Cemento Argos.
- Ilustración 3. Arena de Puerto Tejada.
- Ilustración 4. Triturado del Chocho.
- Ilustración 5. Adición de antisol blanco y de viscocrete.
- Ilustración 6. Toma de muestras para ensayos de resistencia.
- Ilustración 7. Ensayo de asentamiento del concreto.
- Ilustración 8. Chequeo calidad del acero de refuerzo.
- Ilustración 9. Figurado del acero.
- Ilustración 10. Colocación del acero en la formaleta.
- Ilustración 11. Almacenamiento del cemento.
- Ilustración 12. Almacenamiento del acero.
- Ilustración 13. Preparación del equipo para el mezclado.
- Ilustración 14. Mezclado del concreto.
- Ilustración 15. Transporte del concreto.
- Ilustración 16. Imprimación de la formaleta con aceite.
- Ilustración 17. Colocación del concreto.
- Ilustración 18. Vibrado del concreto.
- Ilustración 19. Curado de columnas.
- Ilustración 20. Casetones y encofrado.



Ilustración 21. Remoción de formaleta.

Ilustración 22. Acero de la losa.

Ilustración 23. Separación, ubicación y cantidad de acero.

Ilustración 24. Angulo de doblaje del gancho estándar distinto a 135° .

Ilustración 25. Recubrimiento del acero.

Ilustración 26. Colocación de formaleta lateral y de casetones.

Ilustración 27. Vibrado y terminado del concreto en la losa.

Ilustración 28. Imprimación de sikadur 32 primer.

Ilustración 29. Estación provisional para elevar el concreto.

Ilustración 30. Armado del castillo de acero y separación de estribos de columnas.

Ilustración 31. Materialización de ejes – localización de columna.

Ilustración 32. Armado de la formaleta.

Ilustración 33. Chequeo de plomos.

Ilustración 34. Ganchos de estribos y acero longitudinal en mala posición.

Ilustración 35. Armado del castillo de acero de pantallas.

Ilustración 36. Planta Estructural del 4to piso.

Ilustración 37. Ganchos de estribos en posición incorrecta en vigas.

Ilustración 38. Refuerzo en viguetas

Ilustración 39. Ganchos de estribos en posición incorrecta en columnas.

Ilustración 40. Recubrimiento en columnas



LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Grado de supervisión técnica recomendado.

Tabla 2. Acero de refuerzo en elementos del sistema de resistencia sísmica.

Tabla 3. Diámetros mínimos de doblamiento.

Tabla 4. Tiempos mínimos de mezclado recomendados por la ASTM.

Tabla 5. Tolerancias en altura útil y recubrimiento.

Tabla 6. Recubrimientos mínimos del refuerzo.



INTRODUCCIÓN

Es de suma importancia para la formación profesional realizar un trabajo de grado como pasante en un proyecto de construcción con el fin de fortalecer los conocimientos adquiridos en el proyecto y obtener experiencia tanto en la parte administrativa de los proyectos como en la construcción del mismo en el terreno.

Con el propósito de cumplir con el requisito académico de realizar el trabajo de grado en la modalidad de Pasantía, para optar al título de Ingeniero Civil en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, se presentó la solicitud a la empresa encargada del proyecto, para realizar la supervisión estructural de la construcción realizando actividades como: control de planos, control de especificaciones, control de materiales y verificación de la colocación del refuerzo.

La participación en el proyecto como pasante permitirá complementar los conocimientos adquiridos en la formación como Ingeniero Civil en la Universidad del Cauca y con la práctica se tendrá experiencia para resolver situaciones que surgen en una obra civil para luego aplicar lo aprendido en el campo profesional como tomar decisiones acertadas, económicas, funcionales e ingenieriles en pro de la construcción del edificio.

La pasantía tiene como objetivo primordial contrastar los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca a través de los controles que deben llevarse a cabo en la construcción del sistema estructural edificio de consultorios especialistas La Estancia, que será fundamental en el desempeño como profesional de la ingeniería, cumpliendo así con el artículo N° 10 de la Resolución N° 281 del 10 de Junio de 2005 del Consejo de Facultad.



1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL:

Participar en los procesos constructivos que se puedan ejecutar en la obra, con el propósito de realizar los controles que deben llevarse a cabo en la construcción del sistema estructural, basándose en lo consignado en el Título I (Supervisión Técnica) de la norma colombiana sismoresistente de 1998 (NSR-98).

1.2 ESPECÍFICOS

- Hacer un seguimiento de la obra en cada una de sus actividades y llevar un registro diario, en lo concerniente con la colocación de aceros en todos los elementos estructurales del edificio.
- Confrontar la colocación de aceros en la obra con lo estipulado en los planos del sistema estructural, y si es necesario informar a la dirección de obra de posibles errores.
- Conocer los procesos de control de obra que se llevan a cabo en la construcción del edificio.
- Participar en las reuniones de los ingenieros dirigentes del proyecto para conocer las decisiones y las implicaciones de estas en cuanto a dificultades que se presentan en la construcción del sistema estructural
- Verificar la aplicación de la NSR-98 como control de obra en cada una de las actividades que intervienen en el proyecto, en específico del Título I de este reglamento.
- Aplicar los conocimientos académicos y técnicos adquiridos en la etapa estudiantil en actividades propias de ingeniería para contrastarlos con lo



evidenciado en obra para lograr la experiencia necesaria y así poder afrontar cualquier problema que se pueda presentar en el futuro.



2. INFORMACIÓN DEL PROYECTO

2.1 GENERALIDADES

El Edificio de Consultorios Especialistas La Estancia de la Asociación de Comuneros de La Estancia, es una obra que ofrece alternativas de salud especializada para los habitantes de Popayán y zonas cercanas. El proyecto cuenta con un diseño sísmoresistente que cumple en su totalidad con los requisitos de la Norma Colombiana Sísmoresistente NSR-98. Su diseño estructural consta de un sistema de pantallas, vigas, losas de entrepiso aligeradas y columnas en concreto reforzado.

La construcción consta de una torre con 5 pisos, el primero destinado al comercio y los 4 superiores a servicios de medicina especializada, además está dotada de un sótano de parqueaderos para 46 vehículos, zonas de pasillos, zonas de sala de espera, un ascensor y una zona interna de escaleras. Exteriormente, pero como parte integral del proyecto, se construirá un parqueadero para visitantes.

El edificio estará dotado de todos los servicios públicos: redes de alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial, redes de energía, redes telefónicas, redes contra incendio y sistema de vigilancia y seguridad.

2.2 UBICACIÓN

La obra se ubica en el sector norte de la ciudad de Popayán, localizada en la Carrera 4ta. Calle 15N – 139. Al respaldo del Coliseo La Estancia.

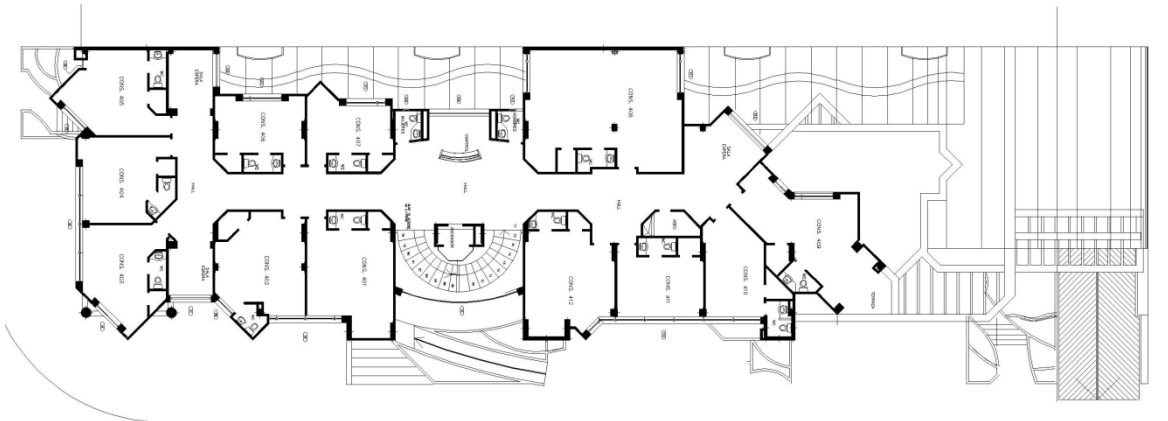


2.3 CONSTRUCCIÓN

El área total construida se estima que será de 4159.9 m².

El primer nivel del edificio tendrá 10 locales comerciales, cada cual con su baño, una zona para cafetería y una gran área de gimnasio; en los pisos segundo y tercero se tiene 15 consultorios médicos, cada uno con baño, y el área de las salas de espera; el cuarto consta de 12 consultorios médicos con baño, las zonas de halls y salas de espera y una pequeña terraza; y el quinto lo conforman 8 consultorios médicos con baño y el área para halls y salas de espera.

Ilustración 1. Planta Arquitectónica del 4to piso.



El promotor del proyecto es la Asociación de Comuneros de La Estancia y la construcción la ejecuta la Ingeniera Sandra Hurtado.



3. DESARROLLO DE LA PASANTÍA

3.1 ACTIVIDADES INICIALES COMO PASANTE

Se realizó el reconocimiento de la obra y la interpretación de los planos estructurales y arquitectónicos del proyecto, se observó que el edificio tenía construidos en su totalidad la cimentación, el sótano, la losa del primer piso y las columnas localizadas entre el eje 1 y el eje 6 de este piso.

La pasantía consiste en realizar la supervisión técnica del sistema estructural de acuerdo con lo establecido en el Título I de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98, en donde se definen dos grados de supervisión: Grado A (continua) y Grado B (itinerante). Para definir el grado de supervisión técnica, deben tomarse en cuenta el área de la construcción, el material que se emplee en el sistema estructural de resistencia sísmica, la capacidad de disipación de energía del sistema de resistencia sísmica y el Grupo de Uso al que pertenezca la edificación, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 1.



Tabla 1. Grado de Supervisión Técnica Recomendado¹

Material Estructural	Área Construida	Capacidad de disipación de energía sísmica del sistema estructural	Control de calidad realizado por el constructor	A Supervisión Técnica Itinerante	B Supervisión Técnica Continua
Concreto estructural y Madera	Menos de 3000 m ²	<i>Mínima (DMI) y Moderada (DMO)</i>	Grupos de Uso I y II	Grupos de Uso III y IV	
		<i>Especial (DES)</i>	Grupos de Uso I y II	Grupos de Uso III y IV	
	Entre 3000 m ² y 6000 m ²	<i>Mínima (DMI) y Moderada (DMO)</i>		Grupos de Uso I y II	Grupos de Uso III y IV
		<i>Especial (DES)</i>			Grupos de Uso I, II, III y IV
	Más de 6000 m ²	<i>Mínima (DMI) y Moderada (DMO)</i>			Grupos de Uso I, II, III y IV
		<i>Especial (DES)</i>			Grupos de Uso I, II, III y IV

¹ Normas Colombinas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98. Título I. Tabla I-A-1



El área construida es de 4159.90 m², el grado de disipación de energía es especial (DES), y el uso es oficinas de consultorios médicos especialistas, el cual pertenece al Grupo de Uso II. Estructuras de Ocupación Especial, por lo anterior, y de la Tabla 1, se deduce que se recomienda una supervisión técnica continua.

El grado de supervisión de la construcción del sistema estructural del Edificio de Consultorios Médicos Especialistas debe de realizarse mediante supervisión técnica continua (Grado A), es decir que todas las labores de construcción se supervisan de una manera permanente, además ésta se hace necesaria de acuerdo a la Ley 400 de 1997 por ser una edificación de más de 3000 m² de área construida² y por pertenecer al grupo de uso II³.

3.2 CONTROLES REALIZADOS

3.2.1 Control de planos

Se examinó en detalle los planos estructurales los cuales muestran que el sistema estructural es de pórticos en concreto, grado de disipación de energía especial (DES) y estaban completos, pues tenían definidas dimensiones, cotas y niveles, se observó consistencia entre los anteriores; luego se verificó la consistencia entre las diferentes plantas, alzados, cortes, detalles y esquemas; también se especifica la calidad del concreto para elementos estructurales $f'c = 21 \text{ MPa} = 3000 \text{ PSI}$; el esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo $F_y = 420 \text{ MPa}$, se muestra la

²Artículo 18° de la Ley 400 de 1997.

³ Artículo 20° de la Ley 400 de 1997.



disposición del acero, cargas de diseño: carga de acabados = 1,8 KN/m² y carga viva = 2,0 KN/m², entre otras cosas⁴.

3.2.2 Control de materiales

3.2.2.1 Concreto estructural

3.2.2.1.1 Normas técnicas

Las Normas Técnicas Colombianas NTC, citadas en el título C de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98, hacen parte de ella. Las normas NTC son promulgadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, único organismo nacional de normalización reconocido por el gobierno colombiano⁵.

Cuando no exista una norma NTC se acepta la utilización de normas de la Sociedad Americana de Ensayos y Materiales (American Society for Testing and Materials – ASTM), pero cuando exista una norma NTC, entonces la norma ASTM solamente servirá como referencia y la norma obligatoria siempre será la norma NTC⁶.

Para el control de calidad de materiales en la pasantía se ha tenido en cuenta las Normas Técnicas Colombianas NTC las cuales han sido promulgadas por ICONTEC, a medida que se analicen los materiales serán citadas.

⁴ Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98. Título A. Capítulo A.1.5.2.1

⁵ Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.1.5.1

⁶ Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98. Título C. Capítulos C.1.5.2 y C.1.5.3

3.2.2.1.2 Materiales

3.2.2.1.2.1 Cemento

El cemento utilizado en los elementos estructurales del edificio de consultorios médicos especialistas es Portland Gris Tipo 1 de ARGOS, por bultos de 50 Kg; este cemento tiene calidad certificada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas ICONTEC cumpliendo con las Normas Técnicas Colombianas NTC 121 y NTC 321⁷.

Ilustración 2. Cemento Argos.



3.2.2.1.2.2 Agregados

Los agregados para el concreto deben cumplir con la norma NTC 174⁸ y con el artículo 630 de 2007 de INVIAS⁹, en caso de no cumplirse pero que hayan demostrado mediante ensayos especiales o en uso, que producen concreto con

⁷ Normas Técnicas Colombianas. NTC 174. Ingeniería civil y arquitectura. Especificaciones del agregado para el hormigón

⁸ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.3.3.1

⁹ Instituto Nacional de Vías. Especificaciones INVIAS. Artículo 630 – 07. Concreto Estructural.



resistencia y durabilidad adecuadas, pueden ser utilizados cuando así lo autorice el Supervisor Técnico.

Agregado fino: La arena usada es de Puerto Tejada, la cual debe ser limpia y se extrae de una fuente natural.

Ilustración 3. Arena de Puerto Tejada



Agregado grueso: Se utiliza triturado de la cantera El Chocho, ubicada en Cali, el agregado tiene como tamaño máximo nominal (TMN) 3/4" (1.90cm).

Ilustración 4. Triturado del Chocho



Se verificó que el agregado grueso no fuera mayor que¹⁰:

- $\frac{1}{5}$ de la dimensión menor entre los lados de las formaletas.
- $\frac{1}{3}$ del espesor de las losas.
- $\frac{3}{4}$ del espaciamiento libre mínimo entre las barras o alambres individuales del refuerzo, paquetes de barras o de los tendones o ductos de pre esforzado.
- La menor dimensión entre lados de formaletas es 10 cm, correspondiente a la separación entre casetones o al ancho del nervio.
 $\frac{1}{5} \times 10\text{cm} = 2\text{cm} > 1.90\text{ cm}$ ok!
- El espesor de las losas es de 7 cm.
 $\frac{1}{3} \times 7\text{ cm} = 2.33\text{ cm} > 1.90\text{ cm}$ ok!

¹⁰ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.3.3.3



- El separamiento libre mínimo entre barras de refuerzo es aproximadamente 3 cm.

$$3/4 \times 3 \text{ cm} = 2.25 \text{ cm} > 1.90 \text{ cm} \quad \text{ok!}$$

De acuerdo a lo anterior, se concluye que el tamaño máximo nominal del agregado es menor en las tres condiciones. Lo que se busca es que no haya problema al vaciar el concreto y que el agregado pase sin dificultad entre los aceros de refuerzo, ya que de no ser así se puede obstruir el paso de la mezcla al fundir y producir hormigueros o vacíos.

3.2.2.1.2.3 Agua

Se recomienda que el agua utilizada en la mezcla del concreto cumpla con la norma NTC 3459¹¹, debe estar limpia y libre de cantidades perjudiciales de cloruros, aceites, ácidos, álcalis, sales, materiales orgánicos u otras sustancias que pueden ser dañinas para el concreto o el refuerzo¹². En lo posible usar agua potable.

3.2.2.1.2.4 Acero de refuerzo

El acero es obtenido en el comercio de Popayán, en donde se le garantiza a la entidad constructora la calidad del producto. Para el refuerzo principal y para flejes

¹¹ Normas Técnicas Colombianas. NTC 3459. Ingeniería civil y arquitectura, agua para la elaboración de concreto.

¹² Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.3.4



se colocará acero con una resistencia $F_y = 60\text{KPSI}$. Las barras corrugadas para refuerzo deben cumplir con la norma NTC 2289¹³.

El acero de refuerzo en los elementos del sistema de resistencia sísmica debe cumplir los requisitos de la siguiente tabla¹⁴

Tabla 2. Acero de refuerzo en elementos del sistema de resistencia sísmica

Capacidad de disipación de energía en el rango inelástico		
Mínima - <i>DMI</i>	Moderada - <i>DMO</i>	Especial - <i>DES</i>
Para refuerzo longitudinal y transversal debe utilizarse refuerzo corrugado que cumpla los requisitos de C.3.5.3, pero para refuerzo transversal se permite acero liso que cumpla los requisitos de C.3.5.5.	Para refuerzo longitudinal y transversal debe utilizarse refuerzo corrugado que cumpla los requisitos de C.3.5.3, pero para refuerzo transversal se permite acero liso que cumpla los requisitos de C.3.5.5.	Para refuerzo longitudinal y transversal debe utilizarse refuerzo corrugado que cumpla los requisitos de C.3.5.3. No se permite acero liso en refuerzo longitudinal ni transversal de elementos que sean parte del sistema de resistencia sísmica, exceptuando en las espirales.

3.2.2.1.2.5 Aditivos

En la elaboración del concreto estructural para columnas se recurrió a la utilización de un aditivo plastificante, sika viscocrete, esto con el fin de disminuir la cantidad de agua en la mezcla para incrementar la resistencia del concreto sin aumentar el contenido de cemento, disminuir la porosidad de la pasta de tal forma que

¹³ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.3.5.3.1

¹⁴ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.21.2.5

disminuya la permeabilidad; en conclusión la consistencia del concreto será la misma que la del concreto sin aditivo a pesar de la disminución de agua¹⁵.

En la obra también se utiliza el aditivo sika antisol blanco, el cual es un curador para concreto en ambiente normal, encargado de mantener la humedad correspondiente en el concreto una vez endurecido y se aplica a los elementos estructurales inmediatamente después de desencofrados o en el caso de la losa, después de darle el terminado.

Ilustración 5. Adición de antisol blanco y de viscocrete



Los aditivos plastificantes, al igual que los demás aditivos químicos que se encuentran en el comercio deben cumplir con la norma NTC 1299 o NTC 4023¹⁶.

¹⁵ Rivera L. Gerardo A. "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capítulo 11.3

¹⁶ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.3.6.5



3.2.3 Ensayos de control de calidad

3.2.3.1 Concreto estructural

En la obra se usa una dosificación en volumen para cualquier tipo de elemento estructural, siendo esta 1: 2: 3, en el momento de fundir columnas, pantallas y los demás elementos como lo son vigas y losas.

3.2.3.1.1 Evaluación y aceptación del concreto

3.2.3.1.1.1 Resistencia del concreto

Las muestras para las pruebas de resistencia correspondientes a cada clase de concreto, deben estar conformadas cuando menos por una pareja de cilindros tomados no menos de una vez por día de fundición, ni menos de una vez por cada 40 m³ de concreto o una vez por cada 200 m² de área de losas o muros. Como mínimo debe tomarse una pareja de muestras de concreto de columnas por piso. De igual manera, como mínimo debe tomarse una pareja de muestras por cada 50 bachadas de cada clase de concreto¹⁷.

Se supervisó que las muestras para los ensayos de resistencia se tomaran conforme a la norma NTC 454¹⁸. Los cilindros para el ensayo de resistencia,

¹⁷ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.5.6.1.1

¹⁸ Normas Técnicas Colombianas. NTC 454. Ingeniería civil y arquitectura, Concreto fresco, toma de muestras.



deben fabricarse y curarse de conformidad con la norma NTC 550¹⁹ y ensayarse según la norma NTC 673²⁰.

Ilustración 6. Toma de muestras para ensayos de resistencia



3.2.3.1.1.1 Resultados de ensayos de resistencia nominal a la compresión del concreto

En la siguiente ilustración se muestran resultados de ensayos de resistencia comprendidos entre el 21 de septiembre a 7 de noviembre de 2009. Los cilindros fueron tomados de columnas del segundo piso y losa del tercer piso, los primeros hechos en obra con dosificación 1:2:3 y los segundos premezclados y acelerados.

¹⁹ Normas Técnicas Colombianas. NTC 550. Ingeniería civil y arquitectura, Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.

²⁰ Normas Técnicas Colombianas. NTC 673. Ingeniería civil y arquitectura, Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto.



Consultoría
 Intervenciones
 Construcciones
 Estudios de suelos
 Servicio de laboratorio



REGISTRO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

DE REFERENCIA: INV. E-401, E-402, E-403, E-404, E-410, E-412 FECHA: 9-Dic-2009

O B R A : CONSTRUCCIÓN CONSULTORIOS DE ESPECIALISTAS LA ESTANCIA
 SECTOR: LA ESTANCIA-MUNICIPIO DE POPAYAN
 SUMINISTRA: PRODUCIDO EN OBRA
 INTERVENTOR: AUTOCONTROL DE CALIDAD
 CONSTRUCTOR: ASOCIACION DE COMUNEROS DE LA ESTANCIA.
 S O L I C I T O : INGENIERA SANDRA HURTADO.
 ESTRUCTURA: VARIOS

RESISTENCIA DE DISEÑO: 3000 P.S.I.

Ref. N°	fecha toma	fecha rotura	Edad dias	Perimetro cm	Carga				Resistencia		DETALLE OBRA	
					Lb	KN	kg/cm²	MPa	PSI	% DE 3000PSI		
434	21-Sep	20-Nov	60	48	151425.3	675	370.5	38	5261	175	COLUMNAS SEGUNDO PISO	
435	21-Sep	20-Nov	60	48	111980.6	499	274.0	27	3891	130	COLUMNAS SEGUNDO PISO	
436	21-Sep	20-Nov	60	47	93796.1	418	242.4	24	3441	115	COLUMNAS SEGUNDO PISO	
437	22-Sep	21-Nov	60	47	109982.6	490	283.0	28	4018	134	COLUMNAS SEGUNDO PISO	
438	22-Sep	21-Nov	60	48	107737.6	480	263.6	26	3743	125	COLUMNAS SEGUNDO PISO	
439	22-Sep	21-Nov	60	48	118064.6	526	293.7	29	4171	139	COLUMNAS SEGUNDO PISO	
440	26-Sep	25-Nov	60	48	116807.4	520	284.6	28	4041	135	COLUMNAS SEGUNDO PISO	
441	26-Sep	25-Nov	60	48	115842.0	516	287.0	28	4075	136	COLUMNAS SEGUNDO PISO	
442	26-Sep	25-Nov	60	47	116650.2	520	300.1	29	4262	142	COLUMNAS SEGUNDO PISO	
443	07-Nov	10-Nov	3	48	55406.6	247	135.6	13	1925	64	LOSA 3ER PISO	
444	07-Nov	10-Nov	3	48.3	67192.9	299	164.4	16	2334	78	LOSA 3ER PISO	
445	07-Nov	10-Nov	3	47.8	52780.0	235	131.9	13	1872	62	LOSA 3ER PISO	
446	07-Nov	14-Nov	7	47	79742.4	355	206.0	20	2926	98	LOSA 3ER PISO	
447	07-Nov	14-Nov	7	47.7	88634.6	386	217.3	21	3086	103	LOSA 3ER PISO	
448	07-Nov	14-Nov	7	47.9	94581.9	421	235.3	23	3341	111	LOSA 3ER PISO	
449	07-Nov	05-Dic	28	48.6	119770.8	534	289.4	28	4110	137	LOSA 3ER PISO	
450	07-Nov	05-Dic	28	48.7	117862.5	525	283.7	28	4028	134	LOSA 3ER PISO	
451	07-Nov	05-Dic	28	48.4	114068.5	508	277.9	27	3947	132	LOSA 3ER PISO	

OBSERVACIONES: REMISION N°31
 N° CILINDROS ENVIADOS: 18
 CILINDROS DEL 434 AL 442 HECHOS EN OBRA DOSIFICACION 1:2:3
 CILINDROS DEL 443 AL 451 PREMEZCLADOS Y ACELERADOS LOSA TERCER PISO

Elaboró Geot. Jimneth Andrade Ordoñez	Revisó Ing. Hugo E. Daza Delgado	Aprobó <i>Alexis Uribe</i>
--	-------------------------------------	-------------------------------

Diagonal 26 No. 26-68 - Telefax: 8200219 - Cel. 310-8393670 - 320 6866607 - Popayán - Cauca

Para comprobar la calidad del concreto a la compresión, se realizó teniendo en cuenta los criterios estipulados en la NSR-98:

- Que los promedios aritméticos de todos los conjuntos de tres resultados consecutivos de ensayos de resistencia, iguallen o exceden el valor especificado para $f'c$.
- Que ningún resultado individual de los ensayos de resistencia, tengan una resistencia inferior en 3.5 Mpa, o más, a $f'c$.



Mediante un análisis estadístico realizado a los resultados de resistencia a la compresión del concreto se determinó que las resistencias son buenas cumpliendo con f_c de diseño.

Algunos cilindros provenientes de muestras de concreto de columnas no cumplieron como mínimo con la resistencia de diseño. Por lo cual se decidió hacer pruebas directamente sobre las columnas en consideración con el esclerómetro, en donde se obtuvo una resistencia mayor a la del diseño, indicación de que se presentaron errores en el momento de tomar los cilindros.

3.2.3.1.1.2. Asentamiento del concreto

También se controló el asentamiento del concreto de acuerdo a la norma NTC 396²¹. Esta inspección se realizó en el momento de la colocación de la mezcla, cada vez que se realizara algún ensayo de resistencia y cada vez que se observaran variaciones importantes en la mezcla, como lo es su consistencia.

Se vigila por el asentamiento obtenido del ensayo, de manera que el resultado se encontrara en el rango 2,5 cm ~ 10 cm, ya que tanto para columnas y pantallas, en donde se usa colocación manual; como para las losas con colocación por bombeo, ambos casos secciones normalmente reforzadas con vibración como sistema de compactación, se recomienda ese nivel de asentamiento²².

²¹ Normas Técnicas Colombianas. NTC 396. Ingeniería civil y arquitectura, Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto.

²² Rivera L. Gerardo A. "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capítulo 8.3.1

Ilustración 7. Ensayo de asentamiento del concreto.



3.2.3.1.2 Evaluación y aceptación del refuerzo

Según la Tabla 2. y el grado de capacidad de disipación especial de energía sísmica del sistema estructural (DES) bajo la cual han sido diseñados los elementos estructurales que hacen parte del sistema de resistencia sísmica, se ha chequeado que tanto el refuerzo longitudinal como el transversal a utilizarse en la obra sea refuerzo corrugado.

Ilustración 8. Chequeo calidad del acero de refuerzo





Según la figura anterior la barra corrugada de refuerzo es No. 6 ($\frac{3}{4}$ pulg), la “W” indica el símbolo de soldabilidad, el número 60 muestra el mínimo límite de fluencia garantizado en miles de PSI, lo cual cumple con $F_y = 60\text{KPSI} = 420\text{ Mpa}$ de la especificación; así mismo se verificó para los distintos diámetros de barras.

3.2.3.1.2.1 Diámetros mínimos de doblamiento

El diámetro interior para el doblamiento de las barras del refuerzo principal con esfuerzo a fluencia igual a 420 MPa o 60 KPSI no debe ser menor que los valores mínimos dados en la siguiente tabla.

Tabla 3. Diámetros Mínimos de Doblamiento²³

Barra	Diámetro mínimo de doblamiento
N° 2 (1/4”) a N° 8 (1”)	6 d_b
N° 9 (1-1/8”) a N° 11 (1-3/8”)	8 d_b
N° 14 (1-3/4”) a N° 18 (2-1/4”)	10 d_b

En donde, d_b es el diámetro nominal de la barra.

El diámetro interior de doblamiento de estribos de barra N° 5 (5/8”) o menor, no debe ser menos de 4 d_b , y para barras mayores a la N° 5, se deben cumplir los diámetros mínimos indicados en la tabla.

En la obra se supervisa que el refuerzo principal y el de estribos cumplan con el diámetro mínimo de doblamiento. Para refuerzo principal se usan las barras N° 4, N° 5 y N° 6, las cuales deben tener por lo menos, en el momento en que se doblan para hacer gancho estándar, un diámetro interior igual a 7.62cm, 9.53cm y

²³ Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.7.2



11.43cm respectivamente; por su parte los estribos utilizados en vigas y columnas son N° 3, en los cuales se requiere un diámetro de doblamiento no menor a 3.81cm.

Ilustración 9. Figurado del acero

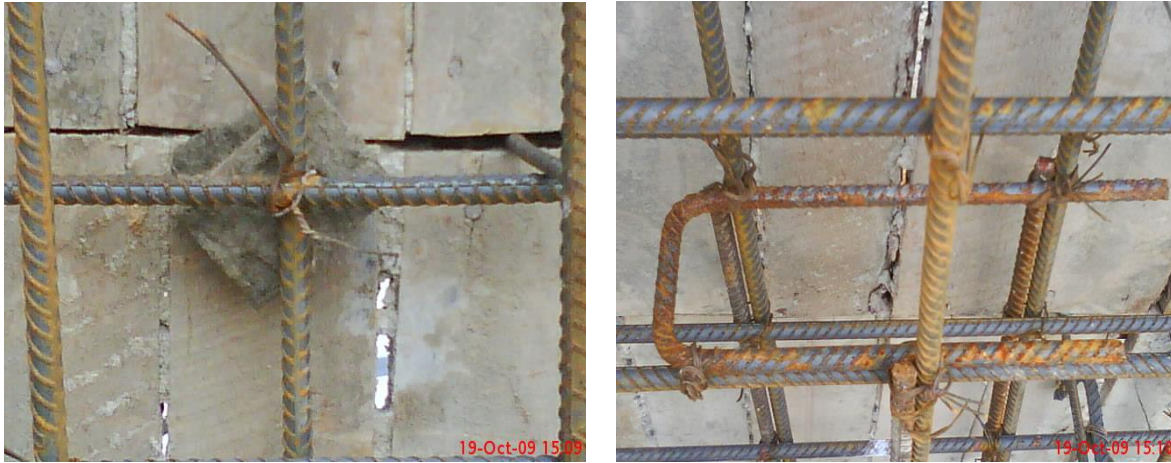


3.2.3.1.2.2 Condiciones de doblamiento

Se controla que todos los dobleces y ganchos se hagan en frío, que las barras tengan las dimensiones indicadas en los planos y que se coloquen de forma correcta dentro de las formaletas, para esto se fabrican unas panelas de mortero que se amarran al refuerzo y se colocan entre este y la formaleta y se dispone de unos separadores entre las cortinas de acero de las columnas. Las barras parcialmente embebidas dentro del concreto no pueden doblarse o desdoblarse en el sitio²⁴

²⁴ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.7.3

Ilustración 10. Colocación del acero en la formaleta



Como observación se encontró que en algunas columnas existe dificultad con la ubicación del acero en la formaleta, como solución al problema anterior se decide sujetar los aceros longitudinales a una barra transversal en la parte superior de la formaleta antes de fundir la columna, para que así estos queden centrados.

3.2.4 Control de ejecución

3.2.4.1 Almacenamiento de materiales

En la pasantía se verifica el correcto almacenamiento, los materiales cementantes y los agregados deben almacenarse de tal manera que se prevenga su deterioro o la contaminación con materiales extraños²⁵.

²⁵ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.3.7



3.2.4.1.1 Agregado fino

La arena es descargada cerca al lugar donde se va a efectuar la mezcla, procurando evitar la segregación mediante el almacenado en forma de montaña la cual no debe ser mayor a un viaje de volqueta, también se verifica que no se acumule formando pendientes muy grandes.

Cabe anotar que la arena se encuentra a la intemperie, en donde recibe agua por lluvias y es posible que se contamine con materiales extraños, lo que puede influir en la calidad de la mezcla.

3.2.4.1.2 Agregado grueso

Se descarga cerca a la arena, teniendo los mismos cuidados que en el agregado fino. También se encuentra a la intemperie.

3.2.4.1.3 Cemento portland

Los sacos de cemento se almacenan bajo techo, sobre plataformas de madera, los sacos se entiban juntos para reducir la circulación del aire húmedo, ya que el cemento almacenado en contacto con la humedad fragua más despacio y desarrolla menos resistencia que el cemento seco²⁶, también se verificó que no estuvieran apoyados sobre muros.

En cuanto al uso de los sacos de cemento se verifica que sean utilizados los que más tiempo llevan almacenados, también se revisa periódicamente que el

²⁶ Rivera L. Gerardo A. "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capítulo 1.5.5



cemento fluya libremente y no presente grumos que se rompan con dificultad, pues la calidad del cemento sería dudosa.

Ilustración 11. Almacenamiento del cemento.



3.2.4.1.4 Acero de refuerzo

Se inspecciona que el acero de refuerzo se almacene bajo techo, también se controla que en el momento en que vaya a ser vaciado el concreto, el refuerzo esté libre de barro, aceite o cualquier otra sustancia no metálica que pueda disminuir la adherencia entre el acero y el concreto²⁷.

²⁷ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.7.4



Ilustración 12. Almacenamiento del acero.



Se almacenó durante un tiempo inadecuadamente una parte del acero de refuerzo dejándolo a la intemperie (expuesto al sol, directamente sobre suelo), lo que hace que las varillas presenten algún grado de oxidación; el almacenamiento correcto del acero entra a ser una buena práctica, pero no se encontró alguna norma para exigir lo recomendado, por lo tanto se aceptó ese almacenamiento solamente por ese tiempo basados en el siguiente párrafo de las NSR – 98:

“El refuerzo de acero, excepto cables para pre esforzado, con óxido, escamas de laminación o combinación de ambos, puede considerarse satisfactorio, siempre y cuando las dimensiones mínimas (incluyendo la altura de los resaltes de corrugado) y el peso, de una muestra limpiada con cepillo de acero de mano, no sean menores que las indicadas en las normas NTC del ICONTEC y ASTM apropiadas”²⁸.

En ningún momento se utilizó refuerzo con presencia de corrosión, y en el caso más crítico se aceptaba acero con una ligera oxidación.

²⁸ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.7.4.2



3.2.4.2 Concreto estructural

3.2.4.2.1 Preparación del equipo y del lugar de colocación

Se verifica que el equipo para el mezclado y transporte del concreto esté limpio, que se retiren los residuos de los lugares que ocupará el concreto, que la parte interna de las formaletas sea humedecida antes del vaciado para que de esta manera no absorban agua de la mezcla, que el refuerzo este completamente libre de recubrimientos perjudiciales, que el sitio de colocación esté libre de agua antes de depositar el concreto y que las superficies de concreto endurecido sobre las cuales se vaya a colocar concreto adicional estén libres de lechada o de cualquier material perjudicial o deleznable.

Ilustración 13. Preparación del equipo para el mezclado





3.2.4.2.2 Mezclado

En la obra el mezclado del concreto se realiza de acuerdo al elemento estructural que se va a fundir, siendo mezclado en obra por medio de ollas mezcladoras el concreto que se utiliza para columnas y pantallas, y concreto premezclado el que se usa para fundir losas y vigas.

El concreto premezclado debe cumplir con las normas NTC 3318 o NTC 4027²⁹. En la obra se usa concreto premezclado de la concretera del consorcio ESTIGMA S.A. de la ciudad de Popayán, quien garantiza la calidad del producto. Se controla que los mixers lleguen a la obra con el sello de seguridad puesto a la salida de la fábrica.

Para la preparación del concreto mezclado en obra se examina que la herramienta y equipo esté limpio antes de la operación del mezclado, que el tiempo de mezcla esté entre un minuto y un minuto y medio, esto con el fin de garantizar una mezcla homogénea y con ello un concreto de resistencia satisfactoria, aunque en un sentido estricto no es el tiempo de mezclado sino el número de revoluciones de la mezcladora el que marca el criterio a seguir para un mezclado adecuado³⁰, lo cual concibe que el número de revoluciones y el tiempo de mezclado son interdependientes.

²⁹ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.5.8.2

³⁰ Rivera L. Gerardo A. "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capítulo 4.2.10.1.1.1

Tabla 4. Tiempos mínimos de mezclado recomendados por la ASTM

Capacidad de la Mezcladora (m ³)	Tiempo mínimo de mezclado (minutos)
≤0.8	1
1.5	1 ¹ / ₄
2.3	1 ¹ / ₂
3.1	1 ³ / ₄
3.8	2
4.6	2 ¹ / ₄
7.6	3 ¹ / ₄

En ambos casos la duración del mezclado debe ser la necesaria para conseguir una mezcla íntima y homogénea de los distintos componentes y la mezcladora debe descargarse completamente antes de volverla a usar³¹.

Ilustración 14. Mezclado del concreto



³¹ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.5.8.1



3.2.4.2.3 Transporte

El transporte del concreto en la obra se hace por medio buguis, cuando se funden columnas y pantallas, y mediante el conjunto de la bomba de impulsión y la tubería de colocación cuando se trata de losas y vigas. Para elevar el concreto fabricado en obra hasta pisos superiores se recurre a la utilización de una pluma grúa y buguis para llegar al sitio de fundición.

Cuando se fundió la losa del segundo piso se presentaron varios problemas en la bomba de impulsión del concreto, lo que llevo a que el transporte se realizara mediante la improvisación de un andamio para elevar el concreto al segundo piso, se recuerda que no se disponía de la grúa antes mencionada, lo que conlleva a la disminución de la calidad de la mezcla por inconvenientes como segregación o adhesión de partículas extrañas a la misma.

Se vigila el correcto movimiento de la mezcla para que no exista vibración excesiva ya que las partículas más grandes tienden a irse hasta la parte inferior del recipiente, separándose de la arena, el cemento y el agua, lo que se conoce como segregación³².

Por otra parte se supervisa que el equipo utilizado en el transporte esté libre de partículas o sustancias no pertenecientes a la mezcla de concreto, lo cual se logra manteniendo limpios los equipos antes de la primer bachada y lavándolos al terminar la fundición.

³² Rivera L. Gerardo A. "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capitulo 4.2.10.2



Cuando es necesario pasar sobre armaduras de acero mediante buguis se colocan tablonos por facilidad de transporte, prevenir desperdicios de material y evitar sobrevibración de la mezcla.

Ilustración 15. Transporte del concreto



3.2.4.2.4 Colocación

Se inspecciona que el lugar para la colocación del concreto esté libre de materia orgánica, residuos como madera o puntillas, a la formaleta se la imprime de aceite antes de colocarla para evitar que el concreto se adhiera a ella al momento de fundir, se la satura para que no absorba agua y antes de vaciar el concreto se adicionan baldes de lechada de cemento para lubricar la formaleta y darle un buen acabado a la columna.

Ilustración 16. Imprimación de la formaleta con aceite



Se procede a vaciar el concreto, se vigila que una vez iniciada la colocación ésta se efectúe de una manera continua hasta que se haya colocado completamente la sección, hasta sus límites predeterminados.

No se permite el concreto al que después de preparado se le adicione agua para mejorar su plasticidad, ni el que haya sido mezclado nuevamente después de su fraguado inicial³³, tampoco el que haya sido contaminado con sustancias no pertenecientes a la mezcla.

En pantallas y vigas se verifica que las primeras bachadas sean colocadas en los extremos de la sección y luego ir llenando hacia el centro; en general el hormigón debe colocarse en capas horizontales de espesor uniforme, debiéndose compactar completamente cada capa antes de depositar la siguiente; las capas debe tener preferiblemente un espesor de 15 a 35 cm ya que se trata de elementos reforzados³⁴.

³³ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.5.10

³⁴ Rivera L. Gerardo A. "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capitulo 4.2.10.2.3

La colocación del concreto, por supuesto, también depende del elemento a fundir, para las losas y vigas la colocación se hace por medio de una manguera llamada “moco” que hace parte de la tubería de conducción del concreto y para la construcción de columnas y pantallas se usan baldes elevados por andamios.

Ilustración 17. Colocación del concreto



La vibración utilizada en la obra es vibración interna llamada también “pervibración”, el equipo usado es vibrador de aguja, se vigila que toda la sección sea vibrada a medida que se va colocando la mezcla, permitiendo un tiempo aproximado de vibrado de 10 s por punto, ya que de ser superior este tiempo puede producirse segregación, y a falta de éste puede presentarse hormigqueo; debe procurarse que el vibrador penetre 5 cm en la capa inferior ya compactada para de esta manera asegurar la trabazón entre las dos capas³⁵; se exige en lo posible que el vibrador no tenga contacto con el acero de refuerzo, ni con la formaleta.

³⁵ Rivera L. Gerardo A. “Concreto Simple”. Unicauca. 1992. Capítulo 4.2.10.4.2.4

Ilustración 18. Vibrado del Concreto



A medida que se va vaciando el concreto se proporcionan golpes a la formaleta para que este ocupe en lo posible correctamente todos espacios, luego se procede a nivelar la superficie, se supervisa el nivel al que tiene que llegar el concreto, esto se logra colocando niveles de hilo.

3.2.4.2.5 Curado

El concreto, diferente al de alta resistencia temprana, debe mantenerse a una temperatura por encima de los 10° centígrados y húmedo para permitir su hidratación, por lo menos durante los primeros 7 días contados a partir de su vaciado³⁶.

En la obra se utiliza un aditivo curador para concreto llamado sika antisol blanco, la fábrica garantiza que se cumplen las condiciones anteriores, tanto para losas y

³⁶ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.5.11.1

vigas como para columnas y pantallas, el cual se adiciona tan pronto se es retirada su formaleta y humedecer la superficie del elemento en consideración.

Ilustración 19. Curado de columnas



El recubrimiento del refuerzo es garantizado utilizando separadores de concreto “panelas”, se ha tenido como guía las especificaciones contenidas en las NSR – 98 de acuerdo a cada elemento estructural y si está o no está expuesto a la intemperie.

3.2.4.2.6 Diseño de las formaletas

Se controla que las formaletas, casetones, o encofrados tengan una estructura que se ciña a las formas, línea, ejes y dimensiones de los elementos estructurales, tal como se requiere en los planos de diseño. Las formaletas deben ser fuertes y lo suficientemente ajustadas para impedir que se escape el mortero y deben estar adecuadamente arriostradas o amarradas para mantener su posición y su forma³⁷.

³⁷ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.6.1



En la obra se utiliza madera comercial para la fabricación de formaletas, encofrados y casetones, los cuales además se forran con aligflex. En los encofrados se revisa que no hayan aberturas excesivas entre los tablonces y que los gatos que sostiene a estos por medio de las cerchas estén bien sujetos y apuntalados.

Ilustración 20. Casetones y encofrado



3.2.4.2.7 Remoción de formaletas

Se inspecciona que las formaletas y testeros se retiren de tal manera que no afecten la seguridad ni el funcionamiento futuro de la estructura, de igual manera el concreto que se expone al retirar la formaleta debe tener suficiente resistencia para que no se vea afectado por ello.



Ilustración 21. Remoción de Formaleta



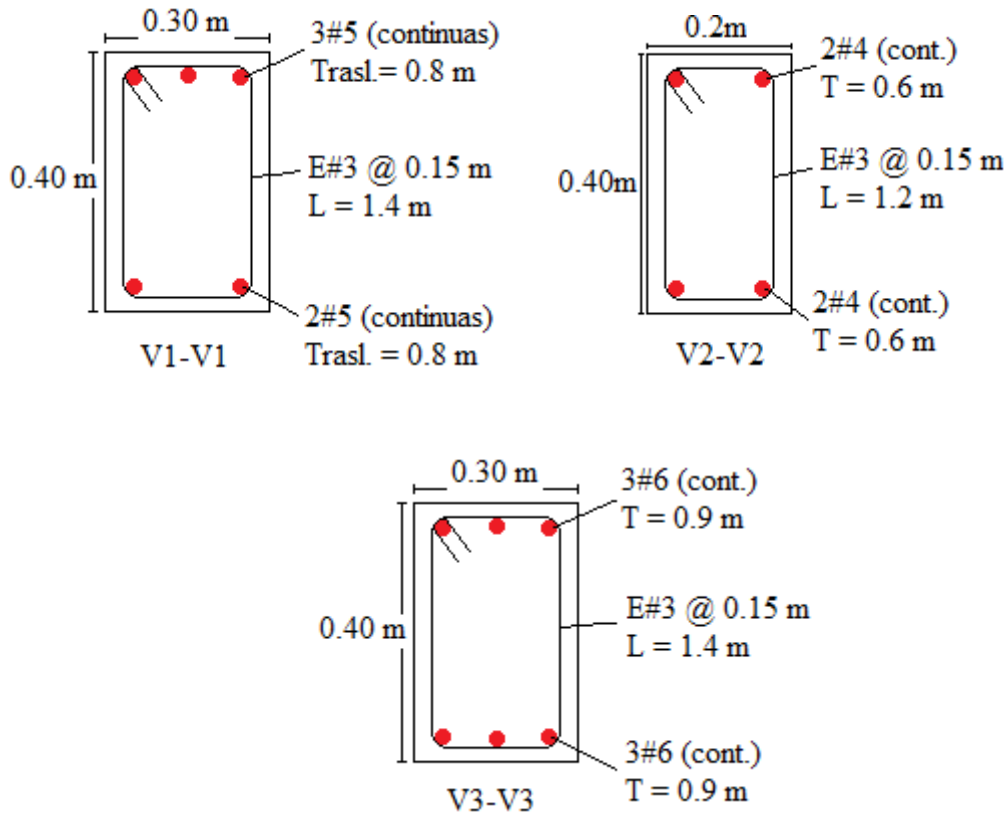
3.2.4.3 Elementos estructurales

3.2.4.3.1 Losa y vigas de segundo piso

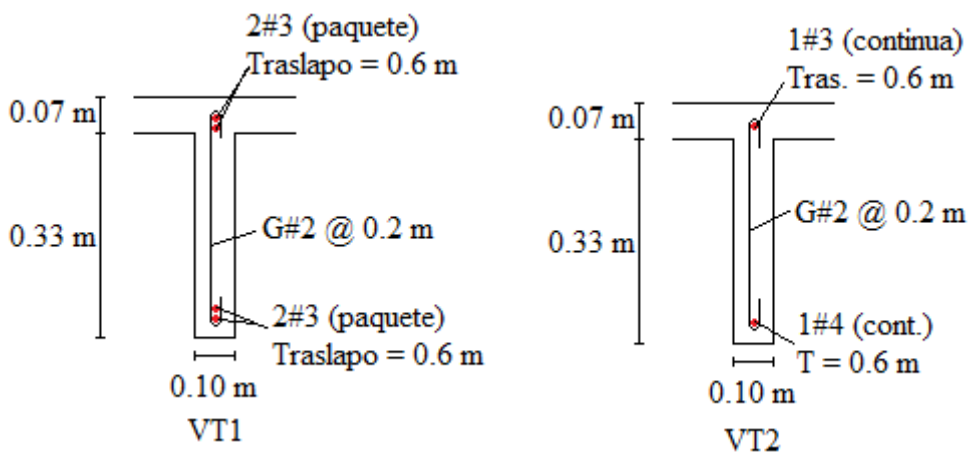
Se construyó una losa aligerada de 40 cm de espesor la cual está unida monolíticamente con el acero de refuerzo de las columnas del primer piso.

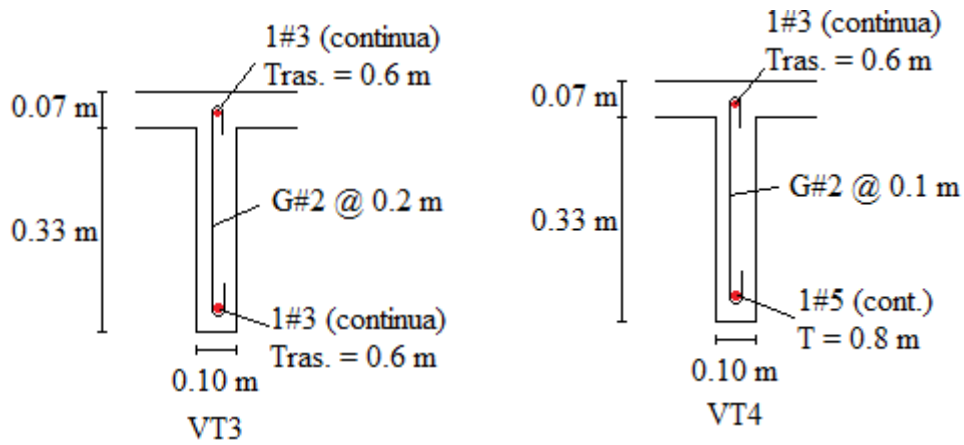
A medida que se va armando el encofrado y después de prepara la superficie se amarra el acero de refuerzo de la losa. Primero el de vigas, después el de nervios y por último el de retracción y temperatura.

Los tipos de sección utilizados para las vigas se muestran a continuación.



Las viguetas que presenta la losa en la obra tienen las 4 secciones distintas.





Además la losa presenta en su parte superior el acero de retracción y temperatura, la separación entre nervios es variable, aproximadamente 0.50 m.

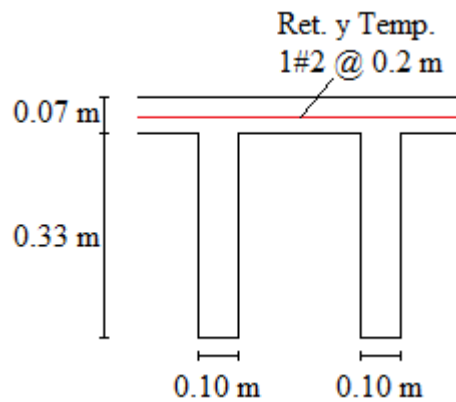


Ilustración 22. Acero de la losa.



En los tres casos se controló diámetros, ubicación, cantidad, separación, recubrimientos, longitudes mínimas de extensión del gancho estándar, traslapos de refuerzo, entre otros, los cuales son especificados en los planos estructurales, lo que no se encuentre en ellos se exige de acuerdo a las Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98.

Ilustración 23. Separación, ubicación y cantidad de acero



Se verificó que las barras de refuerzo principal con dobléz de 90° tengan una extensión recta de longitud mínima igual a 4 veces el diámetro de la barra, d_b , y que los estribos de barras N° 5 o menor con dobléz a 135° tengan una extensión mínima igual a $6 d_b$ ³⁸. En la obra el refuerzo principal es de barras N° 4, N° 5, y N° 6, las cuales por lo general tienen una extensión de 30 cm, lo que indica que se cumple en todos los casos con la longitud mínima y para los estribos las barras son de $3/8"$, en los cuales la extensión del gancho es de 16 cm con lo que se cumple el requisito de la norma. Se especifica que en los estribos de columnas y vigas el ángulo de doblaje del gancho sea de 135° , se observó que en varios

³⁸ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.7.1

estribos el gancho no estaba doblado a éste ángulo como se muestra en la ilustración.

Ilustración 24. Angulo de doblaje del gancho estándar distinto a 135°



También se inspecciona que el acero de refuerzo se coloque y se apoye cuidadosamente de acuerdo a las medidas indicadas en los planos y las tolerancias que se indican en la Tabla 5; además, que se asegure adecuadamente para evitar que se mueva al colocar o vibrar el concreto. La variación de la altura útil d o del recubrimiento no debe exceder las tolerancias que se dan en la tabla siguiente³⁹

Tabla 5. Tolerancias en altura útil y recubrimiento

Altura útil, d, mm	Tolerancia en altura útil, d, mm	Tolerancia en recubrimiento, mm
$d \leq 200$	± 10 mm	-10 mm
$d > 200$	± 12 mm	-12 mm

³⁹ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98. Título C. Capítulo C.7.5



Otro ítem de control en el acero de vigas es la separación entre barras paralelas, en la obra se colocan barras en una fila o capa para las cuales se inspecciona que la separación no sea menor que el diámetro, no menor de 25 mm ni menor de 1.33 veces el tamaño del agregado grueso (véase 2.2.1.2.2.).

Un aspecto muy importante en el acero de refuerzo es el recubrimiento, el cual en el inferior es garantizado utilizando separadores de mortero “panelas” y amarrándolas a las barras, se ha tenido como guía las especificaciones contenidas en las NSR – 98 de acuerdo a cada tipo de elemento estructural y si este, está o no está expuesto a la intemperie.

Ilustración 25. Recubrimiento del acero





Tabla 6. Recubrimientos mínimos del refuerzo⁴⁰.

Exposición	Elemento estructural	No Barra	Recubrimiento Mínimo (mm)
Concreto colocado directamente sobre el suelo y en contacto permanente con la tierra	---	---	70
Concreto expuesto a la intemperie o en contacto con suelo de relleno:	---	Barras N° 6 (3/4") a N° 18 (2-1/4")	50
		Barras N° 5 (5/8") y menores	40
Concreto no expuesto a la intemperie, ni en contacto con la tierra:	Todos los tipos de refuerzo en losas, muros y viguetas:	Barras N° 14 (1-3/4") y N° 18 (2-1/4")	40
		Barras N° 11 (1-3/8") y menores	20
	En vigas y columnas:	Refuerzo principal	40
		Estribos y espirales	30
	En cascarones y losas plegadas	Barras N° 6 (3/4") y mayores	20
		Barras N° 5 (5/8") y menores	15

Se inspecciona que antes de vaciar el concreto tanto el acero de las vigas como el de los nervios tengan todas las panelitas amarradas a una determinada distancia. En la parte superior de los elementos el recubrimiento es garantizado mediante la utilización de un nivel o hilo en el momento de fundirlos.

En cuanto al traslapeo del acero principal se vigilo que fuera correspondiente con lo indicado en los planos estructurales para cada tipo de barra. Además se inspecciono que el traslapeo en barras superiores no esté situado en los apoyos

⁴⁰ Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98. Titulo C. Capitulo C.7.7.1



como lo son las columnas, y que en el acero inferior este no se ubique en el tercio central de la luz del elemento.

En el diseño estructural del segundo piso no se tuvieron en cuenta cuatro elementos que el diseño arquitectónico así los requería, ubicados en, primero, el eje 1, entre ejes A y B; segundo, el eje 2, entre C y D; tercero, el eje D, entre 7 y 8 y cuarto, el eje 11 entre B y C. A esta situación se hablo con el ingeniero calculista Juan Manual Mosquera, encargado del diseño estructural, quien sugirió las siguientes soluciones correspondientemente.

Primero, Refuerzo Voladizo: El refuerzo perpendicular al eje 1 se ancla en la torta de compresión de la losa, en denominación de 3/8" de diámetro arriba y abajo con una separación de 15 cm. La losa en el voladizo tiene un espesor de 15 cm.

Segundo, Viga del Eje 2. Adicionarle posteriormente 2 barras N° 6 de 3 m de longitud, con 1 m de anclaje y 3 barras N° 5 de 3 m de longitud en la mitad de la viga.

Tercero, Viga V2 del eje D, entre ejes 7 y 8. Se debe incrementar el acero superior adicionando 2 barras N° 5.

Cuarto, Losa en el tramo del eje 11, entre B y C. Asumir la solución uno con acero superior en denominación de 1/2" de diámetro cada 0.15 m. El espesor de este tramo de losa es de 15 cm.

Hay otro aspecto que no se encuentra en los planos estructurales, que es sugerencia del maestro de obra pero decisión del ingeniero estructural, es construir una riostra, de 40×10 cm, reforzada como una VT2, en la mitad de los ejes B y C, a lo largo de los ejes 1 al 5. La riostra para mejorar y facilitar el proceso constructivo.



Luego se colocó formaletería lateral en toda la losa, la cual debe ofrecer estanqueidad, resistencia, durabilidad, rigidez e indeformabilidad; aquí se controló verticalidad mediante la utilización de un nivel de mano al lado de la formaleta. Posteriormente se colocaron los casetones forrados de aligflex. El ancho de los nervios fue controlado midiendo espaciamento entre casetones y entre casetón – formaleta, dependiendo de su ubicación. Pr ultimo, antes de fundir la losa y vigas se coloca el acero de retracción y temperatura encima de los casetones.

Ilustración 26. Colocación de formaleta lateral y de casetones



La fundición de la losa, como ya se dijo antes se hace con concreto premezclado, el cual es impulsado al segundo piso por medio de una bomba y la tubería de impulsión y colocación. El concreto regado es colocado en puntos específicos por los obreros con la ayuda de palas y posteriormente se vibra uniformemente y se le da el acabado con codal y llana metálica.

Ilustración 27. Vibrado y terminado del concreto en la losa



Prácticamente se fundió desde el eje 6 en adelante sin la utilización de la tubería de conducción del concreto ya que en la bomba de impulsión se presentaron fallas técnica. Conforme a lo anterior se recurrió a la utilización de un aditivo conocido como sikadur 32 primer, utilizado para adherir concreto fresco al endurecido.

Ilustración 28. Imprimación de sikadur 32 primer



Para elevar el concreto se dispuso de estaciones provisionales con andamio y una vez arriba se transportó hasta el sitio de colocación mediante buguis por un sendero provisional de tabloncillo colocado encima de los casetones. Por esta razón



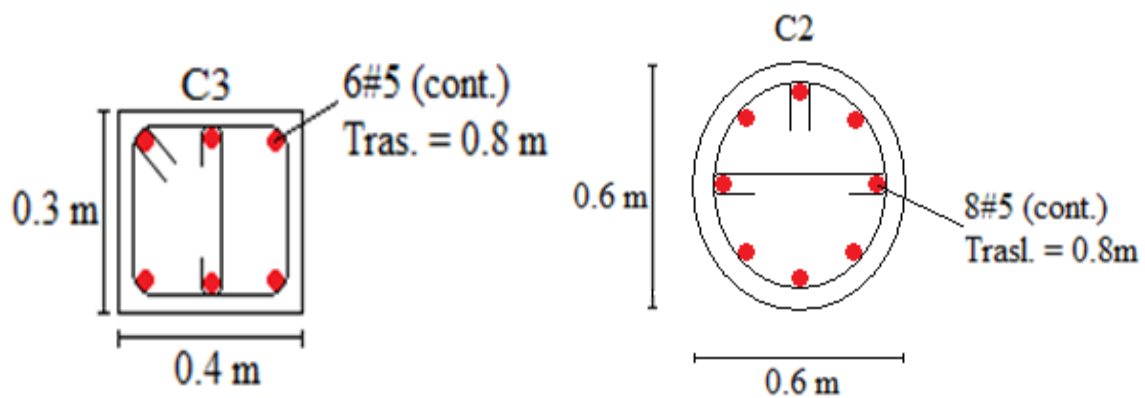
se pudo ver afectada la calidad del concreto, además de lo que represento en tiempo y dinero.

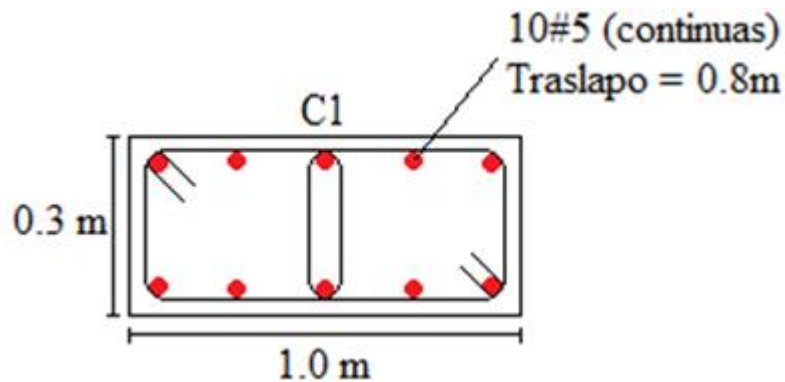
Ilustración 29. Estación provisional para elevar el concreto



3.2.4.3.2 Columnas

En la obra existen tres tipos de columnas.





Las columnas se construyeron monólicamente a la losa, se verificó que los ejes de las columnas estuvieran debidamente localizados, se armó el castillo de acero en el cual se controló diámetros, ubicación, cantidad, separación, recubrimientos, longitudes mínimas de extensión del gancho, traslapos de refuerzo, entre otros, los cuales son especificados en los planos estructurales, lo que no se tenga especificado en ellos se exige de acuerdo a las Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98.

Ilustración 30. Armado del castillo de acero y separación de estribos de columnas





El primer chequeo que se realiza a las dimensiones de las columnas es mediante el trazado de ejes sobre el concreto para definir la localización (cimbrado), éstos se materializan con el fin de servir de guía en el momento de colocar la formaleta para que se realice con las dimensiones exactas.

Ilustración 31. Materialización de ejes – localización de columna



Luego se procede a colocar la formaleta de madera la cual debe ofrecer estanqueidad, indeformabilidad y resistencia; ésta formaleta es impregnada previamente con aceite quemado para no tener problemas en el descimbrado.

Ilustración 32. Armado de la formaleta



Ya colocada la formaleta y chequeada su estanqueidad siendo asegurada mediante puntales metálicos, se inspecciona su verticalidad, la cual se logra calibrando los gatos a ambos lados y midiendo distancias de plomos a lado y lado de la columna; en la obra se colocó el plomo en la parte superior a una distancia de 20 cm, por lo cual había que chequear en la parte inferior esa misma medida.

Ilustración 33. Chequeo de plomos



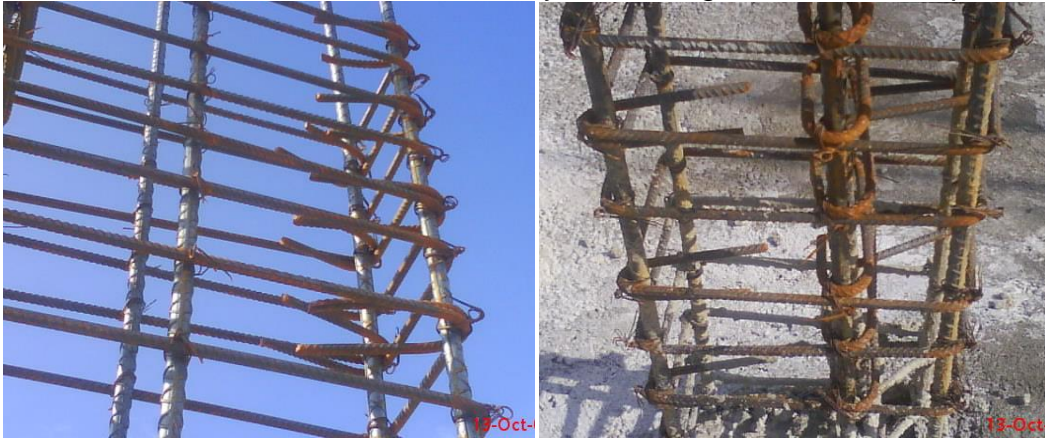
Luego se fundió la columna de acuerdo a lo estipulado en el manejo del concreto estructural (Véase 2.4.2.), inmediatamente se realizó otro chequeo a los plomos para de esta manera garantizar verticalidad.

La formaleta de las columnas es retirada a las 24 horas después de su vaciado, y su curado explicado en el control de ejecución del concreto estructural (Véase 2.4.2.5.).

Observación: en algunos estribos de las columnas los ganchos no presentan ángulo de doblaje a 135° con los lados del estribo, lo que indica que tiene una mala posición y además en algunos casos presentan una longitud menor que la establecida, con lo cual no van a cumplir la función adecuada; lo anterior se dio a

conocer a la ingeniera residente, quien corrigió al obrero encargado de esa función. Por otro lado se detectó que en la columna localizada en los ejes 7-B, tiene una imperfección en cuanto a la posición del acero longitudinal del centro.

Ilustración 34. Ganchos de estribos y acero longitudinal en mala posición



3.2.4.3.3 Pantallas de concreto

En la obra se construyen pantallas lineales sobre el eje A y entre los ejes 1 y 3 y 6 y 8 y otras en forma de L, para la construcción del ascensor, tienen una malla compuesta por barras No 4 cada 10 cm c.a.c. Son construidas monolíticamente a la losa de cimentación, se verificó que los ejes estuvieran debidamente localizados, se armó el castillo de acero en el cual se controló diámetros, ubicación, cantidad, separación, recubrimientos, longitudes mínimas de extensión, traslapes de refuerzo, entre otros, los cuales son especificados en los planos estructurales, lo que no se consigne en ellos se exige de acuerdo a las Normas Colombianas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98.

Ilustración 35. Armado del castillo de acero de pantallas



Al igual que las columnas, se inspeccionan que se conserve la distancia adecuada a los ejes trazados ya que de éste depende en gran parte la localización y las dimensiones finales del elemento estructural.

Para las pantallas, al igual que para las columnas se usa formaleta de madera. La formaleta se impregna previamente con aceite quemado para que no haya mayor resistencia al desencofrar.

La verticalidad de las pantallas se logra mediante plomos con un procedimiento similar al de las columnas. Luego se fundieron las pantallas de acuerdo a lo estipulado en el manejo del concreto estructural (Véase 2.4.2.), inmediatamente se realizó otro chequeo a los plomos para de esta manera garantizar verticalidad.

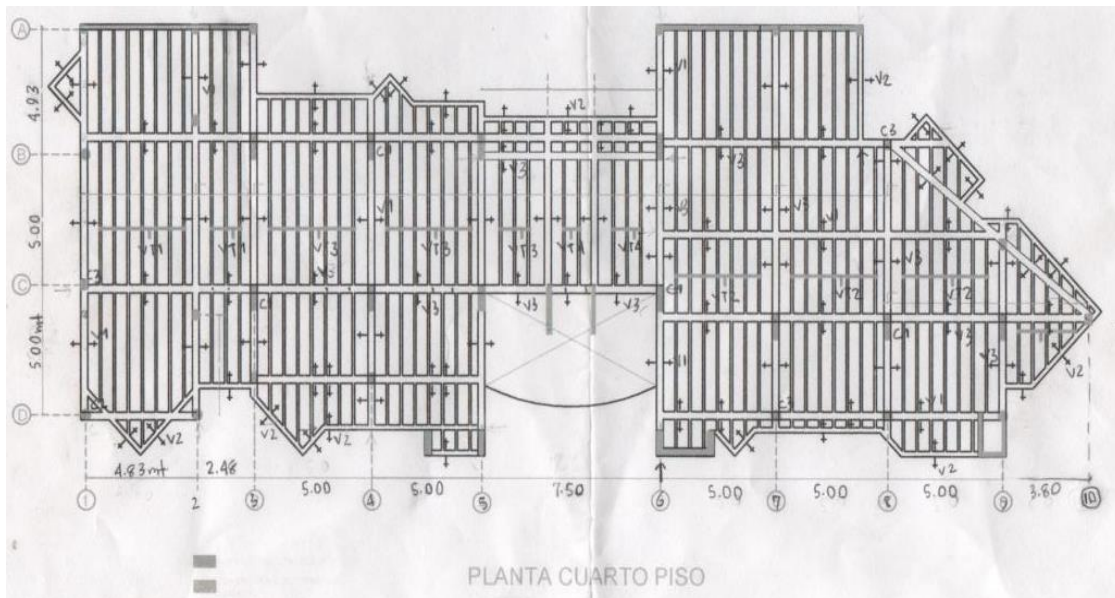
La formaleta es retirada a las 24 horas después de su fundición y su curado explicado en el control de ejecución del concreto estructural (Véase 2.4.2.5.).

3.3 ANALISIS ESTADÍSTICO DE LA COLOCACIÓN DEL REFUERZO EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LOS PISOS 4to Y 5to DEL EDIFICIO DE CONSULTORIOS MÉDICOS

3.3.1 REGISTRO DE DATOS

Se registraron datos estadísticos de varios parámetros de la colocación del acero en los elementos estructurales, tales como cantidad y traslapo en el acero longitudinal; y posición de ganchos y separación de los estribos o flejes, además del recubrimiento en vigas, viguetas y columnas para luego ser comparados con especificaciones del diseño estructural del edificio y de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo-Resistente. NSR-98.

Ilustración 36. Planta Estructural 4to Piso



3.3.1.2 VIGAS

En cada viga se registraron datos de los parámetros de la colocación del refuerzo, tanto en el acero longitudinal como en el transversal, conocido como estribo.

En el acero longitudinal se registro la cantidad y el traslapo de las barras, y en los estribos se registró la separación entre estos, y la posición y la forma del gancho estándar en cada estribo, además se verificó el recubrimiento del refuerzo inferior, que en obra se cumple colocando panelas de mortero (altura de 5 cm).

Ganchos: Se observo la posición y la forma del gancho en cada estribo de las vigas, entonces se clasificaron como correcto (ok) y malo (x). ok, significa que el gancho que tiene el estribo presenta correcta conformidad geométrica con lo indicado en el diseño y x, representa fallas en el gancho del estribo como posición (ángulo de doblaje distinto a 135°) y forma (longitud) incorrectas.

Ilustración 37. Ganchos de Estribos Incorrectos en Vigas



Separación (cm): Se toma como dato correcto la separación igual o menor a lo especificado en los planos. Para las vigas la separación máxima indicada son 15cm.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V1-V1

Localización: sobre el eje 2, entre ejes A y D. Piso 4to

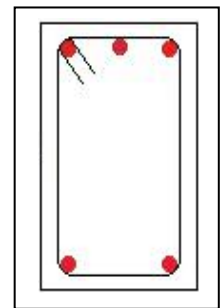
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #5 abajo y 3 #5 arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 80, 82 cm; 181, 183 cm

Superior = 81, 80, 84 cm; 79, 77, 79 cm; 106, 110, 116 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, ok, x, x, x, x, x, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, ok, x, x, x, x, x, x, x, x, ok, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok.

Separación (cm): 15, 15, 15, 15, 15, 15, 14, 16, 14, 15, 14, 14, 15, 16, 14, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 17, 16, 14, 15, 17, 14, 14, 16, 15, 14, 15, 15, 15, 16, 14, 15, 15, 16, 15, 13, 18, 14, 14, 15, 16, 14, 16, 15, 15, 16, 18, 14, 16, 15, 15, 14, 16, 14, 15, 14, 16, 15, 14, 17, 15, 15, 16, 14, 16, 13, 15, 16, 15, 16, 15, 15, 14, 16, 13, 16.

RECUBRIMIENTO

Hay 4 panelas: una al inicio de la viga, otra a 2 m de ésta, otra a 2 m de ésta, y la última a 6 m.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V3-V3

Localización: sobre el eje B, entre ejes 5 y 6. Piso 4to

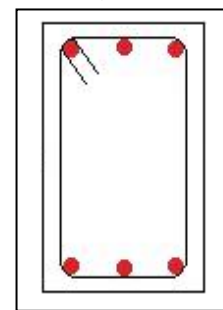
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 3 barras #6 abajo y arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 90, 92, 89 cm

Superior = 93, 88, 95 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, x, x, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, x, x.

Separación (cm): 15, 15, 14, 16, 15, 13, 15, 17, 15, 14, 15, 15, 14, 16, 16, 13, 15, 15, 17, 15, 14, 16, 14, 14, 14, 15, 15, 16, 14, 15, 15, 14, 15, 15, 15, 15, 14, 14, 16, 15, 15, 14, 15, 15.

RECUBRIMIENTO

Hay 1 panela: ubicada a 5 m del inicio de la viga.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V1-V1

Localización: sobre el eje 4, entre ejes A' y D. Piso 4to

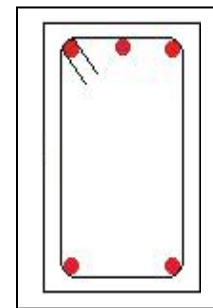
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #5 abajo y 3 #5 arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 81, 79 cm; 85, 86 cm

Superior = 84, 79, 78 cm; 90, 94, 89 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, ok, ok, x, ok, ok, x, x, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, x, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, ok, x, x, x, x, x, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok.

Separación (cm): 15, 15, 15, 14, 13, 15, 14, 15, 16, 14, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 15, 15, 17, 16, 14, 15, 17, 14, 14, 16, 15, 14, 15, 14, 14, 15, 16, 14, 16, 14, 16, 14, 15, 15, 16, 18, 14, 16, 15, 15, 14, 16, 14, 15, 14, 16, 15, 14, 17, 15, 15, 16, 14, 16, 13, 15, 16, 15, 16, 15, 14, 14, 15, 16, 15.

RECUBRIMIENTO

Hay 3 panelas: una a 4 m del inicio, otra a 6 m de esta, y la ultima a 1.5 m.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V2-V2

Localización: sobre el eje D, entre ejes 3' y 5. Piso 4to

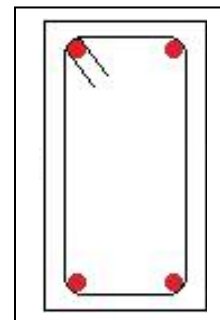
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #4 abajo y arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 60, 61 cm

Superior = 65, 62 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, ok, ok, x, x, x, x, x, ok, ok, x, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, x, x, x, ok, ok, x, x, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, x.

Separación (cm): 15, 15, 15, 14, 13, 15, 16, 13, 15, 16, 15, 16, 15, 14, 14, 15, 15, 16, 14, 15, 15, 15, 17, 16, 14, 15, 17, 14, 14, 16, 15, 16, 14, 16, 14, 16, 14, 15, 15, 16.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas: una a 1 m del inicio y otra a 4 m de esta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V1-V3-V1

Localización: sobre el eje 6, entre ejes A y D. Piso 4to

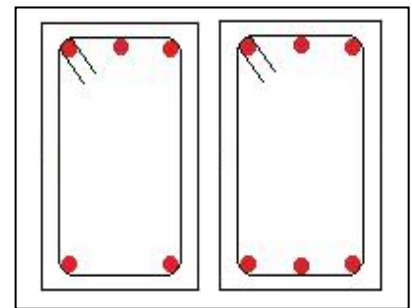
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #5 abajo y 3 #5 arriba entre ejes A y B y entre ejes C y D, y 3 barras #6 abajo y arriba entre ejes A y B.

Traslapo: Inferior = 91, 89, 90 cm; 161, 160, 159 cm

Superior = 86, 90, 88 cm; 159, 160, 161 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, x, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, x, x, ok, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, x, ok, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, x, ok, x, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, x, ok.

Separación (cm): 15, 15, 14, 16, 14, 15, 14, 14, 15, 16, 14, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 15, 15, 15, 17, 16, 14, 15, 16, 14, 14, 16, 15, 14, 15, 13, 15, 16, 15, 16, 14, 14, 14, 15, 15, 13, 18, 14, 14, 15, 16, 14, 16, 15, 15, 16, 18, 16, 14, 15, 15, 16, 15, 15, 14, 14, 14, 15, 15, 14, 16, 14, 15, 14, 16, 15, 14, 17, 15, 15, 16, 14, 14, 15, 14, 16, 13, 16.

RECUBRIMIENTO

Hay 5 panelas: una al inicio de la viga, otra a 3 m de esta, otra a 2 m, otra a 3 m y la última a 4 m.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V2-V2

Localización: sobre el eje 7', entre ejes A y B'. Piso 4to

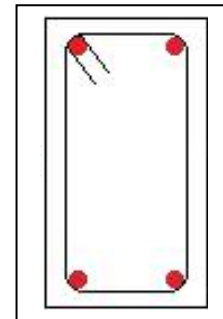
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #4 abajo y arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = No hay

Superior = No hay

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, x, x, x, ok, ok, x, x, x, x, ok, x, x, x, x, x, x, ok, ok, x, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, x, x, x.

Separación (cm): 15, 14, 13, 15, 16, 13, 15, 16, 15, 16, 15, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 15, 16, 14, 15, 17, 14, 14, 16, 15, 16, 14, 14, 15, 15, 16.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas: una a 0.5 m del inicio y otra a 3.7 m de esta.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V3-V3

Localización: sobre el eje C, entre ejes 1 y 6. Piso 4to

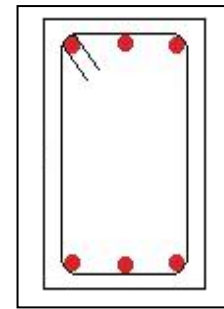
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 3 barras #6 abajo y arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 89, 91, 92 cm; 93, 95, 92 cm; 88, 87, 89 cm; 92, 90, 91 cm

Superior = 93, 94, 96 cm; 87, 88, 89 cm; 96, 94, 95 cm; 90, 89, 91 cm; 92, 93, 94 cm.

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, x, x, x, x, x, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, x, x, ok, ok, ok, x, x, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, x, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, x, ok, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, ok, ok, x, x, x, x, x, x, x, ok, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, x, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, x, x, x, x, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, x, x, x, ok, ok.

Separación (cm): 16, 15, 13, 18, 14, 14, 15, 16, 14, 16, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 14, 16, 14, 15, 14, 14, 15, 16, 14, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 15, 15, 15, 16, 14, 15, 14, 16, 15, 14, 17, 15, 15, 15, 15, 17, 16, 14, 15, 17, 14, 14, 16, 15, 14, 15, 15, 15, 16, 14, 15, 15, 16, 15, 13, 18, 14, 14, 15, 16, 14, 16, 15, 15, 16, 18, 16, 13, 15, 16, 15, 16, 15, 15, 14, 16, 14, 16, 15, 15, 14, 16, 14, 15, 14, 16, 15, 14, 17, 15, 15, 16, 14, 16, 13, 15, 16, 15, 16, 15, 15, 14, 16, 16, 14, 16, 15, 15, 15, 15, 14, 17, 15, 15, 15, 15, 17, 16, 14, 13, 16.

RECUBRIMIENTO

Hay 8 panelas: una a 0.5 m del inicio de la viga, otra a 2 m de esta, otra a 3 m, otra a 3 m, otra a 4 m, otra a 6 m, otra a 2 m y la ultima a 4 m.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V1-V1

Localización: sobre el eje B', entre ejes 6 y 9. Piso 4to

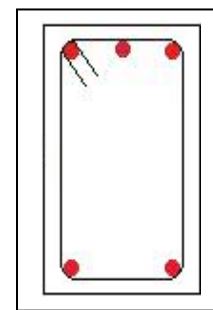
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #5 abajo y 3 #5 arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 95,92 cm; 79,82 cm

Superior = 82, 79, 83 cm; 91, 92, 89 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, x, x, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, x, x, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, x, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, ok, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, ok, ok, ok, ok, x, ok, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x.

Separación (cm): 15, 15, 15, 14, 13, 15, 14, 15, 16, 14, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 15, 15, 17, 16, 14, 15, 17, 14, 14, 16, 15, 14, 15, 14, 14, 15, 16, 14, 16, 14, 16, 14, 15, 15, 16, 18, 14, 16, 15, 15, 14, 16, 15, 16, 14, 14, 15, 14, 16, 15, 14, 17, 15, 14, 16, 14, 16, 15, 16, 14, 16, 13, 15, 16, 15, 14, 16, 14, 16, 15, 14, 14, 15, 16, 15, 14, 14, 16.

RECUBRIMIENTO

Hay 4: una a 3 m del inicio, otra a 5 m de esta, otra a 4 m y la última a 2 m.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V3-V3

Localización: sobre el eje 9, entre ejes B' y D. Piso 4to

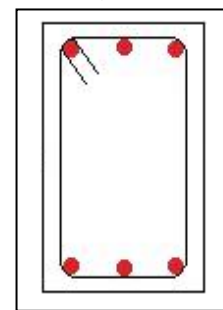
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 3 barras #6 abajo y arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 90, 92, 89 cm

Superior = 93, 88, 95 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, ok, ok, ok, x, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, x, x, ok, x, ok, x, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x.

Separación (cm): 15, 14, 16, 15,15, 17, 15, 14, 15, 15, 14, 16, 16, 13, 15, 16, 14, 14, 14, 15, 15,16, 14, 15, 15, 14, 15, 15, 15, 14, 14, 16, 15, 17, 15, 14, 15, 14, 15.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas: ubicada a 1 m del inicio de la viga y otra a 4 m de esta.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V2-V2

Localización: sobre el eje 2', entre ejes A' y B'. Piso 5to

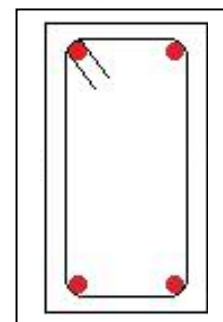
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #4 abajo y arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = No hay

Superior = No hay

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, x, ok, x, x, x, x, x, x, ok, ok, x, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, x, x, ok, x, x.

Separación (cm): 13, 15, 15, 17, 14, 16, 13, 15, 16, 15, 16, 15, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 15, 16, 14, 15, 17, 14, 14, 16, 15, 16, 14, 14, 15, 15, 14, 15, 16, 16, 15.

RECUBRIMIENTO

Hay 1 panela: una a 4.2 m del inicio de la viga.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V3-V3

Localización: sobre el eje C', entre ejes 3 y 5. Piso 5to

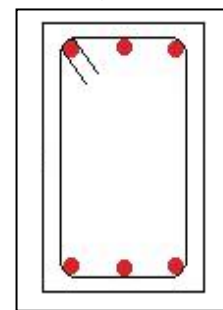
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 3 barras #6 abajo y arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 90, 92, 88 cm

Superior = 93, 89, 90 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, x, x, ok, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, x, ok, x, x.

Separación (cm): 15, 13, 15, 17, 15, 14, 15, 15, 14, 16, 16, 13, 15, 15, 17, 15, 14, 16, 14, 14, 14, 15, 15, 16, 14, 15, 15, 14, 15, 15, 15, 15, 14, 15, 17, 15, 14, 15, 14, 16, 15, 15, 15, 14, 15, 15, 16, 14, 14, 16, 15, 14, 15, 15, 14, 16, 14.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas: ubicadas a 3 m del inicio de la viga y a 5 m de ésta.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V1-V1

Localización: sobre el eje 3, entre ejes A' y D. Piso 5to

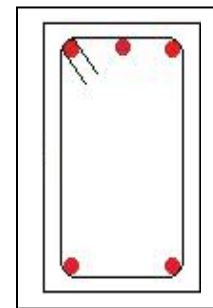
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #5 abajo y 3 #5 arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 81, 79 cm; 102, 104 cm

Superior = 79, 79, 80 cm; 82, 84, 83 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, ok, x, x, x, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, x, x, x, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, x, x, ok, x, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, ok, x, x, x, x, x, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, ok.

Separación (cm): 15, 15, 15, 14, 13, 15, 14, 15, 16, 14, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 15, 15, 17, 16, 14, 15, 17, 14, 14, 16, 15, 14, 15, 14, 14, 15, 16, 14, 16, 14, 16, 14, 15, 15, 16, 18, 14, 16, 15, 15, 14, 16, 15, 16, 14, 14, 15, 14, 16, 15, 14, 17, 15, 14, 16, 14, 16, 15, 16, 14, 16, 13, 15, 16, 15, 14, 16, 14, 16, 15, 14, 14, 15, 16, 15, 14, 14, 16.

RECUBRIMIENTO

Hay 3: una a 1 m del inicio de la viga, otra a 4 m de esta y la última a 3 m.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V3-V3

Localización: sobre el eje B', entre ejes 3 y 6. Piso 5to

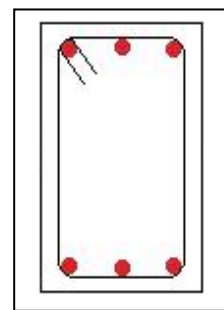
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 3 barras #6 abajo y arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 87, 89, 90 cm; 95, 94, 92 cm; 89, 90, 93 cm

Superior = 90, 91, 89 cm; 88, 89, 92 cm; 93, 91, 90 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, ok, x, ok, x, x, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, ok, x.

Separación (cm): 13, 15, 15, 17, 14, 15, 15, 16, 15, 15, 14, 14, 15, 13, 15, 17, 15, 14, 15, 15, 14, 16, 16, 13, 15, 15, 17, 15, 14, 16, 14, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 14, 15, 15, 16, 14, 15, 15, 14, 15, 15, 13, 15, 15, 17, 15, 15, 14, 15, 17, 15, 14, 15, 14, 16, 15, 15, 15, 14, 15, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 16, 16, 14, 14, 16, 15, 14, 15, 15, 15, 16, 14, 14, 15, 14, 16, 14, 15, 14, 15, 17, 15, 13, 15, 15, 17, 15, 15, 14, 15.

RECUBRIMIENTO

Hay 3 panelas: ubicadas a 4 m del inicio de la viga, otra a 1 m de ésta y otra a 3 m de ésta.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: V1-V1

Localización: entre ejes 5 y 6, entre ejes B' y C. Piso

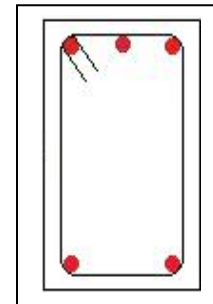
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #5 abajo y 3 #5 arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 80, 82, 81 cm

Superior = 83, 78, 89 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, x, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, x, ok, x, x, x, ok, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, ok.

Separación (cm): 16, 14, 15, 15, 16, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 14, 15, 15, 15, 14, 14, 16, 15, 17, 15, 14, 15, 14, 15, 14, 14, 15, 15, 15, 17, 15, 15, 14, 15, 14, 16, 16, 13, 15.

RECUBRIMIENTO

Hay 1 panela: ubicada a 3 m del inicio de la viga.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V1-V3-V1

Localización: sobre el eje 7, entre ejes A y D. Piso 5to

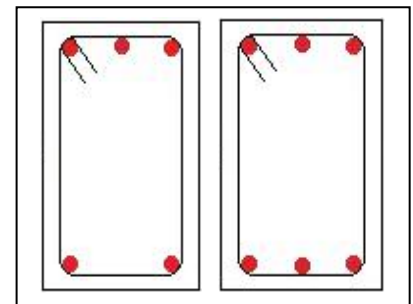
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #5 abajo y 3 #5 arriba entre ejes A y B y entre ejes C y D, y 3 barras #6 abajo y arriba entre ejes A y B.

Traslapo: Inferior = 92, 88, 93 cm; 151, 153, 155 cm

Superior = 89, 91, 88 cm; 149, 150, 149 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, x, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, x, x, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok.

Separación (cm): 14, 16, 15, 16, 14, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 15, 17, 16, 14, 15, 16, 14, 14, 16, 15, 14, 15, 13, 15, 16, 15, 16, 14, 15, 13, 18, 14, 14, 15, 16, 14, 15, 14, 15, 16, 14, 16, 15, 16, 15, 15, 14, 15, 15, 14, 14, 15, 15, 14, 16, 14, 14, 16, 14, 15, 18, 16, 14, 15, 15, 14, 16, 15, 14, 17, 15, 15, 16, 14, 14, 15, 13, 16, 15, 14, 14.

RECUBRIMIENTO

Hay 4 panelas: una a 1 m del inicio de la viga, otra a 5 m, otra a 3 m y la última a 2 m.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V2-V2

Localización: sobre el eje D', entre ejes 7' y 8'. Piso 5to

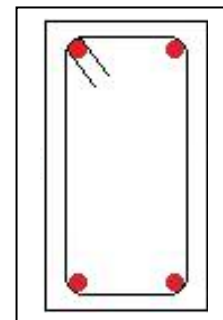
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #4 abajo y arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = No hay

Superior = No hay

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, x, x, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, x, x, x, ok, x, x, x, x, ok, x, x, ok, x, x, x, x, x, ok, x, x, x, ok, x, x.

Separación (cm): 15, 13, 15, 14, 15, 17, 14, 16, 13, 15, 16, 15, 16, 14, 15, 15, 16, 14, 14, 16, 15, 16, 14, 14, 15, 15, 14, 15, 16, 16, 15, 14, 15, 17.

RECUBRIMIENTO

Hay 1: una a 3 m del inicio de la viga.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: V3-V3

Localización: sobre el eje B', entre ejes 5 y 8'. Piso 5to

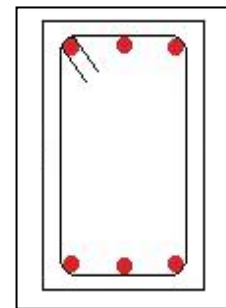
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 3 barras #6 abajo y arriba (continuas)

Traslapo: Inferior = 87, 91, 90 cm

Superior = 90, 88, 89 cm; 90, 92, 91cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, x, x, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, x, ok, ok, x, x, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, x, ok, x, x, x, ok, x, x.

Separación (cm): 16, 14, 15, 16, 13, 15, 15, 13, 15, 17, 15, 14, 15, 15, 14, 16, 16, 13, 15, 15, 17, 15, 14, 16, 14, 14, 14, 14, 15, 15, 14, 15, 16, 14, 15, 15, 16, 13, 15, 15, 15, 14, 14, 15, 14, 16, 15, 15, 15, 14, 15, 14, 16, 15, 14, 15, 15, 14, 16, 14, 15, 15, 15, 16, 14, 15, 15, 17, 15.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas: ubicadas a 1 m del inicio de la viga y a 8 m de ésta.



3.3.1.3 VIGUETAS

Al igual que en las vigas se registraron datos de los parámetros relacionados con la colocación del refuerzo en viguetas, tanto longitudinal como transversal, que en este caso no son estribos sino ganchos, como se ve en la ilustración, y por tal razón no se evaluó la forma y posición del gancho estándar. Además se supervisó el recubrimiento del acero inferior con las panelas de mortero mencionadas.

Ilustración 38. Refuerzo en viguetas





Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT1

Localización: desde el eje A hasta el D, entre ejes 1 y 2. Piso 4to

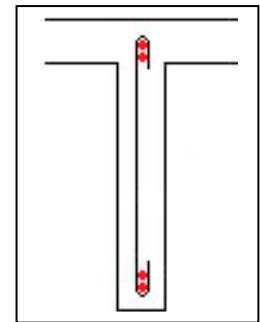
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #3 arriba y abajo (paquete)

Traslapo: Inferior = 60, 58 cm; 69, 70 cm

Superior = 59, 61 cm; 60, 61 cm; 71, 68 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 20, 18, 19, 20, 20, 22, 21, 20, 19, 21, 20, 23, 18, 20, 19, 19, 20, 21, 20, 22, 23, 19, 23, 21, 20, 19, 18, 23, 22, 20, 20, 21, 21, 20, 19, 19, 21, 22, 20, 19, 20, 21, 21, 20, 22, 22, 19, 18, 19, 21, 20, 23, 20, 22, 21, 22, 19, 19, 18, 20, 17, 19, 21, 22, 21, 20, 19, 18, 19, 20.

RECUBRIMIENTO

Hay 3 panelas de mortero; una a 2 m del inicio de la vigueta, otra a 4 m de ésta y otra a 6 m de ésta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT1

Localización: desde el eje A hasta el D, entre ejes 2 y 3. Piso 4to

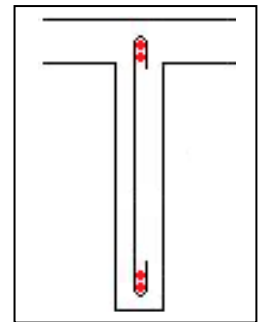
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 2 barras #3 arriba y abajo (paquete)

Traslapo: Inferior = 62, 57 cm; 59, 63 cm

Superior = 60, 59 cm; 58, 62 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 22, 19, 18, 19, 20, 20, 22, 21, 20, 19, 21, 20, 23, 18, 20, 19, 19, 20, 21, 20, 22, 23, 19, 23, 21, 20, 19, 18, 23, 22, 20, 22, 20, 21, 21, 20, 23, 19, 19, 20, 21, 21, 20, 22, 21, 20, 19, 18, 21, 20, 17, 19, 21, 22, 21, 20, 22, 19, 18, 22, 21, 22, 19.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas; una a 3 m del inicio de la vigueta y otra a 7 m de ésta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT3

Localización: desde el eje A' hasta el D, entre ejes 3 y 4. Piso 4to

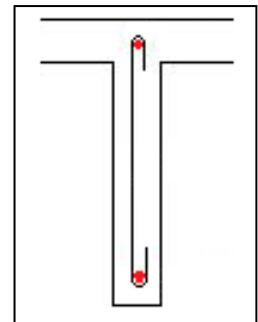
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 1 barra #3 arriba y abajo (continuas)

Traslapo: Inferior = 58, 60 cm; 61, 60 cm

Superior = 63, 61 cm; 59, 60 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 21, 20, 22, 19, 18, 22, 21, 22, 18, 19, 20, 20, 22, 21, 20, 19, 22, 20, 22, 20, 18, 21, 21, 20, 23, 18, 20, 19, 19, 23, 21, 19, 20, 19, 18, 23, 21, 20, 23, 19, 22, 19, 20, 21, 20, 22, 23, 19, 21, 20, 21, 21, 20, 22, 21, 17, 19, 20, 21, 22.

RECUBRIMIENTO

Hay 3 panelas; una a 2 m del eje inicio de la vigueta, otra a 4 m de ésta y otra a 5 m de ésta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT3

Localización: desde el eje A' hasta el C, entre ejes 5 y 6. Piso 4to

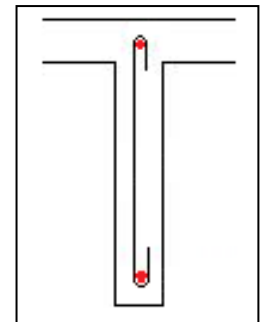
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 1 barra #3 arriba y abajo (continuas)

Traslapo: Inferior = 60, 61 cm

Superior = 62, 59 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 18, 22, 18, 19, 20, 19, 22, 20, 22, 20, 18, 18, 20, 19, 19, 23, 21, 23, 21, 20, 20, 21, 20, 22, 23, 21, 19, 20.

RECUBRIMIENTO

Hay 1 panela de mortero; a 2.5 m del inicio de la vigueta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT4

Localización: desde el eje A' hasta el C, entre ejes 5 y 6. Piso 4to

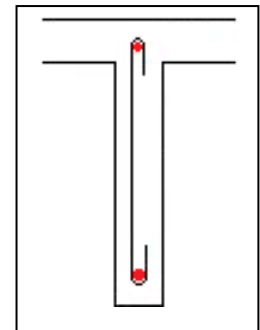
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 1 barra #3 arriba y 1 #5 abajo (continuas)

Traslapo: Inferior = 79, 82 cm

Superior = 58, 63 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 10, 12, 9, 11, 10, 9, 9, 13, 8, 12, 11, 12, 10, 10, 13, 9, 8, 10, 12, 11, 12, 9, 11, 12, 10, 10, 10, 11.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas de mortero; una a 3 m del inicio de la vigueta y otra a 1 m de ésta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT2

Localización: desde el eje A hasta el D, entre ejes 6 y 7. Piso 4to

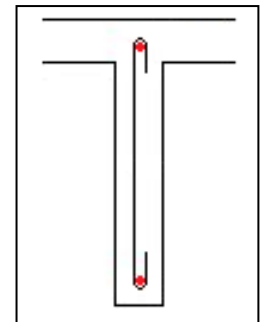
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 1 barras #3 arriba y 1 #4 abajo (continuas)

Traslapo: Inferior = 61, 59 cm; 70, 68 cm

Superior = 60, 60 cm; 58, 62 cm; 72, 69 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 22, 21, 20, 19, 21, 20, 23, 18, 20, 19, 19, 20, 21, 20, 22, 23, 19, 23, 21, 20, 19, 18, 23, 22, 20, 20, 21, 21, 20, 19, 19, 20, 22, 22, 19, 19, 21, 22, 20, 19, 20, 21, 21, 20, 20, 19, 18, 17, 19, 21, 22, 21, 18, 20, 18, 19, 20, 20, 19, 21, 20, 23, 20, 22, 21, 22, 19, 19, 18, 20, 22.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas de mortero; una a 4 m del inicio de la vigueta y otra a 7 m de ésta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT2

Localización: desde el eje B' hasta el D, entre ejes 8 y 9. Piso 4to

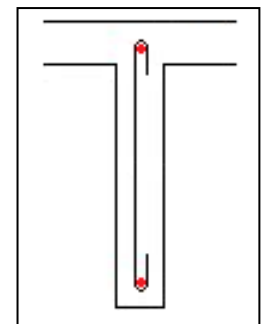
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 1 barras #3 arriba y 1 #4 abajo (continuas)

Traslapo: Inferior = 59, 58 cm; 65, 62 cm

Superior = 58, 57cm; 64, 63 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 19, 21, 20, 23, 18, 20, 19, 22, 23, 19, 23, 21, 20, 19, 20, 20, 21, 21, 20, 19, 19, 20, 19, 21, 22, 20, 19, 20, 20, 19, 18, 17, 22, 21, 18, 20, 18, 19, 20, 20, 19, 21, 20, 21, 22, 19, 19, 18.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas de mortero; una a 3m del inicio de la vigueta y otra a 4m de ésta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT3

Localización: desde el eje A' hasta el D, entre ejes 4 y 5. Piso 5to

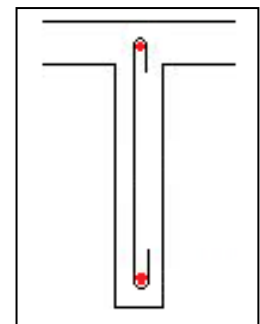
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 1 barra #3 arriba y abajo (continuas)

Traslapo: Inferior = 61, 60 cm; 59, 58 cm

Superior = 62, 59 cm; 58, 62 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 21, 20, 22, 19, 18, 22, 21, 22, 18, 21, 20, 19, 22, 20, 22, 19, 22, 19, 20, 20, 18, 21, 22, 21, 17, 19, 21, 20, 23, 18, 20, 19, 19, 23, 21, 19, 20, 19, 18, 23, 21, 20, 23, 21, 20, 22, 23, 19, 21, 20, 21, 21, 20, 20, 21, 22, 19, 20, 20, 22.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas de mortero; una a 3 m del inicio de la vigueta y otra a 6 m de ésta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT3

Localización: desde el eje A' hasta el C, entre ejes 5 y 6. Piso 5to

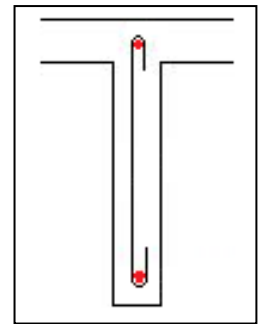
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 1 barra #3 arriba y abajo (continuas)

Traslapo: Inferior = 59, 60 cm

Superior = 63, 59 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 19, 20, 18, 20, 19, 21, 20, 19, 20, 18, 21, 20, 18, 22, 18, 19, 20, 20, 23, 19, 22, 23, 21, 19, 21, 23, 21, 22.

RECUBRIMIENTO

Hay 1 panela de mortero; a 3 m del inicio de la vigueta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT4

Localización: desde el eje A' hasta el C, entre ejes 5 y 6. Piso 5to

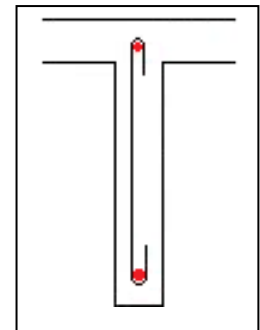
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 1 barra #3 arriba y 1 #5 abajo (continuas)

Traslapo: Inferior = 80, 78 cm

Superior = 60, 59 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 12, 9, 11, 10, 12, 9, 9, 13, 8, 12, 11, 12, 10, 11, 13, 12, 11, 12, 9, 11, 9, 8, 10, 12, 12, 10, 10, 11.

RECUBRIMIENTO

Hay 1 panela de mortero; una a 2 m del inicio de la vigueta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT2

Localización: desde el eje A hasta el D, entre ejes 7 y 8. Piso 5to

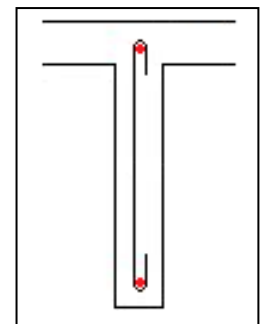
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 1 barras #3 arriba y 1 #4 abajo (continuas)

Traslapo: Inferior = 58, 61 cm; 71, 69 cm

Superior = 60, 59 cm; 59, 61 cm; 73, 70 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 21, 20, 23, 18, 20, 19, 22, 20, 21, 20, 22, 23, 19, 23, 21, 20, 19, 18, 23, 22, 20, 20, 21, 21, 20, 19, 21, 20, 22, 22, 19, 20, 21, 22, 21, 20, 19, 21, 21, 20, 20, 19, 21, 20, 19, 21, 22, 20, 19, 19, 18, 20, 22, 17, 19, 21, 22, 21, 18, 20, 22, 19, 20, 20, 19, 21, 20, 23, 20, 22, 21, 22.

RECUBRIMIENTO

Hay 3 panelas de mortero; una a 3 m del inicio de la vigueta, otra a 3 m de ésta y otra a 6 m de ésta.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: VT3

Localización: desde el eje B' hasta el D, entre ejes 9 y 10. Piso 5to

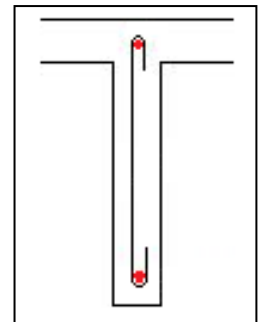
ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 1 barra #3 arriba y abajo (continuas)

Traslapo: Inferior = 61, 59 cm

Superior = 62, 58 cm

Figura



ESTRIBOS (Ganchos)

Separación (cm): 20, 19, 20, 19, 20, 21, 20, 19, 21, 20, 19, 20, 18, 21, 20, 18, 22, 18, 19, 20, 20, 23, 19, 22, 23, 21, 19, 21, 18, 21, 23, 21, 22, 19, 22, 23.

RECUBRIMIENTO

Hay 2 panelas de mortero; una a 2 m del inicio de la vigueta y otra a 4m de ésta.



3.3.1.4 COLUMNAS

Se registraron datos relacionados a la colocación del refuerzo en columnas, en cuanto al acero longitudinal, la cantidad y el traslape de las barras; y en el acero transversal, la forma y posición del gancho estándar, y la separación entre estribos.

El diseño establece que para los segmentos que corresponden al primer y al último quinto de la longitud total de la columna la separación entre estribos debe ser de 8cm, por los estribos de confinamiento, y en el segmento de los tres quintos centrales esta separación sea de 10cm.

En las columnas evaluadas el primer y el último quinto corresponden a los segmentos con las primeras y últimas 6 separaciones entre estribos

Se asigno una x a los ganchos considerados incorrectos (ver ilustración) y ok a los correctos.

Ilustración 39. Ganchos de estribos en posición incorrecta en columnas





Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C1

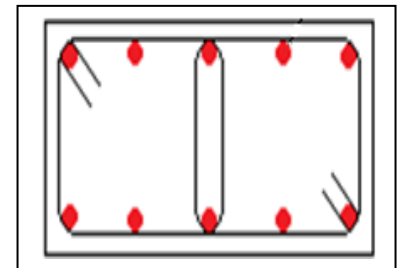
Localización: sobre el eje 8 con eje C'. Piso 4to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 10 barras #5 (continuas)

Traslapo: 85, 85, 84, 83, 82 cm; 82, 87, 83, 87, 82 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, ok, ok, x, x, x, ok, x, x, x, x, x, x, ok, x, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, x, x, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, ok, x, x, x, x, x, ok, ok, ok, x, ok.

Separación (cm): 8, 9, 10, 7, 8, 9, 10, 9, 11, 12, 10, 9, 11, 9, 9, 10, 9, 11, 10, 10, 10, 10, 10, 11, 9, 8, 10, 7, 8, 9.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C3

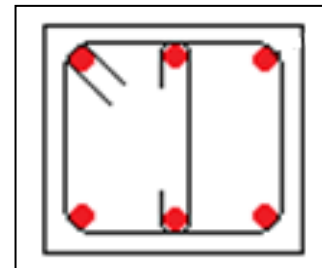
Localización: sobre el eje 1 con eje C. Piso 4to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 6 barras #5 (continuas)

Traslapo: 83, 79, 82 cm; 81, 83, 78 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, x, x, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, ok.

Separación (cm): 9, 9, 8, 9, 7, 8, 11, 11, 10, 9, 12, 10, 9, 11, 9, 11, 12, 11, 10, 10, 9, 10, 9, 11, 9, 8, 8, 7, 8, 7.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C2

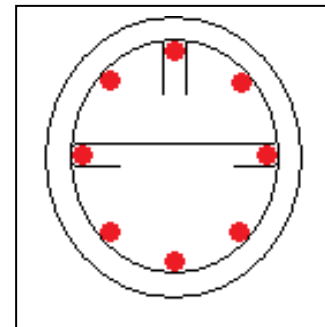
Localización: sobre el eje 2 con eje D. Piso 4to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 8 barras #5 (continuas)

Traslapo: 81, 80, 79, 80 cm; 82, 78, 80, 79 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, x, ok.

Separación (cm): 8, 8, 8, 9, 7, 8, 10, 10, 11, 9, 12, 11, 10, 9, 11, 9, 9, 12, 10, 11, 12, 8, 9, 12, 7, 9, 8, 10, 8, 8.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil
 Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C1

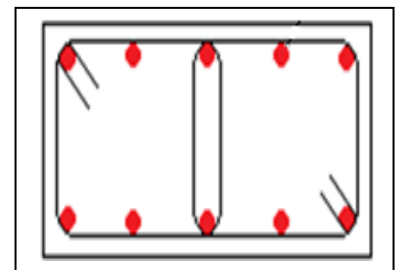
Localización: sobre el eje 3 con eje B. Piso 4to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 10 barras #5 (continuas)

Traslapo: 78, 80, 82, 79, 82 cm; 80, 81, 79, 80, 82 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, x, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, x, x, ok, ok, x, x, x, ok, x, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, ok, ok, x, x, ok, x, ok, ok, ok, x, x.

Separación (cm): 7, 9, 8, 10, 8, 8, 10, 10, 9, 12, 11, 9, 10, 9, 11, 12, 11, 9, 10, 12, 10, 13, 10, 9, 10, 8, 8, 7, 9, 8.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C3

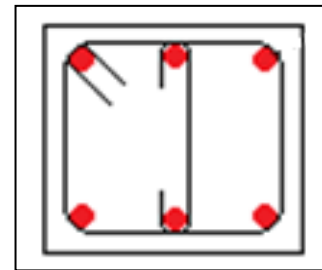
Localización: sobre el eje 4 con eje D'. Piso 4to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 6 barras #5 (continuas)

Traslapo: 80, 80, 79 cm; 81, 79, 80 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, ok, ok, x, ok, x, x, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, x.

Separación (cm): 8, 9, 10, 7, 9, 8, 11, 12, 10, 9, 12, 10, 9, 12, 9, 9, 12, 12, 9, 10, 11, 11, 10, 9, 8, 10, 8, 9, 8, 10.

Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetros de la colocación del acero

Elemento: C1

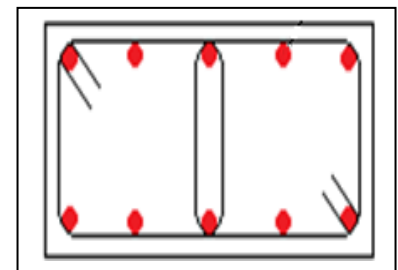
Localización: sobre el eje 5 con eje C. Piso 4to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 10 barras #5 (continuas)

Traslapo: 81, 79, 83, 80, 78 cm; 82, 77, 80, 82, 81 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, x, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, x, x, ok, x, ok, x, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, ok, x, ok.

Separación (cm): 8, 9, 8, 9, 8, 10, 11, 12, 10, 9, 11, 9, 10, 12, 9, 12, 10, 9, 10, 12, 11, 9, 10, 11, 8, 8, 9, 7, 9, 9.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil
 Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C1

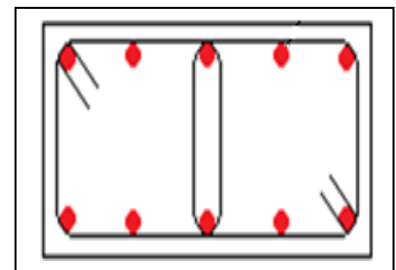
Localización: sobre el eje 6 con eje B. Piso 4to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 10 barras #5 (continuas)

Traslapo: 78, 81, 82, 81, 80 cm; 81, 80, 79, 82, 78 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, x, x, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, ok, x, x, ok, x, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, x, x, ok, ok, x, ok, x, x, x, ok, x.

Separación (cm): 9, 9, 9, 7, 8, 8, 10, 10, 10, 9, 12, 12, 9, 12, 11, 9, 10, 12, 10, 9, 11, 9, 10, 11, 8, 9, 8, 10, 9, 8.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C3

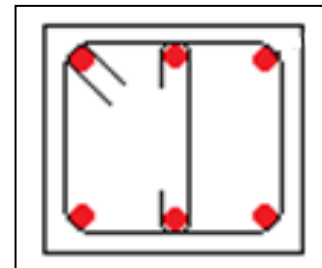
Localización: sobre el eje 7 con eje D. Piso 4to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 6 barras #5 (continuas)

Traslapo: 78, 80, 82 cm; 79, 82, 81 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, x, x, ok, x, ok, x, x, ok, x, ok, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, ok, x, ok, x, ok.

Separación (cm): 8, 8, 7, 9, 7, 8, 10, 12, 11, 9, 11, 10, 9, 12, 9, 11, 12, 10, 9, 12, 11, 9, 12, 10, 8, 7, 8, 9, 8, 9.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C3

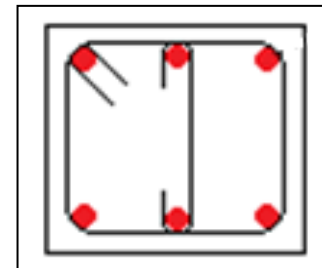
Localización: sobre el eje 9 con eje B. Piso 4to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 6 barras #5 (continuas)

Traslapo: 81, 80, 81 cm; 80, 78, 79 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, x, ok, x, ok, ok, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, x.

Separación (cm): 9, 8, 9, 8, 9, 9, 11, 10, 12, 10, 10, 9, 12, 11, 9, 10, 12, 11, 9, 9, 10, 9, 12, 11, 9, 9, 10, 9, 8, 8.



Universidad del Cauca
 Facultad de Ingeniería Civil
 Programa de Ingeniería Civil
 Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C1

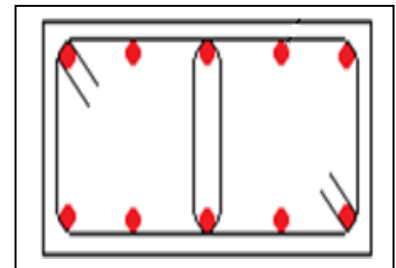
Localización: sobre el eje 3 con eje C. Piso 5to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 10 barras #5 (continuas)

Traslapo: 82, 79, 80, 81, 78 cm; 80, 82, 79, 80, 81 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, x, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, ok, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, ok, x.

Separación (cm): 8, 9, 9, 8, 8, 9, 12, 11, 10, 9, 11, 12, 10, 9, 10, 9, 12, 11, 10, 9, 11, 12, 10, 10, 9, 8, 8, 10, 9, 7.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C3

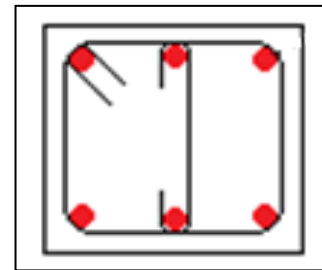
Localización: sobre el eje 4 con eje D'. Piso 5to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 6 barras #5 (continuas)

Traslapo: 79, 82, 80 cm; 82, 81, 78 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, ok.

Separación (cm): 8, 9, 7, 8, 8, 9, 11, 10, 11, 9, 12, 10, 9, 10, 9, 10, 10, 11, 9, 11, 10, 9, 10, 11, 8, 9, 7, 8, 9, 9.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C1

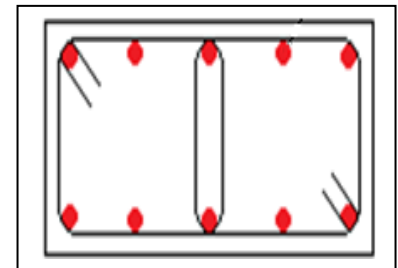
Localización: sobre el eje 5 con eje B. Piso 5to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 10 barras #5 (continuas)

Traslapo: 81, 80, 82, 81, 83 cm; 82, 79, 81, 82, 80 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, ok, x, x, ok, x, x, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, x, x, ok.

Separación (cm): 9, 8, 8, 8, 7, 9, 9, 10, 10, 11, 10, 9, 10, 10, 11, 9, 12, 10, 9, 12, 10, 10, 11, 10, 8, 7, 8, 8, 9, 8.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C3

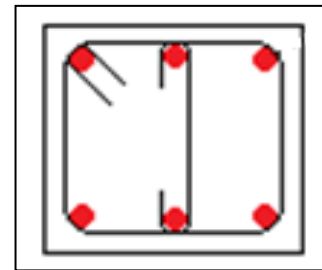
Localización: sobre el eje 7 con eje D. Piso 5to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 6 barras #5 (continuas)

Traslapo: 80, 79, 81 cm; 78, 80, 82 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok.

Separación (cm): 9, 8, 8, 7, 7, 8, 10, 12, 10, 10, 9, 12, 9, 11, 10, 11, 12, 9, 10, 11, 12, 9, 11, 10, 8, 9, 8, 9, 7, 8.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C3

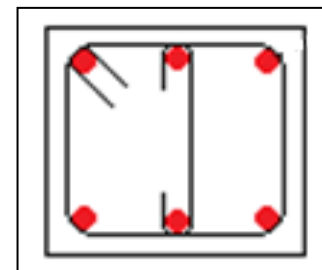
Localización: sobre el eje 8 con eje B. Piso 5to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 6 barras #5 (continuas)

Traslapo: 82, 80, 79 cm; 83, 82, 81 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, x, ok, x, x, ok, x, x, ok, ok, ok, x, ok, x, x, ok, x, ok.

Separación (cm): 8, 9, 9, 7, 8, 8, 11, 10, 9, 11, 9, 10, 10, 11, 9, 11, 11, 9, 12, 11, 10, 9, 10, 11, 9, 8, 7, 9, 8, 9.



Universidad del Cauca
Facultad de Ingeniería Civil
Programa de Ingeniería Civil
Departamento de Estructuras

Análisis estadístico de la colocación del refuerzo en los elementos estructurales de los pisos 4to y 5to del edificio de consultorio especialistas la estancia.

Registro de datos de los parámetro de la colocación del acero

Elemento: C1

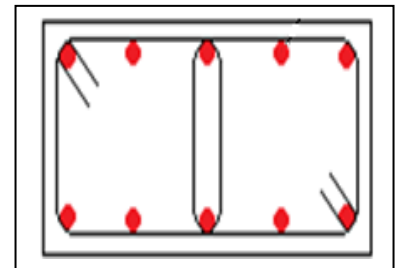
Localización: sobre el eje 9 con eje C. Piso 5to

ACERO LONGITUDINAL

Cantidad: 10 barras #5 (continuas)

Traslapo: 82, 80, 79, 81, 80 cm; 81, 80, 79, 78, 80 cm

Figura



ESTRIBOS

Ganchos: x, ok, ok, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, x, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x, ok, x, ok, ok, x, ok, x.

Separación (cm): 7, 8, 7, 9, 8, 8, 11, 11, 9, 10, 12, 9, 11, 9, 12, 11, 9, 11, 12, 10, 9, 10, 12, 10, 9, 8, 7, 9, 8, 8.



3.3.2. ANALISIS ESTADÍSTICO

Teniendo en cuenta el diseño estructural y la NSR-98, se evalúa cada parámetro, obteniendo un porcentaje de cumplimiento respecto a las especificaciones.

3.3.2.1 VIGAS

Acero Longitudinal

Cantidad: el 100% cumple con lo establecido en los planos

Traslapo: Las especificaciones son las siguientes:

Barras sometidas a Tracción.

Planos Estructurales

Barra	Traslapo Min
#4	60 cm
#5	80
#6	90

NSR-98. C.12.2.2. $f'c = 21$ Mpa, $F_y = 420$

Mpa, $\alpha = 1.0$, $\beta = 1.0$

Barra	Traslapo Min
#4	56 cm
#5	70
#6	84

Barras sometidas a Compresión.

Planos Estructurales

Barra	Traslapo Min
#4	60 cm
#5	80
#6	90

NSR-98. C.12.3.1. $f'c = 21$ Mpa, $F_y = 420$ Mpa

Barra	Traslapo Min
#4	29 cm
#5	36
#6	44

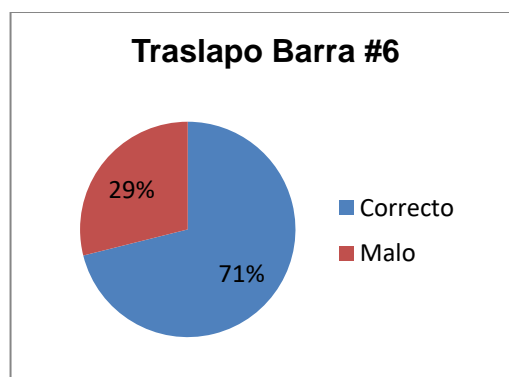
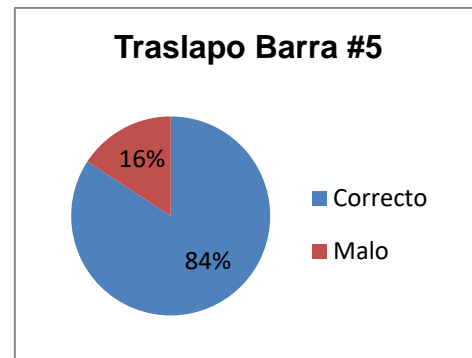
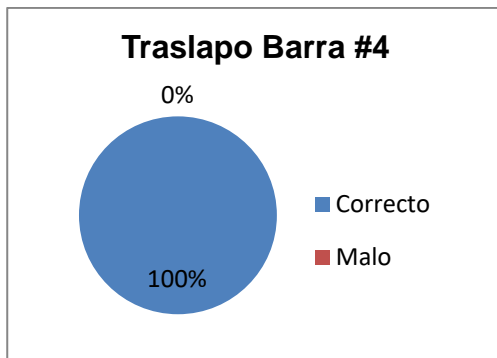


Como resultado de realizar la estadística se obtiene el porcentaje de cumplimiento en cuanto al traslape de las barras en vigas de acuerdo al diseño del proyecto y a la norma sismoresistente.

Barras a Tracción

Barras	Planos	NSR-98
#4	100%	100%
#5	84.2%	100%
#6	71.1%	100%

Los siguientes diagramas corresponden al cumplimiento del traslape en obra con lo establecido en los planos estructurales.





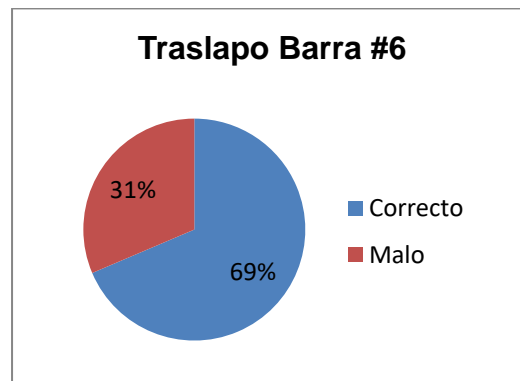
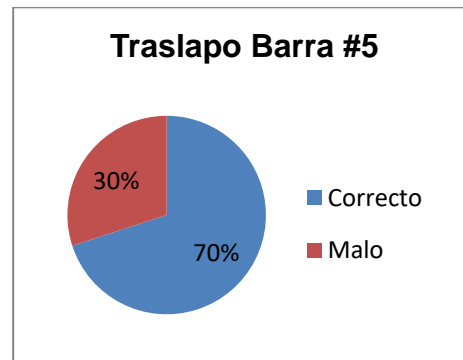
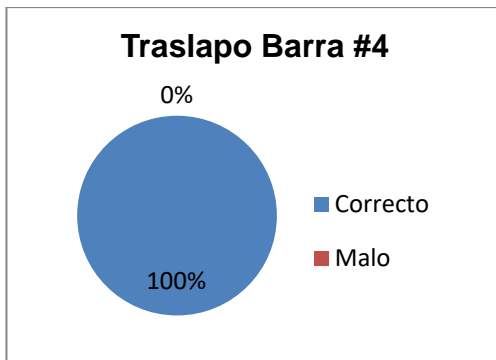
Las barras #4 sometidas a tracción presentan traslapos que cumplen el 100% con los planos y con la norma.

Las barras #5 a tracción presentan traslapos que cumplen el 84.2% con los planos y el 100% con la norma.

Las barras #6 a tracción presentan traslapos que cumplen el 71.1% con los planos y el 100% con la norma.

Barras a Compresión

Barras	Planos	NSR-98
#4	100%	100%
#5	70%	100%
#6	68.6%	100%





Los diagramas pertenecen al cumplimiento del traslapo en obra con lo indicado en los planos.

Las barras #4 sometidas a compresión presentan traslapos que cumplen el 100% con los planos y con la norma.

Las barras #5 a compresión presentan traslapos que cumplen el 70% con los planos y el 100% con la norma.

Las barras #6 a tracción presentan traslapos que cumplen el 68.6% con los planos y el 100% con la norma.

Estribos

En cuanto a los parámetros de los estribos, primero se obtiene el porcentaje de correctos en cada viga, tanto en ganchos como en separación, para después ser promediados.

V1-V1. Localización: sobre el eje 2, entre ejes A y D. Piso 4to.

Ganchos: 44.7%

Separación: 72.1%

V3-V3. Localización: sobre el eje B, entre ejes 5 y 6. Piso 4to.

Ganchos: 51.1%

Separación: 81.8%

V1-V1. Localización: sobre el eje 4, entre ejes A' y D. Piso 4to.

Ganchos: 44.7%

Separación: 71.8%



V2-V2. Localización: sobre el eje D, entre ejes 3' y 5. Piso 4to.

Ganchos: 25.0%

Separación: 70.7%

V1-V3-V1. Localización: sobre el eje 6, entre ejes A y D. Piso 4to.

Ganchos: 55.3%

Separación: 86.0%

V2-V2. Localización: sobre el eje 7', entre ejes A y B'. Piso 4to.

Ganchos: 23.5%

Separación: 65.6%

V3-V3. Localización: sobre el eje C, entre ejes 1 y 6. Piso 4to.

Ganchos: 51.3%

Separación: 69.7%

V1-V1. Localización: sobre el eje B', entre ejes 6 y 9. Piso 4to.

Ganchos: 44.4%

Separación: 70.2%

V3-V3. Localización: sobre el eje 9, entre ejes B' y D. Piso 4to.

Ganchos: 57.1%

Separación: 76.9%

V2-V2. Localización: sobre el eje 2', entre ejes A' y B'. Piso 5to.

Ganchos: 27.5%

Separación: 70.3%



V3-V3. Localización: sobre el eje C', entre ejes 3 y 5. Piso 5to.

Ganchos: 52.4%

Separación: 80.7%

V1-V1. Localización: sobre el eje 3, entre ejes A' y D. Piso 5to.

Ganchos: 48.6%

Separación: 71.6%

V3-V3. Localización: sobre el eje B', entre ejes 3 y 6. Piso 5to.

Ganchos: 50.0%

Separación: 80.6%

V1-V1. Localización: entre ejes 5 y 6, entre ejes B' y C. Piso 5to.

Ganchos: 52.4%

Separación: 80.0%

V1-V3-V1. Localización: sobre el eje 7, entre ejes A y D. Piso 5to.

Ganchos: 55.8%

Separación: 74.4%

V2-V2. Localización: sobre el eje D', entre ejes 7' y 8'. Piso 5to.

Ganchos: 24.3%

Separación: 70.6%

V3-V3. Localización: sobre el eje B', entre ejes 5 y 8'. Piso 5to.

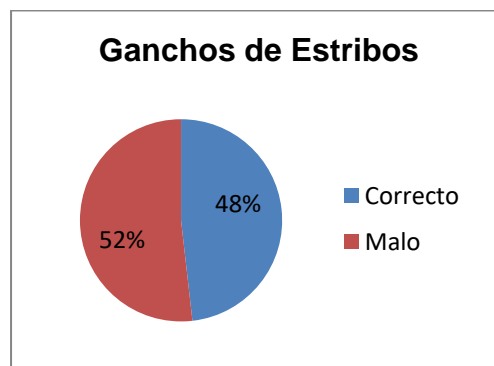
Ganchos: 50.6%

Separación: 80.9%



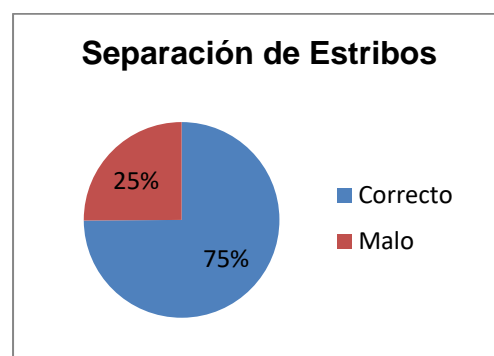
Se realiza el promedio de los porcentajes en cuanto al cumplimiento en obra con la forma y la posición de los ganchos en los estribos y la separación de estos en vigas.

$$\% \text{ Cumplimiento Ganchos} = (44.7 + 51.1 + 44.7 + 25.0 + 55.3 + 65.6 + 69.7 + 44.4 + 57.1 + 27.5 + 52.4 + 48.6 + 50.0 + 52.4 + 55.8 + 24.3 + 50.6) / 17 = 48.2\%$$



Por lo tanto el 48.2% de los ganchos de los estribos en las vigas se encuentran en perfecta posición y presentan forma correcta de acuerdo con lo establecido en la norma.

$$\% \text{ Cumplimiento Separación} = (72.1 + 81.8 + 71.8 + 70.7 + 86.0 + 65.6 + 69.7 + 70.2 + 76.9 + 70.3 + 80.7 + 71.6 + 80.6 + 80.0 + 74.4 + 70.6 + 80.9) / 17 = 74.9\%$$





Por lo tanto el 74.9% de las separaciones entre estribos cumple como mínimo con lo indicado en los planos estructurales.

Recubrimiento: el 100% de las vigas evaluadas cumple con el recubrimiento del acero longitudinal, ya que en todas ellas existió por lo menos una panela de mortero, que hace que las barras queden embebidas en el concreto.

3.3.3.2 VIGUETAS

Acero Longitudinal

Cantidad: el 100% cumple con lo establecido en los planos

Traslapo

Barras sometidas a Tracción.

Planos Estructurales

Barra	Traslapo Min
#3	60 cm
#4	60
#5	80

NSR-98. C.12.2.2. $f'c = 21$ Mpa, $Fy = 420$ Mpa, $\alpha = 1.0$, $\beta = 1.0$

Barra	Traslapo Min
#3	42 cm
#4	56
#5	70

Barras sometidas a Compresión.

Planos Estructurales

Barra	Traslapo Min
#3	60 cm
#4	60
#5	80

NSR-98. C.12.3.1. $f'c = 21$ Mpa, $Fy = 420$ Mpa

Barra	Traslapo Min
#3	22cm
#4	29
#5	36

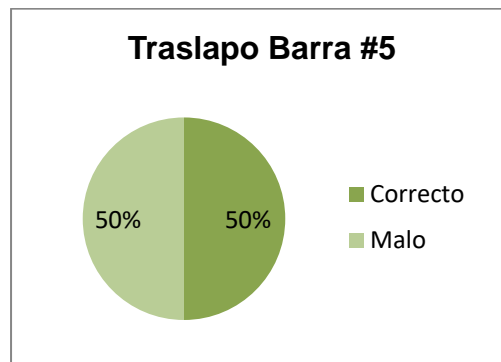
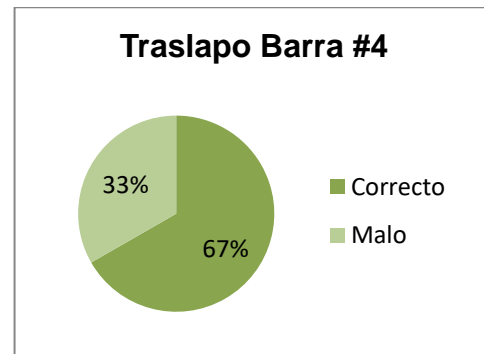
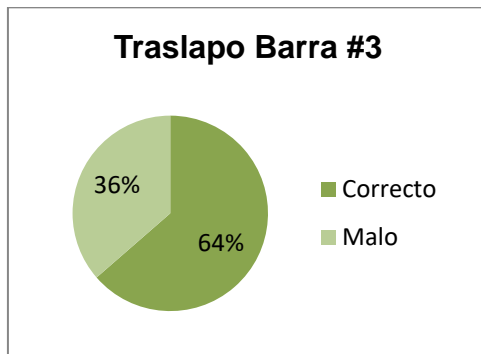


Los porcentajes de cumplimiento en los traslapos de las barras colocadas a tracción y a compresión en las viguetas son los siguientes.

Barras a Tracción

Barras	Planos	NSR-98
#3	63.6%	100%
#4	66.7%	100%
#5	50.0%	100%

Los diagramas circulares pertenecen al cumplimiento con los planos.





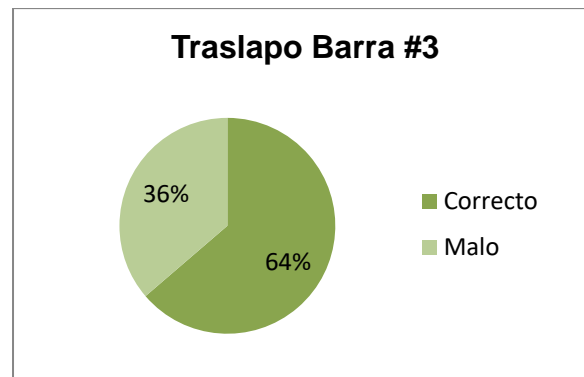
Las barras #3 sometidas a tracción presentan traslapos que cumplen el 63.6% con los planos y el 100% con la norma.

Las barras #4 a tracción presentan traslapos que cumplen el 66.6% con los planos y el 100% con la norma.

Las barras #5 a tracción presentan traslapos que cumplen el 50.0% con los planos y el 100% con la norma.

Barras a Compresión

Barras	Planos	NSR-98
#3	63.7%	100%



Las barras #3 sometidas a compresión presentan traslapos que cumplen el 63.7% con los planos y el 100% con la norma. En las viguetas todas las barras a compresión son #3.

Estribos

En cuanto a las viguetas se tomaron datos de las separaciones de los estribos para ser comparados con las especificaciones del diseño y obtener el porcentaje



de cumplimiento en cada vigueta. El diseño establece que para las viguetas VT1, VT2 y VT3 la separación máxima entre estribos sea de 20 cm y que para las VT4 sea de 10 cm.

VT1. Localización: desde el eje A hasta el D, entre ejes 1 y 2. Piso 4to.

% Separación: 62.9%

VT1. Localización: desde el eje A hasta el D, entre ejes 2 y 3. Piso 4to.

% Separación: 55.5%

VT3. Localización: desde el eje A' hasta el D, entre ejes 3 y 4. Piso 4to.

% Separación: 53.3%

VT3. Localización: desde el eje A' hasta el C, entre ejes 5 y 6. Piso 4to.

% Separación: 60.7%

VT4. Localización: desde el eje A' hasta el C, entre ejes 5 y 6. Piso 4to.

% Separación: 53.6%

VT2. Localización: desde el eje A hasta el D, entre ejes 6 y 7. Piso 4to.

% Separación: 60.6%

VT2. Localización: desde el eje B' hasta el D, entre ejes 8 y 9. Piso 4to.

% Separación: 68.8%

VT3. Localización: desde el eje A' hasta el D, entre ejes 4 y 5. Piso 5to.

% Separación: 55.0%



VT3. Localización: desde el eje A' hasta el C, entre ejes 5 y 6. Piso 5to.

% Separación: 60.7%

VT4. Localización: desde el eje A' hasta el C, entre ejes 5 y 6. Piso 5to.

% Separación: 42.9%

VT2. Localización: desde el eje A hasta el D, entre ejes 7 y 8. Piso 5to.

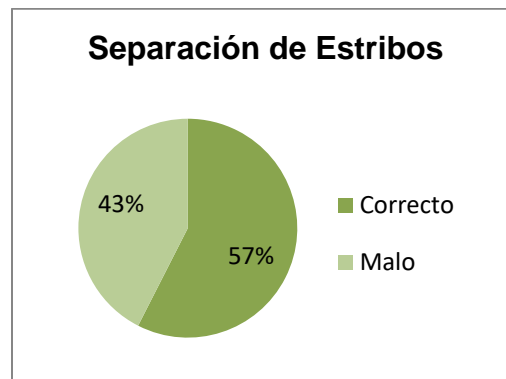
% Separación: 56.9%

VT3. Localización: desde el eje B' hasta el D, entre ejes 9 y 10. Piso 5to.

% Separación: 59.4%

El porcentaje de cumplimiento total es el promedio de los datos anteriores.

% Cumplimiento Separación = $(62.9 + 55.5 + 53.3 + 60.7 + 53.6 + 60.6 + 68.8 + 55.0 + 60.7 + 42.9 + 56.9 + 59.4) / 12 = 57.5\%$





Entonces, el 57% de los datos recogidos en separaciones de estribos en las viguetas cumplen con la máxima separación exigida en los planos.

Recubrimiento: el 100% de las viguetas evaluadas cumple con el recubrimiento del acero longitudinal, ya que en todas ellas existió por lo menos una panela de mortero, que hace que las barras queden embebidas en el concreto.

3.3.3.3 COLUMNAS

Acero Longitudinal

Cantidad: el 100% de las columnas evaluadas tiene la cantidad de acero establecida en los planos estructurales.

Traslapo

Barras sometidas a flexo compresión

Planos Estructurales

NSR-98. $F'_c = 21 \text{ Mpa}$, $F_y = 420 \text{ Mpa}$

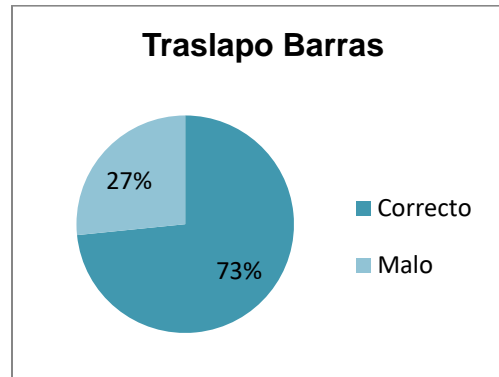
Barra	Traslapo Min
#5	80 cm

Barra	Traslapo Min
#5	70 cm

Los tres tipos de columnas que existen en el proyecto tienen barras #5.

Una vez hecho el conteo de los datos en el traslapeo del acero de las columnas se obtuvo lo siguiente.

Barras	Planos	NSR-98
#5	73.4%	100%



Por lo tanto, el 73.4% de los traslapes de las barras de las columnas evaluadas cumple con lo indicado en los planos y el 100% de estos cumple con la norma.

Estribos

Después del conteo hecho en los estribos del acero de las columnas se obtiene el porcentaje de cumplimiento tanto en ganchos como en separación para cada columna.

C1. Localización: sobre el eje 8 con eje C'. Piso 4to.

% Ganchos = 62.5%

% Separación = 63.3%

C3. Localización: sobre el eje 1 con eje C. Piso 4to.

% Ganchos = 53.1%

% Separación = 60.0%

C2. Localización: sobre el eje 2 con eje D. Piso 4to.

% Ganchos = 46.9%



% Separación = 63.3%

C1. Localización: sobre el eje 3 con eje B. Piso 4to.

% Ganchos = 53.1%

% Separación = 63.3%

C3. Localización: sobre el eje 4 con eje D'. Piso 4to.

% Ganchos = 50.0%

% Separación = 53.3%

C1. Localización: sobre el eje 5 con eje C. Piso 4to.

% Ganchos = 56.3%

% Separación = 53.3%

C1. Localización: sobre el eje 6 con eje B. Piso 4to.

% Ganchos = 46.9%

% Separación = 56.6%

C3. Localización: sobre el eje 7 con eje D. Piso 4to.

% Ganchos = 53.1%

% Separación = 60.0%

C3. Localización: sobre el eje 9 con eje B. Piso 4to.

% Ganchos = 50.0%

% Separación = 46.7%



C1. Localización: sobre el eje 3 con eje C. Piso 5to.

% Ganchos = 54.7%

% Separación = 53.3%

C3. Localización: sobre el eje 4 con eje D'. Piso 5to.

% Ganchos = 56.3%

% Separación = 63.3%

C1. Localización: sobre el eje 5 con eje B. Piso 5to.

% Ganchos = 70.0%

% Separación = 46.7%

C1. Localización: sobre el eje 6 con eje C. Piso 5to.

% Ganchos = 51.6%

% Separación = 66.6%

C3. Localización: sobre el eje 7 con eje D. Piso 5to.

% Ganchos = 53.1%

% Separación = 63.3%

C3. Localización: sobre el eje 8 con eje B. Piso 5to.

% Ganchos = 46.9%

% Separación = 56.9%

C1. Localización: sobre el eje 9 con eje C. Piso 5to.

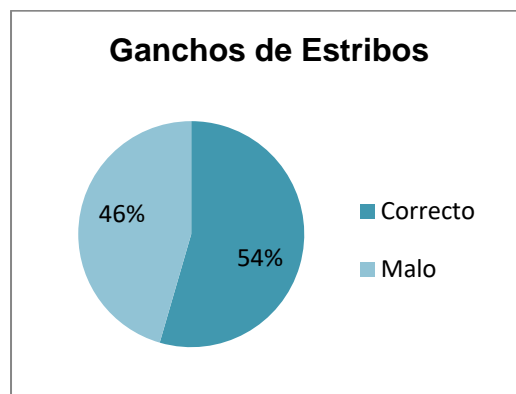
% Ganchos = 57.8%

% Separación = 60.0%



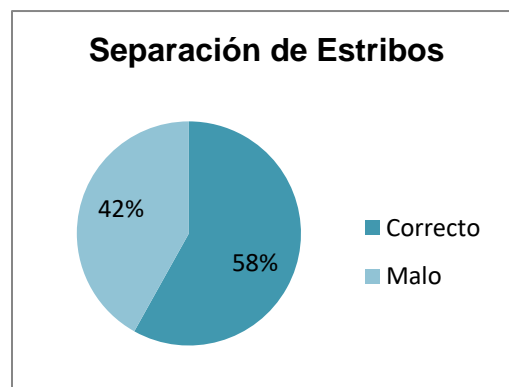
Ahora promediamos los datos de ganchos de estribos y separación entre estos para obtener el porcentaje de cumplimiento en ambos parámetros respecto al diseño estructural y a la norma.

$$\% \text{ Cumplimiento Ganchos} = (62.5 + 53.1 + 56.3 + 53.1 + 50.0 + 56.3 + 46.9 + 53.1 + 50.0 + 54.7 + 56.3 + 70.0 + 51.6 + 53.1 + 46.9 + 57.8) / 16 = 54.5\%$$



Por lo tanto, el 54.5% de los estribos del refuerzo en columnas presentan ganchos en correcta posición y forma de acuerdo con lo indicado por la norma.

$$\% \text{ Cumplimiento Separación} = (63.3 + 60.0 + 63.3 + 63.3 + 53.3 + 53.3 + 56.6 + 60.0 + 46.7 + 53.3 + 63.3 + 46.7 + 66.6 + 63.3 + 56.9 + 60.0) / 16 = 58.1\%$$

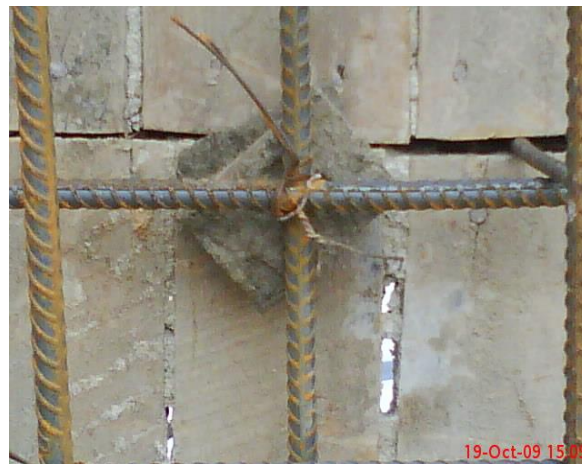




Por lo tanto, el 58.1% de las separaciones entre estribos en columnas cumplen con lo indicado por los planos.

Recubrimiento: Se puede decir que en columnas el recubrimiento del acero se cumple en su totalidad, pues en ellas se colocaron panelas de mortero que se amarran al acero y se sujetan con la formaleta, como se puede observar en esta ilustración.

Ilustración 40. Recubrimiento en columnas



El anterior análisis estadístico se dio a conocer a la dirección de obra, quien considero la recomendación y ordenó a los obreros corregir los diferentes errores en la colocación de aceros antes de seguir con la fundición de los elementos estructurales



4. CONCLUSIONES

- La práctica de pasantía como auxiliar en la supervisión técnica de la construcción del sistema estructural del Edificio de Consultorios Especialistas La Estancia ha sido una gran experiencia tanto a nivel profesional como personal, la primera para poder aplicar y mejorar conceptos sobre construcción, y la segunda por la formación de un mejor carácter y toma de decisiones.

- Es importante anotar que para realizar correctamente la pasantía en la supervisión estructural de la construcción del edificio, se debe conocer minuciosamente los aspectos relacionados con el diseño estructural, los procesos constructivos de cada actividad y las características de los materiales que conforman el sistema estructural.

- La experiencia de la pasantía reafirmo los conocimientos adoptados en el pregrado y aclaro muchos otros en los que había dificultad para entenderlos antes de la practica.

- Los controles realizados desde materiales hasta en la ejecución de las actividades, tienen gran valor ya que garantizan la calidad de la obra, lo cual se ve reflejado en el producto final.



- Es de gran importancia el análisis estadístico de la colocación del refuerzo, ya que se pudieron evidenciar los errores comunes que se cometen al colocar el acero y así tenerlos en cuenta para garantizar mayor supervisión sobre este aspecto en futuras obras.
- Después de realizar el análisis estadístico, se observó que el mayor error en la colocación del refuerzo existe en el ángulo de doblaje del gancho que tienen los estribos en columnas y vigas, lo que indica de alguna manera que la figuración de acero en la obra es deficiente.



5. RECOMENDACIONES

- ✓ Se pudo observar que al agregado que se utilizaría para el concreto estructural no se le dio un adecuado almacenamiento, ya que por mucho tiempo el triturado como la arena permanecieron a la intemperie, razón por la cual las características físicas y químicas de estos materiales cambiaran y esto afectara la mezcla. Se recomienda que se disponga de un recinto cerrado para el almacenamiento de materiales y así conservar sus características de diseño.

- ✓ Con lo evidenciado en el análisis estadístico, se puede deducir que el control sobre los obreros encargados de la colocación del refuerzo no fue continuo, ni el más eficiente. Se recomienda que para obras futuras se controle más este aspecto, supervisando altamente los procesos constructivos o persuadiendo en los obreros de obra para que se cumplan las especificaciones del diseño.



6. OBSERVACIONES

- Durante la pasantía se consideró muy importante conocer los distintos diseños de toda la obra, especificaciones técnicas, y como complemento a ellas la norma sismoresistente NSR-98 para llevar un riguroso seguimiento a los procesos técnicos de una manera continua y permanente. Las observaciones en ese seguimiento fueron comentadas a la ingeniera residente.

- Fue muy importante el debido registro de la bitácora en la cual se anotaron controles diarios de obra, cambios arquitectónicos, estado de equipos, de personal, entre otras cosas; se mantuvo una comunicación adecuada con la ingeniera residente la cual consideró las recomendaciones que se le sugirieron.

- La entidad constructora cuenta con el personal y equipo adecuado para ejecutar las distintas actividades del sistema estructural, cumple con los plazos establecidos demostrándolo en el cronograma de obra el cual fue supervisado



7. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-98. Títulos A, C e I.

- ❖ Ley 400 de 1997. Por la cual se adoptan nomas sobre construcciones Sismo Resistentes.

- ❖ Rivera L. Gerardo A. Concreto Simple. Unicauca. 1992.

- ❖ Normas Técnicas Colombianas. NTC. Ingeniería Civil y Arquitectura.

- ❖ Instituto Nacional de Vías. Especificaciones INVIAS.