

**PARTICIPACION EN RESIDENCIA DE OBRA Y EVALUACION DE
RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
DE LA URBANIZACION POTRERITOS DE LA HACIENDA
POPAYAN CAUCA**



JULIAN DARIO MUÑOZ BOLAÑOS

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2009**

**PARTICIPACION EN RESIDENCIA DE OBRA Y EVALUACION DE
RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA EN LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS
EN LA URBANIZACION POTRERITOS DE LA HACIENDA
POPAYAN CAUCA**



JULIAN DARIO MUÑOZ BOLAÑOS

Trabajo de Pasantía para optar al título de Ingeniero Civil

Supervisor

JAIME ANDRES CASTRO

Ingeniero Civil

Director de Pasantía

DIEGO FERNANDO MARTINEZ CABANILLAS

Ingeniero Civil

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN
POPAYÁN
2009**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado.

Firma del jurado

Firma del jurado

Popayán, 2 de Abril de 2009

CONTENIDO

	Pág.
1. INFORMACION DEL PROYECTO	13
2. INTRODUCCION	15
3. ANTECEDENTES	16
4. JUSTIFICACION	17
5. OBJETIVOS	18
5.1 OBJETIVO GENERAL	18
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	18
6. METODOLOGIA	19
7. PROCESO CONSTRUCTIVO Y RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA POR CAPITULOS DE CONSTRUCCION	24
7.1. PRELIMINARES	24
7.1.1 Instalaciones provisionales	24
7.1.1.1 Cerramiento	24
7.1.1.2 Campamento	25
7.1.2 Replanteo	27
7.1.2.1 Replanteo manual	28
7.2 DESAGUES E INSTALACIONES SUBTERRANEAS	29
7.2.1 Excavaciones	30
7.2.1.1 Excavación a mano, material homogéneo hasta 1 m	30
7.2.2 Cajas de inspección domiciliarias	31

7.2.2.1 Caja de inspección interna (0.5 x 0.5 m)	31
7.2.2.2 Caja de inspección externa (1 x 1 m)	32
7.2.3 Tubería PVC - desagües	34
7.2.3.1 Tubería PVC desagües D=4"	32
7.2.3.2 Tubería PVC desagües D=2" y D=3"	33
7.3 CIMENTACION	36
7.3.1 Excavación para cimientos	36
7.3.1.1 Excavación manual en tierra – cimientos	36
7.3.2 Cimientos en concreto	37
7.3.2.1 Viga de cimentación en concreto reforzado	37
7.3.3 Contrapiso	40
7.3.3.1 Piso primario e = 0.05 m	40
7.3.4 Acero cimiento	41
7.3.4.1 Acero 3/8", 1/4", 1/2" para cimentación	42
7.4 MUROS	44
7.4.1 Muros en mampostería confinada	44
7.4.1.1 Muros en ladrillo común	44
7.4.1.2 Muros en ladrillo común – fachada	47
7.5 ESTRUCTURA	48
7.5.1 Columnas de confinamiento	49
7.5.1.1 Columnas de confinamiento en concreto reforzado	49
7.5.2 Vigas de confinamiento	51
7.5.2.1 Vigas de confinamiento en concreto reforzado	52

7.5.3 Losa de entrepiso	54
7.5.3.1 Losa de entrepiso aligerada con casetón de esterilla en concreto reforzado	54
7.5.4 Escalera	59
7.5.4.1 Escalera en concreto reforzado	59
7.5.5 Acero – estructura	62
7.5.5.1 Acero 3/8", 1/4", 1/2" para estructura	62
7.6 CUBIERTA	64
7.6.1 Cubierta en placa de asbesto cemento y teja de barro sobre estructura de madera	64
7.7 CIELO RASO	66
7.7.1 Cielo raso en panel yeso	66
7.8 INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRAULICAS	68
7.8.1 Instalaciones sanitarias	68
7.8.1.1 Sanitario tipo corona	69
7.8.1.2 Lavamanos tipo corona	70
7.8.2 Instalaciones hidráulicas	72
7.8.2.1 Punto hidráulico Tubería PVC 1/2"	72
7.9 PAÑETES	74
7.9.1 Pañete muros e = 2 cm	74
7.10 ENCHAPES	76
7.10.1 Enchape cerámica 20 x 30 cm	77
7.11 PISOS	78
7.11.1 Pisos en cerámica 46 x 46 cm	81

7.12 PINTURAS	81
7.12.1 Pinturas muros y cielo raso	82
7.12.1.1 Estuco listo – estucor para muros interiores	82
7.12.1.2 Pintura tipo vinilo – muros y cielo raso	84
7.13 FACTORES DE AFECTACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS Y CONSUMOS DE MANO DE OBRA.	86
7.13.1 Economía general.	86
7.13.2 Aspectos Laborales.	87
7.13.3 Clima	88
7.13.4 Actividad	89
7.13.5 Equipamiento	90
7.13.6 Supervisión	90
7.13.7 Trabajador	91
8. RESULTADOS	93
9. CONCLUSIONES	96
10. RECOMENDACIONES	98
11. BIBLIOGRAFIA	99
12. ANEXOS	100

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Cuadro de áreas	13
Tabla 2. Formato para toma de datos en campo	20
Tabla 3. Actividades de construcción	21
Tabla 4. Características de las barras de refuerzo	43
Tabla 5. Dosificación de morteros para revoques	76
Tabla 6. Espesores de los revoques	76
Tabla 7. Factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano de obra	86
Tabla 8. Rendimientos de mano de obra por actividades de construcción	94

LISTA DE IMAGENES

	Pág.
Imagen 1. Cerramiento en Yute y Guadua	25
Imagen 2. Campamento en Guadua, Tabla y Placa de Asbesto Cemento	26
Imagen 3. Caballete Perimetral	28
Imagen 4. Localización – Ejes de Vivienda	28
Imagen 5. Excavación Zanjas Para Tubería de Desagües	30
Imagen 6. Cajas de Inspección Domiciliaria	31
Imagen 7. Formaleta de Tabla – Cajas de Inspección	31
Imagen 8. Tubería de Desagüe de 4”	33
Imagen 9. Ramificación – Tubería Hidrosanitaria	34
Imagen 10. Desagüe Segundo Piso	35
Imagen 11. Excavación para Viga de Cimentación	36
Imagen 12. Preparación del Concreto en Maquina	38
Imagen 13. Fundición-Viga de Cimentación	38
Imagen 14. Detalle de Formaleta para Viga de Cimentación Sección en L	39
Imagen 15. Fundición – Piso Primario	41
Imagen 16. Canastilla de Refuerzo sobre Solado de Arena	42
Imagen 17. Secciones de Altura de las Hiladas	46
Imagen 18. Construcción de Mampostería Confinada	46
Imagen 19. Muros de Fachada	48

Imagen 20. Fachada de la Vivienda	48
Imagen 21. Detalle de Confinamiento	50
Imagen 22. Tapas o Testeros de Madera	50
Imagen 23. Fundición de la Columna	50
Imagen 24. Formaleta - Vigas de Amarre	52
Imagen 25. Vaciado - Vigas de amarre	52
Imagen 26. Vigas de Amarre	53
Imagen 27. Puntales del Encofrado de la Losa	55
Imagen 28. Encofrado de la Losa	55
Imagen 29 Casetón de Esterilla	56
Imagen 30. Tapas o Testeros de la Losa	56
Imagen 31. Tubería Hidrosanitaria y Eléctrica dentro de la Losa	56
Imagen 32. Preparación y Transporte del Concreto para la Losa	57
Imagen 33. Vibrado del Concreto de la Losa	57
Imagen 34. Losa Terminada	58
Imagen 35 Encofrado - Escalera	61
Imagen 36. Fundición- Escalera	61
Imagen 37. Refuerzo – Columna	63
Imagen 38. Refuerzo –Vigas de Amarre	63
Imagen 39. Refuerzo –Losa de entrepiso	63
Imagen 40. Refuerzo – escalera	63
Imagen 41. Teja de Asbesto Cemento	65
Imagen 42. Colocación de teja A.C	65

Imagen 43. Teja de Barro	65
Imagen 44. Colocación de la teja de barro	65
Imagen 45. Instalación del Panel Yeso	67
Imagen 46. Panel yeso en estructura de madera	67
Imagen 47. Sanitario Tipo Corona	69
Imagen 48. Lavamanos Tipo Corona	71
Imagen 49. Regatas – Punto Hidráulico	73
Imagen 50. Abasto y Desagüe- Lavamanos	73
Imagen 51. Lanzamiento del Mortero entre las Fajas	75
Imagen 52. Tallado del Mortero	75
Imagen 53. Enchapado en Cerámica	77
Imagen 54. Enchape de Baño	77
Imagen 55. Hilada Guía	80
Imagen 56. Pegado de Cerámica	80
Imagen 57. Piso Terminado	80
Imagen 58. Estucado de Muros	83
Imagen 59. Pintura sobre Muros	85

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Método 3-4-5 Para Ángulos Rectos en el Caballete Perimetral	27
Figura 2. Trazado de la Escalera en el Muro	60
Figura 3. Determinacion del Nivel de Referencia (Nivel de Piso)	79

1. INFORMACION DEL PROYECTO

El conjunto cerrado Potreritos de la Hacienda se encuentra ubicado en la carrera 7ª N° 31N-19 (Licencia de construcción N° 3014 del 27 de Agosto del 2007, curaduría Urbana Numero Uno), consta de 53 casas de dos pisos, amplias zonas verdes, piscina, salón comunal, juegos infantiles, parqueadero para visitantes y portería con citófono para cada casa. Dichas casas constan de las siguientes áreas construidas:

Tabla 1. Cuadro de Áreas

AREAS COMUNES	
Andenes Peatonales	671 M2
Vías Vehiculares	2121,10 M2
Parqueos Visitantes	132 M2
Franja Aislamiento Rio	3678,30 M2
Total	6602.4 M2
AREA COMUNAL	
	Zona Verde Comunal
	Canchas Deportivas 308 M2
	Área Piscina 87 M2
	Zona Juegos Niños 80 M2
	Área Verde - Parque 1615.10 M2
Salón Comunal	54.30 M2
Unidad Técnica de Basuras	6.4 M2
Área Portería	7.8 M2
Total	2158.6 M2
AREAS PRIVADAS	
Área Loteo Vivienda: 53 Lotes -128 M2	6784 M2
Área del lote del proyecto	15545 M2

Primer piso: Sala comedor con chimenea, cocina integral, patio jardín, patio de ropas, alcoba del servicio, baño y garaje.

Segundo piso: Tres alcobas; la principal con baño y closet, las otras dos con closet y baño social.

Para su diseño se utilizaron las normas sismo resistente colombianas NSR-98; las viviendas se encuentran sostenidas en una cimentación de viga corrida tipo T invertida con un peralte de 0.55 m y tipo L con peralte de 30 cm, altura de 30 cm y varillas longitudinales de $\frac{1}{2}$ " y $\frac{3}{4}$ ".

El sistema estructural está construido por el método de mampostería confinada con muros reforzados, ladrillo común de resistencia $f_y = 12$ MPa, losa aligerada con casetón de esterilla y cielo raso de panel yeso.

La estructura de cubierta diseñada con teleros de madera, hojas de asbesto-cemento y teja de barro.

Los acabados de las viviendas son: Estuco, pintura viniltex, pisos de cerámica, puertas en madera, ventanearía en aluminio, cocina integral y aparatos sanitarios tipo corona.

El sistema de tuberías de agua potable, eléctrica, de gas y sanitaria fue situada dentro de las respectivas instalaciones según planos aprobados.

2. INTRODUCCION

La participación directa en la construcción de viviendas, desempeñando la función como residente de obra y la obtención de rendimientos de mano de obra, permitió poner en práctica el conocimiento adquirido en la formación como Ingeniero Civil de la Universidad del Cauca; así como la adquisición de experiencias fundadas en trabajos reales de construcción.

En el desarrollo del trabajo de pasantía se tuvo la oportunidad de observar, analizar y solucionar los diferentes inconvenientes o dificultades que se presentaron en la construcción, garantizando así la calidad de cada uno de los procesos que en ella se desarrollan; forjando de esta manera una integridad entre el proyecto y su adelanto en el campo, así como también proporcionando confiabilidad en la calidad de los procesos.

Igualmente, como participante en las actividades de construcción de viviendas, se evaluó la cantidad de mano de obra que se requiere para cada proceso en la construcción, ya que esta representa un significativo porcentaje del costo de un proyecto, lo que muestra la importancia de racionalizar su utilización; además representa un factor determinante para la planeación, programación y control de una obra.

En el proyecto de vivienda "Potreritos de la Hacienda", ejecutado por LA SOCIEDAD ANGLO ANGULO C.I.A S.C.A, el pasante tuvo la oportunidad de realizar este trabajo confrontando situaciones reales de construcción de viviendas, y obteniendo información para el cálculo de rendimientos reales de mano de obra ayudando así en la formación profesional y laboral que muy seguramente tendrá que enfrentar.

3. ANTECEDENTES

3.1 MARCO TEÓRICO

Un proyecto de vivienda como la Urbanización Potreritos de la Hacienda, requiere la función y responsabilidad del ingeniero residente, siendo el representante de ingeniería en el campo de la naturaleza de la obra, así como también es de gran importancia que el residente obtenga información sobre el manejo y el rendimiento de mano de obra para cada actividad de construcción.

El residente de obra es el encargado de dirigir la ejecución de la obra, conforme a los planos y especificaciones técnicas establecidas en el proyecto y velar por el mejor rendimiento del personal, ya que este como componente de los procesos constructivos, aparece como una de las variables que afectan la productividad.

Los conceptos de rendimiento y consumo de mano de obra se prestan a confusiones por eso es necesario precisar el significado de estos dos términos:

Rendimiento de mano de obra: es la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla por unidad de recurso humano expresada como unidad de medida por hora hombre (Und/hH)

Consumo de mano obra: es la cantidad de recurso humano en horas-hombre, que se emplea por una cuadrilla para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hora-hombre por unidad de medida (hH/und).

4. JUSTIFICACION

Es primordial para un profesional adquirir experiencia y aplicar los conocimientos obtenidos en la formación universitaria en el desarrollo de actividades de construcción, es por esto que la pasantía brinda la oportunidad de participar en el campo laboral al que tendrá que enfrentar, ayudando al mejoramiento de la calidad profesional del estudiante, así como también en la capacidad de gestión y administración de la comunidad, fortaleciendo las bases formadas en la Universidad.

Es así como el desarrollo de la pasantía en la Urbanización Potreritos de la Hacienda se orientó en desempeñar el trabajo de residente de obra el cual involucra el control y calidad de los procesos constructivos de acuerdo con las especificaciones técnicas y la obtención de rendimientos de mano de obra en las etapas de construcción, ya que estas actividades son de gran importancia para la planeación y ejecución de un proyecto.

Teniendo en cuenta que la falta de información sobre rendimientos de mano de obra para la ejecución de proyectos, es necesario realizar una evaluación que pueda generar datos confiables mediante la medición del desempeño del recurso humano, requisito indispensable para mejorar la productividad y competitividad de la industria de la construcción.

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Participar activamente en las actividades de residencia de obra y evaluar el rendimiento de mano de obra en la construcción de viviendas de la Urbanización “Potreritos de la Hacienda”

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el seguimiento a las actividades de obra, controles y manejos de los procesos constructivos en cada una de las etapas de construcción de vivienda.
- Obtener los rendimientos reales de mano de obra de cada una de las actividades de construcción, mediante la medición y toma de datos paralelamente al avance de la obra.
- Identificar los factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano de obra.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en la formación como ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil con los procesos realizados en la obra.
- Velar por el cumplimiento de las especificaciones técnicas de construcción realizando los diferentes controles de calidad.

6. METODOLOGIA

El desarrollo de la pasantía se ejecutó en la segunda y tercera etapa del proyecto, la segunda etapa consta de 16 viviendas en obra negra a las cuales se les hace el seguimiento a cubierta, repellos y acabados en general. En la tercera etapa se construyeron 19 casas a las que se les hizo seguimiento a las actividades de replanteo, excavación, cimentación y estructura.

Se realizó la recopilación de información mediante la búsqueda de documentos sobre el tema. Las fuentes de información primaria se suministraron por medio de observación y consultas al personal de la obra.

El estudio de rendimientos de mano de obra se realizó mediante comparación con tablas de rendimientos de obras similares (*Ver anexo B*), haciendo el registro de los datos que se lleva paralelamente al avance de la obra, definiendo en cada actividad las unidades de medida y analizando el proceso desde su inicio hasta el final; considerando los tiempos efectivos de la actividad y el cálculo de actividad ejecutada, basados en planos y datos de campo.

Se utilizaron formatos para el registro de los datos en los cuales queda consignado, la actividad, la unidad, cuadrilla, tiempo empleado por la cuadrilla, cantidad ejecutada y rendimiento. (*Ver tabla 2.*)

El procesamiento de los datos se elaboró en tablas, calculando los rendimientos promedio de tomas realizado y así evaluar el rendimiento de la cuadrilla.

El rendimiento es calculado de la siguiente manera:

$$\text{Rendimiento Normal} = \frac{\text{Cantidad de Unidad Ejecutada}}{\text{N}^\circ \text{ Personas que la la Desarrollan} * \text{Tiempo Empleado(Horas)}}$$

$$\text{Rendimiento de una Acometida} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de ML Instalados}}{\text{N}^\circ \text{ Personas que la la Desarrollan} * \text{Tiempo Empleado(Horas)}}$$

$$\text{Rendimiento de Punto} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Puntos}}{\text{N}^\circ \text{ Personas que la la Desarrollan} * \text{Tiempo Empleado(Horas)}}$$

$$\text{Rendimiento Total} = \frac{\text{Cantidad de Unidad Desarrollada}}{\text{N}^\circ \text{ Personas que la la Desarrollan} * \text{Tiempo Total Empleado(Horas)}}$$

La presentación del informe del avance de la obra contiene:

- Introducción al capítulo
- Descripción del subcapítulo registrando las especificaciones y recomendaciones de las actividades de construcción.
- Resumen del proceso constructivo realizado en obra e ilustración de las actividades con fotografías, que se tiene en cuenta para determinar los rendimientos de mano de obra en unidad de actividad por hora hombre.

Tabla 3. Actividades de Construcción.

COD	CAPITULO	COD	SUBCAPITULO	UNIDAD
			ACTIVIDAD	
1	PRELIMINARES			
		1.1	INSTALACIONES PROVISIONALES	
		1.1.1	Cerramiento en yute	ML
		1.1.2	Campamento	M2
		1.2	REPLANTEO	
		1.2.1	Replanteo manual	M2

COD	CAPITULO	COD	SUBCAPITULO	UNIDAD
			ACTIVIDAD	
2	DESAGUES E INSTALACIONES SUBTERRANEAS			
		2.1	EXCAVACIONES	
		2.1.1	Excavación a mano- material homogéneo hasta 1m	M3
		2.2	CAJAS DE INSPECCION	
		2.2.1	Caja de inspección interna (0.5 x 0.5 m)	UND
		2.2.2	Caja de inspección externa (1x1m)	UND
		2.3	TUBERÍA PARA DESAGÜES	
		2.3.1	Inst. Tubería 4"	ML
		2.3.2	Inst. Tubería de 2" y 3"	ML
3	CIMENTACION			
		3.1	EXCAVACION-CIMENTACION	
		3.1.2	Excavación a mano material homogéneo	M3
		3.2	CIMENTOS EN CONCRETOS	
		3.2.1	Viga de cimentación en concreto reforzado	M3
		3.2.2	Piso primario e = 0.05 m	M3
		3.3	ACERO-CIMENTACION	
		3.3.1	Acero cimientto #2, #3 y #4	Kg
4	MUROS			
		4.1	MUROS EN MAMPOSTERIA CONFINADA	
		4.1.1	Muros ladrillo común	M2
		4.1.2	Muros en ladrillo común - fachada	M2
5	ESTRUCTURA			
		5.1	COLUMNAS DE CONFINAMIENTO	
		5.1.1	Columnas de confinamiento en concreto reforzado	M3
		5.2	VIGAS DE CONFINAMIENTO	
		5.2.1	Vigas de confinamiento en concreto reforzado	M3
		5.3	LOSA DE ENTREPISO	
		5.3.1	Losa de entrepiso aligerada en concreto reforzado	M2
		5.4	ESCALERAS	
		5.4.1	Escaleras en concreto reforzado	M3
		5.5	ACERO-ESTRUCTURA	
		5.5.1	Acero- estructura #2, #3 y #4	Kg
6	CUBIERTA			
		6.1	CUBIERTA EN TEJA DE A.C Y TEJA DE BARRO	
		6.1.1	Cubierta en A.C y teja de barro sobre estructura de madera	M2
7	CIELO RASO			
		7.1	CIELO RASO EN PANEL YESO	
		7.1.1	Panel yeso sobre estructura de madera	M2

COD	CAPITULO	COD	SUBCAPITULO	UNIDAD
			ACTIVIDAD	
8	INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRAULICAS			
		8.1	INSTALACIONES SANITARIAS	
		8.1.1	Sanitario tipo corona	PTO
		8.1.2	Lavamanos tipo corona	PTO
		8.2	INSTALACIONES HIDRAULICAS	
		8.2.1	Acometida hidráulica PVC ½"	ML
9	PAÑETES			
		9.1	PAÑETE	
		9.1.1	Pañete muros interiores e = 2 cm	M2
10	ENCHAPES			
		10.1	ENCHAPES EN CERAMICA	
		10.1.1	Enchapes en cerámica 20x30 cm	M2
11	PISOS			
		11.1	PISOS	
		11.1.1	Pisos en cerámica 46 x 46 cm	M2
12	PINTURAS			
		12.1	PINTURAS MUROS Y CIELO RASO	
		12.1.1	Estuco listo – estucor para muros interiores	M2
		12.1.2	Pintura tipo vinilo - muros y cielo raso	M2

7. PROCESO CONSTRUCTIVO Y RENDIMIENTOS DE MANO DE OBRA POR CAPITULOS DE CONSTRUCCION

Se presenta la descripción del proceso constructivo, así como los rendimientos de de mano de obra, factores de afectación y recomendaciones que se deben tener en cuenta en las actividades de construcción.

7.1 PRELIMINARES

Son las actividades con las cuales se inicia el proceso de construcción de la vivienda, y tienen como fin preparar el terreno donde se va a levantar la edificación, y además trasladar al terreno la ubicación o localización exacta de la futura construcción.¹

7.1.1 Instalaciones Provisionales

Son las construcciones necesarias para instalar infraestructura que permita albergar a trabajadores, insumos, maquinaria, equipos, etc.

La ubicación del campamento y otras instalaciones será propuesta por el contratista y aprobada por la supervisión, previa verificación que dicha ubicación cumpla con los requerimientos del Plan de Manejo Ambiental, de salubridad, abastecimiento de agua, tratamiento de residuos y desagües.

7.1.1.1 Cerramiento (ML)

Este cerramiento se hace para limitar el área de construcción por etapas. Para esta actividad se utilizaron materiales como:

- Tacos de guadua.
- Clavos.
- Alambre de Púas.

¹ SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Guía de estudio Preliminares. SENA 2007.p.20. Disponible en internet <http://www.arquitectuba.com.ar>

- Baretas.
- Yute.

Se comenzó con la excavación de los huecos de 50 cm de profundidad, en los que se enterraron los tacos de guadua de 2.5 m de altura y separados cada 2.5 m, se colocaron 4 hiladas de alambre cada 40 cm. Luego se templó el yute y se clavó con baretas sobre los tacos de guadua. (Ver imagen 1)



Imagen 1. Cerramiento en yute y guadua

La cuadrilla se compone de 2 ayudantes para un rendimiento de 1,25 ml/hH.

Las malas condiciones del suelo ocasionadas por la lluvia y las altas temperaturas son factores negativos en el rendimiento de esta actividad; estos factores afectan el ritmo de trabajo de la cuadrilla ocasionando una baja productividad.

7.1.1.2 Campamento (M²)

Es la construcción donde se ubica el personal administrativo y el almacén, este se localiza en un sitio estratégico que facilite el control de entrada y salida de materiales, herramienta menor y equipo.

Los materiales utilizados para la construcción del campamento son:

- Tabla
- Guadua
- Hojas de asbesto cemento
- Correas de madera y alambre

Se construyó el almacén del campamento con guadua, según las disposiciones del proyecto, luego se clavan tablas para cerrar la estructura de guadua y comenzar con la colocación de las correas de madera para la instalación de la cubierta de asbesto cemento. (Ver imagen 2)



Imagen 2. Campamento en guadua, tabla y teja de A.C

Una cuadrilla de 2 oficiales y 8 ayudantes fue empleada para este tipo de campamento con un rendimiento de 0,76 m²/hH

Se hizo la observación en la construcción de este tipo de campamento y se verificó que este tuviera las condiciones para el almacenamiento y el control de entrada y salida del material.

El rendimiento para este tipo de campamento es mayor comparado con valores de tablas similares debido a factores como: Suministro oportuno de material y herramienta y la supervisión del personal capacitado como maestros de obra.

7.1.2 Replanteo

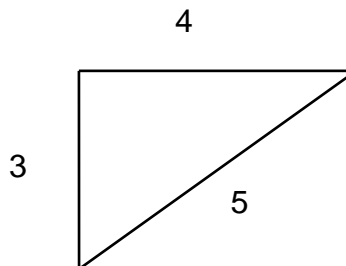
Es el primer paso para la ejecución de una construcción. Consiste en ubicar y marcar sobre el terreno la edificación, teniendo en cuenta los planos existentes, para trazar exactamente la futura construcción.

Antes de iniciar cualquier construcción urbana hay que solicitar a la oficina de Planeación municipal de la localidad, la línea de paramento o demarcación y los puntos de nivel.

Luego se procede a adecuar el terreno, que consiste en dejarlo a nivel de acuerdo a las exigencias de la obra. Para esto se utiliza el nivel de manguera, la cual debe ser preferiblemente plástica y transparente con un diámetro de 3/8" a 1/2" y longitud aproximada de 10 a 15 metros.

En el replanteo, para trazar ángulos rectos ó escuadra se utiliza el método 3-4-5, con múltiplos o submúltiplos de ellos. (Ver Figura 1)²

Figura 1. Método 3-4-5. Ángulos rectos



Se utilizaron materiales como:

- Guadua
- Metro
- Martillo
- Puntillas
- Hilo

² SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Guía de estudio Preliminares. SENA 2007.p.20. Disponible en internet <http://www.arquitectuba.com.ar>

7.1.2.1 Replanteo Manual (M²)

Con el plano de ejes cimientos y desagües se determinaron las medidas a ejes de las viviendas, la casa tiene de frente 8 m y 16 m de fondo. Se determinó la línea de paramento de la construcción colocando un hilo a lo largo del lote, esta línea se colocó teniendo como referencia las casas paralelas e estas, y se procede a colocar hiladeros de guadua a lo largo y ancho del lote para formar el caballete perimetral. (Ver imagen 3)



Imagen 3. Caballete perimetral

Se hizo la demarcación de los ejes de cada casa, midiendo y marcando con puntillas y pintura sobre el caballete la distancia entre los ejes conforme esta en los planos, hasta determinar el ancho y largo de la vivienda. (Ver imagen 4)

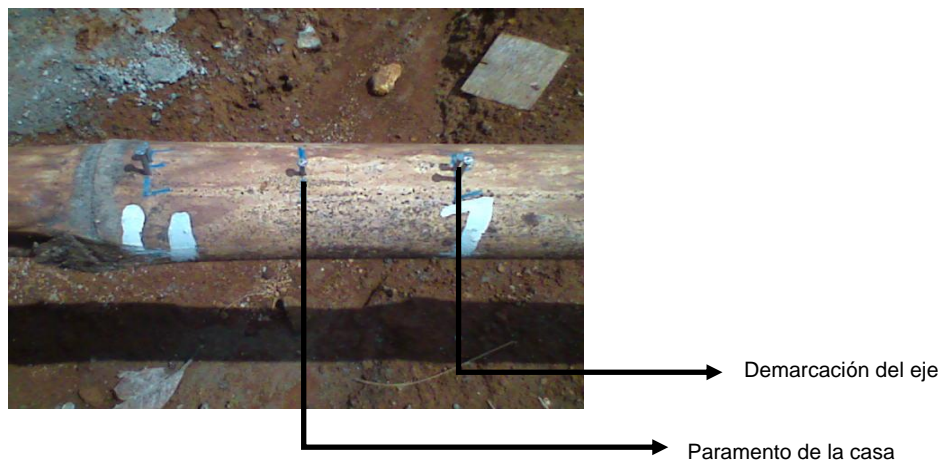


Imagen 4. Localización - Ejes de la Vivienda

Para trazar los ángulos rectos en el proceso de replanteo se utilizó el método 3-4-5.

Se empleó una cuadrilla de un oficial y un ayudante con un rendimiento para 2432 m² de 18,15 m²/hH.

Se hizo la verificación de las distancias entre ejes marcadas en los hiladeros de guadua según el plano de ejes cimientos. Como también se hizo el chequeo de la línea de paramento.

El rendimiento calculado para el replanteo manual es mayor comparado con el valor de la tabla utilizada (9,33 m²/hH), esto, debido a que se hizo con personal capacitado (Maestro de obra) y con habilidad por la tipicidad de la actividad.

7.2 DESAGUES E INSTALACIONES SUBTERRANEAS

Se llaman canalizaciones o desagües de una construcción a la red de conductos que enlazando los bajantes de aguas lluvias o pluviales, y aguas negras o residuales, las conducen al exterior de la edificación, a los alcantarillados o colectores públicos.

En general, para estos 2 tipos de aguas, la tubería de desagüe puede ser de arcilla, concreto simple, concreto reforzado, P.V.C, etc., con un diámetro no inferior a 4 pulgadas y una pendiente de 1%-5% dependiendo entre otros factores de la distancia que tienen que salvar.³

Clasificación de las aguas.

- **Residuales domésticas:** Proviene de cocinas, lavaderos, sanitarios, duchas, sifones, lavamanos y demás aparatos sanitarios instalados.
- **Aguas lluvias:** Proceden de las precipitaciones y son recogidas por las cubiertas para su posterior uso y en las profundidades por drenajes o filtros.

³ SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Guía de estudio Cimentaciones y desagües. SENA 2007.p.16. Disponible en internet en <http://www.arquitectuba.com.ar>

7.2.1 Excavaciones

Es la excavación de las zanjas para la instalación de la red de desagües subterránea de las viviendas.

7.2.1.1 Excavación a mano, material homogéneo hasta 1 m (M³)

Con ayuda de guadas ubicadas en el alineamiento de la red de desagües, conducida hasta el centro de la respectiva caja de inspección, se templaron hilos para mantener el desnivel, y con pica y pala se comenzó la excavación. Se excavó a lo largo de la línea de tubería que corresponde aproximadamente a 9 ml por 0.6 m de ancho, y una profundidad que varía entre 0.8 y 1m para mantener el pendiente; además se excavó del volumen de las cajas de inspección que fueron 3 cajas internas de 0.5m x 0.5m x 0.8m y 1 caja externa de 1m x 1m x 1m. (Ver imagen 5).



Imagen 5. Excavación de zanjas para tubería de desagües

La cuadrilla de trabajo fue de 2 ayudantes con un rendimiento de 0,33 m³/hH.

Se hizo el control de la alineación, ancho de la zanja y se verificó que se proporcionara el pendiente necesario para la tubería de desagüe.

Se identificaron factores que afectan negativamente el rendimiento de mano de obra de esta actividad como: las condiciones del suelo debido a la lluvia y las temperaturas altas que influyen en el ritmo (desgaste) de trabajo de los obreros.

Al comparar el valor del rendimiento con el valor de la tabla utilizada (0,27 m³/hH), se encuentra que es mayor, debido a factores positivos como el buen desempeño de la cuadrilla.

7.2.2 Cajas de Inspección Domiciliarias.

Se refiere a la construcción de las cajas domiciliarias internas y externas subterráneas de las viviendas, que son las que recolectan las aguas lluvias y las aguas residuales domesticas.

7.2.2.1 Caja de Inspección Interna (0.5 X 0.5 m) (UN)

Se utilizaron tres cajas domiciliarias internas separadas cada 2m y conectadas por tuberías de PVC de 4" que se construyeron para recoger las aguas residuales y aguas lluvias provenientes de la vivienda, a las cuales se les hizo la ubicación y excavación cercana a los puntos de los bajantes. (Ver imagen 6).

Se fundieron con una mezcla de mixto y cemento de proporciones 1:5 y formaletas de madera de 0.5 x 0.5 m, con espesor de 0.1 m. (Ver imagen 7). El mortero se compacto con bastidor de madera, el cual no garantiza una buena compactación.

La cuadrilla para la construcción de las cajas domiciliarias internas es de un oficial y un ayudante, a la cual se le determinó un rendimiento de 0,47 Un/hH.



Imagen 6. Cajas de inspección domiciliaria.



Imagen 7. Formaleta de tabla para cajas de inspección.

7.2.2.2 Caja de Inspección Externa (1 x 1m) (UN)

Es 1 caja de inspección externa que recolecta las aguas lluvias y las agua residuales de la vivienda. Esta caja se funde al exterior de la vivienda en mortero 1:5, empleando formaleta de madera de 1 x1 m. El procedimiento de construcción de esta caja es el mismo que se utilizó para las cajas internas

Con una cuadrilla de un oficial y un ayudante, se determinó que el rendimiento para la fundición de la caja domiciliaria de 1 x 1m es de 0,28 Un/hH.

En la construcción de las cajas de inspección domiciliarias se hicieron chequeos de espesores, profundidad, localización y pendiente entre las cajas.

Las dimensiones de algunas excavaciones para estas cajas se hicieron diferentes, lo que influyó negativamente en el rendimiento ya que se tuvo que corregir las excavaciones y luego seguir con la fundición de las cajas.

Los valores de los rendimientos de mano de obra para las cajas de inspección son mayores que los de la tabla utilizada para su comparación (0,33 Und/hH y 0,26 Und/hH), debido a factores como tipicidad o repetitividad en la actividad.

7.2.3 Tubería PVC - Desagües

Hace referencia a la instalación y pega de la tubería de PVC con los respectivos accesorios y su conexión con la tubería de alcantarillado que conduce las aguas lluvias y aguas negras a las cámaras.

7.2.3.1 Tubería desagües PVC D = 4" (ML)

Es la tubería principal subterránea que atraviesa la vivienda en forma longitudinal, se instaló la tubería de aguas lluvias paralela a la tubería de aguas residuales domesticas, aproximadamente 20 ml; las cuales conducen las aguas residuales domesticas y aguas lluvias a la caja de inspección externa. (Ver Imagen 8).



Imagen 8. Tubería de desagüe de 4"

El rendimiento de la cuadrilla de 1 oficial y 1 ayudante para la instalación de la tubería es de 5,03 ml/hH.

Los controles que se realizaron en la instalación de la tubería para desagües son: el chequeo del diámetro (min 4"), tipo de tubería conforme estaba en los planos, pendiente y se vigiló que los rellenos se hagan sin estropear la tubería.

El rendimiento es afectado negativamente por la falta de capacitación y habilidad de los obreros a la hora de pegar los accesorios. Sin embargo el valor de este rendimiento es mayor comparado con el valor de la tabla utilizada (2,4 ml/hH), debido a factores positivos como el suministro oportuno de material y a que la cuadrilla utilizada fue mayor.

7.2.3.2 Tubería desagües PVC D=2" y D=3" (ML)

Las viviendas cuentan con 15 puntos de 2" y 1 punto de 3" que corresponden a: lavaplatos, lavadero, lavadora, lavamanos, sifón de ducha, sifón de piso de baño y sifón de jardín.

Se Interpretaron los planos por donde van a quedar los desagües y las ramificaciones que recogen las aguas provenientes de los diferentes servicios, como sanitarios, baños, lavamanos y cocina.

Se colocó estacas determinando los puntos por donde van a pasar los desagües; se clavó una puntilla y se extiende un hilo para que marque la línea eje de corte.

Después se inició la excavación con una profundidad de 50 cm. y un ancho de 30 cm. teniendo en cuenta de dejar una pendiente mínima de 2% para la tubería de desagüe.

Se clasificó la tubería y accesorios según indicaciones de los planos, se observa que tipo de accesorio se utiliza, si es un sifón, un codo, una "ye", el diámetro de la tubería, el tipo de desagüe, la pendiente y la forma de colocar los accesorios. Los puntos de lavaplatos, lavadero, lavadora y sifones de 2".

El conjunto se armó como va ha quedar y se pega con soldadura de PVC, se rellenó la zanja con tierra y se apisonó suavemente para no estropear la tubería hasta nivel del piso. (Ver imagen 9)

Los puntos que hacen parte del segundo piso fueron instalados dentro de la losa de entrepiso. (Ver imagen 10)



Imagen 9. Ramificación de tubería hidrosanitaria



Imagen 10. Desagües segundo piso

La cuadrilla empleada es de 1:1 con un rendimiento de 1,06 ml/hH.

Se chequearon diámetros, tipo de tuberías, pendiente y forma de colocar los accesorios conforme están en los planos.

Se chequea que la instalación de la tubería en el segundo piso esté en los lugares indicados en los diseños

Excavaciones mal terminadas afectan negativamente el rendimiento, así como también la falta de capacitación y conocimiento por parte de los obreros a la hora de pegar los accesorios de la tubería.

Al hacer la comparación con el valor de la tabla utilizada (2,98 ml/hH), se determina que este valor es menor debido a los factores negativos como los mencionados.

7.3 CIMENTACIÓN

Esta etapa comprende actividades fundamentales para la construcción de las viviendas como son: Excavación para cimientos, cimientos de concreto, y acero de refuerzo.

7.3.1 Excavación para cimientos

Son las zanjas que se realizan para fundir la malla de cimentación. Del fondo de las zanjas se debe retirar el material suelto y se debe colocar un mortero pobre de limpieza de unos 40 mm de espesor. ⁴

7.3.1.1 Excavación manual en tierra - Cimiento (M³)

El suelo en el que se realizó la excavación para la viga de cimentación es un limo arcilloso de color rojizo y de una consistencia dura. La profundidad de la excavación es de 0.5 m en el jardín y 0.3 m para el resto de la casa. *(Ver imagen 11)*



Imagen 11. Excavación para la viga de cimentación

⁴ NORMAS COLOMBIANAS DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR 98. Casas de 1 y 2 pisos. Santa fe de Bogotá D.C.: 1998. Título E. p E15.

Cuatro ayudantes realizaron la excavación de las zanjas para la cimentación con un rendimiento de 0,46 m³/hH.

A la excavación se le hizo controles de nivelación, alineamientos, ancho de la zanja y profundidad conforme estaban especificados en los diseños.

Las condiciones del suelo debido a la lluvia, las temperaturas altas que afectan el ritmo de trabajo son factores que influyen negativamente en el rendimiento de la excavación.

Este rendimiento es menor que el de la tabla utilizada (0,55 m³/hH), debido a los factores negativos mencionados y a la diferencia en las cuadrillas.

7.3.2 Cimientos en Concreto

La cimentación generalmente bajo tierra, es la parte de la estructura de un edificio que sirve para soportar toda la construcción y repartir las cargas de su peso sobre un terreno, a fin de que no se hunda.

Los muros de la casa se levantan sobre las vigas de cimentación, las cuales delimitan el área de las viviendas. La viga de cimentación se funde en concreto reforzado con una resistencia no menor de 17.5 MPa, La altura de la viga en ningún caso será inferior a 20 cm. la cual debe ser capaz de resistir las discontinuidades que se presentan en los vanos de las puertas y ventanas, suponiendo una reacción uniforme del suelo en el cimiento.⁵

7.3.2.1 Viga de Cimentación en Concreto Reforzado (M³)

Una vez puesto el refuerzo para la viga de cimentación se amarró el acero de las columnas; Para la fundición de la viga de cimentación tipo L y T invertida se prosiguió de la siguiente manera: Primero se fundió la sección inferior de las zapata utilizando el suelo como formaleta; se colocó formaleta de madera para la fundición de la sección superior y se comenzó con el vaciado del concreto, que es mezclado en obra utilizando mezcladora de 1 saco y cajones metálicos de

⁵ NORMAS COLOMBIANAS DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR 98. Casas de 1 y 2 pisos. Santa fe de Bogotá D.C.: 1998. Título E. p E11.

dimensiones de 0.33 x 0.33 x 0.33 m. Las proporciones utilizadas para la mezcla del concreto son de 1 saco de cemento, 3 cajones de arena y 3 cajones de agregado grueso (triturado). (Ver imagen 12)



Imagen 12. Preparación del concreto en mezcladora

El concreto fue transportado en boogües hasta el sitio donde se extendió. Durante el vaciado se chuzó con un palo lo que no garantiza una adecuada compactación del concreto. (Ver imagen 13 y 14)



Imagen 13. Fundición - Viga de Cimentación



Imagen 14. Detalle de formaleta – viga de cimentación sección en L

Se empleó una cuadrilla de 2 oficiales y 4 ayudantes con un rendimiento de 0,14 m³/hH.

Se verificó la dosificación de los materiales para el concreto, la cual se hizo la observación al ingeniero supervisor sobre la duda de la resistencia alcanzada debido a las proporciones utilizadas para este concreto.

El ingeniero supervisor ordeno hacer 3 cilindros de concreto los cuales se ensayaron para determinar la resistencia. Los resultados fueron satisfactorios ya que la resistencia alcanzada estuvo alrededor de los 21 MPa mayor a la resistencia mínima requerida para la viga de cimentación de 17.5 MPa (NSR 98, TITULO E)

El rendimiento se ve afectado negativamente por las condiciones del suelo debido a la lluvia y por el ritmo de trabajo continuado que agota naturalmente a los obreros. También es afectado positivamente por el sistema de subcontratación a destajo que se manejaba en esta obra.

El valor del rendimiento para la viga de cimentación es muy cercano al de la tabla utilizada (0,09 m³/hH), lo que significa poca variabilidad y valores normales en los resultados.

7.3.3 Contrapisos

Cualquiera que sea el sistema de cimentación que se adopte, se debe garantizar que actué como un diafragma, el piso primario que configura el acabado de piso debe consistir en un mortero hecho con arena gruesa o concreto fabricado con agregado fino, de espesor no inferior a 3 cm.⁶

El título E de la norma NSR 98 especifica que la loseta de contrapiso se debe vaciar contra los muros estructurales, sobre un relleno compactado de material seleccionado.

7.3.3.1 Piso primario en concreto, $e = 0.05 \text{ m}$ (M^3)

Se realizó la nivelación del suelo y se relleno con material de recebo hasta 5 cm por debajo de la parte superior de la viga de cimentación, se hizo la instalación de la tubería de cableado para electricidad acorde a los planos eléctricos del proyecto.

Se preparó la mezcla para el piso primario utilizando mezcladora de 1 saco y cajones de 0.33 x 0.33 x 0.33 m, con proporciones para la mezcla de 1 saco de cemento, 5 cajones de arena y 2 cajones de agregado grueso (triturado). Se procedió al transporte en boogües y el vaciado en el área de cimentación. (*Ver imagen 15*)

La mezcla para el primario se depositó desde la parte posterior hacia el frente de la casa realizando la nivelación con codal metálico.

⁶ NORMAS COLOMBIANAS DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR 98. Casas de 1 y 2 pisos. Santa fe de Bogotá D.C.: 1998. Título E. p E13.



Imagen 15. Fundición - piso primario

Para la preparación del concreto y fundición del piso primario se empleó una cuadrilla de 2 oficiales y 4 ayudantes con un rendimiento de $0,46 \text{ m}^3/\text{hH}$.

Se realizaron controles de nivelación del piso primario y chequeos del espesor de 5 cm. También se realizó la verificación de la dosificación, transporte y vaciado del concreto.

El ritmo de trabajo, las condiciones del suelo, y la temperatura alta son factores que afectan negativamente esta actividad. Las distancias largas de transporte del concreto tienen una influencia negativa en el rendimiento

Por lo contrario el sistema de subcontratación y tipicidad de la actividad afectan positivamente esta actividad.

El valor del rendimiento de esta actividad es mayor que el valor de la tabla utilizada ($0,33 \text{ m}^3/\text{hH}$), debido a factores positivos como los ya mencionados

7.3.4 Acero – Cimientos

Es el refuerzo utilizado en los castillos de la viga de cimentación. El acero es figurado y armado con sus respectivos estribos para la colocación en obra.

7.3.4.1 Acero 3/8 (Nº 3), 1/2 (Nº 4), 1/4 (Nº 2) para cimentación (KG)

Se interpretó en el plano estructural: dimensiones, localización de armadura, diámetros, distancias y flejes. También figuran en el plano los anclajes entre vigas, así como los anclajes para las columnas de confinamiento.

Teniendo como base las especificaciones que dan los planos estructurales se procedió a medir y cortar el hierro principal para la viga, el de los flejes, y el de las columnas de confinamiento.

Para la viga de cimentación se requirieron varillas de 3/8" (Nº 3) y 1/2" (Nº 4) como refuerzo principal y varillas de 1/4" (Nº 2) para estribos o flejes. La figuración de los estribos se realizó teniendo en cuenta el recubrimiento del hierro con el concreto. Se prepararon hilos de alambre dulce Nº 18 en longitudes de 20 cm y con el bichiroque o gancho para amarrar se procedió a armar la canasta teniendo en cuenta la separación de los estribos de 0.15 m.

Se llevó la canasta y se colocó sobre el solado, con referencia al eje marcado previamente y se realizaron los empalmes o traslapes necesarios entre vigas en "L" y en "T" invertida de acuerdo con los planos.

Cabe notar que el solado dispuesto en la zanja para la cimentación en esta obra, es una cama de arena que no garantiza la nivelación de las canastillas y no protege al concreto de la contaminación con material orgánico. (Ver imagen 16)



Imagen 16. Castillos de refuerzo sobre solado de arena

Las columnas se anclaron o amarraron después de colocada las canastillas de la viga de cimentación.

El acero de refuerzo longitudinal utilizado para las columnas de confinamiento son de 4 barras de 3/8" (N°3) y estribos separados cada 0.10 m de 1/4" (N°2).

Tabla 4. Características de las barras de refuerzo

Barra N°	Diám. (m.m)	Diám (pulg)	Area (cm ²)	Perímetro (cm)	Peso (kg/m)
2	6.35	1/4	0.32	1.98	0.248
3	9.52	3/8	0.71	3.00	0.560
4	12.70	1/2	1.29	4.00	0.994

Disponible en Internet: <http://www.arquitectuba.com.ar>.

Solo la colocación de las canastillas del refuerzo para la viga de cimentación lo hizo 1 oficial y 4 ayudantes con un rendimiento de 19,03 Kg/hH.

Se hizo la observación al ingeniero supervisor sobre el solado de arena dispuesto en las zanjas para la cimentación, a la cual se contesto que el solado de arena proporcionaba las mismas condiciones que el solado de mortero.

Se tiene claro por parte del pasante, que las canastillas de refuerzo necesitan mínimo un solado de mortero pobre de 4 cm de espesor que garantice la nivelación y la no contaminación del acero con material orgánico. (NSR 98, TITULO E)

Se hicieron controles de diámetros, distancias y flejes del refuerzo conforme estaban especificados en los planos.

El rendimiento para la colocación del refuerzo se afecta negativamente debido a las interferencias en el desarrollo de la actividad y positivamente por la disposición oportuna del acero.

Al hacer la comparación con la tabla de rendimientos utilizada (6 kg/hH), se encuentra que el rendimiento de esta actividad es mucho mayor en esta obra. Esto se puede deber al conocimiento y habilidad desarrollada por los obreros.

7.4 MUROS

Los muros de este tipo de edificación son importantes porque transmiten las cargas a los cimientos y sirven para conformar espacios de la vivienda tales como sala, alcobas, cocina, servicios. Estos muros se caracterizan por estar amarrados por las vigas y las columnas dispuestas de tal manera que rodeen el muro para que trabajen como una sola unidad.

Para que estos muros queden bien realizados se deben cumplir una serie de requisitos dados en la norma de diseño y construcción sismo resistente NSR-98 en el capítulo "E".

7.4.1 Muros mampostería confinada

Los muros de las casas de uno y dos pisos se clasifican en 2 grupos:

- **Muros confinados estructurales:** Son aquellos que además de soportar las cargas verticales, muertas y vivas, resisten las fuerzas horizontales causadas por el sismo, o el viento. Todos los muros estructurales deben ser muros de mampostería confinada y que presentan continuidad vertical desde la cimentación hasta el diafragma superior del nivel considerado.⁷
- **Muros no estructurales:** Son aquellos muros que cumplen la función de separar espacios dentro de la casa y que no soportan ninguna carga adicional a su peso propio. Estos muros deben amarrarse o trabarse con los muros perpendiculares a su plano y los diafragmas.⁸

7.4.1.1 Muros en ladrillo común (M²)

Se replanteó el muro marcando el eje de la viga de cimentación, esto con el fin de tener una referencia del sitio donde se inicia la pega.

⁷ NORMAS COLOMBIANAS DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR 98. Casas de 1 y 2 pisos. Santa fe de Bogotá D.C.: 1998. Título E. p E3.

⁸ Ibid., p E3.

El mortero de pega se preparó sobre el piso primario en proporciones 1:3, este mortero debe tener buena consistencia, plasticidad, retención de agua y adherencia.

Las unidades de mampostería que se utilizaron tienen dimensiones de 22 x 12 x 7 cm previamente humedecido para evitar la pérdida de agua del mortero. Los ladrillos deberán estar limpios, libres de materia orgánica o cualquier otro material contaminante, y no presentar grietas o desbordes. Los errores de alineación o nivelación deben corregirse antes de que endurezca el mortero, en caso contrario, se debe retirar la mezcla completamente y colocar mortero fresco.

A medida que avanza la pega se eliminó la rebaba interior y exterior se reutilizó el mortero no contaminado.

Para tener una buena verticalidad, se hizo la colocación de miras que se aploman y dividen en secciones iguales de 8.5 cm. las cuales fueron definidas y cada una representando la altura de cada hilada. Con el número definido de hiladas, se colocaron dos miras por cada muro. *(Ver imagen 17)*

Se pegaron los ladrillos esquineros o madrinos de la primera hilada sobre una capa de mortero con impermeabilizante y se templó un hilo entre ellos para alineación y nivelación de cada hilada.

Se colocó el resto de los ladrillos de la hilada, procediendo de un extremo hacia el otro siguiendo la guía del hilo. Para las hiladas siguientes se repitió el proceso de colocar mezcla y madrinos en los extremos, iniciando con un medio ladrillo para que quede trabado el muro y así se siguió repitiendo. *(Ver imagen 18)*



Imagen 17. Secciones de Altura de las Hiladas.



Imagen 18. Construcción de Mampostería Confinada.

La construcción de los muros de mampostería confinada la ejecutó una cuadrilla 1:2 con un rendimiento de 1,59 m²/hH.

En esta actividad se verificó la verticalidad y la horizontalidad de las hiladas, chequeando los espesores de las hiladas marcadas en las miras.

Se controla la dosificación del mortero de pega y el estado de las piezas de mampostería, verificando que no estén partidas.

Se afecta positivamente el rendimiento de mano de obra para la mampostería debido a la tipicidad de la actividad y el conocimiento y habilidad de la cuadrilla, lo que se ve reflejado al comparar con el valor de la tabla utilizada. (0,4 m²/hH)

Este valor es también afectado negativamente por la discontinuidad o interferencias, lluvia y ritmo de trabajo

7.4.1.2 Muros ladrillo común para fachada (M²)

La unidad de mampostería fue cortada y sus dimensiones quedan de 7 x 5.5 x 22 cm.

Se hizo el replanteo de los muros, se preparó el mortero 1:3 y se colocaron las miras a lado y lado del muro marcando las secciones de las hiladas tal como se explico en la construcción de los muros de mampostería.

Se comenzó pegando los ladrillos esquineros de la primera hilada sobre mortero y se templó un hilo entre ellos para alineación y nivelación de cada hilada. El resto de los ladrillos se colocaron siguiendo la guía del hilo, repitiendo el proceso e induciendo la trabazón del muro. (*Ver imagen 19*).

Después de avanzada una parte del muro un ayudante eliminó la rebaba y limpió el ladrillo con agua y cepillo, dándole el terminado a la fachada de la vivienda (*Ver imagen 20*).



Imagen 19. Muro de fachada.



Imagen 20. Fachada de la vivienda.

La cuadrilla empleada para la construcción del muro de fachada es de 1:1 con un rendimiento de $0,33 \text{ m}^2/\text{hH}$

Se verificó el estado de las piezas de mampostería, la verticalidad de las hiladas y la horizontalidad chequeando las marcas en las miras.

Se controló que después de avanzado una parte del muro, se limpiara con cepillo y agua, esto por ser muro de fachada y quedar a la vista. Las piezas quebradas o mal alineadas en este muro se marcaban y se registraba la observación, para luego ser entregadas al maestro de obra y corregidas por este.

En esta actividad se observó la falta de seguridad y el riesgo al que estaba expuesta la cuadrilla por el mal estado de los andamios, lo que proporciona un factor negativo en la determinación del rendimiento de la mano de obra.

7.5 ESTRUCTURA

Son los elementos construidos para que soporten las cargas en una edificación, en el caso de edificaciones menores, éstos son los muros estructurales, las vigas de amarre, las columnas o columnetas de confinamiento, losa de entrepiso, las cintas de amarre y los techos o cubiertas.

7.5.1 Columnas de confinamiento

Las columnas de confinamiento se funden en concreto reforzado y deben anclarse a la cimentación utilizando empalmes por traslapo en la base de la columna, y rematándose anclando el refuerzo en la viga de amarre superior, las columnas se deben vaciar después de alzados los muros estructurales y directamente contra ellos.⁹

Las normas sismo resistentes colombianas NSR 98, en el título E, especifican las dimensiones de la sección transversal de las columnas de amarre, la cual debe tener un área no inferior a 200 cm², con espesor igual al del muro que confina. El refuerzo longitudinal mínimo es de 4 barras #3 con estribos cerrados #2, espaciado cada 10 cm.

Las columnas de confinamiento se colocan en los extremos de los muros estructurales, en la intersección con otros muros y en sitios intermedios a distancias no mayores de 35 veces el grueso del muro confinado, 1.5 veces la distancia vertical, o a 4 m.¹⁰

7.5.1.1 Columnas de confinamiento en concreto reforzado (M³)

Las columnas de confinamiento tienen una sección de 0.3 m x 0.15 m y una altura de 2.55 m.

Ya colocados los castillos del refuerzo de las columnas conforme están en los planos, se colocaron las tapas o testeros de madera y se taparon con papel las fisuras que quedaron entre las tapas y la pared. (*Ver Imagen 22*).

Se remojaron las paredes del muro que quedarán en contacto con la columna y se inicia el vaciado o fundida. Esta se realizó utilizando un concreto 1:2:3 preparado a mano que se chuzo con una varilla y se le dan golpes suaves a la formaleta para que el hormigón penetre y se compacte. (*Ver Imagen 23*).

⁹ NORMAS COLOMBIANAS DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR 98. Casas de 1 y 2 pisos. Santa fe de Bogotá D.C.: 1998. Título E. p E7.

¹⁰ Ibid., p. E7

Al otro día se procedió a quitar las tapas o testeros y se resana los huecos u hormigueros que hayan quedado, con una mezcla de arena y cemento.

Para el curado se regó con agua 2 a 3 veces al día durante una semana.



Imagen 21. Detalle de Confinamiento



Imagen 22. Tapas o Testeros de Madera



Imagen 23. Fundición de la Columna

La cuadrilla empleada para la fundición de la columna es de 1 oficial y 1 ayudante con un rendimiento de 0,12 m³/hH.

Se observó que en las viviendas de la tercera etapa no se estaba haciendo una columna del primer piso, por lo que se hizo la observación al ingeniero supervisor de que no se estaba cumpliendo con el diseño estructural de las casas; por esto se decidió hacer la columna anclando el refuerzo a la viga de cimentación haciendo perforaciones con taladro y empleando un aditivo (sikadur 42 anclaje) que proporcionara agarre del refuerzo a la cimentación. Esto para no tener que picar la viga de cimentación y comprometer su resistencia.

Se hizo la vigilancia por parte de los ingenieros de la obra y el pasante en la preparación y compactación del concreto, el cual no se hacía correctamente, por lo que se presentaban demasiados hormigueros y el refuerzo quedaba expuesto, lo que llevaba a la demolición de la columna.

La discontinuidad e interferencias, la lluvia y a veces la falta de materiales como el cemento fueron un factor negativo para el rendimiento en esta actividad

Se observó un factor positivo para el rendimiento de esta actividad, que es el de la repetitividad de esta actividad lo que da como resultado un valor mayor en la productividad de mano de obra de la fundición de las columnas comparado con la tabla utilizada. (0,08m²/hH)

7.5.2 Vigas de confinamiento

Son elementos de concreto reforzado que se colocan en forma horizontal sobre los muros o embebidos en las losas de entrepiso y que ayudan a formar una especie de cajón rígido entre vigas, columnas, y muros.¹¹

Su función es la de confinar los muros y recibir las cargas provenientes de la losa de entrepiso, cubierta y otras cargas para ser transmitidas hacia los muros. Las vigas de amarre se vacían directamente sobre los muros que confinan.

Las vigas de amarre tendrán un grueso igual al del muro y una altura mínima de tal manera que su área transversal no sea inferior a 150 cm², con refuerzo longitudinal no menor a 4 varillas de 3/8 (#3), y considerando como luz el espacio

¹¹ SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Guía de estudio Muros divisorios y de Carga. SENA 2007.p.27. Disponible en internet <http://www.arquitectuba.com.ar>

comprendido entre columnas de amarre ubicadas en el eje de la viga, o entre muros transversales a este eje, se debe utilizar estribos de barra de (1/4) #2, espaciados cada 10 cm. (Titulo E, NSR 98) ¹²

7.5.2.1 Vigas de confinamiento en concreto reforzado (M³)

Se seleccionó el tipo de acero a colocar, se cortó, se figuró y se armó la canasta siguiendo los diseños de los planos.

Se armaron primero los tableros o testeros en el piso, luego se colocaron longitudinalmente en las caras del muro y en la parte superior se les coloca traviesas, a distancias de 60 cm para evitar que se abran en el momento de fundir la viga. (Ver Imagen 24).

Se fundió la viga empleando concreto 1:2:3 preparado a mano y se chuzó con una varilla para la compactación del concreto. (Ver Imagen 25).

Pasado 1 día, se quitó el encofrado o formaleta y se resana la viga si le quedaron hormigueros. Luego se curó rociándole agua durante 7 días. (Ver Imagen 26).



Imagen 24. Formaleta - Viga de Amarre



Imagen 25. Vaciado - Vigas de Amarre

¹² NORMAS COLOMBIANAS DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR 98. Casas de 1 y 2 pisos. Santa fe de Bogotá D.C.: 1998. Titulo E. p E8.



Imagen 26. Vigas de Amarre

La cuadrilla empleada para la fundición de las vigas de amarre es de 1 oficial y 2 ayudantes con un rendimiento de $0,33 \text{ m}^3/\text{hH}$.

En la fundición de las vigas de amarre también se supervisó la dosificación y la compactación del concreto para que no se presentaran problemas de hormigueros en las vigas, lo que incide negativamente en la resistencia de estas.

Se hicieron chequeos de dimensiones y cantidades conforme estaban en los planos y así no tener problemas de demoliciones mas adelante.

En esta actividad se identifica un factor positivo en el rendimiento, que es la repetitividad de la actividad lo que proporciona un valor alto comparado con la tabla que se utiliza. ($0,02 \text{ m}^3/\text{hH}$)

También se identifican factores negativos como la discontinuidad e interferencias y el mal estado del tiempo (lluvia)

7.5.3 Losa de Entrepiso

Es una estructura que separa horizontalmente un nivel o piso de otro, la cual sirve de techo para el primer nivel y de piso para el segundo, trabajando como un diafragma rígido.

Las losas o placas de entrepiso cumplen las siguientes funciones:

- **Función arquitectónica:** Separa unos espacios verticales formando los diferentes pisos de una construcción; para que esta función se cumpla de una manera adecuada, la losa debe garantizar el aislamiento del ruido, del calor y de visión directa; es decir, que no deje ver las cosas de un lado a otro.
- **Función estructural:** Las losas o placas deben ser capaces de sostener las cargas de servicio como el mobiliario y las personas, lo mismo que su propio peso y el de los acabados como pisos y revoques. Además, forman un diafragma rígido intermedio, para atender la función sísmica del conjunto.¹³

Losa aligerada: es la que se realiza colocando en los intermedios de los nervios estructurales, bloques, ladrillos, casetones de madera o metálicas (cajones) o icopor con el fin de reducir el peso de la estructura, y el acero en barras concentrado en puntos llamados nervios.¹⁴

7.5.3.1 Losa aligerada con casetón de esterilla en concreto reforzado (M³)

Se determinó la dirección de carga de la losa, se pasaron los niveles a los muros marcando el nivel de enrase. Luego se colocaron largueros guías paralelos a los muros de carga, teniendo como guía el nivel superior de enrase con 2 tacos en los extremos clavados contra el larguero y el tablón de piso.

Se armó el encofrado, que es la estructura temporal que sirve para darle al concreto la forma definitiva. Su función principal es de ofrecer la posibilidad de que el acero de refuerzo sea colocado en el sitio correcto, darle al concreto la forma y

¹³ SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Guía de estudio Losas de Entrepiso. SENA 2007.p.8. Disponible en internet <http://www.arquitectuba.com.ar>

¹⁴ Ibid., p.9.

servirle de apoyo hasta que endurezca; está constituido por el molde y los puntales (tacos) de guadua.

Se repartieron largueros intermedios a una distancia de 80 cm, colocándoles tacos de guadua intermedios cada 80 cm aproximadamente. (Ver Imagen 27)

Las tablas se repartieron a distancias de 50 cm, clavándolas a cada larguero, para luego colocar el casetón de esterilla que cumple la función de aligerante. (Ver Imagen 28)



Imagen 27. Puntales del encofrado.



Imagen 28. Encofrado de la losa

El casetón de esterilla se colocó alineado sobre las tablas dejando un espacio para el nervio, en el cual van el acero y el concreto. El ancho del nervio es de 10 cm. (Ver Imagen 29)

Se colocaron las tapas o testeros en el perímetro de la losa, apuntalándolos y asegurándolos bien para contrarrestar el empuje del concreto, teniendo cuidado que queden a plomo y alineados. (Ver Imagen 30)



Imagen 29. Casetón de esterilla



Imagen 30. Tapas o testeros de la losa

Se interpretó el plano estructural el cual nos da la ubicación, el diámetro, corte y flejes del acero en las vigas, nervios y el acero de temperatura.

Luego se hizo la instalación de la tubería para la electricidad, que se colocó entre la losa, como también la tubería de desagües de sanitarios, sifones, y lavamanos del segundo piso. (Ver Imagen 31)



Imagen 31. Tubería hidrosanitaria y eléctrica dentro de la losa

Se prosiguió a la preparación del concreto en mezcladora, utilizando una proporción 1:2:3 transportado en boogúes, tratando de no mover mucho el concreto para que no se produzca segregación de los materiales. (Ver Imagen 32)

El vaciado del concreto se hizo suavemente en los espacios para los nervios, previamente remojado el casetón, chuzándolo con un vibrador en forma vertical. Luego se vació el concreto para la loseta de 5 cm formando los 30 cm de altura de la losa. (Ver Imagen 33)

Se utilizó un codal metálico para enrasar el concreto y garantizar la nivelación de la losa.



Imagen 32. Preparación y transporte del concreto



Imagen 33. Vibrado del concreto

El curado se hizo manteniendo mojada la losa con una manguera. El humedecimiento fue continuo, durante 7 días y el agua que se utilizó para el curado fue agua limpia.



Imagen 34. Losa terminada

Se emplea una cuadrilla de 2 oficiales y 8 ayudantes para la fundición de la losa, con un rendimiento de $0,22 \text{ m}^3/\text{hH}$.

En la construcción de la losa se verificó en compañía de los ingenieros de la obra las dimensiones, espesores, refuerzo, y se vigilo que la instalación de la tubería hidrosanitaria y eléctrica se hiciera conforme estaban en los planos de diseño.

Luego en la fundición de la losa se supervisó la preparación, transporte y compactación del concreto; ya que se presentaron problemas de segregación de agregados debido a las largas distancias de transporte en boogues.

La fundición de la losa se hacia muy rápidamente debido al tiempo de entrega, lo que se convierte en un factor positivo para el resultado del rendimiento comparado con el de la tabla utilizada ($0,20 \text{ m}^3/\text{hH}$).

Se identificaron factores negativos para el rendimiento, como las condiciones del suelo ocasionadas por la lluvia lo que afectaba en el transporte del concreto en las carretillas.

Cabe notar que se hacia la vigilancia por parte de los ingenieros de la obra y el pasante en esta fundición, ya que podría afectar su calidad debido a la rapidez con la que se efectuaba.

7.5.4 Escaleras

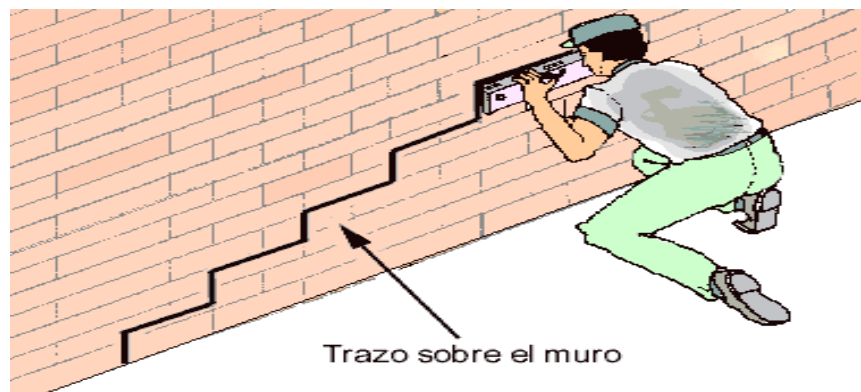
La escalera en concreto es un elemento en forma de losa dentada inclinada, que comunica, a través de escalones sucesivos los niveles de una vivienda. La escalera está compuesta por peldaños conformados por una huella horizontal y una contrahuella vertical.¹⁵

7.5.4.1 Escaleras en concreto reforzado (M³)

Se hizo el trazado de la escalera en el muro al cual va recostada, siguiendo las medidas de los planos. La primera línea vertical se trazó con el nivel de burbuja; luego con el metro se determinó la altura de contrahuella y a partir de allí, se colocó el nivel en forma horizontal para trazar la huella; repitiendo esto, hasta dejar todo el trazo terminado; finalmente se traza el espesor de la rampa. (*Ver figura 2*).

¹⁵ SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Guía de estudio Losas de Entrepiso. SENA 2007.p.25. Disponible en internet <http://www.arquitectuba.com.ar>

Figura 2. Trazado de la escalera en el muro



Métodos de ejecución de componentes sismo resistente en casas de 1 y 2 pisos. Losas de entrepiso, Unidad 9. SENA 2006

Luego se armó el encofrado para la base de la escalera, colocando largueros a 50 cm y tacos a 60 cm; luego se tendieron las tablas clavándolas sobre los largueros y después se colocaron en la orilla 2 tablas juntas para la tapa o testero de la rampa y los peldaños.

Se realizó el corte y figuración del acero. Colocando las varillas de resistencia sobre unas panelas para formar el recubrimiento tal como lo especifiquen los planos; estas barras fueron ancladas en el arranque de la escalera y en la parte superior de la losa, luego se colocan las varillas de distribución perpendiculares a las de resistencia amarrándolas sobre éstas.

Se realizaron las tapas para los peldaños con tablas que tendrán un largo igual al ancho de la escalera, asegurándolas en sus extremos por medio de chapetas y colocándole un listón de refuerzo en el centro de las mismas para que no se curven las tablas que sirven como tapas de los peldaños. *(Ver Imagen 35)*

El vaciado del concreto de la escalera se inició en el arranque o sea en la parte más baja y se chuzó con una varilla.

El curado se realizó rociándole agua tres veces al día durante 7 días.



Imagen 35. Encofrado – Escaleras



Imagen 36. Fundición Escaleras

Se observa solo la fundición la escalera ejecutada por 1 oficial y 1 ayudante con un rendimiento de $0,37 \text{ m}^3/\text{hH}$.

En la construcción de las escaleras se hicieron chequeos de dimensiones de huellas, contrahuellas y ancho, como también, chequeos del refuerzo utilizado conforme estaban en los planos

Se vigilo la preparación de la mezcla ya que esta se hacia manual y en el piso lo que ocasionaba contaminación con material organico.

Esta es una actividad que se hace bajo cubierta y por personal que a desarrollado conocimiento por la tipicidad del proceso, lo que afecta positivamente el rendimiento de la mano de obra. Es por esto que al compararlo con el valor de la tabla utilizada ($0,25 \text{ m}^3/\text{hH}$), es mayor en un alto porcentaje.

A veces la disponibilidad del cemento no era oportuna lo que incidia negativamente en el rendimiento.

7.5.5 Acero – Estructura

Hace referencia al acero de refuerzo utilizado en la construcción de las actividades de la estructura: Vigas de amarre, columnas de confinamiento, losa de entrepiso y escalera.

7.5.5.1 Acero 3/8 (N° 3), 1/2 (N° 4), 1/4 (N° 2) para estructura (kg)

Se seleccionó el tipo de acero para las columnas; 4 varillas N°3. Como refuerzo longitudinal. Luego se formó el castillo o canasta; los estribos se colocaron de acero N°2, repartidos a 10 cm unos de otros. Luego se colocó la canasta, traslapándola 50 cm. *(Ver Imagen 37)*

El tipo de acero colocado para las vigas de amarre es de 4 barras N°4 como refuerzo longitudinal y estribos N°2 como refuerzo transversal. Se cortó, se figuró y se armó la canasta siguiendo las especificaciones de los planos. Teniendo en cuenta que el acero debe estar limpio de grasas y materiales extraños para que se adhiera bien con el concreto. *(Ver Imagen 38).*

Para la losa se colocó el acero longitudinal N°3 de las viguetas en los espacios dejados entre los casetones con estribos N°2 cada 20 cm, sobre unas panelas de 2.5 cm de grueso para formar el recubrimiento. Se colocó el acero de temperatura sobre el aligerante, colocando varillas de diámetro N°2, en las dos direcciones. *(Ver Imagen 39)*

Para las escaleras se utilizan barras de refuerzo N°3 en las dos direcciones. *(Ver Imagen 40)*



Imagen 37 Refuerzo-Columnas



Imagen 38. Refuerzo – Vigas de amarre



Imagen 39. Refuerzo – Losa de Entrepiso



Imagen 40. Refuerzo – Escaleras

La cuadrilla empleada para la colocación del refuerzo de estructura es de 1:4 con un rendimiento de 10,02 Kg/hH.

Se chequeó los diámetros mínimos, corte, flejes y recubrimiento del acero de refuerzo especificado en los planos, como también la colocación del acero de retracción y temperatura para la losa.

Las interferencias y la diversidad de las cuadrillas en la colocación del refuerzo es un factor negativo para el rendimiento de esta actividad. El rendimiento es calculado considerando solo la colocación de las canastillas por lo tanto no se puede comparar con la tabla utilizada ya que esta incluye, corte y fleje del refuerzo.

Un factor positivo del rendimiento de la mano de obra es el del tiempo de entrega y el de la tipicidad de la actividad

7.6 CUBIERTA

Es el elemento que cierra superiormente la estructura de la casa y va apoyado sobre las culatas. Los elementos portantes de la cubierta, de cualquier material, deben conformar un conjunto estable para cargas laterales. Por lo tanto se deben colocar sistemas de anclaje en los apoyos y suficientes elementos de arriostramiento como vigas tirantes, contravientos o riostras correas, alfardas o puntales que garanticen la estabilidad del conjunto.¹⁶

7.6.1. Cubierta en placa de A.C y teja de barro sobre estructura de madera (m²)

Sobre las culatas principales se colocaron las teleras de apoyo de madera chanul previamente inmunizadas, se amarraron, y se les dio una inclinación de 45° fijadas con mortero a las culatas; luego se repartieron las teleras de madera en sentido de la pendiente cada 0.5 m clavadas sobre la cumbrera y las teleras de apoyo; en seguida se procedió a la instalación del panel yeso para el cielo raso.

Se clavaron correas de madera dispuestas perpendicularmente a las teleras las cuales sirven de apoyo para las tejas de A.C; se empezó a colocar las tejas de acuerdo a la distribución que hay en los planos, iniciando de las esquinas y de abajo hacia arriba alineando con un hilo 0.2 m por fuera del paramento del

¹⁶ NORMAS COLOMBIANAS DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE NSR 98. Casas de 1 y 2 pisos. Santa fe de Bogotá D.C.: 1998. Título E. p E.9.

canecillo. Cada placa se amarró una con otra a través de un gancho de 0.14 m que asegura el traslapo longitudinal, se colocaron dos ganchos por hoja que son clavados a las correas de madera. (Ver Imagen 42)



Imagen 41 Teja de Asbesto Cemento.



Imagen 42. Colocación de la teja de A.C

Para la colocación de las tejas de barro, se pegó la primera hilada con una mezcla de cemento y fijartmix para evitar que la teja se corra; las demás hiladas se disponen de abajo hacia arriba. (Ver Imagen 44)



Imagen 43. Teja de Barro.



Imagen 44. Colocación - Teja de Barro

- La cuadrilla empleada para la colocación de las teleras de madera Chanul inmunizada es de 1:2 con un rendimiento de 2,63 m²/hH.

- Para el techado con hojas de A.C y colocación de correas de madera utilizando una cuadrilla 1:2 se tiene un rendimiento de 2,72 m²/hH.
- Un oficial coloca las tejas de barro a la cual se le calcula un rendimiento de 7,95 m²/hH.

Con los rendimientos de las sub-actividades y con una cuadrilla 1:2 se ha calculado el rendimiento total para la cubierta de 0,89 m²/hH.

En la actividad de cubierta se hizo diferentes controles como vigilar la previa inmunización de las teleras de la estructura de cubierta, se supervisó el almacenamiento, estado y colocación de las tejas de A.C. Esto con el fin de que se cumpliera con lo especificado en los diseños.

Para la colocación de la teja de barro se verificó que las tejas no estuvieran quebradas y se vigiló que la primera hilada fuera pegada con una mezcla de cemento y fijartmix como se había señalado por los ingenieros de la obra.

La lluvia afecta negativamente el rendimiento de esta actividad, las altas temperaturas y el riesgo al que están expuestos los obreros bajan considerablemente el ritmo de trabajo. Sin embargo el rendimiento tiene poca variabilidad comparándolo con el de la tabla utilizada (0,81 m²/hH). De esto se puede decir que el valor se encuentra en rangos normales.

7.7 CIELO RASO

Esta compuesto por placas prefabricadas (panel yeso) que dan cubrimiento y brindan un buen aspecto a la parte interior de la cubierta.

7.7.1 Cielo raso en panel yeso (M²)

Son las láminas más livianas del mercado. Tienen una dimensión de 1,22m x 2,44m, con espesores de 5/8", 1/2", 3/8" y 1/4". Las hay de tipo de Regular, para espacios interiores, Water Resistant (WR), que proporcionan una base resistente al agua, especial para zona húmedas, que combina todas las ventajas de los paneles regulares con resistencia adicional al fuego.

La instalación de estos paneles se hizo sobre la estructura de cubierta hecha con teleras de madera, el panel yeso se cortó según los tamaños requeridos para cada espacio produciendo el menor desperdicio posible. (Ver Imagen 45 y46)



Imagen 45. Instalación del Panel Yeso.

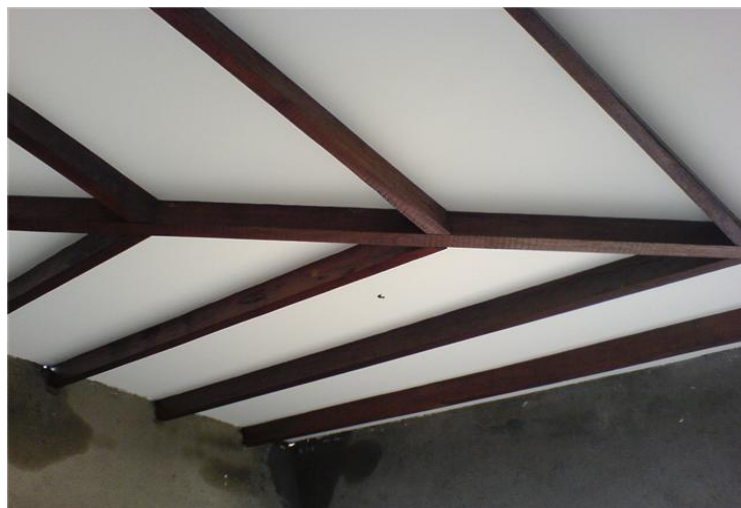


Imagen 46. Panel Yeso Sobre Estructura de Madera

La instalación del panel yeso la ejecutó una cuadrilla 1:2 con un rendimiento de 4,63 m²/hH.

A las placas de panel yeso se les realizó controles como verificar que las placas no tuvieran manchas causadas por la humedad, lo que significaba que había goteras en la cubierta que se tenían que reparar.

También se observó que el panel yeso no estuviera abombado, esto debido a que los obreros no colocaban plásticos antes de que lloviera y se mojaran las placas. Todas estas observaciones se registraron para luego informar al maestro encargado de corregirlas

La lluvia, el riesgo al que esta expuesto el personal, y el oportuno suministro de las placas de panel yeso son factores negativos en el rendimiento y consumo de mano de obra para esta actividad.

El rendimiento no se puede comparar con el de la tabla utilizada, ya que esta actividad no esta contemplada en la misma.

Se hace referencia en que este tipo de cielo raso es utilizado por primera vez en proyectos de vivienda realizadas por esta empresa, lo que deja ver la falta de conocimiento y habilidad por parte de los obreros en la instalación de las placas. Esto influye negativamente en el rendimiento de mano de obra.

7.8 INSTALACIONES SANITARIAS E HIDRÁULICAS

Son aquellos componentes que incorporamos para proveer ciertos servicios a una vivienda como son: el agua y la evacuación de desechos; estos servicios son indispensables para poder habitar la vivienda.

7.8.1 Instalaciones Sanitarias.

Estas instalaciones se encargan de la evacuación de las aguas servidas que se han usado en labores de trabajo, higiene y aseo personal.

Para la instalación de estos aparatos nos valemos de planos detallados que algunas compañías suministran con el sanitario y el lavamanos; en los planos podemos encontrar una serie de medidas propias del tipo de lavamanos o sanitario, como son: distancia a la cual debemos dejar el desagüe para el

sanitario, altura de la acometida del agua para el sanitario, altura a la que debe quedar la boca para recibir el sifón y para las acometidas de agua del lavamanos.¹⁷

7.8.1.1 Sanitario tipo corona (PTO).

Se instaló el adaptador macho, se ajustó el acople flexible para sanitario. Antes de pegar el sanitario se revisó la tubería de descarga de 4" que este libre de objetos que puedan obstruirla. Luego se empalmó con caucho el sanitario y el tubo de descarga, y por ultimo se pegó el sanitario al piso con mezcla de cemento blanco y blanco de zinc. Después de seca la mezcla, se pulió todos los bordes con lija de agua. (Ver Imagen 47)



Imagen 47. Sanitario tipo corona

1 oficial y 1 ayudante hacen la instalación del punto sanitario con un rendimiento de 0,38 PTO/hH.

Se verificó que la tubería de desagüe estuviera limpia, libre de escombros y mezcla.

¹⁷ AGUIRRE VELASCO, Claudia María y GUAUÑA PISSO, Sandra Lucia. Rendimientos reales de mano de obra y equipos para vivienda de interés social desarrollados en la urbanización Villa del Viento. Popayán: Universidad del Cauca, 2002. P.110.

Se observó que los aparatos sanitarios estuvieran en buenas condiciones, que no estuvieran quebrados, y que el tono de color fuera el mismo para todos.

Se verifico que la pega de los aparatos sanitarios se hiciera por personal capacitado y con habilidad en esta actividad, lo que se convierte en un factor positivo para la productividad.

Sin embargo la discontinuidad e interferencias en los trabajos afectan negativamente este rendimiento, y al compararlo con el valor de la tabla utilizada (0,67 PTO/hH) vemos que es menor, muy seguramente por consecuencia de estos factores.

7.8.1.2 Lavamanos Tipo Corona (PTO).

Se verifican las medidas de altura y separaciones a las cuales tenemos que dejar el desagüe, el abasto del agua y los chazos para colgar el lavamanos.

El lavamanos armado con la grifería y la válvula de salida se coloca sobre las grapas que han sido fijadas en los chazos, teniendo cuidado que la altura quede a 80 cm con relación al piso.

Después de montado el lavamanos, se procede a armar el sifón, el cual sirve para evitar que salgan malos olores al exterior; se coloca bajo el desagüe, empatándolo al tubo que se ha dejado a una altura de 50 cm con relación al piso.

Luego de montado el lavamanos e instalado el sifón, se procede a colocarle el abasto de agua, lo cual se realiza por medio de un acople de aluminio. Es importante tener en cuenta que en la salida para el abasto del agua se deja un adaptador macho para permitir la colocación del acople. *(Ver Imagen 48)*



Imagen 48. Lavamanos tipo corona

La cuadrilla empleada para la instalación del lavamanos es de 1:1 con un rendimiento de 0,34 PTO/hH.

Se realizaron chequeos de almacenamiento, verificación de los tonos de color y de las condiciones en las que estaban los aparatos.

Se hizo la observación de que la pega de los lavamanos la hiciera personal capacitado y con habilidad para esta actividad.

Debido a que la colocación de los lavamanos se hace bajo cubierta y con personal capacitado, esto determina un factor con incidencia positiva para la productividad de la mano de obra.

Si comparamos este valor con la tabla utilizada (1 PTO/hH) vemos que es menor debido a diferentes factores tales como: el tipo de lavamanos y las interferencias de trabajo de la cuadrilla.

7.8.2 Instalaciones Hidráulicas.

Las instalaciones hidráulicas son las que suministran el agua potable y es un servicio público prestado por entidades públicas o privadas, a través de tuberías que van enterradas por una de las orillas de la calle y que resisten presiones apreciables, siendo generalmente de hierro galvanizado, asbesto cemento, cobre o PVC.

En las viviendas, esta tubería se coloca en línea recta y paralela a los muros y techos; puede ir enterrada y recubierta por el revoque o fija a las paredes por medio de ganchos y abrazaderas.¹⁸

7.8.2.1 Punto hidráulico tubería PVC ½" (PTO).

Se refiere al suministro e instalación de las tuberías y accesorios que integran la salida de agua fría potable, necesaria para suministrar líquido a los aparatos respectivos, de acuerdo con los cálculos y planos hidráulicos suministrados por la entidad contratante y serán ejecutados por un técnico especializado.

Se marcaron los sitios donde van a quedar las salidas para la acometida del sanitario, el lavamanos, la lavadora, el lavadero, el baño, el fregadero de cocina, y en general aquellos otros sitios donde necesitemos una terminal o salida; estos puntos tienen unas medidas con relación al nivel de piso y el centro del aparato que vamos a instalar.

Por el sitio trazado se comenzó a realizar el canal o regata para colocar la tubería incrustada al muro con la ayuda del cincel y la maceta, solo se hizo el corte para que quepa el tubo, pero en los muros no estructurales. *(Ver Imagen 49)*

Esto se hizo en forma vertical. En el piso, la tubería se regó en el suelo y luego se tapó con el embaldosado. Hasta donde sea posible se deben colocar las tuberías en el momento que se realiza la pega de los ladrillos incrustándola por entre los ladrillos haciéndoles una perforación.

¹⁸ SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Guía de estudio Instalaciones Técnicas. SENA 2007.p.9. Disponible en internet <http://www.arquitectuba.com.ar>

La tubería que se utiliza es de 1/2", PVC de 500 libras de presión; se cortó de acuerdo con las alturas para las salidas y la colocación de los grifos. Para evitar el golpe de ariete, en la salida de lavamanos y sanitario se colocó una prolongación de tubo de unos 20 a 30 cm, colocándole un tapón en el extremo, formando así una cámara de aire.

Se colocó toda la tubería en las regatas, sin pegarla, para mirar que sí quedan a la medida recomendada y en la dirección esperada. Se procedió a marcar el tubo y el accesorio por medio de una línea en su eje, luego se desmontó por tramos y se limpiaron la campana del accesorio y el tubo en su parte exterior con una bayetilla impregnada de limpiador PVC. Luego se aplicó la soldadura PVC, primero al exterior del extremo del tubo y luego a la parte interior de la campana del accesorio. Después se introdujo el tubo en la campana del accesorio, dándole un pequeño movimiento de giro para que entrepe y se una bien. Este proceso no debe durar más de 1 minuto, porque si se endurece la soldadura, ya no pega.

Para constatar la correcta instalación de la red, se le aplica presión para que no se presenten fugas de agua; si esto sucede, se cierra la válvula o llave de entrada y se hacen las reparaciones que sean pertinentes.



Imagen 49. Regatas –Lavamanos

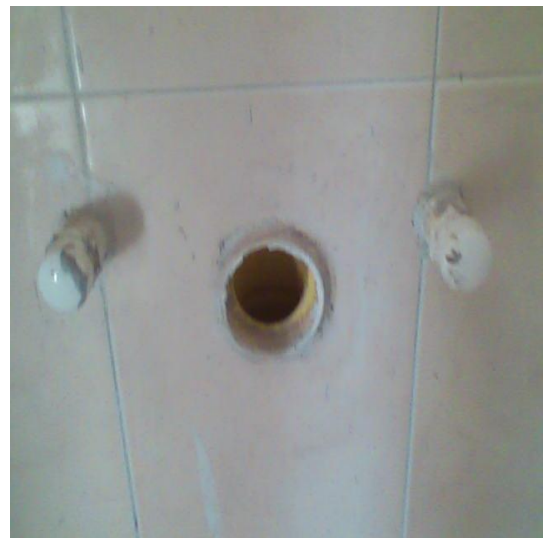


Imagen 50. Abasto y desagüe lavamanos

La cuadrilla empleada para la instalación de los puntos hidráulicos es de 2 oficiales con un rendimiento de 0,63 PTO/hH.

Se verificó que las regatas se hicieran de forma vertical y en los muros no estructurales ya que estas comprometen la resistencia del muro. También se chequeó el tipo de tubería, accesorios y diámetro especificado para los puntos hidráulicos.

La disposición oportuna de la tubería se convierte en un factor positivo para el rendimiento de la mano de obra, y haciendo la comparación con el valor de la tabla utilizada (0,50 PTO/hH) se ve que la variabilidad es mínima, de lo que se puede decir que este valor se encuentra dentro de rangos normales.

7.9 PAÑETES

Es el revestimiento de muros y cielos con una o varias capas de mezcla de arena lavada fina y cemento, llamada mortero, y cuyo fin es el de emparejar la superficie que va a recibir un tipo de acabado tal como pinturas, forros etc.; dándole así mayor resistencia y estabilidad a los muros. Este proceso también es llamado pañete, friso, repello o aplanado.¹⁹

7.9.1. Pañete muros e = 2 cm (M²)

Se preparó la superficie retirando partes salientes ocasionadas por sobrantes de material y todo aquello que interfiera con la aplicación del mortero. El mortero se dosificó en el suelo previamente lavado en proporciones 1:4.

Se humedecieron y champearon los muros, luego se localizaron los puntos de referencia untando mortero en los extremos del muro, colocando luego unos pedazos de baldosín para determinar el grueso del revoque; en seguida se buscó la verticalidad con la plomada de pirulí o plomada de castaña con el punto de la parte inferior.

Se lanzó mortero entre los dos puntos maestros hasta llenarlos, formando entre ellos una faja que luego es tallada por medio del codal o boquillera entre los dos puntos, esto se hizo después de que el mortero a fraguado un poco, moviendo el codal suavemente de arriba hacia abajo y al mismo tiempo en forma horizontal. *(Ver Imagen 51)*

¹⁹ AGUIRRE VELASCO, Claudia María y GUAUÑA PISSO, Sandra Lucia. Rendimientos reales de mano de obra y equipos para vivienda de interés social desarrollados en la urbanización Villa del Viento. Popayán: Universidad del Cauca, 2002. P.99.

Los huecos que quedan se rellenan con mortero y se pasó nuevamente el codal hasta que la superficie quede plana y forma una faja que luego es tallada con el codal buscando la verticalidad con plomada

Luego se remojó el muro tratando que no quede muy saturado y con el palustre se lanzó mortero entre las fajas hasta llenarlo completamente, y con la ayuda de un codal se recortó el mortero sobrante, tallando con el codal entre las fajas maestras. Si quedan huecos se rellenan con mortero y se vuelve a tallar. (Ver Imagen 52)

Una vez tallado el mortero, se procedió a afinar con la ayuda de una llana de madera humedecida se va afinando o aplanando el revoque, haciendo movimientos circulares repetidos hasta lograr una superficie homogénea y compacta.



**Imagen 51. Lanzamiento del Mortero
Entre las Fajas.**



Imagen 52. Tallado del Mortero

El repello de muros lo hace una cuadrilla 1:1 con un rendimiento de 2,38 m²/hH.

Se revisaron los repellos raspándolos con un pedazo de baldosa, lo cual nos indicaba si este estaba mal terminado o quemado. Este procedimiento fue encargado por el ingeniero supervisor al pasante haciéndolo en todos los muros

de las viviendas y registrando las fallas, las cuales se informaba al maestro de obra para su corrección.

La disposición oportuna de materiales como el cemento fue un factor de afectación negativo en esta actividad, pero también se identificaron factores positivos como la tipicidad y la habilidad del personal a la hora de realizar los revoques, es por esto que el valor es mayor comparado con el de la tabla utilizada (1,95 m²/hH).

Tabla 5. Dosificación de morteros para Revoques.

Uso del revoque	Dosificación de morteros para revoques	
	Cemento y arena por volumen	Factor agua /cemento
Muros interiores	1:5	Menor que 0.5
Muros exteriores	1:3	Menor que 0.5
Superficies de concreto	1:5	Menor que 0.5
Losas de concreto	1:4	Menor que 0.5
Cielos rasos	1:4	Menor que 0.5
Revoque rústico	1:5	Menor que 0.5

Disponible en Internet: <http://www.arquitectuba.com.ar>.

Tabla 6. Espesores de los Revoques.

Base en el cual se coloca	Espesores de los revoques	
	Espesor en muro en mm	Espesor en cielos en mm
Malla de refuerzo	22	16
Muros	13	10
Concreto	13	13

Disponible en Internet: <http://www.arquitectuba.com.ar>.

7.10 ENCHAPES

Son una especie de piel para el edificio, muy resistente, que el hombre descubrió desde la antigüedad y que ha llegado hasta nuestros días, útil por la gran

resistencia de la superficie al ataque de químicos y abrasivos. Puede ser utilizada en interiores y exteriores.

Se usa en pisos y paredes de baños, cocinas, patios de ropa, fachadas y en general, en toda el área de la vivienda, diferenciándose en el tipo de tráfico para el cual está especificado y al acabado superficial de las baldosas.²⁰

7.10.1 Enchape cerámica tipo corona 20 x 30 cm (M²)

Cubre un área de 44 m² correspondiente a 4 baños, la cocina y el lavadero.

Primero se humedeció el muro, se definió la altura de enchapado y con la ayuda de una llana metálica dentada, se colocó una pasta de cemento gris y aditivo en polvo (fijart-mix) para dar inicio a la primera hilada de cerámica.

Se colocó la cerámica de abajo hacia arriba, se asientan con un golpe de un pequeño mazo de madera, con el correspondiente chequeo de las hiladas. Se esperó aproximadamente 1 día para que la cerámica se asiente y se garantice la reacción de la pasta en la pega. (Ver Imagen 53)



Imagen 53. Enchapado en cerámica



Imagen 54. Enchape de baño

²⁰ SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Guía de estudio Acabados. SENA 2007.p.16. Disponible en internet <http://www.arquitectuba.com.ar>

La cuadrilla empleada para el enchape en cerámica es de 1:1 con un rendimiento de 2,21 m²/hH.

Cabe notar que después del reposo del enchapado se realizó el fraguado con cemento blanco y blanco de zinc extendido con brocha.

Los controles realizados en esta actividad fueron la verificación de que la tonalidad de color del enchape sea el mismo para todo el espacio enchapado, y se chequeó que la pega de la cerámica estuviera nivelada y no haya sido partida.

Estos controles se registraron e informaron al maestro de obra encargado para sus correcciones.

La calidad de la superficie de las actividades predecesoras influye negativamente en este rendimiento.

Factores positivos de afectación de esta actividad son: el conocimiento o habilidad por parte de los obreros, el sistema de subcontratación y la ejecución bajo cubierta; esto lleva a un valor muy parecido comparado con el de la tabla utilizada (2,0 m²/hH).

De lo anterior podemos decir que este valor se encuentra entre rangos normales de rendimientos para esta actividad.

7.11 PISOS

Son los elementos que dan los acabados a la base de cada uno de los niveles de la vivienda.

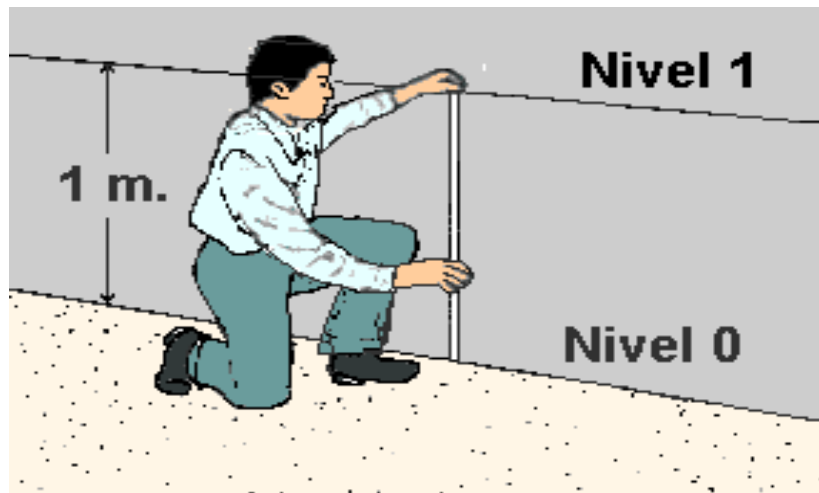
7.11.1 Pisos en cerámica 46 x 46 cm (M²)

Es el que se coloca en el primer y segundo piso de la vivienda cubriendo un área total de 117 m² por vivienda.

El tipo determinado de baldosa es en cerámica con dimensiones de 46 x 46 cm, se colocó a partir del segundo piso, una vez terminado el repello de los muros; finalizando en el primer nivel de la vivienda.

Se estableció el nivel del piso con la ayuda de la manguera transparente, esto se hizo marcando un nivel cero teniendo en cuenta que de allí hacia abajo se debe dejar 5 cm para el repello de nivelación, 1.5 cm para la pega y el grosor de la baldosa; luego se subió el nivel 1m para tener mayor comodidad al trabajar. (Ver figura 3).

Figura 3. Determinación del nivel de referencia



**Métodos de ejecución de componentes sismo resistente en casas de 1 y 2 pisos.
Acabados, Unidad 12. SENA 2007**

Se repelló la superficie con mortero 1:4 de 5 cm de espesor; luego se procedió a plantear las cerámicas, colocando la baldosa de acuerdo con el nivel de referencia que se tomó como nivel cero, se niveló la cerámica y se colocó un hilo entre las dos baldosas para alinear las demás que se coloquen formando la hilada guía. Esto se realizó en el corredor más largo del área por cubrir. (Ver Imagen 55).

Desde la guía se repartieron y pegaron con una mezcla de cemento y fijartmix a lado y lado el resto de baldosa, teniendo cuidado que salga el menor corte de cerámica posible. (Ver Imagen 56)

Al día siguiente se fraguó la superficie con cemento blanco y blanco de zinc que se riega con brocha para que penetre en las ranuras entre las cerámicas; luego se limpió la cerámica con estopa y se dejó secar.



Imagen 55. Hilada Guía.



Imagen 56. Pegado de la Cerámica



Imagen 57. Piso terminado

Esta actividad la realiza una cuadrilla 1 oficial y 1 ayudante con un rendimiento de 2,38 m²/Hh.

Se realizaron chequeos de nivel del piso, utilizando un metro se midió desde los puntos del nivel de referencia hasta el piso determinando si había o no un desnivel. Esto se realizó en toda el área de los pisos de cada una de las viviendas, registrando donde había desniveles para luego realizar su corrección.

Se verificó también el espesor del repello el cual debería ser de 5 cm y se hizo la observación de toda la cerámica del piso para así identificar y marcar las que estuvieran quebradas o de diferente tonalidad.

La subcontratación, para esta actividad es un factor positivo para la productividad de la mano de obra, ya que se hace con personal capacitado lo que mejora el tiempo de ejecución y la calidad de terminado del piso.

Si comparamos el valor de este rendimiento con el de la tabla utilizada (2,33 m²/hH), vemos que es muy parecido y podemos decir que estos valores están en un rango normal.

7.12 PINTURAS

Es un material de apariencia líquida, que al aplicarse a un objeto se adhiere a él, se endurece y forma una capa sólida que cumple las funciones de protección y embellecimiento para las cuales fue fabricada.²¹

Las pinturas deben conservar propiedades tales como:

- Resistencia a la intemperie o a los agentes corrosivos.
- Adherencia a la superficie tratada.
- Estabilidad del color.
- Terminado decorativo.
- Rendimiento.

²¹ SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Guía de estudio Acabados. SENA 2007.p.31. Disponible en internet <http://www.arquitectuba.com.ar>

7.12.1 Pinturas Muros y Cielos.

Hace referencia a los muros interiores, los cuales se tratan con estuco listo estucor y pintura tipo vinilo, igualmente se utiliza vinilo para los muros de patio y cielo raso. Estas pinturas proporcionan excelentes acabados y mayor durabilidad.

Existe un orden lógico para pintar: primero se pintan el cieloraso, luego muros, puertas, ventanas, rejas, pasamanos, zócalos, y finalmente, pisos cuando sea necesario.

7.12.1.1 Estuco listo – Estucor para muros interiores (M²).

Es la operación de emparejar y pulir las superficies revocadas, con el fin de presentar propiedades adecuadas para recibir la pintura, especialmente cuando se requiere textura fina, superficie plana y buena cohesión.

Se “rasqueteó” la superficie a estucar, proceso que consiste en recorrer el revoque con espátula, para quitarle los granos gruesos que hayan quedado sobresaliendo de la superficie.

Se preparó el estuco tomando 2 volúmenes de estucor por 1 y 1/2 de agua que se revolvieron hasta formar una pasta a la cual no es necesario agregar ninguna clase de ligantes. La cantidad preparada fue como máximo, lo que se planeó gastar en 15 minutos ya que el material en ese tiempo tiende a endurecerse y no se le puede agregar más agua.

Luego se limpió la superficie del revoque de polvo o grasas y se humedeció con agua la superficie, sin saturarla. Se extendió el material a aplicar, en capas sucesivas y delgadas, en las dos direcciones, de abajo hacia arriba y de derecha a izquierda, haciendo una leve presión sobre la superficie hasta dejarla totalmente tersa y lisa. (*Ver Imagen 58*)

Se molduraron las ranuras o juntas de dilatación a la orilla de puertas y ventanas, lo mismo que en todos los sitios que se dejaron ranuras como juntas en el revoque.



Imagen 58. Estucado de Muros.

Dos oficiales realizan esta actividad con un rendimiento de $4,45 \text{ m}^2/\text{Hh}$.

En esta actividad se presentaron problemas de humedad debido a las constantes lluvias; el estuco se comenzó a aplicar sin haber secado totalmente el repello de los muros, esto llevo a una demora en la aplicación de la pintura lo que retrasó la entrega de algunas viviendas.

En algunos muros de las casas se decidió utilizar sopletes y bombillas para acelerar el secado del estuco.

La subcontratación afecta positivamente el rendimiento de mano de obra para esta actividad, pero al no tener una programación ordenada de esta, se presentan problemas como el mencionado.

El valor del rendimiento en esta obra es un poco menor que el de la tabla utilizada ($6 \text{ m}^2/\text{hH}$) para su comparación, debido a factores como: el tipo de estuco y el bajo desempeño del personal que lo realiza.

7.12.1.2 Pintura tipo vinilo para muros y cielo raso (M²).

Se utilizó vinilo tipo Intervinil de pintuco para los muros interiores de la vivienda, vinilo tipo 1 blanco para el cielo raso (panel yeso) y vinilo tipo 2 para muros del patio, el cual es aplicado de la siguiente manera:

Se trató la superficie según el material que se va a pintar. En este caso el estuco primero se resanó, se dejó secar y se lijó suavemente en seco, se eliminaron los residuos y se sella con pintura que se va a aplicar diluida como para primera mano.

El vinilo fue diluido con agua, y protegiendo el piso extendiendo papeles para evitar salpique pintura, se comenzó con la aplicación del vinilo con tres movimientos.²² (Ver Imagen 59)

- Verticalmente con presión para pegar la pintura
- Horizontalmente con menos presión para distribuir la capa uniformemente
- Verticalmente, de nuevo, para pulir la capa.

Se hace referencia en que no se emplea estuco para muros de patio y cielo raso, se aplicaron 3 manos de pintura directamente sobre los repellos de los muros y sobre el panel yeso de los cielos. Cabe notar, que se requirieron de 2 a 3 manos de pintura para el acabado final.

²² SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Guía de estudio Acabados. SENA 2007.p.9. Disponible en internet <http://www.arquitectuba.com.ar>



Imagen 59 Pintura Sobre Muros.

La aplicación de la pintura la hacen dos oficiales con un rendimiento de 3,12 m²/Hh.

Se revisó que las pinturas tuvieran la misma tonalidad para todos los muros de las viviendas, como también se observó que no tuvieran ningún tipo de manchas. Esto se registró e informo al maestro de obra encargado para su corrección.

Un factor de afectación del rendimiento que se identifica en esta actividad es el de la calidad de la superficie de trabajo; como la superficie estucada estaba demasiado húmeda para empezar a pintar; se identificó este problema como un factor negativo de la productividad y consumo de la mano de obra.

El rendimiento de esta actividad en esta obra es menor comparado con el de la tabla utilizada (4,82 m²/hH). Esto se debió en gran parte al problema de humedad ya mencionado.

7.13 FACTORES DE AFECTACIÓN DE LOS RENDIMIENTOS Y CONSUMOS DE MANO DE OBRA.

Cada proyecto de construcción es diferente y se realiza en diversas condiciones, derivándose en diferentes factores que influyen positiva o negativamente en los rendimientos y consumos de mano de obra, los cuales se agrupan bajo siete categorías.²³

Tabla 7. Factores de Afectación de los Rendimientos y Consumos de Mano de Obra.

1	Economía general
2	Aspectos laborales
3	Clima
4	Actividad
5	Equipamiento
6	Supervisión
7	Trabajador

Estimator's general construction man hour manual, John S. Page.

7.13.1 Economía general

Se refiere al estado económico de la nación o el área específica en donde se desarrolla el proyecto. Los aspectos a ser considerados son:²⁴

- Tendencias y resultados de los negocios en general
- Volumen de la construcción
- Situación del empleo

Si después de considerar los anteriores aspectos se concluye que la economía general es buena o excelente, la productividad tiende a rebajar, debido a que cuando los sectores están bien, se hace difícil encontrar mano de obra de buena calidad, supervisores competentes, teniendo que recurrir a personal inexperto. En el caso contrario, cuando la economía se encuentra en estados normales, la

²³ BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Revista universitaria EAFIT. Numero 128. Medellín: Universidad EAFIT, 2002. p.11

²⁴ Ibid., p 12

productividad tiende a mejorar, ya que bajo condiciones normales se dispone de personal calificado para realizar labores de supervisión y ejecución de las actividades.

Los factores que hacen parte de esta categoría son:

- Disponibilidad de mano de obra (oficiales de construcción)
- Disponibilidad de supervisores (maestros y residentes de obra)
- Disponibilidad de insumos.

7.13.2 Aspectos laborales

Existe una relación importante entre la productividad de la mano de obra y las condiciones laborales en que se realiza el proyecto. La disponibilidad del personal experto y capacitado en la zona donde se realizan los trabajos o la necesidad de desplazar personal de otros sitios con condiciones de pago algunas veces diferentes a las de la zona, son aspectos muy importantes a tener en cuenta. Los aspectos a considerar bajo esta categoría son los siguientes:²⁵

- **Tipo de contrato.** El sistema de subcontratación a destajo favorece considerablemente el rendimiento obtenido, si se compara por un sistema de contratación por día laborado (personal de obra por administración).
- **Sindicalismo.** El contar con obreros sindicalizados, influye negativamente en el rendimiento de la mano de obra, ya que el sindicalismo mal entendido disminuye la productividad.
- **Incentivos.** La asignación de tareas o labores a destajo con recompensas por la labor cumplida, favorece el mejoramiento de la productividad de la mano de obra. Una clara y sana política de incentivos aumenta el rendimiento en las cuadrillas de trabajo.

²⁵ BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Revista universitaria EAFIT. Numero 128. Medellín: Universidad EAFIT, 2002. p.12

- **Salarios o pagos por labores a destajo.** La justa remuneración por la labor realizada, motiva al obrero a aumentar la productividad de la mano de obra.
- **Ambiente de trabajo.** Las relaciones cordiales entre compañeros y entre personal obrero y jefes, sumado a un ambiente de trabajo con condiciones en las que se tengan en cuenta el factor humano, garantizan un mayor desempeño en la mano de obra.
- **Seguridad social.** La tranquilidad ofrecida por un sistema de seguridad social que cubra al trabajador y su familia, incentiva el rendimiento de la mano de obra.
- **Seguridad Industrial.** La implementación y desarrollo de programas de seguridad industrial en los sitios de trabajo, disminuyen los riesgos que afectan negativamente la productividad de la mano de obra.

7.13.3 Clima.

Los antecedentes del estado del tiempo en el área en la que se construye el proyecto deben ser considerados, tratando de prever las condiciones durante el periodo de ejecución de la obra. Los factores a considerar dentro de esta categoría son los siguientes.²⁶

- **Estado del tiempo.** Condiciones favorables del estado del tiempo en el momento de realizar las actividades, influyen positivamente en la obtención de mejores rendimientos.
- **Temperatura.** El exceso de calor afecta el desempeño del obrero.
- **Condiciones del suelo.** Las lluvias ocasionan condiciones críticas del estado del suelo donde las cuadrillas realizan las actividades, viéndose afectadas negativamente en su desempeño bajo condiciones críticas.

²⁶ BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Revista universitaria EAFIT. Numero 128. Medellín: Universidad EAFIT, 2002. p.13

7.13.4 Actividad

Las condiciones específicas de la actividad a realizar, las relaciones con otras actividades, el plazo para la ejecución de la misma, los medios para realizarla y el entorno general de la obra, son aspectos que pueden afectar los rendimientos de la mano de obra. Los principales factores de esta categoría son:²⁷

- **Grado de dificultad.** La productividad se ve afectada al tener actividades con un alto grado de dificultad.
- **Riesgo.** El peligro al cual se ve sometido el obrero al realizar ciertas actividades, disminuye su rendimiento.
- **Discontinuidad.** Las interferencias e interrupciones en la realización de las actividades, disminuyen la productividad de la mano de obra.
- **Orden y aseo.** El rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajos limpios y organizados.
- **Actividades predecesoras.** La calidad de la superficie o sitio de trabajo sobre la que se realizara una actividad, afecta los rendimientos de mano de obra.
- **Tipicidad.** Los rendimientos se ven afectados positivamente si existe un alto número de repeticiones de actividades iguales, ya que facilita al obrero desarrollar una curva de aprendizaje.
- **Tajo.** Si se dispone de un trabajo limitado a pequeños espacios, el rendimiento del obrero disminuye.

²⁷ BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Revista universitaria EAFIT. Numero 128. Medellín: Universidad EAFIT, 2002. p.13

7.13.5 Equipamiento

El disponer del equipo apropiado para la realización de las diferentes actividades, su estado general, su mantenimiento y la reparación oportuna, afectan el rendimiento de la mano de obra. Los principales factores de esta categoría son los siguientes.²⁸

- **Herramienta.** La calidad, estado y adecuación a la operación realizada, afecta el rendimiento.
- **Equipo.** El estado y la disponibilidad del mismo facilitan la ejecución de las diferentes actividades.
- **Mantenimiento.** La oportunidad en el mantenimiento de equipos y herramienta adecuada favorecen un alto desempeño del operario.
- **Suministro.** Disponer oportunamente del equipo y herramienta adecuada favorece un alto desempeño del operario.
- **Elementos de protección.** Debe considerarse como parte del equipamiento, todos aquellos elementos de protección personal tendientes a garantizar la seguridad industrial, que como se dijo anteriormente, facilita la realización de actividades.

7.13.6 Supervisión.

La calidad y experiencia del personal utilizado en la supervisión de las operaciones de la obra, influye considerablemente en la productividad esperada. Los factores que se tienen en cuenta son los siguientes²⁹

²⁸ BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Revista universitaria EAFIT. Numero 128. Medellín: Universidad EAFIT, 2002. p.13

²⁹ Ibid., P.14

- **Criterios de aceptación.** El contar con criterios definitivos de aceptación o rechazo de las diferentes actividades, facilita la labor de supervisión e influye positivamente en el rendimiento de la mano de obra.
- **Instrucción.** Al personal capacitado y con instrucciones claras, se le facilita la realización de las actividades.
- **Seguimiento.** El grado de supervisión en las diferentes etapas del proceso, facilita una mejor productividad.
- **Supervisor.** La idoneidad, experiencia y relación del maestro en relación con los obreros que supervisa, son factores que favorecen el desempeño del operario.
- **Gestión de calidad.** El desarrollo e implementación de sistemas de gestión de calidad en las empresas y su aplicación en los proyectos, crean un ambiente propicio para un aumento en la productividad.

7.13.7 Trabajador

Los aspectos personales del operario deben considerarse, ya que afectan su desempeño. Los factores que se incluyen en esta categoría son:³⁰

- **Situación personal.** La tranquilidad del trabajador y de su grupo familiar, generan un clima propicio para la realización de las actividades. Definir políticas de recursos humanos y apoyo al trabajador, traerá como consecuencia efectos positivos sobre el rendimiento de la mano de obra.
- **Ritmo de trabajo.** El trabajo exigente y continuado agota naturalmente a los seres humanos. Se requiere definir políticas sobre descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.

³⁰ BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Revista universitaria EAFIT. Numero 128. Medellín: Universidad EAFIT, 2002. p.14

- **Habilidad.** Algunos obreros poseen o desarrollan habilidades independientemente del grado de capacitación alcanzado, favoreciendo la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentando su productividad.
- **Conocimientos.** El nivel de capacitación alcanzado, así como su posibilidad de mejorarlo, favorecen en alto grado la mayor eficiencia de su labor.
- **Desempeño.** Algunas personas no ponen todo de sí en el desempeño de sus actividades. Esta situación debe ser controlable con un adecuado proceso de selección.
- **Actitud hacia el trabajo.** Se deben contar con trabajadores con actitudes positivas hacia la labor a realizar, para que dicha situación se refleje en un adecuado desempeño. Esta situación se logra con un buen sistema de selección de personal y con la existencia de buenas relaciones laborales.

8. RESULTADOS

Se presenta un informe del seguimiento al proceso constructivo y controles basados en especificaciones técnicas (NSR 98, Título E), además se muestra la tabla de rendimientos de mano de obra, en la cual se registra la cantidad de mano de obra en horas hombre, para la ejecución de las diferentes actividades de construcción de vivienda. Se conoce a su vez el consumo de mano de obra y las sub-actividades en que se divide el sub-capítulo.

La tabla de rendimientos de mano de obra, muestra en forma más detallada las cantidades ejecutada, tiempos, cuadrilla y los rendimientos promedios calculados para el número de tomas seleccionado.

Una tabla de rendimientos y consumos de mano de obra es utilizada para la elaboración del presupuesto y la programación de obra, los cuales juegan un papel fundamental, ya que establecen anticipadamente el costo y la duración de un proyecto de construcción, determinando la viabilidad del mismo.

Igualmente se identifican factores de afectación de los rendimientos y consumos de mano de obra que influyen positiva o negativamente, tales como: Economía general, aspectos laborales, clima, actividad, equipamiento, supervisión y trabajador. (*Ver numeral 7.13*).

9. CONCLUSIONES

- La presencia permanente de personal capacitado, como el ingeniero residente de obra, el cual realiza controles y chequeos a los procesos constructivos, es garantía para el propietario y para los obreros; ya que este es el responsable de que la obra sea correctamente ejecutada. Si el residente cumple con sus deberes y horarios, así lo harán los obreros y técnicos de la obra.
- Llevar un registro de las observaciones hechas para la mejora de las actividades de construcción, como se hizo en esta obra por parte del pasante, permitieron afianzar los conocimientos adquiridos en la academia, como también aportar a la integridad y eficiencia en el desarrollo de los procesos constructivos.
- El ingeniero residente debe tener buenas relaciones humanas; esto consiste en hacerse entender mediante órdenes claras y estudiadas, e imponerse para remediar problemas consiguiendo el respeto sin necesidad de gritar o castigar. Un residente grosero y que cambia mucho de opinión genera problemas y pierde autoridad
- Los conocimientos adquiridos en la Universidad le dan al ingeniero criterio para enfrentar los diferentes problemas que se le presenten. Si un ingeniero muestra inseguridad en sus decisiones, esa inseguridad es vista por el personal de la obra como falta de preparación y puede convertirse o generar pérdida de autoridad.
- El método de análisis y evaluación de la productividad del recurso humano debe estar basado en múltiples observaciones, que consideren las condiciones particulares en las cuales se realizan las diferentes actividades de construcción
- La tipicidad en las diferentes actividades de construcción y el sistema de subcontratación, son factores que generalmente se identificaron en esta obra, y que afectan positivamente la productividad del recurso humano. Esto se ve reflejado al hacer la comparación con valores de tablas similares, ya que en la mayoría de las actividades los rendimientos son mayores que los de dichas tablas.

- Se logro identificar factores de afectación negativos de rendimiento de mano de obra como: las interferencias e interrupciones en el trabajo, el estado del tiempo, las condiciones del suelo, el riesgo al que están sometidos los trabajadores por falta de elementos de seguridad industrial y algunas veces la falta de insumos, son agentes que interfieren negativamente en el buen desempeño del personal
- Los métodos de evaluación de productividad de mano de obra y de supervisión de actividades de construcción, se encuentran estrechamente relacionados entre sí, y pueden emplearse simultáneamente para obtener un conocimiento más preciso de lo que ocurre en la obra y estar constantemente en mejora continua.
- Los rendimientos de mano de obra, como herramienta para la elaboración de presupuestos y programación de obra se utilizan relativamente poco por parte de la empresa constructora, debido a la utilización generalizada del subcontrato de mano de obra a precio fijo o a destajo, lo que reduce la necesidad de investigar y conocer datos de rendimientos confiables.

10. RECOMENDACIONES

- La implementación de la programación y planeación de obra dentro de este tipo de proyectos es de vital importancia para su mejoramiento administrativo y en general al incremento de la productividad de la mano de obra
- Se recomienda llevar a cabo métodos y técnicas de planeación y control de productividad, así como de calidad, para evitar el desfasamiento del tiempo y costo de la obra.
- Abordar el estudio de productividad considerando proyectos múltiples y de distinta naturaleza, edificación, carreteras, puentes, entre otros, esto con el fin de obtener mayor confiabilidad en los resultados de mano de obra que puedan ser utilizados por profesionales y empresas constructoras, facilitando las labores de planeación y control de los proyectos.
- Cuando se utilicen rendimientos de los cuales se desconocen las características particulares de la obra, se recomienda evaluar la información confrontándola con otras tablas de rendimientos de mano de obra, para finalmente poder llegar a unos rendimientos ajustados a las condiciones reales de la obra que se va a presupuestar.
- El sistema de construcción de mampostería confinada es recomendable para la construcción de viviendas de uno y dos pisos, ya que este sistema es rápido, económico y conocido, pero se debe utilizar un alto grado de supervisión técnica que garantice la calidad de cada una de las actividades de construcción.
- La utilización de elementos de seguridad industrial como el casco, botas, guantes y gafas protectoras son indispensables para una ejecución continua y segura de las actividades de construcción, encaminando al incremento de la productividad del recurso humano.

11. BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE VELASCO, Claudia María y GUAUÑA PISSO, Sandra Lucia. Rendimientos reales de mano de obra y equipos para vivienda de interés social desarrollados en la urbanización Villa del Viento. Popayán: Universidad del Cauca, 2002. p67-179.
- BOTERO BOTERO, Luis Fernando. Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Revista universitaria EAFIT. Numero 128. Medellín: Universidad EAFIT, 2002. p11-14.
- NORMAS COLOMBIANAS DE CONSTRUCCION SISMO RESISTENTE. Casas de 1 y 2 pisos. Santafé de Bogotá D.C.: NSR, 1998. Título E. pE1- E18.
- PIAMBA LEON, Carlos Andrés. Auxiliar de interventoria proyecto edificio Facultad de Ciencias Contables y Administrativas de la Universidad del Cauca. Popayán: Universidad del Cauca, 2006. p44-61.
- SUÀREZ SALAZAR, Carlos, Costo y tiempo en edificación. México D.F., Limusa, 1996. p400
- SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE SENA. Construcción de casas sismo resistentes de 1 y 2 pisos, Cursos virtuales SENA, 2007. Disponible en internet: <http://www.arquitectuba.com.ar>.

12 ANEXOS

ANEXO A Certificado de horas de la pasantía

ANEXO B Convenio firmado por la universidad y la empresa

ANEXO C Tabla de rendimientos de mano de obra utilizada para la comparación con la tabla obtenida en esta obra

ANEXO D Planta primer piso

ANEXO E Planta segundo piso

ANEXO F Planta de cimentación

ANEXO G Planta losa de entrepiso y vigas

ANEXO H Corte de zapatas

ANEXO I Corte de vigas

ANEXO J Corte de columnas

ANEXO K Corte de viguetas (Losa de entrepiso)

ANEXO L Formatos de campo