

**SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES UTILIZADOS
EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO RESIDENCIAL TERRAZAS DEL
CAMPESTRE**



CARLOS MARIO URRUTIA BASTIDAS

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN
2009**

**SUPERVISIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE LOS MATERIALES UTILIZADOS
EN LA CONSTRUCCIÓN DEL CONJUNTO RESIDENCIAL TERRAZAS DEL
CAMPESTRE**



Presentado por:
CARLOS MARIO URRUTIA BASTIDAS

Informe Final de Práctica Profesional (Pasantía) para optar al título de
Ingeniero Civil

Directora: Ing. JULIA RUIZ DE MURGUEITIO

UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE GEOTECNIA
POPAYÁN
2009

TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	2
2.1 OBJETIVO GENERAL	2
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	3
4. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS	4
4.1 MORTERO DE PEGA	4
4.1.1 <i>MATERIALES UTILIZADOS PARA EL MORTERO DE PEGA</i>	6
4.2 MORTERO DE RELLENO	8
4.2.1 <i>MATERIALES UTILIZADOS PARA EL MORTERO DE RELLENO</i>	9
4.3 CONCRETO HECHO EN OBRA	9
4.3.1 <i>MATERIALES UTILIZADOS PARA EL CONCRETO HECHO EN OBRA</i>	10
4.4 CONCRETO PREMEZCLADO	12
4.5 UNIDADES DE MAMPOSTERIA	13
5. CONTROL DE CALIDAD REALIZADO COMO PASANTE	15
5.1 CONTROL DE CALIDAD A MATERIALES UTILIZADOS	15
5.1.1 <i>MORTERO DE PEGA</i>	15
5.1.2 <i>MORTERO DE RELLENO</i>	20
5.1.3 <i>CONCRETO HECHO EN OBRA</i>	27
5.1.4 <i>CONCRETO PREMEZCLADO</i>	40
5.1.5 <i>UNIDADES DE MAMPOSTERIA</i>	46
5.2 SUPERVISION EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS.....	51
5.2.1 <i>SUPERVISION EN EI PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA LOSA DE ENTREPISO</i> .51	
5.2.2 SUPERVISION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL	54
5.3 ENSAYOS REALIZADOS	58
5.3.1 <i>ENSAYO A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE CONCRETO</i>	58
5.3.2 <i>ENSAYO DE % DE ABSORCIÓN Y COMPRESION DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERIA</i>	62
6. FUNCIONES ADMINISTRATIVAS	65
7. CONCLUSIONES	69
8. RECOMENDACIONES	71
9. BIBLIOGRAFÍA	72

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Proyecto Terrazas del campestre.....	3
Figura 2. Cajón utilizado en la dosificación en volumen.....	5
Figura 3. Agua utilizada en obra.....	6
Figura 4. Cemento Argos Tipo 1.....	7
Figura 5. Cal Hidratada Argos.....	7
Figura 6. Triturado utilizado para Mortero de relleno.....	9
Figura 7. Agregado grueso Utilizado en la obra.....	10
Figura 8. Arena de CONEXPE utilizada en obra.....	11
Figura 9. Momento en el que se le aplica el super-plastificante.....	13
Figura 10. Unidades de mampostería de MELENDEZ.....	14
Figura 11. El mortero de pega y sus componenetes.....	15
Figura 12. Mezclado para mortero de pega.....	16
Figura 13. Cemento argos.....	16
Figura 14. Agua adecuada que se debe utilizar en la obra.....	17
Figura 15. Trabajabilidad del mortero de pega.....	18
Figura 16. Mortero de pega.....	18
Figura 17. Adición de cal hidratada al mortero de pega.....	19
Figura 18. Protección de mortero de pega contra la lluvia.....	19
Figura 19. Adición de agua para el mortero de relleno.....	22
Figura 20. Mortero de relleno.....	23
Figura 21. Sitio de mezcla del mortero de relleno.....	23
Figura 22. Toma de cilindros para mortero de relleno.....	24
Figura 23. Asentamiento de mortero de relleno.....	25
Figura 24. Toma del asentamiento al mortero de relleno.....	26
Figura 25. Llegada del agregado a la obra.....	28
Figura 26. Agua de mezcla de concreto hecho en obra.....	28
Figura 27. Dosificación en volumen de la mezcla.....	30
Figura 28. Enrase de los cajones que se utilizan en la dosificación de el concreto.....	31
Figura 29. Mezclado de los materiales del concreto hecho en obra.....	32
Figura 30. Transporte de concreto hecho en obra.....	33
Figura 31. Transporte del concreto hecho en obra.....	33
Figura 32. Vaciado del concreto en el cucharón.....	34
Figura 33. Transporte. del concreto hecho en obra por medio de pluma grua con cucharón.....	34
Figura 34. Vibrado del concreto.....	35
Figura 35. Acabado del concreto.....	36
Figura 36. Antisol blanco sika.....	37
Figura 37. Curado con antisol.....	37
Figura 38. Curado con antisol.....	38
Figura 39. Mixer de CONCREVALLE.....	41
Figura 40. Asentamiento del concreto premezclado.....	42
Figura 41. Bomba utilizada para la fundición.....	41
Figura 42. Colocación del concreto en la bomba con concreto premezclado.....	42
Figura 43. Colocación del concreto en el sitio de fundición.....	43
Figura 44. Acabado del concreto premezclado.....	43
Figura 45. Toma de cilindros del concreto premezclado.....	44
Figura 46. Unidad de mampostería 14*29 de Melendez.....	46

<i>Figura 47. Detalle sobre el transporte de ladrillos</i>	<i>47</i>
<i>Figura 48. Ladrillos fracturados</i>	<i>50</i>
<i>Figura 49. Ladrillos con fracturas.....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 50. Cerchas y Tacos utilizados en obra.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 51. Acero de refuerzo de losa de entrepiso.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 52. Colocación de panelas para garantizar recubrimiento</i>	<i>53</i>
<i>Figura 53. Juntas verticales</i>	<i>55</i>
<i>Figura 54. Escalerilla utilizada en la mampostería estructural.....</i>	<i>55</i>
<i>Figura 55. Juntas horizontales en la mampostería estructural</i>	<i>56</i>
<i>Figura 56. Ventanas de Inspección</i>	<i>56</i>
<i>Figura 57. Verticalidad en los muros estructurales.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 58. Rebitada de los muros.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 59. Regatada de los muros.....</i>	<i>58</i>
<i>Figura 60. Toma de muestras.....</i>	<i>59</i>
<i>Figura 61. Muestras tomadas</i>	<i>59</i>
<i>Figura 62. Refrentado de cilindros.....</i>	<i>60</i>
<i>Figura 63. Ruptura de los cilindros</i>	<i>60</i>
<i>Figura 64. donde se tomo la mezcla para los cilindros</i>	<i>61</i>
<i>Figura 65. Cilindro fallado</i>	<i>62</i>
<i>Figura 66. Pesaje de los ladrillos.....</i>	<i>63</i>
<i>Figura 67. Refrentado de los ladrillos</i>	<i>63</i>
<i>Figura 68. Ensayo de compresión de los ladrillos</i>	<i>63</i>

1. INTRODUCCIÓN

La Facultad de Ingeniería Civil a partir del año 2001 implementó el trabajo de grado para optar el título como Ingeniero Civil y el Consejo de Facultad mediante la resolución N° 281 del 10 de junio de 2005 estableció tres alternativas, entre ellas la pasantía modalidad a la que se refiere este proyecto.

La pasantía es una práctica de campo o de oficina, donde el estudiante aplica sus conocimientos adquiridos para resolver situaciones particulares que se le presenten, además el estudiante continúa con su proceso formativo adquiriendo experiencia que ayudará en la etapa profesional.

En la actualidad en la ciudad de Popayán están en ejecución varios proyectos ingenieriles entre ellos proyectos de vivienda, en donde varias empresas constructoras dan a los estudiantes de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca la posibilidad de vincularse en tales proyectos en carácter de pasantes. El conjunto residencial TERRAZAS DE CAMPESTRE promovido por la CONSTRUCTORA TERRAZAS DEL CAMPESTRE Y CIA. SA, es un proyecto de vivienda multifamiliar de gran envergadura para la ciudad de Popayán dado que abarca la construcción de tres torres de seis pisos con extensas zonas comunes en las que se construirán vías, canchas, piscina y parqueaderos subterráneos. Este tipo de proyectos da la posibilidad al estudiante de aplicar y ampliar los conocimientos y recoger experiencia en una obra que contempla varias actividades e ítems.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Fortalecer y ampliar los conocimientos adquiridos en el programa de Ingeniería Civil mediante la colaboración de manera efectiva y constante en la construcción del conjunto residencial TERRAZAS DEL CAMPESTRE, enfatizando en el Control de Calidad de materiales y de los procesos constructivos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Participar en la supervisión de los procesos técnicos de la construcción del conjunto residencial TERRAZAS DEL CAMPESTRE
- Controlar la calidad de los materiales utilizados en la obra, principalmente los agregados, los ladrillos y los concretos, ya que se trata de una solución de mampostería estructural.
- Conocer las diferentes prácticas administrativas y de liderazgo que se implementan en una obra de estas y que son necesarias para el avance adecuado del proyecto.

3. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

El conjunto residencial terrazas del campestre es un proyecto de vivienda multifamiliar promovido y ejecutado por La Constructora Terrazas del Campestre y CIA SA. La obra se encuentra ubicada en el norte de la ciudad por la carrera sexta entre Alpina y el club campestre, zona de estrato 5, con una buena ubicación ya que se encuentra a solo 15 minutos del sector histórico y cercana a los nuevos centros comerciales de la ciudad. (Ver. Figura 1)



Figura 1. Proyecto Terrazas del campestre

El conjunto residencial está constituido por tres bloques de apartamentos cada uno con 6 pisos, cada uno de ellos cuenta con 3 apartamentos: 2 apartamentos pequeños de $125m^2$ y un apartamento grande de $218m^2$. Los bloques cuentan con sótano para ubicar los parqueaderos, además cada edificio cuenta con ascensor y escaleras.

El sistema estructural de los bloques está compuesto por: mampostería estructural, pórticos y losas de entrepiso. La cimentación de los bloques está compuesta por zapatas individuales, vigas de amarre, muros de contención y la losa principal que transfiere las cargas a la cimentación.

El conjunto contará con amplias zonas verdes, piscina y canchas para hacer deporte, además con sede social y senderos.

4. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS

4.1 MORTERO DE PEGA

El mortero de pega es el elemento que une las unidades de mampostería a través de las juntas verticales y horizontales, en virtud de su capacidad de adherencia. Debe tener una buena plasticidad y consistencia además de suficiente capacidad de retención de agua para que las unidades de mampostería no le roben la humedad y se pueda desarrollar la resistencia requerida. Por lo general está constituido por cemento, cal, arena, agua y aditivos.¹

La NTC 3329² clasifica los morteros de pega como M, S, N y O, de acuerdo con su retención de agua flujo y resistencia a la compresión. La Norma sismo resistente NSR 98 en el Título D, permite para la mampostería estructural sólo el uso de morteros M, S, y N de tal forma que cumplan las siguientes características. (Ver Tabla 1)

Tabla 1. TIPOS DE MAMPOSTERIA PARA MORTERO DE PEGA³

TIPO DE MORTERO	RESISTENCIA, Mpa	FLUJO,%	RETENCIÓN DE AGUA,%
M	17.5	120	75
S	12.5	115	75
N	7.5	110	75

¹ Herrera Angélica, Madrid Germán. "Manual de construcción de mampostería" ICPC pág. 28

² Normas Técnicas Colombianas. NTC 3329 Ingeniería civil y arquitectura, Morteros de pega para mampostería estructural

³ Tabla 2. Normas técnicas colombianas. NTC 3329

La proporción en volumen utilizada en la elaboración del mortero de pega tipo M es 1: 0.5: 3 (cimento: cal: arena). Definidas en tabla de la norma NTC 3329, que se transcribe a continuación. (VerTabla 2)

Tabla 2 DOSIFICACION EN VOLUMEN⁴

TIPO DE MORTERO	CEMENTO PORTLAND	CAL HIDRATADA	ARENA	
			Min	Max
M	1	0.25 a 0.5	2.25	3
S	1	0.25 a 0.5	2.5	3
N	1	0.5 a 1.25	3	4.5

Para el volumen de la arena se utilizó un cajón de $0.04m^3$ (ver Figura 2), además de un bulto de 50Kg de cemento y un bulto de cal de 10Kg



Figura 2. Cajón utilizado en la dosificación en volumen

⁴ Tabla 1 Normas técnicas colombianas. NTC 3329

La elaboración del mortero de pega se debe realizar en un lugar limpio, libre de impurezas y sin exceso de humedad, se tamiza la arena por un cernidor con malla tamiz No 4 y se mezclan todos los materiales con pala. Una vez esto se añade una cantidad adecuada de agua y se mezcla hasta tener una buena consistencia

4.1.1 MATERIALES UTILIZADOS PARA EL MORTERO DE PEGA

- **AGUA DE MEZCLA:** debe ser limpia, sin impurezas que afecten o no sean favorables para las propiedades del mortero y deben cumplir con la NTC 3459⁵ y con la NSR 98 en el Título F, Capítulo. D.3.4.5⁶ (ver figura 3).



Figura 3. Agua utilizada en obra

- **CEMENTO:** el cemento utilizado para el mortero de pega es un cemento Tipo 1 de ARGOS. Cemento color gris de 50 Kg por bulto⁷, el cual debe cumplir con las NTC 121 y NTC 321.(Ver Figura 4)

⁵ Normas Técnicas Colombianas. NTC 3459 Ingeniería civil y arquitectura. Agua para concretos

⁶ Normas Colombianas de diseño y construcción sísmo- resistente NSR-98. Título D. Capítulo D.3.4.5

⁷ Herrera Angélica, Madrid Germán Manual de construcción de mampostería ICPC, pag 28



Figura 4.Cemento Argos Tipo 1

- CAL: la cal utilizada es NARE de Argos hidratada, la cual ayuda a retener el agua en el mortero además de dar mayor plasticidad y mejor adherencia⁸. (Ver Figura 5)



Figura 5.Cal Hidratada Argos

⁸ Herrera Angélica, Madrid Germán Manual de construcción de mampostería ICPC, pag 28

- ARENA: La arena utilizada para el mortero de pega es la procesada por la empresa CONEXPE de la CANTERA LOS PINOS PISOJE ALTO y también se utiliza arena de Puerto Tejada. La arena debe cumplir con los estándares establecidos en la NTC 2240⁹

4.2 MORTERO DE RELLENO

Es un elemento esencial de la mampostería estructural que consiste en una mezcla fluida de agregados y cemento, capaz de penetrar en todas las cavidades del muro sin sufrir segregación, la cual se adhiere a las unidades de mampostería y a las barras de refuerzo. El mortero de relleno tiene como fin el aumento de la resistencia del muro, además permite mejorar algunas propiedades como la de aislamiento acústico y térmico¹⁰.

Las proporciones en volumen utilizadas en el mortero de relleno son 1:6 (cemento: triturado 3/8"). En algunas ocasiones cuando el triturado viene con un tamaño mayor se utiliza una proporción en volumen 1:4:2 (cemento: triturado: arena).

La preparación del mortero de relleno es similar que producir un concreto convencional. Además debe adquirir una importante resistencia como lo exige el diseño estructural de 15.5 Mpa, debe tener una alta trabajabilidad la cual se logra adicionando suficiente agua hasta adquirir la fluidez deseada y se mide con el ensayo recomendado de asentamiento con el cono de slump¹¹.

⁹ Normas Técnicas Colombianas. NTC 2240 Ingeniería civil y arquitectura, Agregados para morteros de mampostería

¹⁰ Herrera Angélica, Madrid Germán Manual de construcción de mampostería ICPC, pag 31

¹¹ Herrera Angélica, Madrid Germán Manual de construcción de mampostería ICPC, pag 32

4.2.1 MATERIALES UTILIZADOS PARA EL MORTERO DE RELLENO

- CEMENTO: El cemento utilizado es un Tipo I de Argos
- AGREGADOS: Es triturado (tamaño máximo 3/8") de CASTRILLON ,el cual debe cumplir con los estándares de la norma NTC 4020 ¹²(ver Figura 6)



Figura 6. Triturado utilizado para Mortero de relleno

4.3 CONCRETO HECHO EN OBRA

El concreto hecho en obra es un concreto que si se produce con un control riguroso de calidad tanto de materiales como de producción, puede llegar a ser un concreto de óptimas condiciones, que satisfaga las necesidades tanto técnicas como económicas de la obra.

La proporción en volumen utilizada en todos los elementos estructurales de la obra es 1:3:3 (cemento: grava: arena). Inicialmente el diseño de mezcla recomendaba una proporción en volumen 1:2:3, la cual sólo fue utilizada en la cimentación y se cambió a 1:3:3 garantizando que esta proporción también cumpliría con la resistencia de diseño (21 Mpa).

¹² Normas Técnicas Colombianas. NTC 4020 Ingeniería civil y arquitectura, Agregados para mortero de relleno

4.3.1 MATERIALES UTILIZADOS PARA EL CONCRETO HECHO EN OBRA

- CEMENTO: el cemento utilizado es un Tipo I de Argos
- AGREGADOS: Grava proveniente de la planta de trituración de Ecocivil, la cual debe cumplir con la NTC 174.¹³ (Ver Figura 7).
- ARENA: Proveniente de CONEXPE



Figura 7. Agregado grueso utilizado en la obra

Los agregados tanto el fino como el grueso deben tener una resistencia propia suficiente, no deben perturbar ni afectar desfavorablemente las propiedades y características de la mezcla y deben garantizar una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento.¹⁴ (Ver Figura 8)

¹³ Normas Técnicas Colombianas. NTC 174 Ingeniería civil y arquitectura, Agregados para concreto

¹⁴ Rivera L. Gerardo A., "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capítulo 2.2 "Agregados para mortero y concreto".



Figura 8. Arena de CONEXPE utilizada en obra

Los siguientes datos fueron los que se utilizaron para el diseño de la mezcla de todos los elementos estructurales de la obra.

DATOS DEL DISEÑO DE MEZCLA

- ASENTAMIENTO: 2"-3"
- TAMAÑO MAXIMO: $\frac{3}{4}$ "
- RELACION A/C : 0.45
- F'c: 21 Mpa = 300 Psi

A continuación se presenta el diseño de mezcla con la dosificación en peso y los respectivos resultados de resistencia a la compresión. (ver Tabla 3)

Tabla 3. DOSIFICACIÓN EN PESO DEL DISEÑO DE MEZCLA

Cemento Sacos/m ³	Cemento Kg /m ³	Arena de Puerto Kg	Triturado Ecocivil kg	Agua Litros/m ³	f'c(Mpa)	f'c(Mpa)
					7 días	Prob 28 días
6.6	330	662	845	161	13.81	20.60
					13.65	20.42
7.9	395	633	809	165	19.99	27.61
					20.70	28.39
9.3	465	624	798	172	27.65	28.39
					28.21	36.88

4.4 CONCRETO PREMEZCLADO

Por decisión de la constructora a partir del 3 nivel (4 losa) se utilizaría concreto premezclado, que por facilidad en su colocación generaría un mejor rendimiento en obra. Este concreto es suministrado por CONCREVALLE, una empresa dedicada a la producción de dichos concretos y también facilita la bomba para la fundición de las losas.

La empresa CONCREVALLE garantiza que el concreto que produce tenga la resistencia requerida según el diseño estructural de las losas, por lo tanto se vio necesario realizar una visita previa de inspección por parte de la Productora del Concreto, para conocer las exigencias requeridas de la constructora y así entregar un producto de óptimas condiciones.

La mezcla que produce la Productora de concreto, lleva en su dosificación un aditivo tipo plastificante para obtener más fluidez y adquirir mayor resistencia.

DATOS:

CEMENTO: a granel de argos

AGREGADO GRUESO: Triturado de CONEXPE

AGREGADO FINO: Arena de CONEXPE

ADITIVO: Plastificante TM-20 aplicado directamente en el mixer. (Ver Figura 8)



Figura 9. Aplicación del súper-plastificante a la mezcla

4.5 UNIDADES DE MAMPOSTERIA

El sistema estructural del proyecto es mampostería estructural, cuyas unidades deben cumplir con características según el diseño basándose en la Norma sismo resistente NSR 98 en el Título D y la NTC 4205¹⁵, las cuales rigen las propiedades físicas, resistencia y absorción. La tabla 4 muestra los valores mínimos que debe cumplir las unidades de mampostería.

FUENTE: Los ladrillos son producidos por la LADRILLERA MELENDEZ S.A. (ver Figura 10) de la Ciudad de Cali, con planta de producción en el municipio de Caloto.

¹⁵ Normas Técnicas Colombianas. NTC 4205 Ingeniería civil y arquitectura, Unidades de mampostería en arcilla

Tabla 4 PROPIEDADES FÍSICAS SEGÚN NTC 4205¹⁶

Tipo	Resistencia min. a la compresión Pa(Kg/cm ²)		Absorción de agua máx (%)			
			Interior		Exterior	
	Prom 5u	unidad	Prom 5u	unidad	Prom 5u	unidad
PH	5.0(50)	3.5(35)	13	16	13.5	14
PV	18.0(180)	15.0(150)	13	16	13.5	14
M	20.0(200)	15.0(150)	13	16	13.5	14

PH: Unidad de mampostería de perforación horizontal

PV: Unidad de mampostería de perforación vertical

M: Unidad de mampostería maciza



Figura 10. Unidades de mampostería de MELENDEZ

DATOS

- Dimensiones: 29x14x10 (largo, ancho, largo)
- Área bruta: 406 cm²
- Área neta: 187 cm²
- Resistencia : 18 Pa
- Absorción: 13.5%

¹⁶ Tabla 1 Normas técnicas colombianas. NTC 4205. Propiedades físicas de las unidades de mampostería

5. CONTROL DE CALIDAD REALIZADO COMO PASANTE

5.1 CONTROL DE CALIDAD A MATERIALES UTILIZADOS

5.1.1 MORTERO DE PEGA

El control de calidad al mortero de pega se concentra en la revisión de los materiales, sobre todo en su elaboración. Los siguientes controles son los que se realizan en la obra:

- Se supervisa que la mezcla cumpla con la proporción en volumen 1: 0.5: 3 (cemento: cal: arena), la cual es obtenida de la tabla 1 de la NTC 3329 (Ver Tabla 2), que garantiza dependiendo de la calidad de los materiales utilizados en su elaboración, una resistencia requerida según el diseño estructural. Sin embargo no se ha realizado ninguna prueba de laboratorio que indique que esa es la proporción más conveniente. (Ver Figura 11 y Figura 12)



Figura 11. El mortero de pega y sus componentes



Figura 12 Mezclado para mortero de pega

- Se controla que el cemento utilizado no se encuentre en malas condiciones y que no presente grumos, además que se proteja de la humedad.



Figura 13 Cemento argos

- Se supervisa que el agua utilizada en la mezcla sea potable y no sea estancada o aparentemente “sucia” que afecte la resistencia y las características esperadas del mortero de pega. (Ver Figura 14)



Figura 14. Agua adecuada que se debe utilizar en la obra

- La arena de Puerto Tejada es la que más se utiliza en la elaboración del mortero de pega, es fina, con un peso unitario seco de 1.145 g/cm^3 según cálculos de laboratorio. El error que se comete es la no realización de ensayos que indiquen propiedades físicas y características como: contenido de humedad, módulo de finura, entre otros.
Como la proporción mencionada anteriormente está en volumen y no en peso, puede existir la posibilidad de que se genere el problema de hinchamiento de la arena, aumentando su volumen por la presión del agua en las partículas obteniendo así cualidades erradas en la dosificación¹⁷.
- Se controla que la trabajabilidad del mortero de pega permita la fácil manipulación por el oficial y su ayudante sobre la cara superior de las paredes de las unidades de mampostería, las salientes de las mismas y que alcance un contacto óptimo con las irregularidades presentes. La trabajabilidad está relacionada con la plasticidad del mortero. En la obra no se realiza ningún ensayo que indique la plasticidad requerida y la cantidad de agua necesaria. (Ver figura 15 y Figura 16)

¹⁷ Herrera Angélica, Madrid Germán. Manual de construcción de mampostería ICPC, pag 30



Figura 15. Trabajabilidad del mortero de pega



Figura 16. Mortero de pega

- La retención del agua del mortero se controla con la debida aplicación de la cal hidratada, la cual incide en la disminución de la rata de endurecimiento y en el aumento de la resistencia final del mortero¹⁸. (ver Figura 17)

¹⁸ Herrera Angélica, Madrid Germán Manual de construcción de mampostería ICPC, pág. 31



Figura 17. Adición de cal hidratada al mortero de pega

- Se supervisa la protección de la arena de la humedad ya que el estado del tiempo es muy variable en esta zona de la ciudad, se obtiene protegiéndola con plásticos inmediatamente comienza a llover para que la arena no absorba agua y le aumente su porcentaje de humedad, debido a que éste contenido debe ser bajo para lograr una buena homogeneidad en el mortero. (Ver Figura 18)



Figura 18. Protección de mortero de pega contra la lluvia

RECOMENDACIONES SUGERIDAS AL CONSTRUCTOR PARA MEJORAR EL CONTROL DE CALIDAD

- Realizar ensayos de laboratorio a la arena de Puerto Tejada que indiquen las propiedades físicas y químicas según la NTC 2240, cumpliendo así con las tolerancias de granulometría, impurezas, modulo de finura, limites de sustancias como partículas livianas o deleznales.
- Tomar muestras por cada viaje de la arena de Puerto Tejada y también muestras diarias como indican las normas NTC 129.
- Realizar el ensayo de resistencia al mortero de pega que indiquen que la proporción utilizada en obra es la más adecuada para adquirir la resistencia requerida según el diseño estructural y a la NTC 3546¹⁹
- Realizar la prueba de adherencia al mortero realizando el ensayo de los prismas, aunque ya se había pensado en la posibilidad de hacerla.

5.1.2 MORTERO DE RELLENO

El control de calidad al mortero de relleno se rige sobre todo en su elaboración y en la calidad de los materiales utilizados. Los siguientes controles son los que se realizan en la obra:

- Se supervisa que la proporción de mezcla sea en volumen 1:6 (cemento: arena de triturado). La cual fue sugerida por el geotecnólogo y comprobada con ensayos. Sin embargo cuando a simple vista se nota que la arena de triturado se encuentra muy gruesa y que esto va a afectar en la fundición de celdas y dovelas de los muros se utiliza la proporción 1:2:4 (cemento: arena de triturado: arena).

¹⁹ Normas Técnicas Colombianas. NTC 3546 Ingeniería civil y arquitectura, resistencia a la compresión del mortero

- Cuando se requiere utilizar la proporción 1:2:4 (cemento: arena de triturado: arena), se está garantizando que la calidad de los materiales utilizados en su elaboración dan una resistencia óptima según lo requerido por el diseño estructural. En la siguiente tabla se muestran algunos resultados arrojados de las muestras tomadas al mortero de relleno.

Tabla 5 RESISTENCIAS DEL MORTERO DE RELLENO

Prueba	Fecha fundida	Proporción	Fecha rotura	Resistencia(Mpa)	
				7 días	28 días prob
1	19-ene-09	1:3:3(cemento, arena, grauting)	26 - ene-09	7.61	11.43
2	19-ene-09	1:6(cemento, agregado de ECOVIVIL)	26-ene-09	9.94	16.23
3	20-ene-09	1:6(cemento, agregado de ECOVIVIL)	27-feb-09	9.32	15.52
4	20-ene-09	1:2:4(cemento, arena CONEXPE, arena de Pto)	27-feb-09	9.53	14.64



Figura 19. Adición de agua para el mortero de relleno

- Se controla la cantidad de agua que se agrega a la mezcla del mortero de relleno, ésta no debe ser pequeña puesto que genera una mezcla muy seca y áspera, ni grande porque generaría una mezcla demasiado fluida. Se debe aclarar que la mezcla debe tener una determinada fluidez de manera que haya una perfecta penetración en las cavidades del muro al momento de la compactación, la cual se realiza con varillados que ayudan a la eliminación de burbujas de aire.²⁰. (Ver Figura 19 y Figura 20)

²⁰ Herrera Angélica, Madrid Germán Manual de construcción de mampostería ICPC, pag 32



Figura 20. Mortero de relleno

- Se supervisa la protección de la mezcla ya producida de la lluvia para que no se aumente su contenido de agua y cambie la dosificación.
- Como la mezcla se realiza a mano (palas) se chequea que el lugar de su producción esté limpio de toda impureza que afecte sus propiedades y de excesos de agua que alteren su proporción. Además que este lugar se encuentre cercano al muro que se va a fundir para evitar la segregación durante su transporte. (Ver Figura 21)



Figura 21. Sitio de mezcla del mortero de relleno

- Se corrobora que los resultados de las resistencias de las muestras que se han tomado al mortero de relleno cumplen con el diseño estructural y con la NTC 4048²¹. (Ver Tabla 6) (Ver Figura 22)



Figura 22. Toma de cilindros para mortero de relleno

Tabla 6. RESISTENCIAS DEL MORTERO DE RELLENO

Cilindro	Proporción	Fecha de toma	Resistencia a los 7 días (Mpa)	Resistencia a los 28 días probable (Mpa)
1	1:6(cemento, agregado de ecocivil)	12 –may-09	8.56	13.98
2	1:6(cemento, agregado de ecocivil)	12 –may-09	9.11	14.87

²¹ Normas Técnicas Colombianas. NTC 4048 Ingeniería civil y arquitectura. Mortero de relleno

Según los resultados obtenidos indican que la mezcla no cumple con los valores mínimos de resistencia (15.5Mpa).

- Según un ensayo de asentamiento que se realizó arrojó un valor de 9.5 cm, concluyendo así que se encuentra por debajo de los valores típicos de un mortero de relleno, según las normas debe estar entre 18 y 20cm para alcanzar una fluidez adecuada para este tipo de mampostería.²²(Ver Figura 23 y Figura 24)



Figura 23. Asentamiento de mortero de relleno

²² Herrera Angélica, Madrid Germán Manual de construcción de mampostería ICPC, pag 32



Figura 24. Toma del asentamiento al mortero de relleno

- Se supervisa que el agua que se utiliza en la mezcla sea agua potable y no sea estancada o aparentemente sucia, que afecte la resistencia esperada del mortero de inyección.
- Se controla la protección de los agregados del mortero de inyección de la lluvia ya que pueden variar su contenido de humedad y afectar la dosificación de la mezcla.

RECOMENDACIONES SUGERIDAS AL CONSTRUCTOR PARA MEJORAR EL CONTROL DE CALIDAD:

- Tomar muestras al mortero de inyección y realizar el ensayo de resistencia para verificar que sea la requerida.
- Realizar un control más adecuado a la cantidad de agua aplicada al mortero de relleno ya que ésta se agrega de manera subjetiva pudiendo controlarla con constantes ensayos de asentamiento como el cono Slump. El problema radica que la constructora no cuenta con éste equipo, sin embargo se solicitó por parte del pasante realizar este ensayo en las mezclas que últimamente se han venido realizando.

- Realizar pruebas de laboratorio al agregado utilizado para el mortero de relleno, que indique las propiedades físicas y químicas y los valores mínimos que debe cumplir según la NTC 4020 como granulometría, partículas perjudiciales e impurezas orgánicas.

5.1.3 CONCRETO HECHO EN OBRA

La supervisión que se realiza al concreto hecho en obra tiene en cuenta varios aspectos que inciden en una buena producción de un buen concreto en óptimas condiciones como: materiales (materia prima), dosificación, transporte, vaciado, vibrado, acabado, curado y las resistencias arrojadas de las muestras tomadas.

Los controles que se realizaron fueron los siguientes:

MATERIALES (CEMENTO, GRAVA, ARENA Y AGUA)

- Se controla que los materiales sean materias primas de alta calidad , libre de impurezas y no contaminadas
- El cemento se almacena sobre tarimas o soportes de impiden el contacto con el suelo o humedad (10 cm. de elevación).
- Se cubren los sacos de cemento con lonas o plásticos en buen estado cuando están expuestos a la intemperie y se trata de que los sacos se utilicen en 30 días como máximo.
- Evitar la contaminación del cemento con tierra, arcillas, limos, sales, hojas, basura, o materias orgánicas.
- Evitar la segregación mediante el almacenado en forma de montaña no mayor a una carga de camión de los agregados tanto como el grueso como el fino.



Figura 25. Llegada del agregado a la obra

- Por lo general se usa agua sin olor, sabor, ni color, sin cantidades perjudiciales de materia orgánica preferiblemente agua potable²³.(Ver Figura 26)



Figura 26. Agua de mezcla de concreto hecho en obra

- Los contenedores o tarros que se usan deben estar limpios y libres de óxidos antes de vaciar el agua en ellos.

²³ Rivera L. Gerardo A., "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capítulo 3.1 "Agua de mezcla".

- Se solicitó a la empresa CONEXPE los ensayos que se realizan a la arena que ellos provee. Obteniendo resultados de granulometría (Ver Tabla 7) , índices de plasticidad , equivalente de arena y humedad

Tabla 7 GRANULOMETRÍA DE LA ARENA DE CONEXPE

TAMIZ	%PASA
2 ½"	100.0
2"	100.0
1 ½"	100.0
1"	100.0
¾"	100.0
½"	100.0
3/8"	100.0
No 4	98.9
10	88.1
40	32.1.
100	12.1
200	0

INDICE DE PLASTICIDAD: N.P.

%HUMEDAD: 3.3.

EQUIVALENTE DE ARENA:(%)57

MODULO DE FINURA: 1.9%

MASA UNITARIA SUELTA: 1.502g/cc

Comparando estos resultados con las especificaciones de la NTC 174²⁴ se puede resumir en el siguiente cuadro:

²⁴²⁴ Normas Técnicas Colombianas. NTC 174 Ingeniería civil y arquitectura, Agregados para concreto

Especificación NTC 174	Arena de CONEXPE
El modulo de finura debe estar comprendido entre 2.2 y 3.1	EL modulo de finura de ésta arena es de 1.9 lo indica que cumple con lo especificado.
% pasa tamiz N°200 menor a 3%	El %pasa tamizN°200 es 0% lo indica que cumple con lo especificado.
EL equivalente de arena mínimo = 60%	El equivalente de arena es 57% lo que indica que no cumple con lo especificado.

DOSIFICACIÓN

- Se controla que la proporción sea la correspondiente al diseño de mezcla.
(Ver Figura 27)



Figura 27. Dosificación en volumen de la mezcla

- Los cajones que se utilizan deben estar limpios, libres de arcilla, basura y materia orgánica.
- Se controla que al momento de llenar los cajones se enrase y se dosifiquen en las cantidades especificadas.(Ver Figura 28)



Figura 28. Enrase de los cajones que se utilizan en la dosificación del concreto

MEZCLADO

- Se supervisa la forma de producción del concreto: El proceso observado comienza agregando a la mezcladora mecánica una buena cantidad de agua, después se adiciona un cajón de agregado y el bulto de cemento, posteriormente un cajón de arena, alternándolo con la grava hasta completar la proporción. Al final se le adiciona un poco de agua si es necesario a criterio de la persona encargada de la mezcladora. (Ver Figura 29)



Figura 29. Mezclado de los materiales del concreto hecho en obra

- Se controla que el tiempo de mezclado esté alrededor de 1 minuto a un 1 minuto y medio. por lo general 20 revoluciones por minuto recomendadas por el proveedor para que generen la mezcla lo más uniforme posible.

TRANSPORTE Y VACIADO

- El transporte del concreto se realiza mediante carretillas a través de un rampa, se supervisa que no se genere mucha vibración que pueda segregar la mezcla²⁵. (Ver Figura 30 y Figura 31)

²⁵ Rivera L. Gerardo A., "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capítulo 4.2.10.2.1 "Manejabilidad".



Figura 30. Transporte de concreto hecho en obra

- Se procura que la mezcla una vez vaciada sea utilizada lo más rápido posible y continuo para evitar sobreponer capas en tiempos de fraguado diferentes²⁶.



Figura 31. Transporte del concreto hecho en obra

²⁶ Manejo del concreto. CEMEX .2005

- Para los pisos del tercero en adelante se realiza el transporte del concreto por medio de cucharones o baches a través de la pluma grúa para fundición de columnas, se evita que se generen jalones bruscos del cucharón para evitar segregación²⁷. (Ver Figura 32 y Figura 33)



Figura 32. Vaciado del concreto en el cucharón



Figura 33. Transporte del concreto hecho en obra por medio de pluma grúa con cucharón

²⁷ Rivera L. Gerardo A., "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capítulo 4.2.10.2.3 "Manejabilidad".

VIBRADO

- Como la compactación se realiza por medio del vibrador interno se verifica que este en buen estado.



Figura 34. Vibrado del concreto

- Se controla que la cabeza del vibrador este por lo menos un tiempo prudencial para sacarle aire incorporado en la mezcla, sin embargo no se puede exceder en un tiempo superior a los 10 segundos en el punto de aplicación del vibrador porque podría segregar la mezcla²⁸. (Ver Figura 34)
- Se supervisa que los puntos de aplicación del vibrador no sean tan distantes sobretodo en la fundición de las losas.

²⁸ Manejo del concreto. CEMEX .2005 , Rivera L. Gerardo A. ,“ Concreto Simple”. Unicauca. 1992. Capitulo 4.2.10.2.4 “Manejabilidad”.



Figura 35. Acabado del concreto

- En el momento de la fundición de columnas se debe tratar que la cabeza del vibrador no toque el acero de refuerzo

CURADO

El curado es un proceso muy importante en toda obra, es un proceso por el cual se busca mantener el contenido de humedad satisfactorio de la mezcla y lamentablemente una de las más descuidadas. Un buen curado aumenta la resistencia y durabilidad y en general todas las propiedades del concreto endurecido.²⁹

El curado que se realiza en la obra es con una emulsión de SIKA llamado antisol blanco (Ver Figura 36). Se genera una parafina sobre el concreto para evitar la pérdida de humedad. Estos materiales son poco costosos y fáciles de manejar;

²⁹ Rivera L. Gerardo A., "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capítulo 6..8.5.2 "Resistencia del concreto".



Figura 36. Antisol blanco de Sika

Se aplica el curador inmediatamente comienza a perder el agua superficial del concreto, es decir, en el momento en que se pierde el color brillante. Se aplica una sola capa aunque el proveedor recomienda por lo menos dos aplicaciones.



Figura 37. Curado con antisol



Figura 38. Curado con antisol.

RESISTENCIA

Todo el sistema estructural de los bloques de los edificios fue diseñado para una resistencia del concreto a la compresión de 3000 Psi que es igual a 21 Mpa, por tal razón el concreto hecho en obra debe producirse con el mayor control para llegar a este valor.

Se ha controlado la resistencia mediante la toma de cilindros y su respectiva rotura por una empresa geotécnica llamada GEOFISICA. En la siguiente tabla (Ver Tabla 8) se muestran unos resultados que se han obtenido con carácter ilustrativo.

Tabla 8 RESISTENCIAS DEL CONCRETO HECHO EN OBRA

prueba	Fecha fundida	Proporción Y estructura	Fecha rotura 7días	Resistencia	
				7 días	28 días Prob
1	04-ago-08	1:3:3(cemento, arena pto, grava ecocivil) cimentación	11-ago-08	15.06	22.02
2	04-ago-08	1:3:3(cemento, arena pto, grava ecocivil) cimentación	11-ago-08	14.77	21.69

3	22-ago-08	1:3:3(cemento, arena pto, grava ecocivil) cimentación	29-ago-08	16.28	23.4
4	22-ago-08	1:3:3(cemento, arena pto, grava ecocivil) cimentación	29-ago-08	18.67	25.78
5	05-sep-08	1:3:3(cemento, arena pto, grava ecocivil) columna	12-sep-08	15.31	22.4
6	09-oct-08	1:3:3(cemento, arena canope, grava ecocivil) losa 0-3	16-oct-08	14.26	22.8
7	09-oct-08	1:3:3(cemento, arena canope, grava ecocivil) losa 0-3	16-oct-08	14.13	21.81
8	09-oct-08	1:3:3(cemento, arena canope, grava ecocivil) losa o -3	16-oct-08	13.86	21.34
9	31-oct-08	1:3:3(cemento, arena canope, grava ecocivil) losa 1-3	06-nov-08	14.56	22.18
10	31-oct-08	1:3:3(cemento, arena canope, grava ecocivil) losa 1-3	06-nov-08	13.79	21.51
11	31-oct-08	1:3:3(cemento, arena canope, grava ecocivil) losa 1-3	06-nov-08	14.16	22.67
12	02-mar-09	1:3:3(cemento, arena canope, grava ecocivil) losa 1-1	09-mar-09	14.13	21.96
13	02-mar-09	1:3:3(cemento, arena canope, grava ecocivil) losa 1-1	09-mar-09	13.86	21.00
14	02-mar-09	1:3:3(cemento, arena canope, grava ecocivil) losa 1-1	09-mar-09	14.21	21.12

Los resultados muestran que el concreto ha alcanzado la resistencia, sin embargo se realizó un ejercicio con unas muestras de concreto curadas con las mismas condiciones con que se cura en obra (con antisol) y de esta manera verificar la resistencia que se obtiene con muestras curadas con agua, los resultados se presentan más adelante.

RECOMENDACIONES SUGERIDAS A LA EMPRESA PARA MEJOR EL CONTROL DE CALIDAD

- Realizar toma de muestras del concreto hecho en obra para columnas y ascensor, que indiquen que la resistencia es la requerida.
- Realizar pruebas de asentamientos más constantes al concreto hecho en obra y así chequear la cantidad de agua usada en la mezcla y por ende garantizar la relación agua cemento.
- Solicitar ensayos de laboratorio a la empresa proveedora de agregado grueso ECOCIVIL, donde se detallen las propiedades físicas y de esta manera chequearlas con las especificaciones mínimas establecidas NTC 174³⁰

5.1.4 CONCRETO PREMEZCLADO

El control que se realiza al concreto premezclado es menor de que se le hace al concreto hecho en obra, la calidad la controla el proveedor. Este concreto es transportado desde la planta hasta la obra en unos mixers que lo mueve lentamente en su trayecto para evitar la segregación de la mezcla.

³⁰ Normas Técnicas Colombianas. NTC 174 Ingeniería civil y arquitectura, Agregados para concreto



Figura 39.Mixer de CONCREVALLE

Los siguientes son los controles que se realizan durante la fundición de losas con concreto premezclado:

- Se verifica el asentamiento de cada mixer que llega a la obra, la mayoría de los resultados alcanzaron valores superiores a 11cm, cabe anotar que al concreto premezclado se le adicionaba superplastificante. Los concretos adecuados para bombeo deben ser plásticos y cohesivos y tener un asentamiento entre 10 y 15 cm³¹.(Ver Figura 40)

³¹ Rivera L. Gerardo A. ,“ Concreto Simple”. Unicauca. 1992. Capitulo 4.2.10.2.3 “Manejabilidad”.



Figura 40. Asentamiento del concreto premezclado

- Se controla junto con el operador de la bomba la presión que ésta debe tener para que cumpla su función en óptimas condiciones, además la colocación del concreto en la bomba.



Figura 41. Bomba utilizada para la fundición con concreto premezclado



Figura 42. Colocación del concreto en la bomba

- Se supervisa que la colocación del concreto desde la “Trompa de elefante” hasta el sitio final de disposición sea lo más corta posible.



Figura 43. Colocación del concreto en el sitio de fundición

- Al momento de compactar la mezcla por medio de vibración interna, se supervisa que el tiempo que la cabeza del vibrador esté dentro de la mezcla no sea alto llegando a segregar la mezcla³²
- Se evita que se talle demasiado la mezcla para evitar posibles fisuras en la losa y de la misma manera se evita que compacten la mezcla con el codal o la llana.



44. Acabado del concreto premezclado

³² Rivera L. Gerardo A., "Concreto Simple". Unicauca. 1992. Capítulo 4.2.10.2.4 "Manejabilidad".

- Se verifica mediante pruebas de laboratorio que la resistencia del concreto cumpla con la especificada según los diseños estructurales del proyecto. En la siguiente tabla se muestran los resultados de la prueba de compresión.(Ver Tabla 9) (ver Figura 45)



Figura 45.Toma de cilindros del concreto premezclado

Tabla 9 RESISTENCIAS Y ASENTAMIENTOS DEL CONCRETO PREMEZCLADO

PRUEBA	Fecha vaciado	Fecha prueba	Asentamiento(cm)	Resistencia a los 28 días Mpa
1	23-feb-09	21-mar-09	12.7	23.8
2	23-feb-09	21-mar-09	12	22.96
3	23-feb-09	21-mar-09	11	25.17
4	23-feb-09	21-mar-09	14	33.16
5	23-feb-09	21-mar-09	12.3	35.36
6	24-mar-09	21-abri-09	10	24.89
7	24-mar-09	21-abri-09	11	25.03
8	24-mar-09	21-abri-09	12.4	25.60
9	24-mar-09	21-abri-09	10.6	24.52
10	24-mar-09	21-abri-09	10.1	26.52
11	20-abr-09	19-may-09	11.9	25.36
12	20-abr-09	19-may-09	12.1	27.20
13	20-abr-09	19-may-09	10.1	27.40
14	20-abr-09	19-may-09	11.1	26.46
15	20-abr-09	19-may-09	10.8	23.19
16	20-abr-09	19-may -09	10.5	24.72

Cabe resaltar que los cilindros no fueron curados con las mismas condiciones de obra, éstos se curaron con inmersión total.

- El curado de todas las estructuras de concreto en la obra como ya se había mencionado anteriormente, se realiza con antisol de SIKA. El curado se

inicia cuando la mezcla de concreto recién fundida comience a perder su color brillante o la condición climática lo amerite.³³

5.1.5 UNIDADES DE MAMPOSTERIA

El control de calidad de las unidades de mampostería se debe regir por los procedimientos normalizados y estándares establecidos por la norma NTC 4205, además se supervisa su transporte y almacenamiento. (Ver Figura 46)



Figura 46. Unidad de mampostería 14*29 de Meléndez

³³ Manual de productos Sika. Edición 2007. "Curadores y desencofradores". Pág. 117



Figura 47. Detalle sobre el transporte de ladrillos

La NTC 4205 es la que rige el control de calidad de las unidades de mampostería estructural de arcilla cocida, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros de resistencia y absorción con sus respectivos valores. (Ver Tabla 4)

Se solicitó a la LADRILLERA MELENDEZ S.A. proveedora de la mampostería utilizada en la obra la realización de ensayos de calidad a una muestra de los ladrillos enviados a la obra, se enviaron ladrillos de uso interior (ladrillo sucio), los resultados de los ensayos son los siguientes: (Ver Tabla 10 y Tabla 11).

Tabla 10. RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESION LADRILLOS MELENDEZ

Fecha de evaluación	Resultado prom 5 unidades (kg/cm^2)	Resistencia min (especificación NTC 4205) (kg/cm^2)
Otubre 08 de 2008	220	180
Noviembre 18 de 2008	279.3	180
Febrero 16 de 2009	221.5	180
Abril 20 de 2009	331	180

Tabla 11.RESULTADOS % ABSORCION DE LOS LADRILLOS DE MELENDEZ

Fecha de evaluación	Resultado prom 5 unidades	Absorción min NTC 4205
Octubre 08 de 2008	14.4	13.5
Noviembre 18 de 2008	15	13.5
Febrero 26 de 2009	15.3	13.5
Abril 20 de 2009	15.2	13.5

“Se debe considerar defecto principal, el no cumplimiento de la resistencia y como defecto secundario el no cumplimiento de la absorción. El no cumplimiento de la resistencia motiva además el rechazo de los especímenes, mientras que el incumplimiento de la absorción queda condicionado a los demás requisitos establecidos por la norma NTC 4205”.³⁴

Aunque la unidades de mampostería estructural producidas por la LADRLLERA MELENDEZ SEGÚN EL FABRICANTE CUMPLEN CON LO ESTABLECIDO EN NORMA NTC 4025, se verificó que lo ladrillos cumplan con los parámetros preestablecidos por la NTC 4205. (Ver Tabla 12 y Tabla 13)

Tabla 12.PARAMETROS MÍNIMOS SEGÚN LA NTC 4205

TIPO	Espesor neto mínimo de paredes	Espesor mínimo de tabiques
PH	19	10
PV	16	10

³⁴ Normas Técnicas Colombianas. NTC 4205 Ingeniería civil y arquitectura, Unidades de mampostería en arcilla

Las Unidades de mampostería cumplen con estas condiciones ya que sus paredes tienen un espesor de 10 mm

Tabla 13.COMPARACION ENTRE LA NTC 4205 Y LOS LADRILLOS DE MELENDEZ

NTC 4205	Ladrillo Meléndez
Los nervios que unen la pared doble en la unidad de mampostería deben tener un espesor mayor o igual que 6 mm pero menor que el espesor de los tabiques(12mm)	Las unidades de mampostería estructural de la LADRILLERA MELENDEZ tiene exactamente 10mm
Las celdas deben tener una sección cuya área tenga mínimo 20cm^2 y su menor dimensión debe ser por lo menos 12 mm pero si tiene refuerzo por lo menos 50mm y su área mayor igual a 30 cm^2)	La unidad cumple con esto ya que el área es de 187cm^2 y su dimensión mas larga es de 105mm

OTROS CONTROLES

- Las unidades se colocan sobre tableros de madera para evitar su contacto con el suelo directamente.
- Las alturas de los arrumes de almacenamiento no deben supera los 1.60m para evitar que se derrumben y al caer se dañen.
- El transporte se debe hacer cuidadosamente para evitar que se maltrate y se fracture, causando desperdicio. (Ver Figura 48 y Figura 49)



Figura 48. Ladrillos fracturados

- La recepción la realiza el almacenista haciendo observaciones por escrito del número de unidades defectuosas que llegan a la obra.



Figura 49. Ladrillos con fracturas

5.2 SUPERVISION EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS

5.2.1 SUPERVISION EN EL PROCESO CONSTRUCTIVO DE UNA LOSA DE ENTREPISO

EL proceso constructivo que se realizó en las losas es el siguiente: encofrado, colocación del refuerzo y fundición de la losa.

La losa de entrepiso es maciza en concreto reforzado, su refuerzo consta de una parrilla con aceros N°3 separados cada 15 cm, también se encuentra el acero de las vigas de amarre de los muros con dos barras N°4.

En el momento de la fundición de la losa también se realiza la de las vigas pertenecientes a los pórticos para obtener una estructura monolítica.

La supervisión que se realizó fue la siguiente:

- Se supervisa que la cantidad de tacos y cerchas de la formaleta sean suficientes para el encofrado, además se impide el uso de los mismos en mal estado.
- Se debe garantizar que la altura de la losa de entrepiso sea la correcta, realizando una adecuada nivelación y su posterior verificación.



Figura 50. Cerchas y Tacos utilizados en obra

- Se debe garantizar que los trazados o cimbrados cumplan con lo especificado en los planos.
- Una vez colocada la parrilla se verifica que esté en correcta posición y distribución según los diseños estructurales. (Ver Figura 51)



Figura 51. Acero de refuerzo de losa de entrepiso

- Se debe garantizar que los traslapes tenga la longitud necesaria, de lo contrario se hace la debida corrección traslapando una barra de pequeña longitud.
- Se controla que la posición de las “panelas” o trozos de concreto se encuentren distribuidos en toda la losa garantizando su recubrimiento.

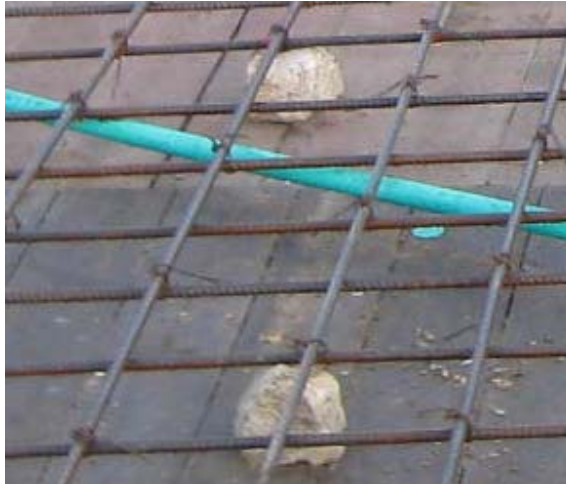


Figura 52. Colocación de “panelas” de concreto para garantizar recubrimiento

- Se supervisa el correcto espesor de la losa, para obtener esto se trazan niveles en los aceros de los muros que indican la altura hasta donde debe llegar el concreto fundido.
- Se verifica que la formaleta de la losa se encuentre limpia, libre de pedazos de madera o de plásticos antes de la fundición.
- Se coordina con el maestro de obra los lugares para la evacuación del personal una vez terminada la fundición y de esta manera evitar daños en la losa.
- Se chequea que durante la fundición la formaleta no pierda estabilidad.
- Se realiza una inspección al otro día de la fundición para observar el estado de la losa, y chequear su espesor y las posibles fisuras presentadas por retracción y temperatura del concreto.

5.2.2 SUPERVISION DEL PROCESO CONSTRUCTIVO DE LA MAMPOSTERIA ESTRUCTURAL

La mampostería estructural es una de los elementos más importantes en este sistema ya que transmite las cargas de la losa; además se debe tener una especial supervisión sobre todo en los muros que van a quedar a la vista.

La mampostería estructural está compuesta por: unidades de mampostería, acero de refuerzo tanto vertical como horizontal, mortero de pega y mortero de relleno.

Las etapas constructivas de la mampostería son: replanteo, modulación, construcción de la primera parte del muro (hasta la hilada #11), construcción y fundición de la viga de amarre, pega de las hiladas faltantes (hasta la hilada #20), fundición de celdas y dovelas y rebitado de muros

La supervisión que se realizó fue la siguiente:

- Se controla que los niveles que se trasladan para la construcción de muros sean de la manera correcta para garantizar un enchape de dos hiladas para la losa.
- Durante la modulación se controla la correcta posición de la unidades de mampostería garantizando que el espesor de la juntas cumplan con lo especificado en la norma NSR-98 más o menos 10mm ³⁵.(Ver Figura 53)

³⁵ Normas Colombinas de diseño y construcción sismo- resistente NSR-98. Titulo D. Capitulo 4.5.10.1 Numeral (f)



Figura 53. Juntas verticales

- Se supervisa que cada tres hiladas se coloque el respectivo refuerzo horizontal (escalerilla o grafil de 4mm), que según el diseño estructural y la NSR 98 sirve para evitar fisuras por contracción del muro y resistir esfuerzos cortantes.(ver Figura 54).



Figura 54. Escalerilla utilizada en la mampostería estructural

- Se controla que la junta horizontal sea mas o menos 10 mm según la NSR 98.(Ver Figura 55).



Figura 55. Juntas horizontales en la mampostería estructural

- Se garantiza la construcción de las ventanas de inspección para chequear la correcta fundición de las dovelas y el correcto recubrimiento del acero de refuerzo.
- Se supervisa que la compactación del mortero de relleno se realice con varillados durante la fundición de los muros (Ver Figura 56).



Figura 56. Ventanas de Inspección

- Se garantiza que los muros tenga verticalidad y se encuentre a escuadra.



Figura 57. Verticalidad en los muros estructurales

- Se supervisa que todos los muros queden totalmente rebitados y si son a la vista sean límpidos correctamente.



Figura 58. Rebitada de los muros

- Garantizar que los traslajos de las barras de refuerzo de los muros se realicen, de lo contrario realizar su corrección viéndose en la necesidad de regatear el muro para traslapar la barra (Ver Figura 59).



Figura 59. Regateada de los muros

5.3 ENSAYOS REALIZADOS

5.3.1 ENSAYO A LA COMPRESION DE LOS CILINDROS DE CONCRETO

Se realizó el ensayo de comprensión por parte del pasante a muestras tomadas del concreto utilizado en las losas de entrepiso, estas muestras fueron curadas tanto en condiciones de laboratorio (inmersión) como de obra para corroborar si la forma de curado afectaba de alguna u otra manera la resistencia del concreto. (Ver Figura 60 y Figura 61)



Figura 60. Toma de muestras

Se tomaron tres muestras de la cuales dos se colocaron en condiciones de obra para curarlas con antisol referenciadas como 1D Y 2D y la faltante en inmersión referenciada como 1L.



Figura 61. Muestras tomadas

Se decidió ensayar las muestras a los 28 días, cumplido este tiempo se llevaron al laboratorio de la Universidad del Cauca para ensayarlos.

El proceso realizado por el pasante en el laboratorio fue el siguiente:

1. Realización del refrentado de los cilindros con azufre.(Ver Figura 62)



Figura 62. Refrentado de cilindros

2. Ensayo de compresión de los 3 cilindros.(Ver Figura 63)



Figura 63. Rotura de los cilindros

La forma de falla de las tres muestras fue en diagonal, como se puede observar en la figura 63.

Las siguientes tablas muestran los resultados arrojados en los ensayos. (Ver Tabla 14)

Tabla 14. RESULTADOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO

CILINDRO	AREA, cm^2	AREA, m^2	Carga(KN)	Fc (Mpa)
1D	176.7	0.01767	300.6	17.01
2D	176.7	0.01767	250.3	14.16
3L	176.7	0.01767	293	16.58

Como se puede observar en la tabla anterior los resultados no fueron lo esperados, por lo tanto se las posibles causas pueden ser:

- Deficiencias en la toma de muestras, que pudo conllevar a la falta de homogeneidad del concreto dado que no se le realizó una adecuada mezcla antes de elaborar los cilindros.(Ver Figura 64)



Figura 64. Concreto para la toma de cilindros

- Segregación de la mezcla, puesto que se observó en los cilindros fallados mucho fino (Ver Figura 65).



Figura 65. Cilindro fallado

- Falta de calidad de los materiales. La calidad de los agregados puede que no sea la mejor, debido a que en la obra no se realizan ensayos de calidad, además a criterio de los maestros se observa a simple vista con diferente gradación a la común.

Lo que sí se pudo observar es que las muestras curadas con antisol dan una resistencia del mismo orden que las muestras curadas con agua, lo que indica que el antisol puede ser un buen medio de curado.

5.3.2 ENSAYO DE % DE ABSORCIÓN Y COMPRESION DE LAS UNIDADES DE MAMPOSTERIA

Se quiso averiguar cuál era la resistencia y la absorción que tenían las unidades de mampostería utilizadas en la obra, por lo tanto se realizó el siguiente procedimiento tomando 4 unidades como muestra:

- 1) Se determinó la masa de las cuatro unidades de mampostería (Ver Figura 66).



Figura 66. Toma de masa de los ladrillos

- 2) Como se tomaron dos muestras para fallarlas a compresión, se realizó el refrentado con azufre.(Ver Figura 67)



Figura 67. Refrentado de los ladrillos

- 3) Se ensayaron las dos unidades a compresión. (Ver Figura 68).



Figura 68. Ensayo de compresión de los ladrillos

- 4) Las dos muestras faltantes se colocaron en inmersión.
- 5) Se determinó nuevamente la masa de las unidades que estuvieron en inmersión.

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos:

Tabla 15. RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS A LOS LADRILLOS

CILINDRO	AREA NETA cm^2	Peso inicial(gr)	Peso final(gr)	Carga(kg)	Resistencia(Kg/cm^2)	% absorción
1	186.94	3447		26720	143.20	
2	189.54	3386		29930	157.9	
3	187.96	3420	3756			9.82
4	186.21	3408	3801			11.53

Según la NTC 4025 la resistencia mínima para unidades de mampostería con perforaciones verticales es de $150 Kg/cm^2$ lo cual quiere decir que el ladrillo 1 no cumple con resistencia, pero el promedio esta dentro lo especificado. La absorción cumple con la estándar para cada unidad, que es 14%. Por lo tanto se puede concluir que esta unidad es defectuosa por cumplir con absorción más no con resistencia.

6. FUNCIONES ADMINISTRATIVAS

Las funciones administrativas realizadas durante la pasantía en cuanto a lo administrativo fue calcular las cantidades de obra de mampostería para el pago de quincenas. La cuantificación se realizó conjuntamente con la otra pasante presente en la obra de la siguiente manera:

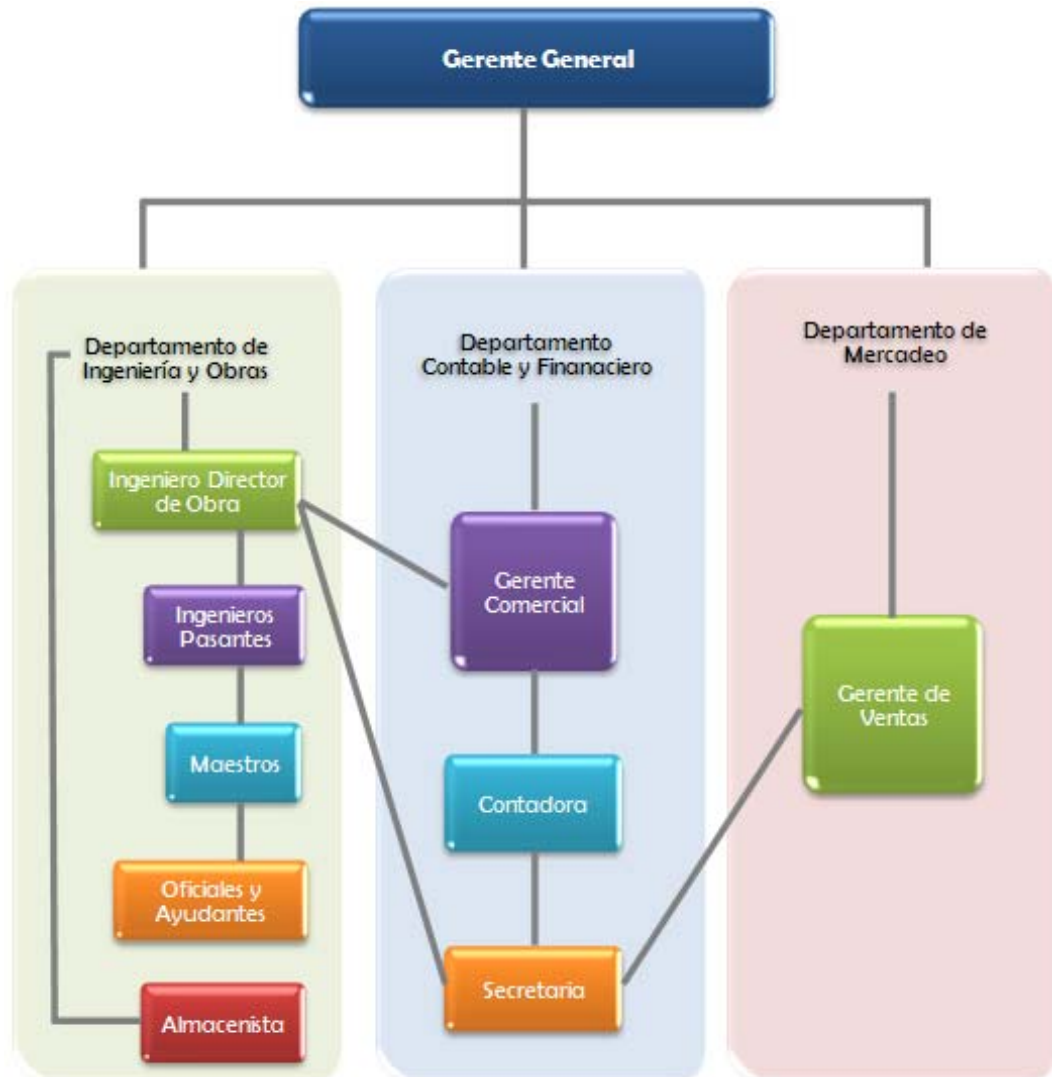
Se realizó el análisis de la obra ejecutada de mampostería midiendo los muros por metro cuadrado y metros lineales (se considera muro por metro lineal cuando su ancho es menor o igual a 50 cm), también se cuantificó el número de celdas y el número de dovelas presentes en un piso.

Para realizar el pago, el maestro debía cumplir con las siguientes condiciones de entrega, las cuales eran inspeccionadas por los pasantes:

- Entregar los muros totalmente construidos incluyendo su completa fundición.
- Entregar todos los muros rebitados.

Una vez hecho esto, se realizaba el pago teniendo en cuenta los ítems fijados por la constructora.

ORGANIGRAMA



DESCRIPCIÓN:

- **Gerente general:** Es el administrador del proyecto y junto con el Director de obra propenden por el fiel cumplimiento del proyecto tanto en lo estructural como en lo arquitectónico y realizan las consultas con los calculistas para cualquier modificación del proyecto.
- **Gerente comercial:** Es la persona encargada de solicitar cotizaciones y realizar las compras de los diferentes materiales y equipos a utilizar en la obra. Así mismo hacer los desembolsos quincenales para pago del personal tanto administrativo como de los contratistas.
- **Director de obra:** Es la persona que planea, dirige, organiza y controla y se encarga además de hacer cumplir las especificaciones técnicas de la construcción y discutir con los maestros de obra el cronograma de trabajo y la metodología de construcción de las diferentes actividades que implica el proyecto. Además convoca periódicamente y cuando sea necesario los comités de obra.
- **Ingenieros pasantes:** Son los ingenieros que prestan labores de control, supervisión y liquidación de los trabajos convirtiéndose en el punto de apoyo fundamental del Director de obra.
- **Gerente de ventas:** Es la persona encargada de las ventas, dar la información visual y comercial de la distribución arquitectónica y urbanística del proyecto y su valor correspondiente según la ubicación en la edificación.

- **Contadora:** Relaciona y efectúa los pagos del personal administrativo y de los contratistas, realiza la recepción y consignación producto de ventas y la rendición de cuentas a la gerencia comercial.
- **Secretaria:** Es la persona encargada de realizar las planillas, informes y la recepción y atención a clientes y contratistas.
- **Maestros de obra:** Son los encargados de proveer el personal apto para la ejecución de los diferentes trabajos del proyecto.
- **Oficiales y ayudantes de obra:** Realizan las diferentes instrucciones que dan los maestros de obra.
- **Almacenista:** Es la persona encargada de hacer la recepción de los materiales, herramientas y equipos que entran a la obra, su distribución e información oportuna de su existencia.

7. CONCLUSIONES

- Un concreto hecho en obra puede arrojar resistencias similares o hasta superiores a las de un concreto premezclado, siempre y cuando se rija al diseño estructural y que los materiales como los agregados, la arena y el cemento sean de buena calidad y cumplan con las propiedades y características mínimas para su elaboración. Además las etapas en su proceso de elaboración son de gran importancia para obtener un concreto de calidad como: la compactación, el vaciado, el transporte, la dosificación etc.
- El concreto premezclado es un concreto de alta calidad que cumple con la necesidades que exige el diseño de cada elemento estructural, sin embargo esto no es suficiente, se debe tener en cuenta las mismas etapas de manejabilidad del concreto hecho en obra que también inciden en el resultado final del mismo.
- El mortero de pega es una mezcla que debe ser bien elaborada con la dosificación adecuada para la mampostería, ya que todos los tipos de mampostería así sean aparentemente los mismos en su acabado, su construcción y sus características son diferentes. Además inciden los materiales que se utilizan para su elaboración ya que si éstos no son de buena calidad, la del mortero tampoco será óptima.
- Si no se tiene un cuidado y control en la calidad de los agregados tanto finos como gruesos, no se obtiene morteros y concretos óptimos.

- Es importante durante el proceso constructivo de una losa, hacer un buen replanteo según los planos, cumpliendo que los niveles que se tracen cumplan con la altura de piso y espesor de la losa con un debido chequeo para evitar errores. Si no se tienen en cuenta estos detalles fundamentales pueden verse reflejados en retrasos de la obra conllevando a costos adicionales.
- Según el sistema estructural, ésta mampostería tiene un papel fundamental que implica tener un mayor control en su proceso constructivo, no basta con realizar este control en los materiales que lo conforman como morteros, acero de refuerzo y unidades de mampostería.
- Cuando se realicen actas de liquidación se debe tener en cuenta las cantidades de obra que se han construido hasta el momento y tener un debido registro para evitar pagos errados y sobrecostos en la obra.

8. RECOMENDACIONES

- Debería la empresa tener el equipo del cono Slump para realizar controles más constantes sobre la cantidad de agua que se utiliza en el concreto hecho en obra.
- Se debería tomar más muestras a menudo sobre los materiales que llegan a la obra y así garantizar que se está utilizando la misma materia prima y que no ha variado su calidad.
- Se debería tomar muestras más a menudo por cada cochada que hagan sobre los concretos hechos en obra para garantizar que estos tienen la resistencia requerida.
- Se debería probar la resistencia que tiene el muro para conocer cuál es la que tiene realmente y si está cumpliendo con la requerida.
- Debería hacerse un prueba de resistencia sobre el mortero de pega para conocer si es de buena calidad y está cumpliendo con la resistencia mínima.
- Debería coordinarse más el trabajo entre los distintos contratistas para que no exista tantos inconvenientes y retrasos que generan sobrecostos

9. BIBLIOGRAFÍA

- RIVERA L. Gerardo A., “Concreto Simple”. Popayán (Colombia). Unicauca. 1992
- HERRERA Angélica M. , MADRID Germán ., “Manual de construcción de mampostería ”. Medellín (Colombia). ICPC. 2003
- “Normas Colombianas de diseño y construcción sismo-resistente NSR-98”. Capitulo D
- “Manual de productos SIKA”. 2007