



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE  
PROCEDIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE  
VIVIENDAS CON FORMALETA, PARA LA EMPRESA  
MACRO INVERSIONES, S.A.**

**Juan Carlos Aceytuno Aceytuno**

Asesorado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón De León de De León

Guatemala, febrero de 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE  
PROCEDIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE  
VIVIENDAS CON FORMALETA, PARA LA EMPRESA  
MACRO INVERSIONES, S.A.**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR:

**JUAN CARLOS ACEYTUNO ACEYTUNO**  
ASESORADO POR LA INGENIERA SIGRID ALITZA CALDERÓN  
DE LEÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2008

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA



### **NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

### **TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón De León de De León
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON FORMALETA, PARA LA EMPRESA MACRO INVERSIONES, S.A.,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, agosto de 2005.



Juan Carlos Aceytuno Aceytuno

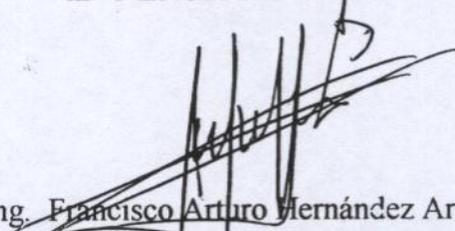
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON FORMALETA PARA LA EMPRESA MACRO INVERSIONES, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Aceytuno Aceytuno**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Francisco Arturo Hernández Arriaza  
Catedrático Revisor  
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

*Ing. Francisco Hernández O.*  
*Colgado 3,242*

Guatemala, octubre de 2007.

/mgp



Guatemala, 26 de septiembre de 2007  
Ref. EPS.C. 591.09.07

Ing. José Francisco Gómez Rivera  
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Gómez Rivera.

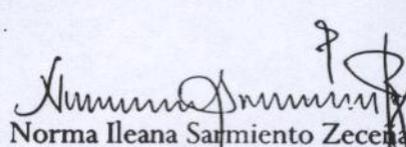
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON FORMALETA PARA LA EMPRESA MACRO INVERSIONES, S.A."** que fue desarrollado por el estudiante universitario **JUAN CARLOS ACEYTUNO ACEYTUNO**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Sigrid Alitza Calderón De León.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora – Supervisora de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Dá y Enseñad a Todos"*

  
Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena  
Directora Unidad de EPS

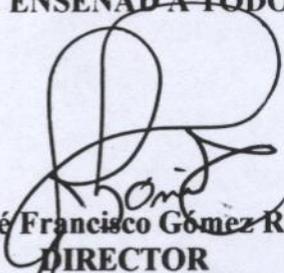


NISZ/jm



El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON FORMALETA, PARA LA EMPRESA MACRO INVERSIONES, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Aceytuno Aceytuno**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo

**ID Y ENSEÑAD A TODOS**

  
Ing. José Francisco Gómez Rivera  
**DIRECTOR**  
Escuela Mecánica Industrial

Guatemala, enero de 2008.

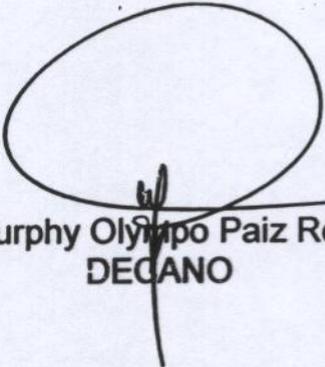


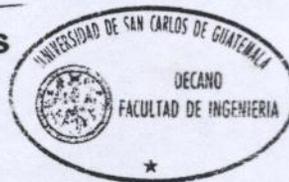
/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE DOCUMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS CON FORMALETA, PARA LA EMPRESA MACRO INVERSIONES, S.A.**, presentado por el estudiante universitario **Juan Carlos Aceytuno Aceytuno**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
DECANO



Guatemala, febrero de 2008.

/gdech

## **AGRADECIMIENTO A:**

<b>DIOS</b>	Por el fundamento de mi vida y ser el proveedor de todo lo que tengo y llenar mi vida con su infinito amor.
<b>MI MADRE</b>	Por ser mi madre, padre, confidente y amiga a la vez, por ser la mujer que ha permitido que me desarrolle profesionalmente y hacer que sea feliz con todo lo que tengo, este triunfo es nuestro.
<b>INGENIERO</b>	Carlos Barillas, por sus sabios consejos para la elaboración de este trabajo.
<b>INGENIERA</b>	Sigrid Calderón, por su paciencia y colaboración en la ejecución de este trabajo.
<b>AMIGOS</b>	Harold López, Carlos Ichel, Douglas Juárez, Jorge Tobar, César Benítez, Jorge Sapón y Mynor Damian, por esa amistad que me brindaron dentro y fuera de aulas.
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	Por brindarme la oportunidad de cursar una carrera universitaria.

Y A TODOS AQUELLOS QUE ME ACOMPAÑARON A LO LARGO DE MI CARRERA. ¡QUE DIOS LOS BENDIGA!

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **DIOS**

Por brindarme la vida y ser mi amigo fiel en todas las etapas de mi vida y permitirme alcanzar este triunfo.

### **MI MARTITA**

Martita Aceytuno Aguilar, por ser una mujer que ha luchado incansablemente por todos mis logros y brindarme su gran amor no tiene límites.

### **MI ABUELITA**

Micaela Aguilar Gómez, por su amor y apoyo durante toda mi vida, que Dios te tenga en su santa gloria.

### **MI HERMANITO**

Minguito Aceytuno, con cariño, que Dios te tenga en su santa gloria.

### **TÍOS Y TÍAS**

Max Aguilar, María Aguilar, Alba Rosales, por confiar en el logro de mi formación académica con cariño sincero a cada uno de ellos.

### **PRIMOS Y PRIMAS**

Lucky, Mish, Petter, Jessy y Christian, por creer en mí y brindarme momentos de alegría.

### **MI NOVIA**

Mercy Villatoro, por brindarme su amor y apoyo incondicional.

# ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>GLOSARIO</b>	XIII
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>OBJETIVOS</b>	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIX

## **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA MACRO INVERSIONES, S.A.**

1.1	Antecedentes generales	1
1.1.1	Reseña Histórica	1
1.1.2	Visión	2
1.1.3	Misión	2
1.1.4	Nuestros valores	2
1.2	Nuestros principios	4
1.3	Productos que elabora	5
1.4	Estructura organizacional	5
1.5	Ubicación de la empresa	8

## **2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO DE LA EMPRESA MACRO INVERSIONES, S.A.**

2.1	Instalaciones bajo piso	12
2.1.1	Descripción actual instalaciones bajo piso	13
2.1.1.1	Eje de terrenos	13
2.1.1.2	Colocación y nivelación de corral de trazo	15
2.1.1.3	Tubería de drenaje sanitario	16

2.1.1.4	Tubería agua potable	19
2.2	Losa de cimentación	20
2.2.1	Descripción método actual de losa de cimentación	21
2.2.1.1	Chequeo de niveles de cimientos	22
2.2.1.2	Formaleta cimiento	23
2.2.1.3	Limpieza	25
2.2.1.3.1	Limpieza de molde de cimientos	25
2.2.1.3.2	Limpieza de losa de cimentación	26
2.3	Obra gris con formaleta	27
2.3.1	Descripción actual de obra gris	27
2.3.1.1	Trazo de ambientes	28
2.3.1.2	Colocaciones en obra gris	29
2.3.1.2.1	Colocación tope para formaleta	29
2.3.1.2.2	Colocación de electromalla	30
2.3.1.2.3	Colocación de distanciadores	31
2.3.1.2.4	Colocación de tuberías	32
2.3.1.2.4.1	Drenaje sanitario y pluvial	32
2.3.1.2.4.1	Agua potable	33
2.3.1.3	Limpieza de formaleta	33
2.4	Acabados	34
2.4.1	Descripción actual de acabados	34
2.4.1.1	Piso	34
2.4.1.2	Puertas y ventanas	35

<b>3.</b>	<b>PROPUESTA DE PROCEDIMIENTOS DOCUMENTADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA CON FORMALETA</b>	<b>37</b>
3.1	Trabajos preliminares	41
3.1.1	Definir ejes de terrenos	42
3.1.2	Nivelación	43
3.1.3	Colocación de corral de trazo	45
3.1.4	Trazo de zanjas y ejes	47
3.1.5	Trazo de ambientes o muros	49
3.1.6	Excavaciones	49
3.1.6.1	Tubería de drenaje sanitario y agua pluvial	50
3.1.6.2	Dúctos eléctricos e instalaciones especiales	51
3.1.6.3	Excavaciones para cimiento corrido y zapata	52
3.2	Instalaciones	52
3.2.1	Instalaciones de drenajes	53
3.2.1.1	Instalaciones sanitarias y pluviales	53
3.2.2	Instalaciones de agua potable	55
3.2.3	Instalaciones eléctricas	57
3.2.4	Dúctos especiales	58
3.2.4.1	Instalaciones de televisión, Internet, teléfono o aire	58
3.2.4.2	Instalaciones de gas	59
3.2.5	Instalación de pisos	59
3.2.6	Instalación de azulejos	61
3.2.7	Instalación de puertas	63
3.2.7.1	Instalación del marco	64
3.2.7.2	Secuencia de instalación de la puerta	65
3.2.8	Instalación de ventanas	66
3.3	Estructuras	67
3.3.1	Prefabricación	67
3.3.1.1	Fabricación del cimiento corrido	68

3.3.1.2	Fabricación de columnas	69
3.3.1.3	Fabricación de zapatas	70
3.3.2	Colocación	70
3.3.2.1	Colocación de cimiento corrido	71
3.3.2.2	Colocación de columnas	71
3.3.2.3	Colocación de zapatas	73
3.3.2.4	Colocación de U de tope	73
3.3.2.5	Colocación de electromalla	74
3.3.2.6	Colocación de distanciadores de muro	78
3.4	Molde	79
3.4.1	Armado	80
3.4.1.1	Armado de muros	80
	3.4.1.1.1 Secuencia de instalación de muros	80
3.4.1.2	Armado de marco de ventanas y puertas	85
3.4.1.3	Alineación horizontal	86
3.4.1.4	Armado de losas	87
	3.4.1.4.1 Secuencia de instalación de losa	87
3.4.2	Desarmado	90
3.4.2.1	Desarmado de muros	90
3.4.2.2	Desarmado de losas	93
3.5	Limpieza de formaleta	95
3.6	Concreto losa de cimentación y entrepiso	97
3.6.1	Colocación losa de cimentación y entrepiso	97
	3.6.1.1 Secuencia para fundir	99
3.6.2	Colocación de concreto para muros	100
3.7	Acabados	101
3.7.1	Textura	101
	3.7.1.1 Textura final	103

3.7.1.1.1	Alisado	104
3.7.1.1.2	Texturizado	104
3.7.2	Artefactos sanitarios	105
3.7.2.1	Lavamanos	106
3.7.2.2	Sanitario	107
<b>4.</b>	<b>PROPUESTA DE MANUAL DE TRATAMIENTO DEL HIERRO</b>	<b>111</b>
4.1	Antecedentes	111
4.2	Introducción	113
4.3	Objetivo general	114
4.4	Objetivos específicos	114
4.5	Fases del proceso de tratamiento de desechos de hierro	115
4.5.1	Opciones para el tratamiento de desechos de hierro	116
4.6	Conclusiones	119
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>121</b>
	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>123</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>125</b>



# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Organigrama de la empresa Macro Inversiones, S.A.	6
2	Ubicación de la empresa Macro Inversiones, S.A.	8
3	Encuesta para documentar procedimientos	10
4	Gráfica de resultados de encuesta pregunta No. 1	11
5	Gráfica de resultados de encuesta pregunta No. 2	12
6	Elaboración artesanal de los mojones de madera	14
7	Mojón incorrecto utilizado en todos los proyectos	15
8	Corral mal puesto	16
9	Diagrama de operaciones de instalación de drenaje sanitario	17
10	Tubería quemada y de 80 psi	18
11	Tubería no cubierta y llena de concreto	19
12	Excavación incorrecta para tubería de agua potable	19
13	Falta de nivelación con nivel óptico	20
14	Excavación de cimiento corrido	21
15	Falta de niveles en la losa de cimentación	22
16	Formaleta de cimiento	23
17	Diagrama para colocar formaleta de cimientos	24
18	Desperdicio de desmoldante durante la aplicación	26
19	Trazo de ambientes	28
20	Colocación de pines para topes de formaleta	29
21	Mal traslape de electromallas	30
22	Diagrama de operaciones de colocación de distanciadores de muro	31
23	Bushing sucio lleno de concreto	33
24	Mala instalación de piso	35

25	Mala aplicación del sello de ventanas	35
26	Formato del manual de Grupo Macro	38
27	Ejemplo de un procedimiento documentado	40
28	Mojón utilizado por urbanizadoras profesionales	43
29	Diagrama de operaciones de nivelación con manguera	44
30	Utilización del nivel óptico	45
31	Forma de colocar el corral de trazo	46
32	Tubo rectangular para corral de trazo	47
33	Nueva herramienta para trazar	48
34	Trazo de ejes	48
35	Trazo doble de ambientes o muros	49
36	Zanja de drenaje sanitario y agua pluvial	50
37	Zanja de ductos eléctricos e instalaciones especiales	51
38	Zanja de cimiento corrido	52
39	Zanja de zapata	52
40	Ejemplo de colocación de tuberías de drenaje sanitario y pluvial	54
41	Tapón macho y codo HG	55
42	Diagrama de operaciones de instalación de tubería de agua potable	56
43	Altura de instalaciones especiales	58
44	Tubería con tapón de seguridad	59
45	Esquema para la colocación de piso	60
46	Diagrama de operaciones del método con sabieta para instalar piso	61

47	Diagrama de operaciones de instalación de azulejo	61
48	Esquema para instalación de azulejo en el baño	63
49	Diagrama de operaciones de instalación del marco de la puerta	64
50	Diagrama de operaciones de instalación de puerta	65
51	Escantillón para verificación de vanos	66
52	Estructura de un cimiento corrido	68
53	Colocación de estribos en columnas	69
54	Armado de una zapata	70
55	Colocación de cimiento corrido	71
56	Colocación de columnas	72
57	Colocación de pines	72
58	Colocación de zapatas	73
59	Tipos de u de tope. Plástica y de metal	74
60	Dimensiones de la electromalla	75
61	Pintado de electromalla según el uso	76
62	Distanciadores losa entrepiso o final	76
63	Traslape de electromalla	77
64	Colocación de electromalla en muros	77
65	Posición de distanciador	78
66	Tipos de formaleta o molde	79
67	Colocación de esquineros de muro y formaleta	81
68	Pasador flecha y forma de colocarlo	82
69	Forrado de una corbata	82
70	Colocación de corbatas	83
71	Colocación de cuña y pasador con cuña	83

72	Forma de cerrar un muro	84
73	Colocación de pin grapa	85
74	Refuerzo de marco de puerta	85
75	Porta alineador	86
76	Colocación de pin grapa	87
77	Tipos de pin grapa	88
78	Colocación de formaleta de losa	88
79	Viga en I y forma de colocarla	89
80	Puntal nivelador	89
81	Caps instalado	90
82	Diagrama de operaciones de desencofre de muros	91
83	Sacapanel	92
84	Sacacorbatas	92
85	Viga en I y puntal nivelador	93
86	Chapola	94
87	Limpieza con espátula	95
88	Máquina pulidora	96
89	Rango de separaciones entre un vibrador y otro	98
90	Nivelación del concreto	99
91	Tela de doble refuerzo	102
92	Protección con nylon para la aplicación de textura	102
93	Fondo aplicado en muros y techo	103
94	Alisado	104

95	Pistola para texturizar	105
96	Base de mármol para lavamanos	106
97	Empaque de cera	107
98	Encajar en las perforaciones de la base del inodoro	108
99	Colocación del inodoro sobre su base	108
100	Instalación del tanque	109
101	Situación actual de los desechos de hierro	111
102	Desecho de hierro utilizado para realizar traslapes	115
103	Elaboración de eslabones o estribos con sobrantes de varilla de hierro	116

## **TABLAS**

I	Formato utilizado para supervisar los trabajos de trazo y zanjeo	41
II	Diámetro de ductos de electricidad	57
III	Código de colores y funciones de los alambres para instalaciones eléctricas	58
IV	Traslapes mínimos dependiendo del grosor del hierro	67
V	Medidas y usos de electromalla	75
VI	Empresas recicladoras y precios por libra de hierro	117



## GLOSARIO

<b>Broca:</b>	Barrena sin manija de las máquinas de taladrar.
<b>Contratista:</b>	Persona que por contrato ejecuta una obra material o está encargada de un servicio para el gobierno, una corporación o un particular.
<b>Formaleta:</b>	Pieza de metal o madera utilizada para fundición de muros o losas en las casas.
<b>Maestro de obra:</b>	Artesano que ejerce su oficio (la construcción) independientemente y enseña a aprendices.
<b>Modulo:</b>	Elemento prefabricado que se puede agrupar de distintas maneras con otros semejantes.
<b>Mojón:</b>	Pieza de concreto o madera que se utiliza para señalar los límites de un área de un terreno.
<b>Monolíticamente:</b>	De una cohesión perfecta.
<b>Panel:</b>	Elemento prefabricado que se utiliza para revestimientos o divisiones verticales de viviendas y edificios.
<b>Plano:</b>	Representación gráfica en una superficie, de un terreno, o de la planta de un campamento, edificio, vivienda, plaza, fortaleza, etc.

- Residente:** Que debe vivir en el mismo lugar en que tiene su cargo, empleo u oficina.
- Tarugo:** Pieza plástica utilizada para insertar un tornillo o clavo en una superficie de concreto o madera.
- Tenaza:** Instrumento de metal, compuesto de dos brazos movibles trabados por un eje.
- Trompo:** Pieza de concreto o madera que se utiliza para señalar los límites de un área de un terreno.

## RESUMEN

En la actualidad, con el advenimiento del TLC (Tratado de Libre Comercio), la globalización de la economía y la poderosa competencia mundial, es obligación de las empresas constructoras en general y en especial las guatemaltecas adquirir tecnología de punta, capacitar a su recurso humano y aprovechar todos sus recursos para entrar por la competencia del mercado nacional e internacional.

En el caso de la empresa constructora Macro inversiones, S.A. ha iniciado ese cambio en nuevas tecnologías para construcción de viviendas como el sistema con formaleta que consiste en la fundición monolítica de muros y losas, formando una estructura sismo-resistente y logrando un rendimiento de una vivienda diaria, aumentando la relación costo - beneficio.

De ahí, la importancia de documentar los procedimientos para la construcción de viviendas con formaleta, porque no se pueden ofrecer proyectos inmobiliarios de alta calidad, si el recurso humano que interviene en la producción no es de calidad.

Para lograr los resultados deseados se realizara la documentación de procedimientos para la construcción de viviendas con formaleta que consta de seis secciones, que garantizan que el recurso humano (residente, maestro de obra y contratistas) cumpla con las especificaciones de los clientes. Las secciones propuestas son: Trabajos preliminares, instalaciones, estructuras, molde, concreto y acabados.

Para finalizar, se incluye una propuesta de un manual de desechos sólidos (hierro) contribuyendo a que Macro Inversiones no contamine el medio ambiente.



## **OBJETIVOS**

### **General:**

Diseñar e implementar procedimientos documentados de construcción de viviendas con formaleta, para que la mano de obra este calificada para construir viviendas que cumplan con los requisitos del cliente y la organización

### **Específicos:**

1. Eliminar las deficiencias de los operarios en la construcción por medio de los procedimientos documentados.
2. Elaborar la documentación los procedimientos de trabajo para los obreros.
3. Capacitar a los operarios para el buen uso de los procedimientos y así elevar su eficacia.
4. Explicar a los obreros, sobre el impacto negativo de no utilizar los procedimientos de trabajo.
5. Capacitar a los obreros, sobre el uso de equipo de seguridad en el trabajo.
6. Controlar de mejor forma los desechos sólidos de construcción en las áreas de trabajo.



## INTRODUCCIÓN

Este proyecto se fundamenta en el Ejercicio Profesional Supervisado realizado en la empresa Macro Inversiones, S.A. empresa dedicada a la construcción de proyectos inmobiliarios, la cual se vió en la necesidad de implementar la documentación de sus procedimientos para mejorar su desempeño y estandarizar sus procesos. El contenido de este trabajo se divide en cuatro capítulos, los cuales abarcan la totalidad del proyecto de documentación de procedimientos en la empresa Macro Inversiones.

El primer capítulo contiene un panorama general de lo que es y hace la empresa Macro Inversiones, entre estas generalidades están sus antecedentes generales, productos que elabora y su estructura organizacional.

El segundo capítulo es un diagnóstico de la situación actual de la empresa con respecto a sus métodos de trabajo dejando de manifiesto los diferentes inconvenientes de seguir realizando el mismo método de trabajo para proyectos futuros, entre estos métodos están las instalaciones bajo piso, losa de cimentación, obra gris con formaleta y acabados.

El tercer capítulo contiene una propuesta para implementar métodos de trabajo constructivos actuales, que mejorarán el desempeño de sus trabajadores, la propuesta contiene las siguientes secciones: trabajos preliminares, instalaciones, estructuras, molde, limpieza de formaleta, concreto losa de cimentación y entrepiso, acabados.

El cuarto capítulo es una propuesta de un manual de desechos sólidos (hierro), este capítulo contiene un diagnóstico de la situación actual de la empresa y también una propuesta para el tratamiento de desechos de hierro.



# **1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA**

## **MACRO INVERSIONES, S.A.**

En 1986 se inicia la empresa Macro Inversiones, S.A., con el fin de dedicarse a la construcción, promoción y desarrollo de proyectos inmobiliarios. Macro Inversiones construye viviendas con el sistema tradicional que es la mampostería y también con un nuevo sistema constructivo que utiliza formaletas de aluminio, la formaleta se puede acoplar fácilmente a cualquier tipo de proyecto o diseño arquitectónico, ya sea para edificios o casas.

### **1.1 Antecedentes generales**

A continuación se presentan los antecedentes generales de Macro Inversiones, S.A., como su reseña histórica, su visión, su misión, sus valores, productos que elabora y su estructura organizacional.

#### **1.1.1 Reseña Histórica**

La organización inició en 1986 como una copropiedad de sus socios fundadores Carlos MacDonald y Luis Rodas Sandoval de cuyos apellidos se deriva el nombre Macro. En 1992 se convierte en una sociedad anónima, denominada Macro Inversiones, S.A.

A partir del año 2000, se independizan los socios y la familia Rodas Eguizabal adquiere el 100% de las acciones, en esta etapa se introduce el concepto de: Grupo Macro.

### 1.1.2 Visión

La visión de la empresa Macro es ser un holding de empresas de construcción, promoción y desarrollo de proyectos inmobiliarios, servicios conexos y asesoría, que responda a los constantes cambios del mercado, auto sostenible por sus propios proyectos y que sean reconocidos por la aplicación de sus principios y valores.<sup>1</sup>

### 1.1.3 Misión

La misión de la empresa Macro es ser un grupo de empresas de construcción, promoción y desarrollo de proyectos inmobiliarios, servicios conexos y asesoría, comprometidos en honrar el nombre de Jesucristo a través de su práctica en los negocios, servir a sus clientes con estándares de calidad, costo, tiempo y servicio, y mejorar la calidad de vida de sus empleados.<sup>2</sup>

### 1.1.4 Nuestros valores

Los valores de Macro Inversiones se definen, conocen, comparten, viven y evalúan en los distintos niveles de la organización, sus valores son la base para mejorar la calidad de vida de sus trabajadores.

- **Verdad:** Estamos comprometidos a hablar con la verdad, a ser auténticos en todas nuestras actuaciones.

<sup>1y2</sup> Datos proporcionados por gerencia general de Macro Inversiones, S.A.

- **Confiabledad:** Proyectamos confianza y credibilidad ante nuestros clientes. Entregamos lo que ofrecemos. Lo que prometemos lo cumplimos.
- **Integridad:** Proyectamos la entereza en nuestra conducta. Somos conocidos porque somos cabales en todo lo que hacemos y prometemos.
- **Servicio efectivo:** Brindamos un servicio rápido y efectivo a nuestros clientes. Se les entrega el producto en el momento que lo necesitan.
- **Trabajo en equipo:** Reconocemos que somos interdependientes entre sí, y trabajamos con nuestros clientes como un solo equipo.
- **Honradez:** Procedemos con rectitud, dignidad y respeto mutuo con nuestros clientes y proveedores.
- **Espiritualidad:** Nos proyectamos como una empresa con principios cristianos, basados en la verdad que es Jesucristo y a Él damos la honra por nuestros éxitos.
- **Calidad:** Realizamos nuestro trabajo con excelencia, con los estándares más altos de calidad en el mercado nacional.

## **1.2 Nuestros principios**

La visión, misión, principios y valores de Grupo Macro se definen, conocen, comparten, viven y evalúan en los distintos niveles de la organización.

La responsabilidad primordial de Grupo Macro es brindar un buen servicio al cliente optimizando el uso de los recursos, respetando la dignidad de las personas y promoviendo el desarrollo integral de todos sus miembros.

Grupo Macro está orientado a crecer y progresar, pero no sólo le interesan los resultados, sino la forma en que éstos se logran.

Grupo Macro está preocupado por servir y engrandecer a las personas y mejorar la calidad de vida de sus integrantes, tomando como base sus principios y valores.

En Grupo Macro deben transmitirse los principios a través del ejemplo, son dirigentes congruentes entre los que dicen y hacen, con principios morales y espirituales sólidos y con un alto nivel de profesionalismo e integridad.

Esta empresa se esfuerza en resolver las necesidades de los clientes y lograr su entera satisfacción, a través del mejor servicio posible y de productos de la más alta calidad y última tecnología, retribuyéndole justamente el valor de lo que hemos cobrado.

La mejora constante es un anhelo de Macro y con ello aumentar cada día la CALIDAD y EXCELENCIA en todo lo que hacen, pero sin olvidar que toda la gloria es solo para DIOS.

### **1.3 Productos que elabora**

Los productos elaborados son construcciones como viviendas de primer y segundo nivel, edificios, centros comerciales, plantas de agua, remodelaciones y otros, utilizando el método tradicional con mampostería es decir la utilización de blocks o con el sistema de formaletas. Estos proyectos inmobiliarios son desarrollados en toda la república aunque donde mayor demanda hay es en Villa Nueva, Escuintla, Amatitlán y otros.

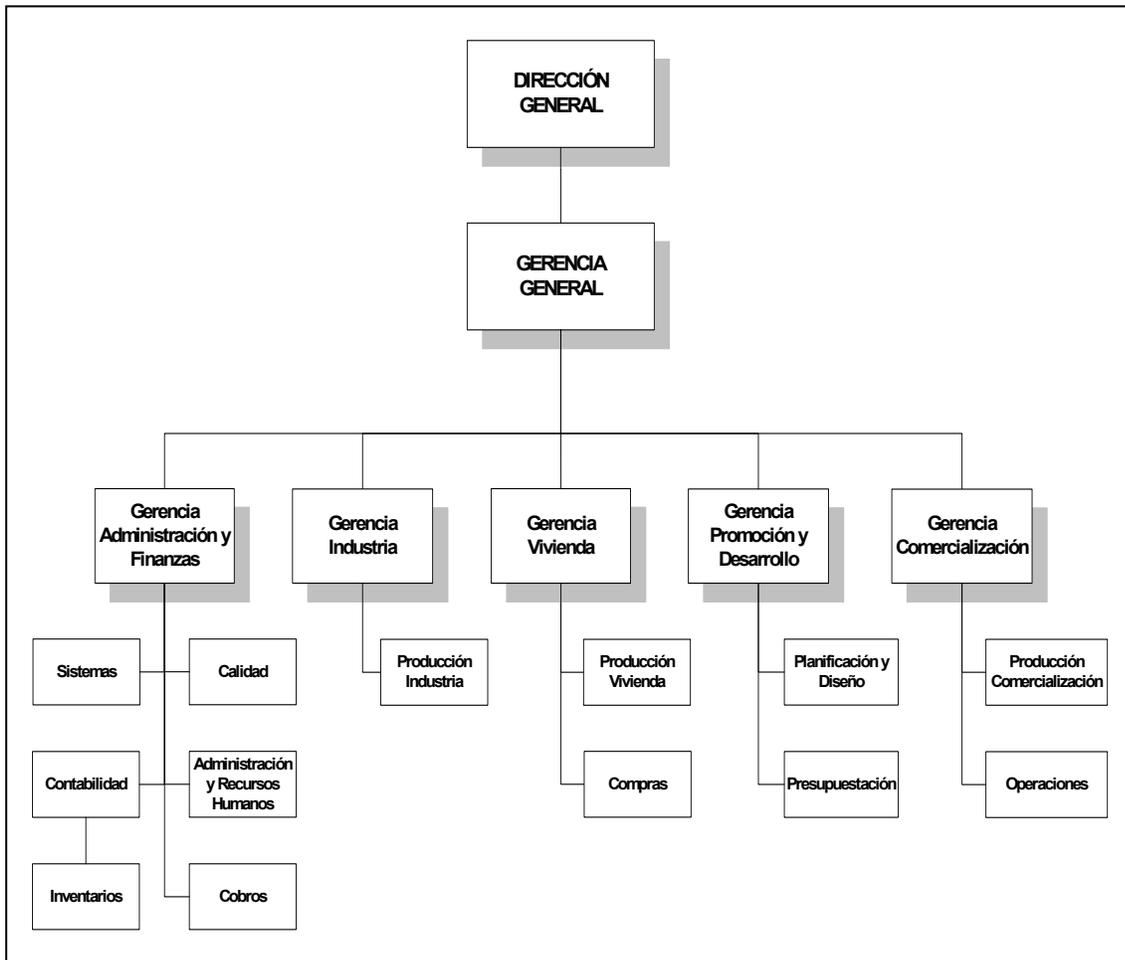
### **1.4 Estructura organizacional**

Las organizaciones son entes complejos que requieren un ordenamiento jerárquico que especifique la función que cada uno debe ejecutar en la empresa, en Macro Inversiones cada gerencia tiene una línea de autoridad y responsabilidad, así como también canales de comunicación y supervisión que acoplan las diversas partes de toda la organización.

La empresa Macro Inversiones, S.A., tiene cinco gerencias que se encargan de administrar los recursos de la empresa y bajo las cuales se sustenta el éxito de la organización, a continuación se describirán algunas de las funciones más importantes de estas gerencias.

En la figura 1 se observa el organigrama de la empresa Macro Inversiones, S.A.

Figura 1. Organigrama de la empresa Macro Inversiones, S.A.



A continuación se da una descripción de cada una de las gerencias de Macro Inversiones:

#### 1. Gerencia administración y finanzas

Se encarga de dirigir, coordinar y controlar a los departamentos de calidad, sistemas, cobros, recursos humanos, contabilidad e inventarios.

2. Gerencia de industria

Se encarga de administrar todos los recursos económicos y humanos para desarrollar diferentes proyectos inmobiliarios, tales como centros comerciales, bodegas, remodelaciones, plantas de tratamiento, etc.

3. Gerencia vivienda

Se encarga de administrar y ejecutar todos los recursos económicos y humanos para construir casas de un nivel, dos niveles en áreas residenciales, utilizando el sistema tradicional de mampostería o bien el sistema con formaletas según lo requiera el cliente.

4. Gerencia de promoción y desarrollo

Se encarga de asesorar a nuevos clientes en los proyectos que desean realizar con Macro Inversiones, también se encarga de desarrollar los presupuestos para los diferentes proyectos de la gerencia de comercialización, industria y vivienda.

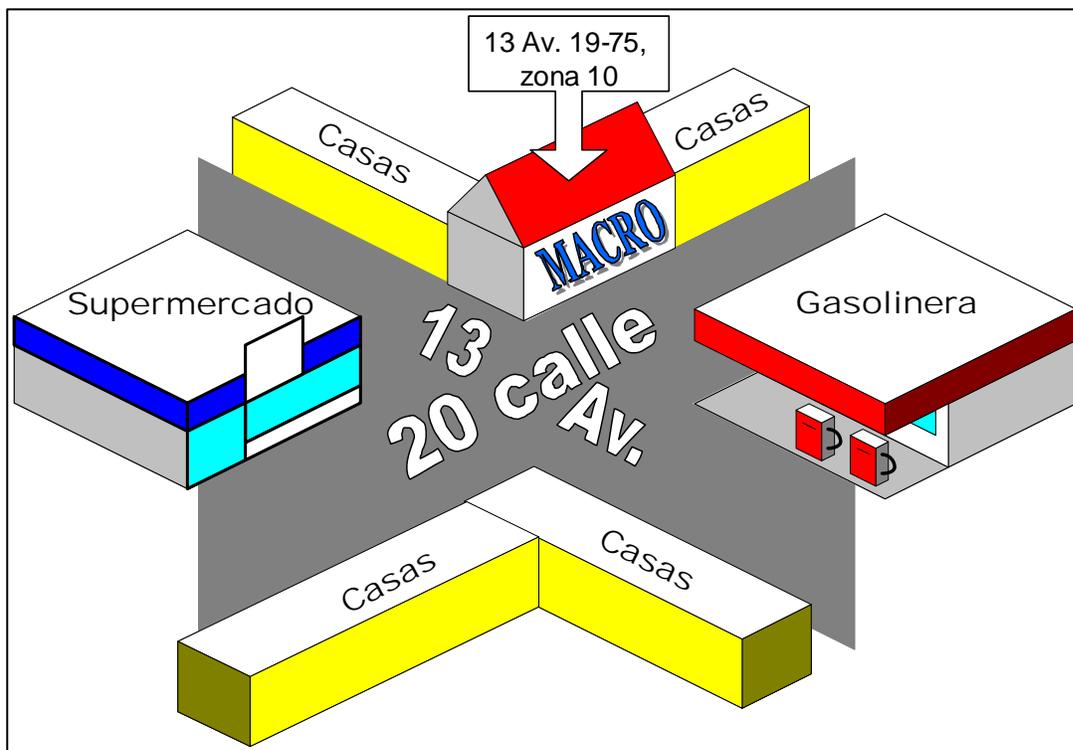
5. Gerencia comercialización

Se encarga de contactar nuevos clientes, ofreciendo sus servicios para desarrollar proyectos inmobiliarios en los diferentes sectores de vivienda o industria.

## 1.5 Ubicación de la empresa

La empresa Macro Inversiones, S.A. cuenta actualmente con tres inmuebles una casa con dirección 13 Av. 19-15, y la otra casa donde están casi todas las gerencias esta ubicada en la 13av 19-75, zona 10 ver figura 2, en este inmueble es donde se estuvo realizando el ejercicio profesional supervisado.

Figura 2. Ubicación de la empresa Macro Inversiones, S.A.



## **2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO DE LA EMPRESA MACRO INVERSIONES S.A.**

La empresa Macro Inversiones inicio sus actividades como constructor desarrollando proyectos con muy buen calidad y después de veinte años es necesario documentar los procedimientos para la construcción de una vivienda, esto se debe a la existencia de diferentes contratistas que realizan una misma actividad y cada uno de ellos tiene diferente forma de trabajar, sino esta situación no se mejora puede en el futuro crear el problema de diferentes tipos de calidad para un mismo trabajo. Por lo tanto Macro Inversiones, S.A. carece de procedimientos de trabajo establecidos que se puedan tomar como un estándar para nuevos empleados (contratistas), creando la dificultad de trabajos realizados a la manera particular de cada contratista.

Luego de analizar la situación actual por medio de entrevistas con el gerente de vivienda, residentes, maestros de obra y contratistas se pudo llegar a los siguientes hallazgos:

- a) No se tienen procedimientos de trabajo estándares debido a que los residentes (ingeniero o arquitecto encargado de la obra) se encargan de supervisar la obra sin un criterio definido. Esto quiere decir que la falta de documentación es notoria y necesaria para que nuevos residentes sean capacitados en los procesos constructivos, logrando definirles los estándares necesarios para alcanzar la calidad deseada por Macro Inversiones, S. A.

b) Existe gran rotación de personal por parte de los contratistas, esto afecta nuevamente el proceso de estandarizar la calidad de las viviendas a esto se agrega que los nuevos empleados de los contratistas muchas veces no tienen experiencia en los trabajos constructivos, con lo cual se puede incurrir en mayor incidencia en errores.

Estos son los dos grandes problemas que se suscitan al no contar con la documentación de los procedimientos constructivos. Para solucionar gran parte de estos problemas se utilizarán encuestas que se basan en preguntas directas y respuestas múltiples establecidas por la experiencia de la gerencia de vivienda ver figura 3, así se logrará documentar las tareas de tipo constructivo que los diferentes contratistas realizan en todas las actividades para la construcción de la vivienda de tal manera que puedan estandarizarse los procesos y beneficiando a mantener una misma calidad.

Figura 3. Encuesta para documentar procedimientos

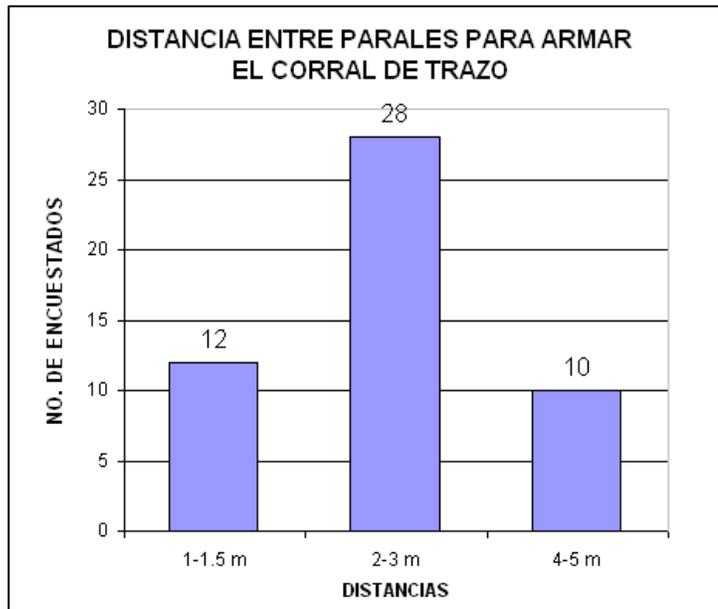
	ENCUESTA PARA DOCUMENTAR PROCEDIMIENTOS	Fecha:
	MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA	Nombre:

**Instrucciones:**  
Conteste las siguientes preguntas relacionadas con el armado de un corral de trazo

- ¿Cuál es la distancia aproximada entre cada paral dentro de un corral de trazo?  
1 - 1.5 m       2 - 3 m       4 - 5 m
- ¿Qué tipo de material se utiliza para realizar el puente en el corral de trazo?  
Madera       Metal
- ¿Cuál es el diámetro de los parales de hierro que se utilizan en los corrales de trazo?  
1/2"       3/8"       5/8"
- ¿Cuál es la profundidad a la que se colocan los parales?  
20 cm       30 cm       40 cm       50 cm
- ¿Cuál es la longitud de la manguera utilizada para la nivelación?  
5 m       10 m       15 m       20 m

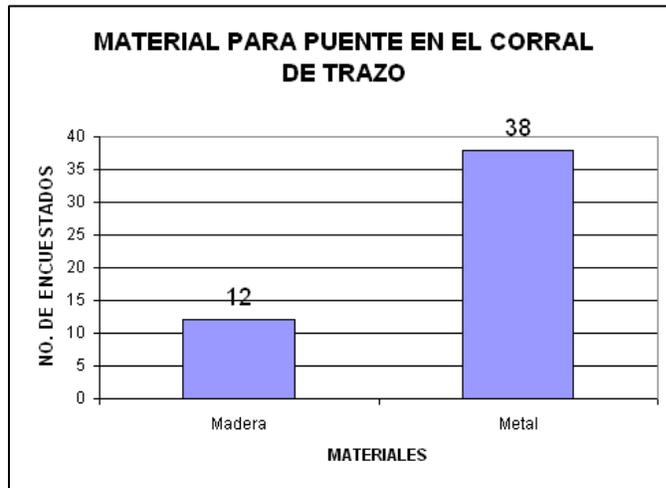
La encuesta que se muestra en la figura 3 indica el formato de preguntas y respuestas para las demás actividades constructivas, ésta encuesta en particular se compuso de cinco preguntas que se relacionaron con el corral de trazo (estructura utilizada para trazar los ejes de instalaciones bajo piso). En esta encuesta se tuvo la participación de cincuenta encuestados dentro de los cuales figuran residentes, maestros de obra, técnicos, proveedores, jefes de contratistas y otros. A manera de ejemplo se graficaron las respuestas de las preguntas número uno y número dos como se pueden observar en las figuras 4 y 5.

Figura 4. Gráfica de resultados de encuesta pregunta 1



En el capítulo tres se considerarán los resultados obtenidos de esta encuesta aplicándolos en la sección del corral de trazo, en esta gráfica se observa que la distancia para los parales será de dos a tres metros.

Figura 5. Gráfica de resultados de encuesta pregunta 2



Para la pregunta número dos se detectó que la mayoría de entrevistados concuerda en utilizar el metal como material para el puente en el corral de trazo, esta decisión debido a que el metal es más duradero y reutilizable. Estos resultados se considerarán en el capítulo tres en la sección del corral de trazo.

## 2.1 Instalaciones bajo piso

Las instalaciones bajo piso son la primer etapa de la construcción de una vivienda, estas instalaciones consisten en la definición de los ejes del terreno que se utilizan para definir sus dimensiones, colocación del corral de trazo que se utiliza como referencia para las instalaciones generales y para conocer donde se colocarán las formaletas que son la base para este sistema constructivo, también estas incluyen las instalaciones eléctricas (tubería para los tomacorrientes, apagadores y otras que los planos indiquen), otras instalaciones son las sanitarias y especiales.

### **2.1.1 Descripción método actual instalaciones bajo piso**

Actualmente no existen métodos estándar creando la dificultad de que cuando existen nuevos empleados o contratistas no realizan los trabajos de igual forma que en todas las casas de un mismo proyecto e incluso de proyecto a proyecto. Por lo tanto, se describirán las tareas que ellos realizan actualmente para establecer en el capítulo tres una mejora de las actividades que presentan problemas o deficiencias, después se procederá a documentar estas actividades.

#### **2.1.1.1 Eje de terrenos**

Los ejes de terrenos se refieren al amojonamiento de los lotes, identificación que es correspondiente entre la medida del terreno la escritura del terreno y el plano de registro, estos ejes deberán estar medidos de preferencia con teodolito sin embargo se han detectado amojonamientos inconsistentes o muy superficiales que permiten corrimientos entre las medidas, también se ha encontrado estacas sin referencia de centro en el caso de lotificaciones con movimientos masivos de tierra se ha observado que la maquinaria pesada desfasa las marcas entre ejes al igual que el traslado de materiales orgánicos, ripio, etc., han permitido estos corrimientos. Todos estos problemas no se deben dar debido a que el registro de propiedad inmueble requiere que se ubiquen los rumbos o los azimut (medida en grados, minutos y segundos) para evitar problemas de colindancias entre vecinos.

Los resultados de estas malas prácticas inciden en confusión para el maestro de obra, pues no cuenta con referencias exactas para el inicio del corral de trazo y puede provocar que inicie la construcción fuera de colindantes, provocando la demolición del trabajo realizado en bases corridas.

En la figura 6 se observa que los mojonos son elaborados de forma artesanal, esto incurre en la variabilidad de la altura, ancho del mojón, pérdida de tiempo y la tala de árboles lo que provoca la pérdida de los recursos naturales.

Figura 6. Elaboración artesanal de los mojonos de madera



En el sistema de formaletas es primordial que los mojonos estén bien colocados, porque sino toda la formaleta que estará colocada en los cimientos estará desalineada y esto provoca más consumo de concreto.

También se puede observar en la figura 7 que los mojones son ubicados en mala posición porque no están verticalmente alineados, lo que provoca que las medidas que se tomen estén erróneas y esto influye en las medidas generales de toda la vivienda.

Figura 7. Mojón incorrecto utilizado en todos los proyectos



#### **2.1.1.2 Colocación y nivelación de corral de trazo**

El corral de trazo se utiliza para marcar los ejes que se utilizarán como referencia para las diferentes instalaciones de la vivienda, por ejemplo: instalaciones eléctricas, tubería para agua potable y otros. El gran problema con esta actividad es la variabilidad de formas de colocar el corral de trazo, así también hay albañiles que utilizan madera para el corral y la dificultad se concentra en los costos de construcción porque la madera se pudre y deja de ser útil para la colocación del corral.

Como se muestra en la figura 8 el corral no tiene una altura definida lo que provoca que muchas veces la tierra de las excavaciones oculten al corral de trazo y con ello hace que se mueva el corral y cuando se colocan los ejes pueden mentir en las mediciones, también se muestra que no se tiene establecida la distancia entre paraleles, ni traslape entre ellos.

Figura 8. Corral mal puesto

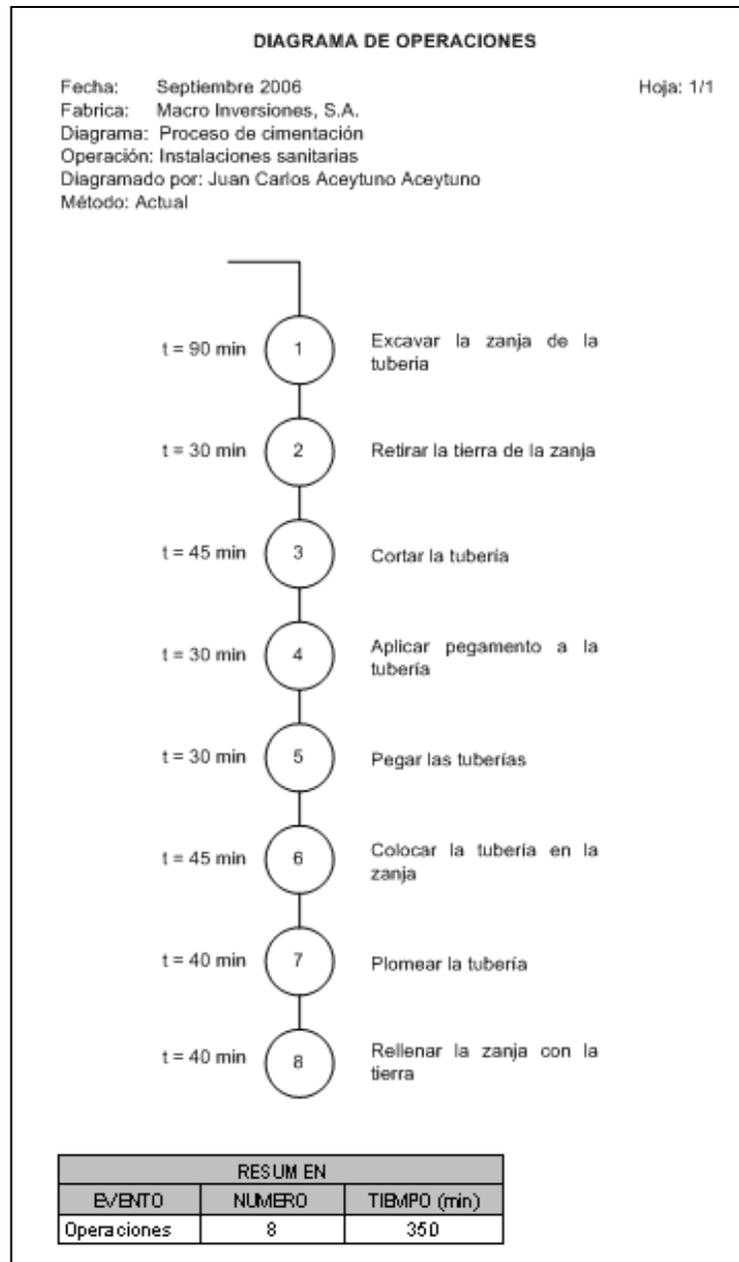


### 2.1.1.3 Tubería de drenaje sanitario

En esta sección se describe todo lo relacionado con la tubería de drenaje sanitario, el problema con esta actividad es que el contratista no tiene especificaciones de cómo realizar la zanja en donde se colocará la tubería, agregado a esto no se le indica la forma de cortar y pegar la tubería. También algo muy importante es la definición de la pendiente mínima de caída del agua, porque de no ser así la tubería podría quedar sin un desnivel (pendiente) lo que tiene como consecuencia el empozamiento del agua y posiblemente se tapen las tuberías.

La secuencia de instalación de tubería de drenaje sanitario se observa en el diagrama de operaciones de la figura 9.

Figura 9. Diagrama de operaciones de instalación de drenaje sanitario



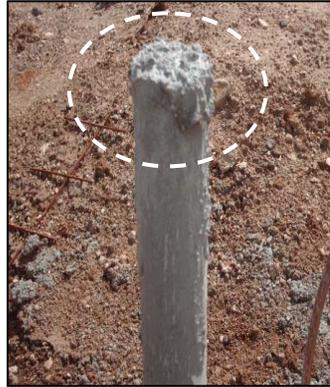
El tiempo de instalación de tuberías es de 350 min aproximadamente 6 horas, este tiempo puede reducirse si se tiene una medida estándar para el ancho de la zanja porque de no ser así se puede perder tiempo y dinero al tardarse para cumplir una meta, también otro ejemplo es en el paso numero tres, muchas veces los plomeros por criterio propio deciden no utilizar el pegamento y deciden quemar los tubos para unirlos como se muestra en la figura 10, esto trae como consecuencia que no soporten la presión de las fundiciones de concreto debido a que la presión que ejerce el concreto en el tubo es mayor a los 80 psi y por ende se quiebran los tubos, por lo que hay que romper el muro para luego colocar nueva tubería.

Figura 10. Tubería quemada y de 80 psi



Algo muy importante también es proteger el tubo porque de no ser así se pueden llenar de concreto, basura u otro material de construcción cerrándolos por completo, lo que provocaría tener que limpiar el tubo e incluso cambiarlo por completo si es que se daña mucho. Esta problemática se visualiza detalladamente en la figura 11.

Figura 11. Tubería no cubierta y llena de concreto



#### 2.1.1.4 Tubería agua potable

Como se muestra en la figura 12, la tubería de agua caliente esta muy cerca de la tubería de drenaje sanitario por lo que puede causar daños y luego se pueden provocar fugas porque la tubería de drenaje sanitario no soporta la temperatura del agua caliente y en algunas ocasiones han provocado reclamos porque la tubería después queda inservible. Así mismo se logra observar que las zanjas no están talladas y se pierde tiempo al realizar zanjas mucho mas anchas.

Figura 12. Excavación incorrecta para la tubería de agua potable



## 2.2 Losa de cimentación

El proceso de cimentación se realiza de manera similar a cualquier otro sistema constructivo, partiendo de la preparación del terreno, continuando con la excavación de la viga corrida que es el soporte de todos los muros portantes de carga de la estructura. Posteriormente se coloca todo el acero de refuerzo tanto en las vigas como en losa de cimentación. Como se muestra en la figura 13 uno de los problemas es la falta de nivelación de la losa de cimentación, porque en este caso no se pasaron niveles y entonces se incurrió en picar la losa para fundirla de nuevo.

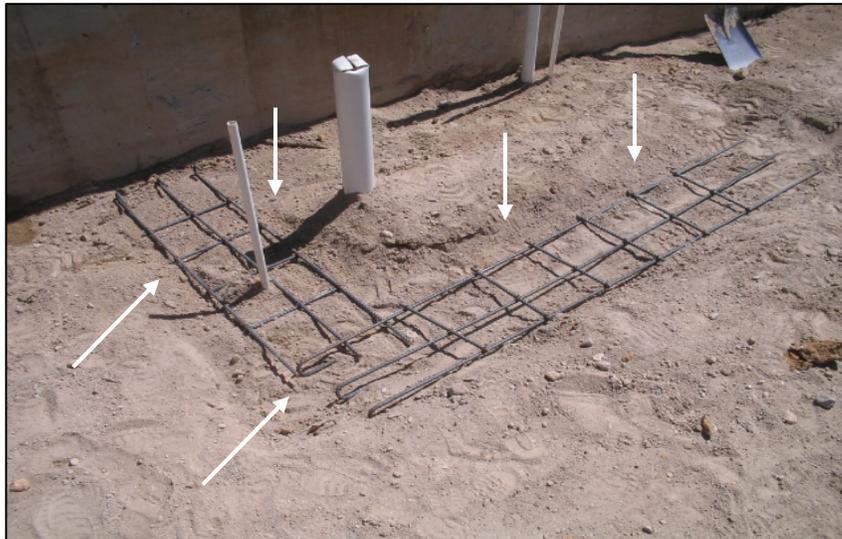
Figura 13. Falta de nivelación con nivel óptico



### 2.2.1 Descripción actual de losa de cimentación

El método actual carece de especificaciones para que el contratista realice su trabajo, especificaciones tales como la profundidad que debe dejar para que el cimiento corrido logre aportar un refuerzo estructural a la casa, tampoco indica cuál es el ancho mínimo para instalarlo y después colocar de manera correcta los tacos o distanciadores de cemento. Una parte fundamental de la losa de cimentación es que esta estructura quede dentro de una zanja muy bien tallada y a una profundidad especificada en los planos o con un mínimo de 12 centímetros; como se observa en la figura 14, se coloca solamente puesto sobre una zanja mal elaborada, por lo explicado anteriormente. Este cimiento corrido es una de las estructuras que hace que la vivienda sea antisísmica y si no esta debidamente colocada entonces no cumple su función y la casa tendrá posiblemente mayor número de fisuras en los muros e incluso en las losas.

Figura 14. Excavación de cimiento corrido



### 2.2.1.1 Chequeo de niveles de cimientos

El chequeo de niveles es muy importante porque de esta actividad depende que la formaleta e incluso muchas instalaciones queden ubicadas según lo especifican los planos constructivos. El problema de esta actividad consiste en que muchas veces no se chequean los niveles es decir que no se verifica que la losa de cimentación quede homogénea en su espesor. Como se muestra en la figura 15 la losa de cimentación tiene malos acabados finales debido a que no se colocan los niveles o referencias.

Figura 15. Falta de niveles en la losa de cimentación.



### 2.2.1.2 Formaleta cimient

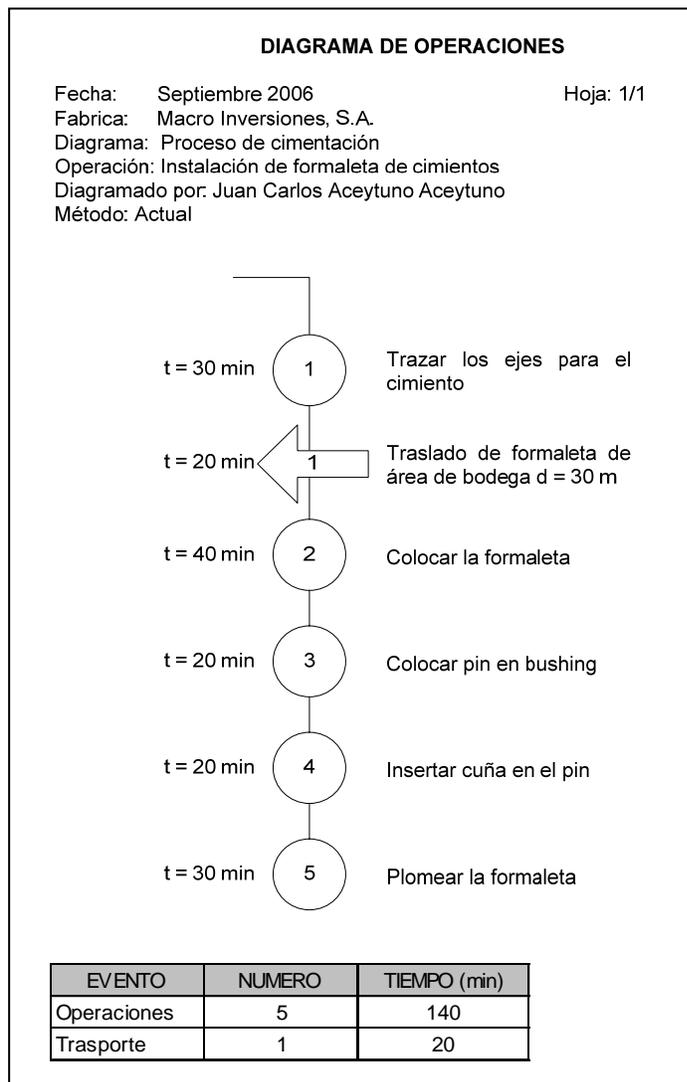
Los contratistas muchas veces utilizan formaletas de madera o metal para realizar las fundiciones de las losas de cimentación específicamente en los desniveles entre casa y casa, pero el inconveniente que se muestra en la figura 16 es que utilizan las formaletas de muro las cuales soportan esta actividad pero no es adecuado para este uso porque cuando la cara de contacto se daña entonces los acabados en obra gris quedan con una mala calidad.

Figura 16. Formaleta de cimient



En la figura 17 se describe el diagrama de operaciones actual para colocar la formaleta de cemento, acá se observa un traslado que representa una pérdida de tiempo.

Figura 17. Diagrama de operaciones para colocar formaleta de cimientos



### **2.2.1.3 Limpieza**

La limpieza es muy importante en todo proyecto porque hace buena o mala referencia de los encargados de las obras, por eso se hace indispensable en la herramienta principal de este sistema de formaletas de aluminio no tenga suciedad y esta suciedad es el residuo de concreto de las fundiciones y en las losas consiste en quitar el mezclón de orilla.

#### **2.2.1.3.1 Limpieza de molde de cimientos**

Cuando no se realiza una limpieza correcta de los moldes de los cimientos se tiene excesiva acumulación de concreto, pero este no es el único problema. El concreto que se acumula en la cara frontal del panel se verá reflejado en la calidad de un muro. Cualquier área donde el concreto existe como una “protuberancia”, se mostrará como una abolladura o hueco en el muro, arruinando la superficie plana que un cliente espera. Incluso un acumulamiento más uniforme puede afectar el muro, cambiando el grosor del muro tanto como 1/8” (0.3175 cm.)

Mantener los moldes, paneles o formaletas ligeras y libres de la acumulación de concreto debe ser tan fácil como seguir técnicas apropiadas de aplicación de desmoldante. Un buen agente desmoldante reducirá la probabilidad de que el concreto se pegue y hará que el concreto acumulado sea más fácil de remover con una espátula, un problema común en todos los proyectos es cuando los operarios no tienen un procedimiento para la aplicación de este desmoldante reincidiendo en el error de aplicar una cantidad mayor a la necesaria, no aplicarla con los accesorios correctos (esponja).

En la figura 18 se muestra claramente el desperdicio del desmoldante, lo que incurre en sobre costos en el uso de este producto.

Figura 18. Desperdicio de desmoldante durante la aplicación.



En Macro Inversiones la limpieza se realiza sólo con espátulas y cepillos de alambre conectados a una pulidora y debe realizarse cada vez que el molde se use, siendo un compromiso del contratista mantenerla limpia y en buen estado.

#### **2.2.1.3.2 Limpieza de losa de cimentación**

Este procedimiento consiste en retirar quitar el mezclón de orilla que esta hecho a base de cemento, cal y arena. El mezclón se aplica en la orilla de toda la losa teniendo la función de un bordillo para evitar que el agua salga de la losa, este mezclón se utiliza durante el fraguado de la losa.

## **2.3 Obra gris con formaleta**

La obra gris con formaleta es un sistema de encofrado que ayuda a construir casas más rápido que con el sistema tradicional de mampostería, una de las ventajas de la formaleta de aluminio es evitar el uso indiscriminado de la madera, este sistema contribuye a la preservación de los recursos naturales, constituyéndose en la mejor alternativa ecológica del mercado.

Este sistema consiste en la fundición monolítica de muros y losas, formando una estructura sismo-resistente. El vaciado de la losa de cimentación se realiza mediante el uso de concreto premezclado o producido en sitio. La ventaja de este sistema es que se logra un rendimiento de una vivienda diaria, aumentando la relación costo – beneficio, además el nivel de acabado sobre la superficie de concreto es excelente, el tipo de acabado para muros puede ser liso o con textura dependiendo de la formaleta. Uno de los problemas de Macro Inversiones, S.A. es la falta de procedimientos documentados que puedan impartirse a las personas encargadas de utilizar las formaletas, creando ellos mismos la manera de trabajar con la formaleta, teniendo esta problemática en la sección tres se indicará la forma correcta de utilizar la formaleta.

### **2.3.1 Descripción actual de obra gris**

El método actual carece de procedimientos para realizar los trabajos de construcción en obra gris, los pocos procedimientos documentados no cuentan con información actualizada como por ejemplo de trazo de ambientes que consiste en trazar una sola línea de referencia para colocar la formaleta y en el nuevo método se sugieren dos trazos para mayor exactitud en la colocación de las formaletas.

### 2.3.1.1 Trazo de ambientes

El trazo de ambientes es la primera operación en el encofrado de muro y la gran dificultad en Macro es que en todos los proyectos se trazan dos líneas que se utilizan como referencia para colocar la formaleta y estas líneas son internas como se observa en la figura 19, es decir que cuando se coloca la formaleta se pierde la referencia y por lo tanto los muros sufren de desplomes que tienen que ser retirados con rotomartillos y luego deben resanar el muro. El trazo de ambientes debe estar conforme al plano de cotas y estas líneas se realizan con un marcador de cinta con pintura roja.

Figura 19. Trazo de ambientes



### 2.3.1.2 Colocaciones en obra gris

En este inciso se describen las actividades actuales de instalaciones de electromalla, distanciadores de muro y tuberías. Es muy problemático el caso cuando las instalaciones de la malla quedan sin esperas donde puedan sujetarse, haciendo que la malla quede no centrada dentro del muro, por eso es muy importante describir una forma estándar de colocar los distanciadores que tienen como función principal centrar la malla dentro del muro.

#### 2.3.1.2.1 Colocación tope para formaleta

Esta actividad es conocida en el campo como pineado, que consiste en perforar con un taladro cada 60 cms un agujero en donde se introducen pines de hierro de  $\varnothing \frac{1}{2}$ " x 4" ó de  $\frac{3}{8}$ " x 4", la profundidad a la que se deben colocar los pines es de  $\frac{1}{3}$  del espesor de la losa de cimentación tal y como se muestra en la figura 20. Con las varillas de hierro se tiene la dificultad de estar calculando la posición de las varillas conforme al espesor de muro que puede ser de 8,10, 12 y 15 cm.

Figura 20. Colocación de pines para topes de formaleta.

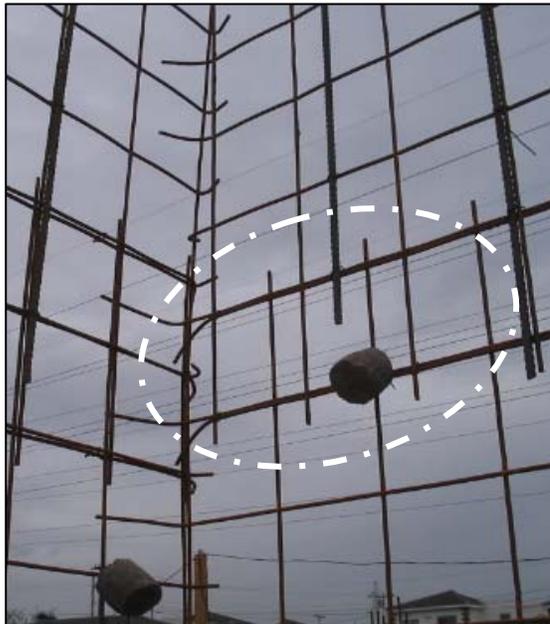


### 2.3.1.2.2 Colocación de electromalla

Esta actividad carece de ciertas especificaciones importantes como la medida de la electromalla y uso más general dependiendo de su medida, así como el traslape mínimo entre electromallas; el procedimiento actual es el que se describe a continuación:

Se fijará a esperas de hierro de  $\varnothing 3/8''$  según altura especificada en plano, que quedan colocadas desde la losa de cimentación. El traslape que utilizan es de 1 cuadro de la electromalla como se observa en la figura 21, lo que no es recomendable porque algunas veces se sueltan los traslapes y en lugar de tener una sola electromalla en el muro se tienen dos o más mallas. Tampoco se indica que tipo de electromalla se utiliza para muros y losas.

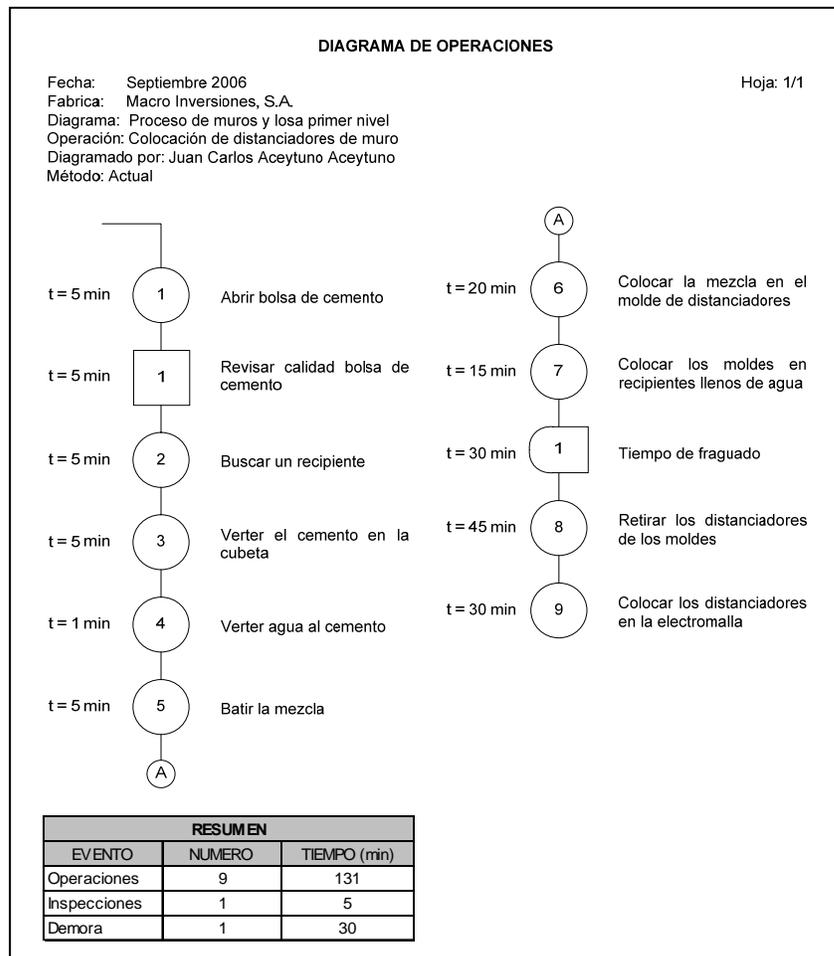
Figura 21. Mal traslape de electromallas



### 2.3.1.2.3 Colocación distanciadores

Los distanciadores de muro que actualmente se colocan en los proyectos son elaborados de concreto teniendo el inconveniente de tiempo debido a que los tienen que sujetar a la electromalla con alambre de amarre, a esto se le agrega el hecho de contratar a un albañil que los elabore incurriendo en gastos de mano de obra y materiales, a continuación se muestra en la figura 22 el diagrama de operaciones de la colocación de distanciadores.

Figura 22. Diagrama de operaciones de colocación de distanciadores de muro



#### **2.3.1.2.4 Colocación de tuberías**

Las tuberías son los conductos por los cuales circulan líquidos como por ejemplo el agua potable o aguas negras. Tomando la losa de cimentación como referencia se efectúan las excavaciones para el tendido de las tuberías hidráulicas, sanitarias y eléctricas, de acuerdo con los planos.

##### **2.3.1.2.4.1 Drenaje sanitario y pluvial**

El inconveniente en este método es no tener un orden secuencial, se utiliza una pendiente no actualizada de 2% y otro de los problemas es que no se ejemplifica la instalación para que el contratista no tenga inconvenientes para la instalación de las tuberías. El procedimiento actual es el que se describe a continuación:

Para drenajes de segundo nivel se usará tubería de PVC de 80 PSI o la especificada en plano. Las tuberías se unirán con pegamento para PVC. Toda la tubería tendrá una pendiente mínima del 2%. Al unir las tuberías usar unión de fábrica (no in situ) y poner pegamento tanto en la parte interna como externa después de haber lijado la superficie de contacto.

##### **2.3.1.2.4.2 Agua potable**

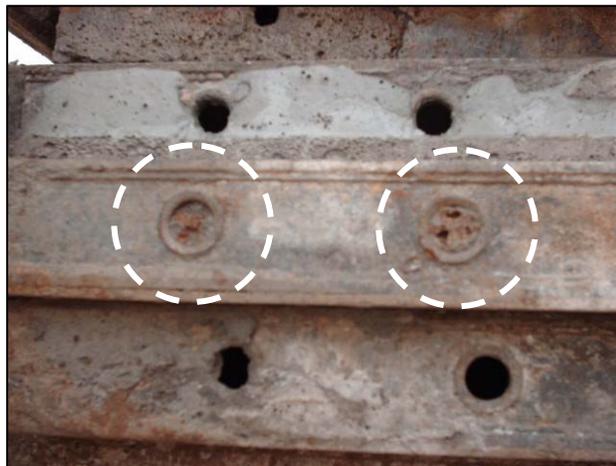
Este método es de los más actualizados el único inconveniente es no tener un orden de pasos a seguir, el procedimiento actual es el que se describe a continuación:

Para agua potable se usará tubería PVC de ½" de 315 PSI, tubería PVC de ¾" 250 PSI, tubería CPVC de ½" 100 PSI, o la especificada en plano, pegamento para PVC de preferencia Tangit y pegamento para CPVC en pomo.

### 2.3.1.3 Limpieza de formaleta

El lavado de la formaleta se realiza cuando se ha terminado el proceso de fundiciones en un proyecto, entonces se inicia la limpieza que regularmente se hace con agua y detergente pero el problema es cuando se visualizan restos de concreto en las caras interna y externa de la formaleta así como de los bushings que quedan inservibles si no se elimina totalmente el concreto de ellos, como se muestra en la figura 23 no funciona solo utilizar detergente y agua para dejar impecable la formaleta, los bushings sucios no permiten que cuando se utilice la formaleta en otro proyecto se puedan sujetar correctamente creando desperdicios de concreto, por ello es muy importante cerciorarse de una limpieza completa de las caras interna y externa, así como de los bushings.

Figura 23. Bushing sucio lleno de concreto



## **2.4 Acabados**

Los acabados son una parte muy importante dentro del proceso de construcción de viviendas debido a que le dan una buena o mala presentación a la casa. Entre los acabados más comunes están la colocación del piso, puertas y ventanas.

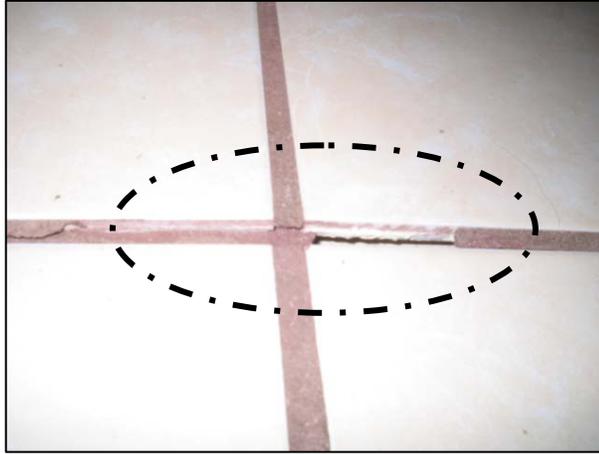
### **2.4.1 Descripción actual de acabados**

Los acabados son una fase de las viviendas en donde se les empieza a dar sentido o en otras palabras se les da vida, en los acabados que se tienen como principales están las puertas, ventanas y piso, la mayor dificultad es cuando se encuentran pisos bofos es decir sin algún relleno en la base, las filtraciones que se tienen en las puertas y ventanas, que muchas veces tiene como efecto la caída de la textura que se ha aplicado anteriormente.

#### **2.4.1.1 Piso**

El mayor problema con los pisos es el no tener una mezcla estándar en la base, no tener definida una forma de instalar, no se tienen los accesorios necesarios tales como las crucetas que ayudarían a definir una cisa uniforme entre cada piso. Como se muestra en la figura 24 el piso esta quebrado por falta de los puntos anteriormente mencionados, esto algunas veces a significado que se tienen que realizar instalaciones completas nuevamente porque quedan pisos torcidos, quebrados y algunas veces levantados.

Figura 24. Mala instalación de piso



#### 2.4.1.2 Puertas y ventanas

El mayor inconveniente es la filtración de agua en los vanos y dinteles de puertas y ventanas, esto contribuye a que la entrega de casas se retrase. En figura 25 se muestra que los sellos de las ventanas no están bien aplicados por lo que se puede filtrar el agua, contribuyendo a que la textura se desprenda de los muros.

Figura 25. Mala aplicación del sello de ventanas





### **3. PROPUESTA DE PROCEDIMIENTOS DOCUMENTADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA CON FORMALETA**

Al finalizar un análisis de la situación actual de la empresa Macro Inversiones, S. A. se pudo observar la falta de documentación en los procedimientos de todos los procesos constructivos que se realizan para la realización de una vivienda con formaleta. Esta situación afecta de manera directa la estandarización de calidad de las viviendas provocando disminución en la eficiencia del sistema en serie y el desarrollo adecuado de los contratistas que son los que realizan la vivienda.

Por lo anteriormente descrito es evidente la necesidad de implementar la documentación de cada uno de los procedimientos de la secuencia completa del sistema constructivo, siendo de suma utilidad para medir el avance y desarrollo de la efectividad y mejoramiento de los procesos como también facilitarán las labores de auditoría, toma de medidas correctivas y preventivas por parte de la empresa Macro Inversiones, S.A.

El propósito fundamental de la elaboración de la documentación de procedimientos es servir como auxiliar a los gerentes, residentes, maestros de obra, contratistas, asistentes de proyecto y colaboradores en la realización de las funciones que se les confiere.

Otro beneficio de contar con la documentación de los procedimientos es con los clientes de Macro Inversiones, S.A., debido a que el gerente de producción puede mostrar los trabajos constructivos que llevarán sus viviendas con formaleta y ellos estarán satisfechos de conocer todo el proceso y verificar que se cumple con lo ofrecido a ellos.

El aporte de la propuesta deberá llenar las expectativas de la estandarización de la secuencia del sistema constructivo esto quiere decir que un sistema constructivo no debe estar apoyado en el estado de ánimo o en la experiencia empírica de los contratistas para realizar las tareas o trabajos constructivos, sino que más bien debe estar soportado en la documentación de los procedimientos establecidos y basados en información técnica proporcionada por el gerente de producción y especificaciones técnicas de proveedores sobre los productos que se utilizan para las viviendas. Esto no significa que los procedimientos están renuentes al cambio o mejoras que puedan realizarse durante el transcurrir del tiempo y la obtención de nuevas experiencias.

Esta documentación de los procedimientos también servirá para iniciar un proceso de capacitación a nuevos residentes, asistentes, maestros de obra y todo aquel colaborador que participe en la realización de las viviendas, esto con la finalidad de aprender este nuevo sistema de construcción con formaleta y estandarizar criterios de supervisión para con los contratistas y obtener así un producto de igual calidad para todos los clientes de Macro Inversiones, S.A.

El aporte de las mejoras en las tareas constructivas se observará en cada uno de puntos del capítulo tres, mostrándose el formato a aplicar para documentar los procedimientos y un ejemplo de un procedimiento documentado, además se incluye una serie de diagramas de flujo y fotografías que ayudarán a entender de forma fácil y sencilla a todos los involucrados en la realización de las viviendas.

En la figura 26 se observa el formato utilizado para la documentación de los procedimientos que se describen en este capítulo.

Figura 26. Formato del manual de Grupo Macro

El diagrama muestra un formato de manual con los siguientes elementos:

- 1) Logo de Macro en la esquina superior izquierda.
- 2) Título principal: "MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA".
- 3) Título de capítulo: "NOMBRE DEL CAPITULO".
- 4) Campo para el número de revisiones.
- 5) Campo para la fecha de creación o revisión.
- 6) Campo para el número de sección o capítulo.
- 7) Encabezado de sección: "No. DE SECCIÓN".
- 8) Campo para el número de página en la parte inferior.

Las partes del formato para el manual son 1) Logo de Macro, 2) Nombre del manual, 3) Nombre el capítulo 4) Número de revisiones que lleva el manual, 5) Fecha de creación o revisión del manual 6) Número de sección o capítulo 7) Encabezado para el numero de sección o capítulo y 8) Número de página.

En la figura 27 se observa el formato de la documentación de los procedimientos, en este caso se observa el procedimiento de desencofre de formaletas, para usos de la empresa se utilizará este formato.

Figura 27. Ejemplo de un procedimiento documentado

	<b>MANUAL DE CONSTRUCCION DE VIVIENDA</b>	Revisión: 00	Fecha: 10-02-06
	<b>DESENCOFRADO</b>	Sección: 8	

**SECCIÓN 8.0**

**Importante:**

- ✓ No tirar la formaleta del segundo nivel
- ✓ El tiempo mínimo entre la fundición y el desencofrado es de 10 horas

Inicie el desencofre de las formaletas de muro en la mitad de una pared interior y en una esquina de los muros exteriores.



1. Retire todos los tensores.
2. Retire todos los puntales inclinados.
3. Retire los alineadores y los porta-alineadores.
4. Retire las cuñas y pasadores y desplace los pasadores-flecha que van fijos a la formaleta.
5. Desencofre las formaletas de una en una en ambos lados del muro, utilizando la herramienta correspondiente. Asegúrese de que las formaletas se jalen hacia atrás de forma uniforme para garantizar la calidad en el acabado del concreto.
6. Inicie retirando la formaleta de muro por uno de sus extremos y no realizado en medio para que no se deforme.

7. Extraiga las corbatas utilizando el sacacorbatas, herramienta especialmente diseñada para esta función. **NUNCA SAQUE CORBATAS CON LA MANO NI META LOS DEDOS EN LOS AGUJEROS DE LAS CORBATAS QUE ESTÉN COLOCADAS EN EL MURO.**





**Importante:**  
Los pines, cuñas, corbatas y porta-alineadores, deben guardarse en los respectivos baldes para evitar que queden tirados en el suelo. Las corbatas se deben limpiar antes de guardar.

5

### 3.1 Trabajos preliminares

Los trabajos preliminares se refieren a mediciones previas a iniciar la secuencia constructiva, los trabajos preliminares bien realizados serán determinantes para el arranque de los primeros pasos de la secuencia constructiva evidenciando que la calidad del producto terminado sea medible, por ejemplo esquinas a 90°, plataformas bien niveladas, referencias de tuberías exactas y centradas a muros, colocación de formaletas niveladas, la siguiente tabla I muestra algunos de los puntos que se utilizaron para estandarizar algunos datos para los trabajos preliminares.

Tabla I. Formato utilizado para supervisar los trabajos de trazo y zanjeo.

<b>TRAZO Y ZANJEO</b>	√	<b>REPROBADO</b>	√	<b>APROBADO</b>
CORRAL		Desnivelado		Nivelado
RELACIÓN PERÍMETRO CORRAL		Poca Distancia		Entre 0.50 y 1.00 Mts
ÁNGULOS Y REFERENCIAS		Fuera de 90°		a 90°
EJES DE MURO En CORRAL		Sin Referencia		Referencia correcta
Distancia entre hilos		Divergentes		Paralelo
REFERENCIA DE TUBERÍAS EN CORRAL		Sin Referencia		Referencia correcta
CENTRADO DE TUBERÍAS		Sin Referencia		Referencia correcta
PROFUNDIDAD DE ZANJA		Menor a indicada		Indicada en planos

En todos los procedimientos que se describen en el presente capítulo, se han realizado mejoras notables, con ello los contratistas podrán optimizar recursos y tiempo, contribuyendo a mejorar la calidad.

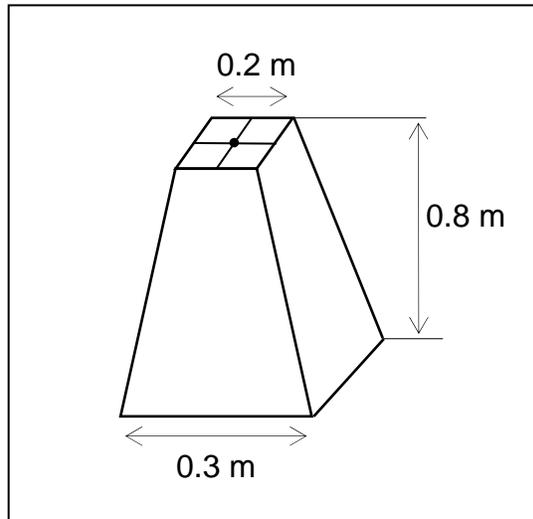
### **3.1.1 Definir ejes de terrenos**

Se sugiere que los mojones sean colocados con bases de concreto con una profundidad mínima de 80 cms. Una superficie sobre el nivel de 2 pulgadas de 15 cm x 15 cm con una base trapezoidal de 30 cm. X 30 cm. Con alma de 4φ. Las medidas anteriores son sugeridas para proyectos de mucha rotación de tierra de maquinaria o personal en viviendas aisladas por efectos de economía pueden variar, hemos observado que el mercado local provee a los constructores de mojones prefabricados los cuales únicamente se entierran tienen el inconveniente de que al rellenar la zanja hay que rectificarlos nuevamente, por lo que se sugiere de preferencia fundirlos en obra.

Los ejes topográficos de terrenos son los puntos que indican los límites de los lotes, para colocar un eje se utilizan los trompos o mojones que son semienterrados en el terreno, los mojones pueden ser de madera o concreto como se muestra en la figura 28, estos llevan un clavo o hierro que indica el centro del mojón y es el punto en donde se empiezan a tomar las medidas asimismo están pintados en su extremo superior de color rojo para ser identificados de manera fácil y rápida.

Los mojones ayudan a determinar las dimensiones del terreno que deben ser medidas y comparadas con lo indicado en los planos topográficos o generales que tenga el residente del proyecto.

Figura 28. Mojón utilizado por urbanizadoras profesionales.

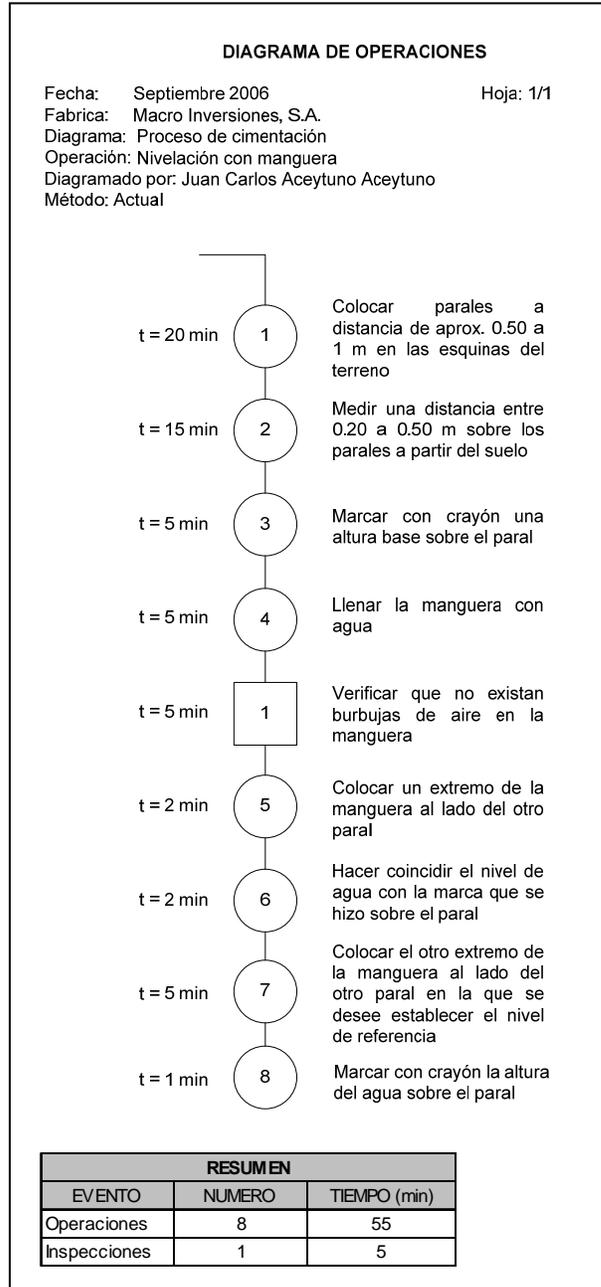


Este tipo de mojón ayuda a que los trabajadores reconozcan a simple vista su posición y así puedan tomar sus medidas correspondientes, la otra ventaja es que no se mueva fácilmente por el movimiento de tierras.

### 3.1.2 Nivelación

Esto sirve para saber a qué altura quedará el piso interior de la casa, con relación al terreno. El método más común que se utiliza para la nivelación del terreno es el método de la manguera este nivel es muy fácil de utilizar y su procedimiento se observa en el diagrama de operaciones de la figura 29. Este procedimiento se realizaba en el campo pero no todos los contratistas tenían un conocimiento escrito en el cual ellos pudieran consultar por lo tanto, la mejora es haber estandarizado este procedimiento y hacer más sencillo el trabajo de los contratistas.

Figura 29. Diagrama de operaciones de nivelación con manguera



En esta figura se observa el procedimiento de la nivelación con manguera, este método es el más utilizado en la construcción.

También se tiene el nivel óptico que consiste en un instrumento como se muestra en la figura 30, este instrumento permite detectar desniveles en el área donde se este realizando las medidas para las diversas instalaciones de la vivienda.

Figura 30. Utilización del nivel óptico

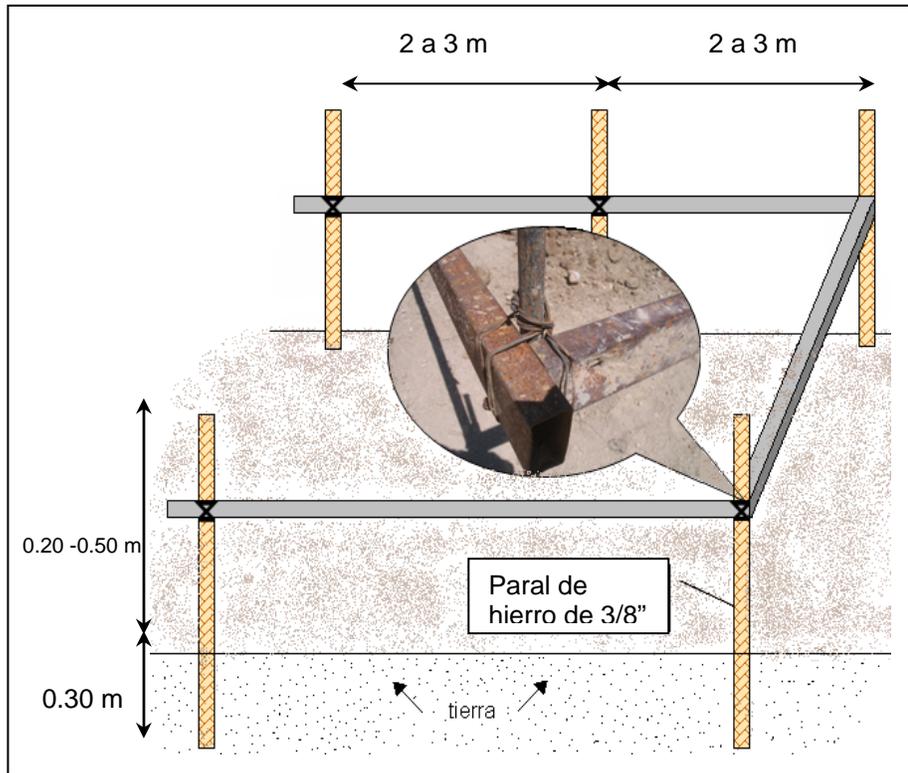


### 3.1.3 Colocación de corral de trazo

El corral de trazo se utiliza para indicar dónde se realizarán las instalaciones sanitarias y agua potable, eléctricas y para asegurarse que estas instalaciones no queden fuera de los muros, evitando retrabajos para colocarlas en los lugares especificados en planos.

Antes de iniciar cualquier trazo sobre la plataforma ya nivelada, se debe colocar en todo el perímetro del área de trabajo una armazón llamada corral de trazo como se observa en la figura 31, en esta figura se indica la distancia entre los paraleles de hierro, profundidad mínima de cada paral y la forma de sujetar los paraleles con alambre de amarre.

Figura 31. Forma de colocar el corral de trazo

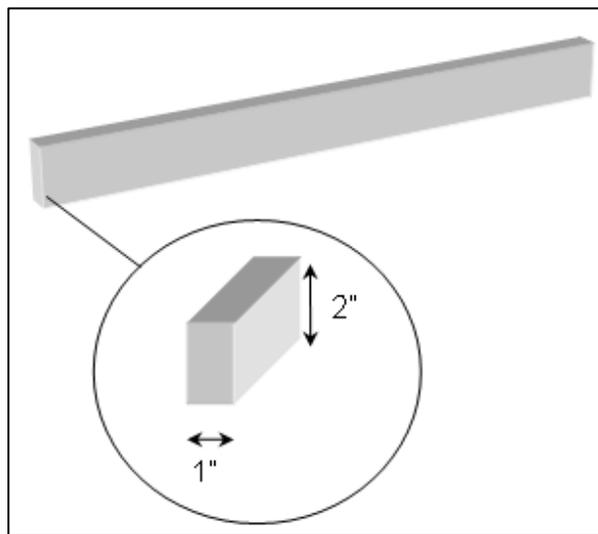


La mejora de esta propuesta consiste en que se tienen las especificaciones mínimas para que el corral de trazo no quede enterrado como se muestra en el capítulo dos, además se implementó el uso de tubos metálicos para que se pueda marcar con mayor facilidad los ejes de terreno, además de esto tienen mayor durabilidad y son más estables.

Para unir todos los paraleles del corral de trazo se recomienda utilizar un tubo rectangular de 1" x 2" de metal como se muestra en la figura 32, estos tubos son reutilizables y mucho más duraderos, evitando que se realicen gastos repetitivos por compra de reglas de madera o hierros que no tienen mayor estabilidad que estos tubos.

Como se mencionó en la página 15 se utilizaba madera para el armado del corral de trazo pero no eran funcionales por ser inestables, es decir que con un golpe por parte de los trabajadores tendía a desarmarse o desnivelarse, por consiguiente los tubos rectangulares contrarrestan estos inconvenientes.

Figura 32. Tubo rectangular para corral de trazo

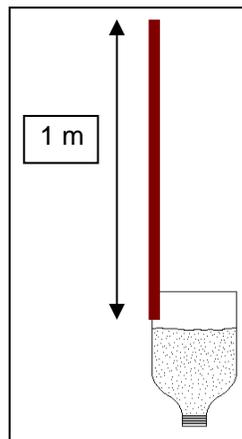


### 3.1.4 Trazo de zanjas y ejes

Para el trazo de ejes se debe tomar como referencia el corral de trazo, utilizando los ejes establecidos en el plano. Para trazar se marcará con cal la ubicación de las zanjas. En la figura 33 se muestra una herramienta que consiste en un envase plástico invertido cuya base debe cortarse para depositar la cal dentro de la misma.

Esta herramienta facilita la exactitud en el trazado y a la vez reduce el tiempo aproximadamente en un cincuenta por ciento. Además con esta herramienta se evitan lesiones en la piel y ojos de la persona que lo aplica.

Figura 33. Nueva herramienta para trazar



En el corral de trazo se marcará con masking tape los ejes de los muros y se colocarán los hilos para otros ejes de referencia como se muestra en la figura 34.

Figura 34. Trazo de ejes

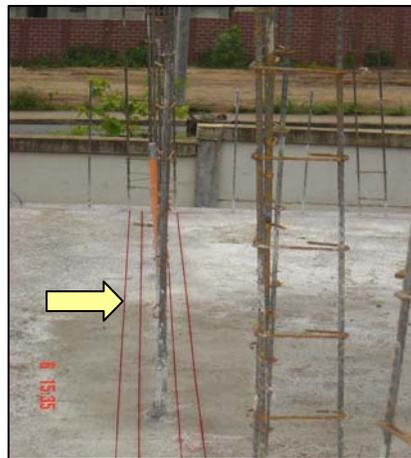


### 3.1.5 Trazo de ambientes o muros

El trazo de ambientes se realiza sobre la losa de cimentaron y debe estar conforme al plano de cotas y se tomarán como referencia los ejes marcados en el corral de trazo. Se usará marcador de cinta con pintura roja, haciendo una doble marca para tener referencia interior y exterior del muro como se muestra en la figura 35. Se tendrá que chequear las escuadras al momento del trazo.

En el capítulo dos se empleaban solamente dos líneas, pero con este doble trazo el contratista se asegura que la formaleta este alineada y no se pierde la referencia como anteriormente sucedía. Este doble trazo nos asegura que los muros queden conforme a planos.

Figura 35. Trazo doble de ambientes o muros



### 3.1.6 Excavaciones

Las excavaciones consisten en agujeros hoyos o cavidades en el terreno, quitando la tierra de alrededor para luego colocar las tuberías necesarias; por ejemplo: las de agua pluvial, drenaje sanitario, ductos eléctricos, etc.

### 3.1.6.1 Tubería de drenaje sanitario y agua pluvial

La profundidad de las zanjas dependerá de las cotas invert con referencia en la conexión domiciliar o especificada en el plano de la red general de drenajes (si se encuentran disponibles), el ancho mínimo de las zanjas será de 50 cms como se muestra en la figura 36.

Se toma esta medida porque es la mínima necesaria para que la persona que esta excavando la zanja tenga un espacio para moverse y no es necesario hacer una zanja más grande porque consume mayor tiempo para la extracción de tierra.

Figura 36. Zanja de drenaje sanitario y agua pluvial.



Cuando sea necesario se podrá utilizar la misma zanja para colocar las tuberías de drenaje sanitario y pluvial. Las tuberías de drenaje sanitario deben quedar debajo de las tuberías de agua pluvial, dejando una separación aproximada de 0.10 m para evitar la contaminación entre tuberías. La pendiente mínima para instalar tuberías será de 1%.

### 3.1.6.2 Dúctos eléctricos e instalaciones especiales

Las excavaciones de las zanjas para los dúctos eléctricos e instalaciones especiales como cable-TV, gas, alarma, etc., deben tener una profundidad aproximada de 0.15 a 0.20 m. a partir del nivel de la plataforma, como se muestra en la figura 37.

Figura 37. Zanja de dúctos eléctricos e instalaciones especiales



Se utilizan estas medidas ya que encima de estos dúctos irá un cimiento de concreto de aproximadamente 0.10 m de espesor este cimiento oculta y protege las instalaciones por lo tanto se hace innecesario una mayor profundidad.

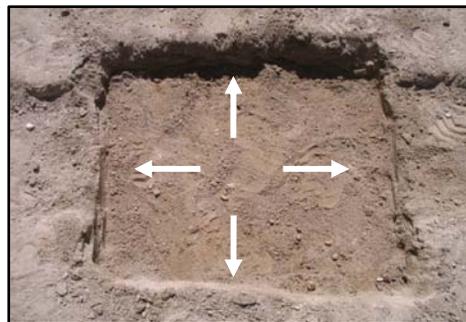
### 3.1.6.3 Excavaciones para cimiento corrido y zapata

Las dimensiones de las zanjas para los cimientos y zapata deben corresponder a lo indicado en los planos, si los planos no lo especificaran se recomienda una profundidad de 0.10 m para el cimiento corrido y 0.25 m para la zapata, como se muestran en las figuras 38 y 39, se utilizan estas medidas porque son las profundidades mínimas necesarias para soportar la carga de la vivienda.

Figura 38. Zanja de cimiento corrido



Figura 39. Zanja de zapata.



La ventaja de estas excavaciones consiste en el tallado de cada zanja, logrando la uniformidad en el espesor del concreto que cubre estas estructuras.

## 3.2 Instalaciones

Las instalaciones consisten en colocar los accesorios necesarios para drenajes, agua potable, eléctricas, ductos especiales, pisos, azulejos, puertas y ventanas. Es un factor muy importante realizar instalaciones según lo indican estos procedimientos para realizar proyectos inmobiliarios de calidad.

### **3.2.1 Instalaciones de drenajes**

Los drenajes son muy importantes para desechar las aguas negras provenientes de los sanitarios, duchas, lavamanos, lavatrastos y lavandería, así como las aguas pluviales que son el resultado del estancamiento de aguas de lluvia.

#### **3.2.1.1 Instalaciones sanitarias y pluviales**

La instalación sanitaria es necesaria, para la salida de aguas negras. Es muy importante tener ubicada la conexión municipal para el drenaje, a la cual se conectará la tubería. La red principal de la tubería se debe colocar lo más recto posible para minimizar el uso de codos y con ello las posibles fugas en la red de instalación sanitaria.

El lugar donde se instalará la tubería de drenaje sanitario y pluvial será la indicada en planos.

1. El tipo de tubería que se utilizará será la especificada en planos o la siguiente: en sentido horizontal (losas) PVC de 100 psi y en sentido vertical (muros) PVC de 125 psi. Se aumentó la presión de la tubería para mejorar la resistencia a la presión causada por la descarga de concreto de los muros.
2. Para unir tubos se debe usar unión de fabrica (no in situ) y poner pegamento tanto en la parte interna como externa después de haber lijado la superficie de contacto.
3. Los accesorios a utilizar son Sch 40 DWV o de pared delgada (codos, yes, cruces, tees, etc.).

4. La tubería tendrá la pendiente especificada en planos o una mínima de 1%.  
Ver figura 40.

Ejemplo: Cálculo de la diferencia de alturas

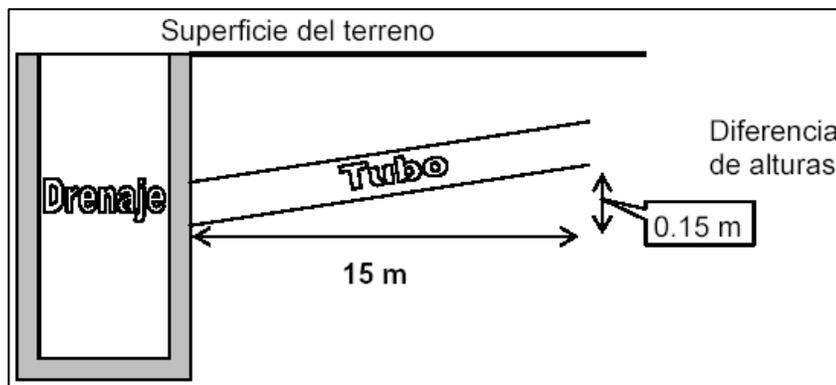
Si la distancia horizontal entre el inicio de tubería con la cota invert fuese de 15 metros la pendiente sería igual a:

$$\text{Diferencia de alturas} = (\text{distancia horizontal en m}) * \text{Pendiente (1\%)}$$

$$\text{Diferencia de alturas} = 15\text{m} * 0.01$$

$$\text{Diferencia de alturas} = 0.15 \text{ m}$$

Figura 40. Ejemplo de colocación de tuberías de drenajes sanitario y pluvial



Esta pendiente mínima permite que todas las aguas negras y pluviales fluyan fácilmente hacia el drenaje municipal, evitando así el estancamiento de esta agua dentro de las viviendas.

### 3.2.2 Instalaciones de agua potable

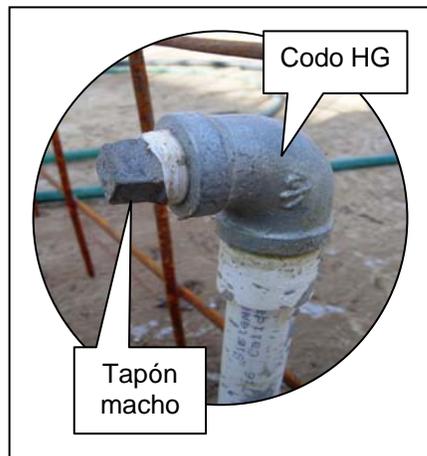
A la tubería instalada se le deben hacer pruebas de presión hidrostática, para evitar fugas en el sistema por instalación defectuosa. Para tal efecto, se llenarán las tuberías totalmente con agua a una presión de 120 psi. durante 1 hora, si en ese tiempo la tubería no presenta fugas, el sistema se tomará como bueno. Las especificaciones adecuadas para la tubería son las siguientes:

- Para agua fría se utilizará tubería PVC de ½" de 315 PSI, tubería PVC de ¾" 250 PSI
- Para agua caliente tubería CPVC de ½" 100 PSI.

Además se tienen las siguientes recomendaciones para mejorar la instalación de las tuberías de agua potable:

1. A todas las puntas de los tubos se les pondrá un codo HG con adaptador y tapón macho como se muestra en la figura 41, dejándolos a la altura establecida en el plano

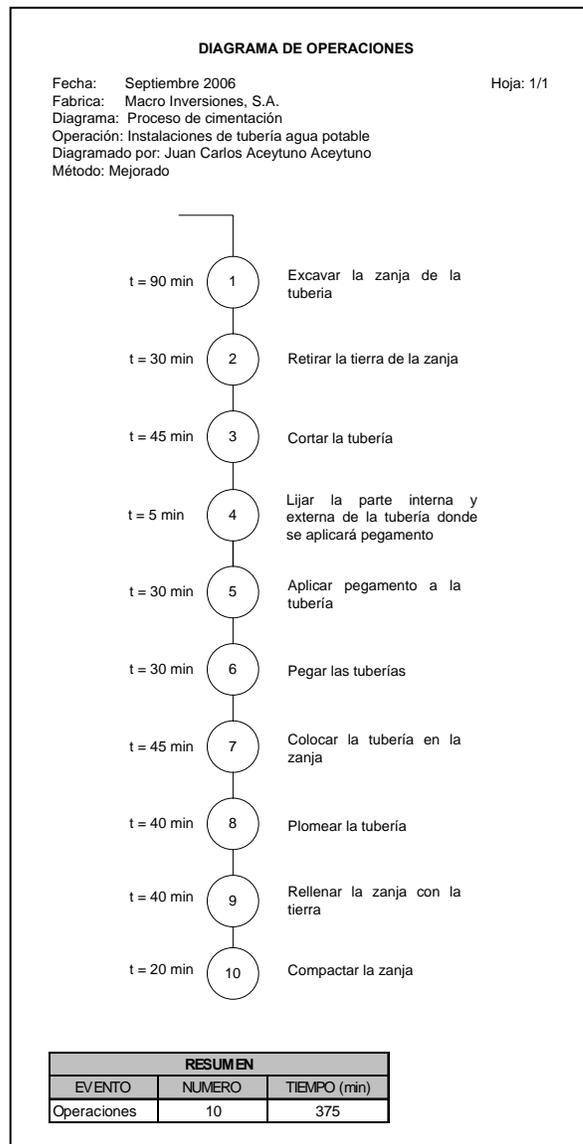
Figura 41. Tapón macho y codo HG



- Entre las tuberías de agua fría y agua caliente debe mantenerse una separación mínima de 20 cm y donde halla cruce, proteger con mezclón o mangas de PVC, esto con el fin de no calentar la tubería de agua fría.

La secuencia de instalación de tubería de agua potable se observa en el diagrama de operaciones de la figura 42.

Figura 42. Diagrama de operaciones de instalación de tubería de agua potable



### 3.2.3 Instalaciones eléctricas

Todas las instalaciones eléctricas se harán al terminar de colocar los pines y columnas. Los diámetros de los ductos de electricidad se muestran en la tabla II.

Tabla II. Diámetros de ductos de electricidad.

<b>Función</b>	<b>Diámetro ( pulgadas )</b>
Acometidas	1 1/4"
Luz y Fuerza	1"
Cable y teléfono	3/4"
Estufa y calentador	1/2"

Para instalar las tuberías de uso eléctrico se deben dejar debajo de la electromalla y se considerarán las alturas de los accesorios eléctricos las cuales deberán estar especificadas en planos. De lo contrario se recomiendan las siguientes alturas, debido a que son las más utilizadas en el ámbito de la construcción:

1. Interruptores deben de estar a una altura de 1.20 m del nivel del suelo
2. Tomacorrientes a una altura entre 0.30 m del nivel del suelo
3. Cajas octogonales para lámparas de pared, altura 2.20 m del nivel del suelo
4. El tablero de distribución de circuitos a una altura de 1.80 m al eje central horizontal

También se recomienda en la tabla III un código de colores para las diferentes instalaciones eléctricas con el fin de estandarizar todas las conexiones y sea más fácil reconocer para un eléctrico la funcionalidad de cada alambre.

Tabla III. Código de colores y funciones de los alambres para instalaciones eléctricas.

Color alambre	Función
Rojo	Positivo
Negro	Negativo
Amarillo	Puente o retorno
Blanco	Neutral
Verde	Neutral / Three way

Estos colores son establecidos por la gerencia de producción y tienen referencia en el código de colores que utilizan en el INTECAP.

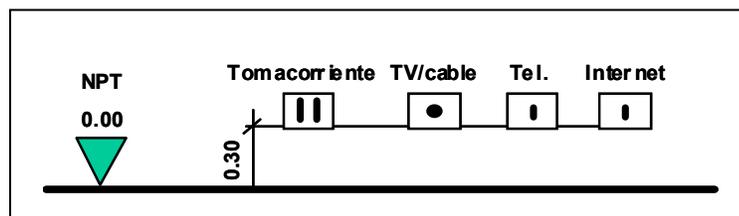
### 3.2.4 Dúctos especiales

Los dúctos especiales comprenden las conexiones para televisión, gas, aire, Internet y teléfono. Estas instalaciones son esenciales en las viviendas y por lo tanto es muy importante seguir las especificaciones de los procedimientos que se detallan en esta sección.

#### 3.2.4.1 Instalaciones para televisión, internet, teléfono o aire

Para las instalaciones de dúctos para el cableado de televisión y/o cable, internet, teléfono y aire se utilizará tuboducto y la toma o caja de conexión se dejará a una altura especificada en planos, si no se recomienda una altura de 0.30 cm excepto el aire, esto se logra visualizar en la figura 43.

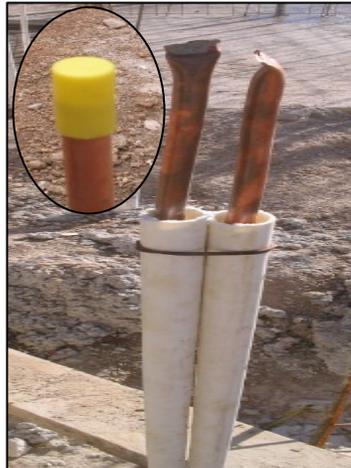
Figura 43. Altura de instalaciones especiales



### 3.2.4.2 Instalaciones de gas

Los tubos de gas se instalarán dentro de tubos CPVC o tuboducto para protegerlos, ya que son tubos de cobre de 1/2" que se dañan fácilmente. Se recomienda colocarles un tapón o cerrar el extremo de las tuberías para evitar que entre concreto o cualquier otro material, tal como se observa en la figura 44. La altura que se recomienda dejar la tubería es de 0.70 cm.

Figura 44. Tubería con tapón de seguridad.

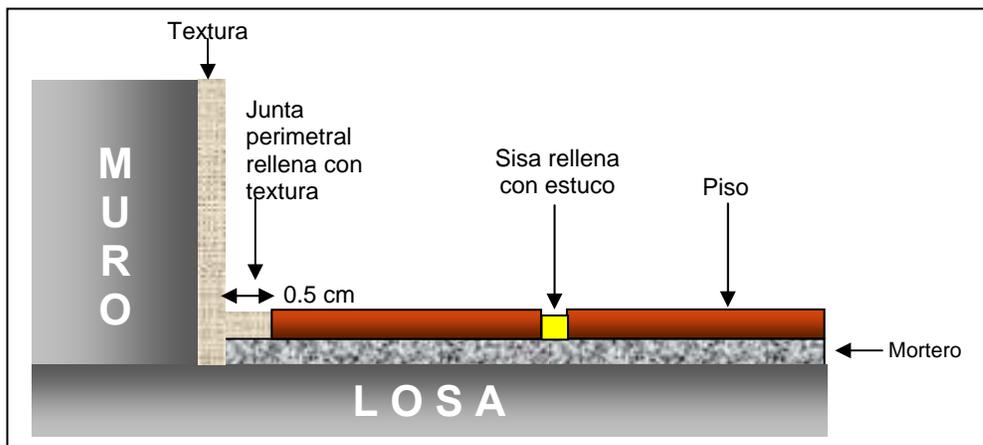


### 3.2.5 Instalación de pisos

En la instalación de pisos se debe considerar siempre una sisa de 0.5 cm entre las uniones de losa y muro, llamada también junta perimetral, la cual funciona como junta de dilatación, para evitar que el piso se levante cuando el concreto se expanda por cambios de temperatura, ver figura 45. Cuando se coloca zócalo, esta sisa no se rellenará con nada.

Es muy importante dejar una junta perimetral para evitar levantamientos de piso por la contracción o expansión del concreto, también antes de instalar el piso se debe de abrir unas cinco cajas de piso y tomar un piso de cada caja para evitar cambios muy marcados de tonalidad en los ambientes.

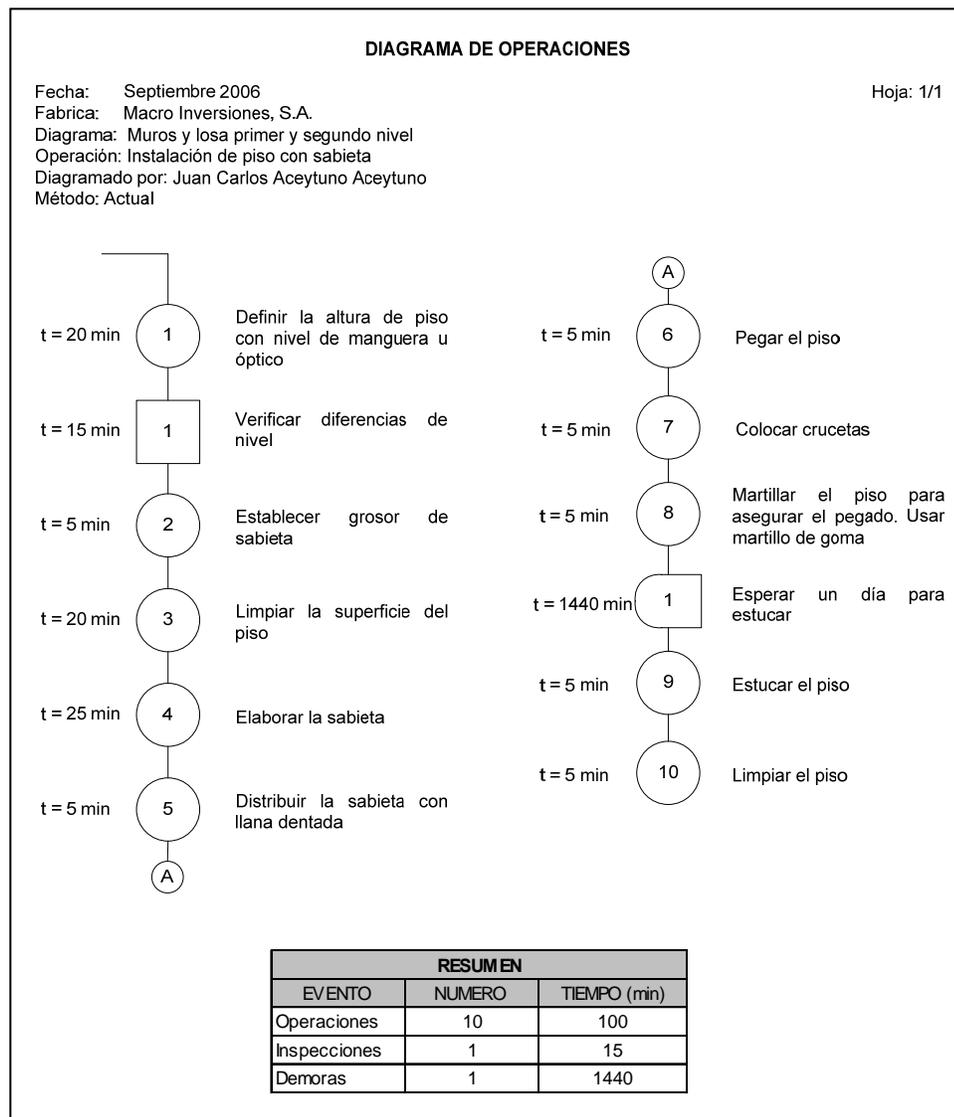
Figura 45. Esquema para la colocación de piso.



En casas de vivienda en serie se utilizarán dos métodos para la instalación del piso una en la que se utilizan morteros de diferentes clases para instalar el piso, el primero será en planta de 1er. nivel donde se utilizará sabieta y el segundo en plantas altas donde se utilizará adhesivo de capa gruesa, este procedimiento de se describe en el diagrama de operaciones que se observa en la figura 46.

Este diagrama es aplicable para el uso de sabieta y el adhesivo de capa gruesa, la única diferencia esta en la operación cuatro ya que no se prepara sabieta sino el capa gruesa para plantas altas.

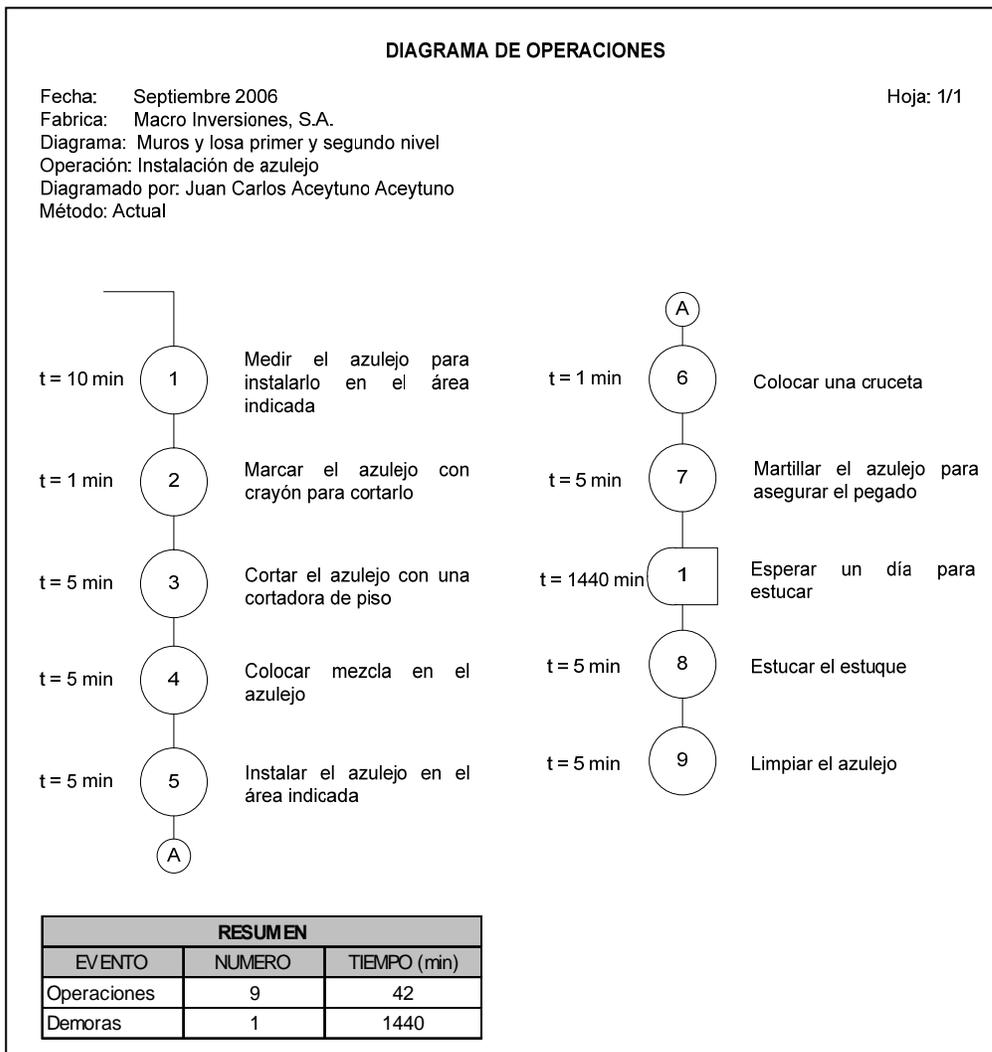
Figura 46. Diagrama de operaciones del método con sabieta para instalar piso.



### 3.2.6 Instalación de azulejos

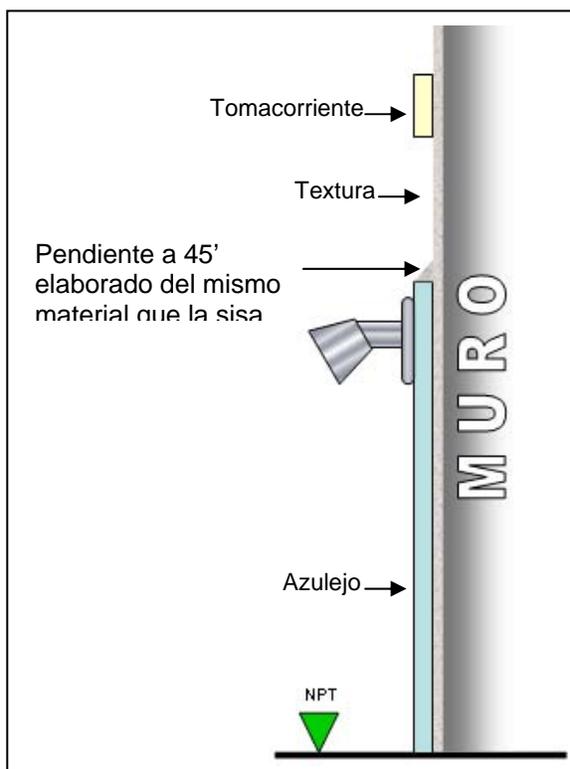
El azulejo es utilizado para cubrir o decorar suelos y paredes dentro de ciertas áreas dentro de la vivienda tales como la cocina y el baño. El método propuesto para la instalación del azulejo se observa en el diagrama de operaciones en la figura 47.

Figura 47. Diagrama de operaciones de instalación de azulejo



Para la instalación de azulejo en el baño, se debe considerar una pendiente de 45° entre el último azulejo y la textura, como se muestra en la figura 48.

Figura 48. Esquema para instalación de azulejo en el baño



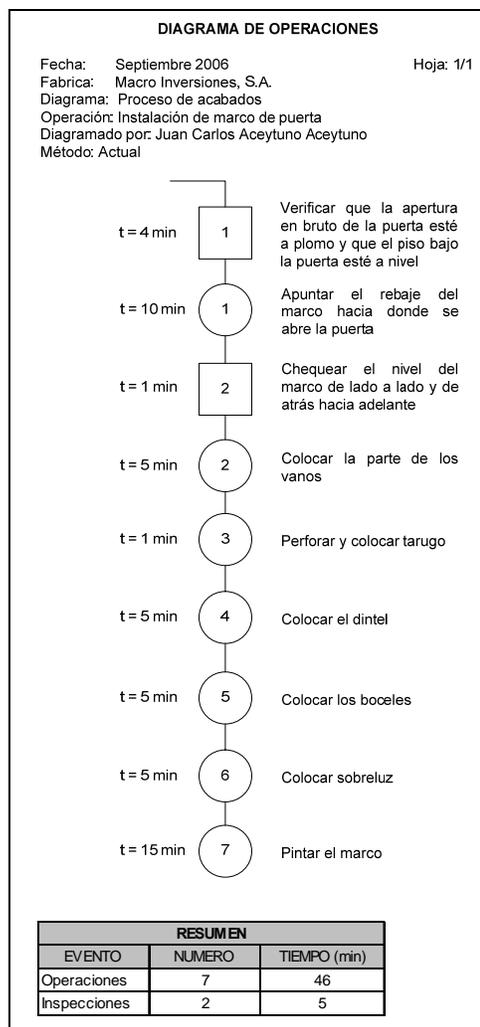
### 3.2.7 Instalación de puertas

Las puertas instaladas en las viviendas de Macro inversiones, S.A. son de MDF que consiste en una especie de cartón prensado y estas puertas llegan al proyecto repintadas para luego de instaladas se les de otra cubierta de pintura, para la instalación de las puertas se tienen dos pasos importantes siendo la instalación del marco y la puerta. Este procedimiento es aplicable a puertas internas como externas.

### 3.2.7.1 Instalación del marco

Los marcos que se utilizan se instalan muy rápido debido a que el marco llega al proyecto con las medidas especificadas en planos, por lo que el operador solo debe colocarlo y asegurarlo con tornillos, en el marco se debe atornillar las bisagras que permitirán el giro de la puerta. En la figura 49 se observa el diagrama de operaciones la instalación del marco, que también llega prepintado para acelerar la entrega de las viviendas.

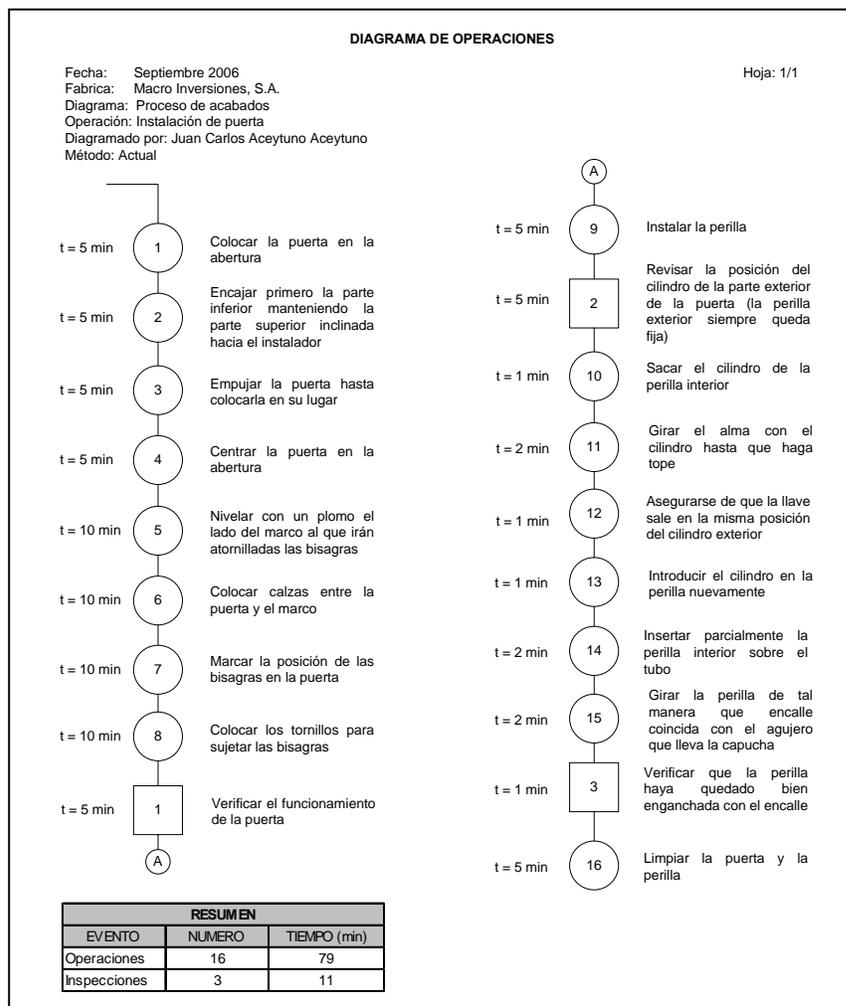
Figura 49. Diagrama de operaciones de instalación del marco de la puerta



### 3.2.7.2 Secuencia de instalación de la puerta

La secuencia de instalación de la puerta puede realizarse con un instalador y su ayudante para agilizar la instalación de la puerta dentro de las viviendas, en la figura 50 se observa el diagrama de operaciones para la instalación de la puerta incluyendo la perilla.

Figura 50. Diagrama de operaciones de instalación de puerta



Las perillas se cubrirán con yombolón aseguradas con masking tape para evitar que se ensucien, antes de la entrega de las viviendas.

### 3.2.8 Instalación de ventanas

Una de las mejoras que se propone en la instalación de las ventanas es el uso de un escantillón como el que se observa en la figura 51, utilizado para verificar que los ángulos de los vanos sean los correctos y evitar resanes extras.

Figura 51. Escantillón para verificación de vanos



La otra mejora es instalar la ventana antes de la aplicación de la textura debido a que de esta forma se evita las filtraciones en los muros, debido a la alta absorción provoca el carbonato de calcio, ingrediente esencial para la textura plástica. Esta mejora evitará reclamos por parte de los propietarios de las viviendas una vez entregadas.

En la instalación de ventanas siempre queda una separación entre el vano y la ventana por lo que se aplica espuma de poliuretano, para ello se propone aplicarlo de la parte interna de la ventana a la externa, esto con el fin de mejorar la resistencia del material y si existiera excedente de la espuma se debe eliminar con una cuchilla y por ultimo se aplica un sellador en todos los bordes de la ventana para dejar un mejor acabado.

### 3.3 Estructuras

Las estructuras generalmente son armaduras de acero u hormigón armado y que, fija al suelo, sirve de sustentación a una vivienda. Entre las estructuras más comunes utilizadas para la construcción de viviendas están el cimiento corrido, columnas y zapatas.

#### 3.3.1 Prefabricación

En la prefabricación de las estructuras es de suma importancia considerar que todas las medidas se cumplan a cabalidad, hay que aclarar que todas las medidas que se indican para las diferentes estructuras han sido calculadas con ingenieros estructurales.

Los aspectos que se recomiendan al prefabricar las armaduras son los siguientes:

1. Que la armadura se hagan conforme a planos, considerar la tabla IV cuando no se especifiquen los traslapes mínimos de los hierros. Con estas medidas de traslapes se logra estandarizar los traslapes de las armaduras y ya no depende del criterio del armador que muchas veces solo hace un calculo al azar, debilitando la estructura de la vivienda.

Tabla IV. Traslapes mínimos dependiendo del grosor del hierro

DIÁMETRO DE HIERRO	TRASLAPE MÍNIMO
5/8"	50 cm
1/2"	40 cm
3/8"	30 cm
1/4"	20 cm

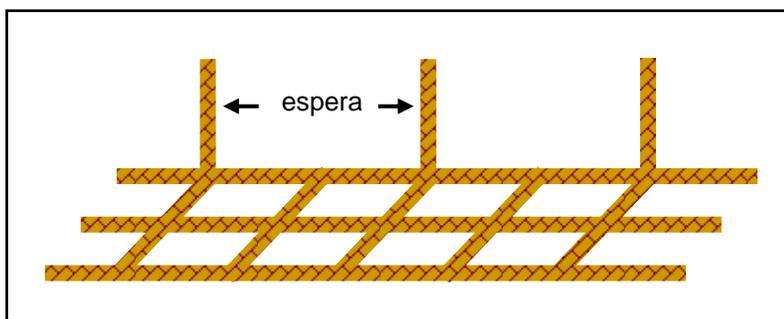
2. Evitar desperdicios de hierro al hacer los cortes realizando una plantilla o planos de taller para los cortes de las diferentes estructuras de la vivienda, aprovechamiento al máximo cada varilla e impactando en el costo de este rubro

### 3.3.1.1 Fabricación del cimiento corrido

En la prefabricación del cimiento corrido se debe considerar lo especificado en planos. De no indicarse, el cimiento corrido se debe elaborar con hierro de 3/8" a 1/2".

En la figura 52 se observa la estructura de un cimiento corrido que consiste en colocar tres hierros horizontales y después se colocan hierros del mismo grosor para formar cuadros uniéndolos los tres hierros, estos hierros se colocan a una distancia recomendada de 0.20m y tienen la ventaja de ser unas escuadras que incorporan las esperas que se utilizan para sujetar la electromalla que va dentro de los muros

Figura 52. Estructura de un cimiento corrido



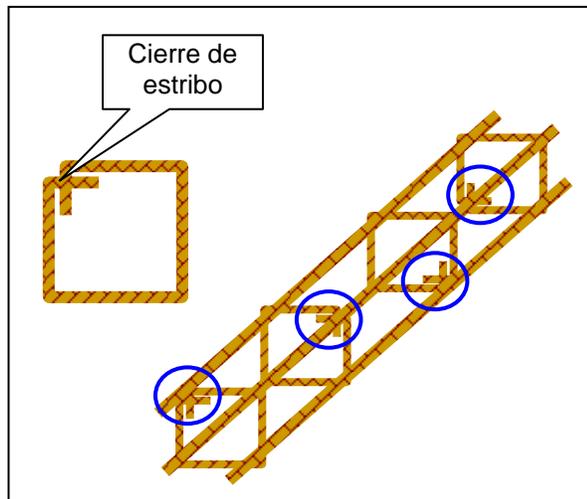
La mejora en esta estructura es la incorporación directa de la espera y con ello se tiene un ahorro de material y tiempo en el armado.

### 3.3.1.2 Fabricación de columnas

En la prefabricación de columnas se debe considerar lo especificado en planos, según instrucciones o especificaciones del estructuralista. Y se recomienda colocar los estribos en las columnas de la siguiente forma:

1. Colocar los estribos a las distancias indicada en planos.
2. Alternar el extremo donde se cierra el estribo a lo largo de la columna como se muestra en la figura 53.
3. Un criterio de armado e instalación de vigas es no realizar traslapes en las varillas dentro de las vigas, debido a la deflexión que ocurre en ellas.

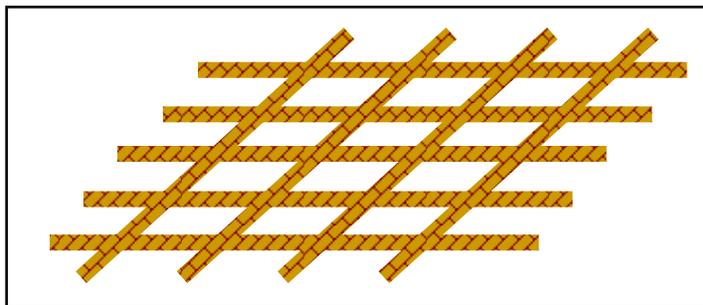
Figura 53. Colocación de estribos en columnas.



### 3.3.1.3 Fabricación de zapatas

En la prefabricación de zapatas se debe considerar lo especificado en planos, como el diámetro del hierro y traslapes mínimos, ver tabla IV. En la figura 54 se observa la estructura básica de una zapata, omitiendo medidas debido a que son muy variadas por que dependen del tamaño de la vivienda.

Figura 54. Armado de una zapata



La estructura de una zapata consiste en varillas horizontales y verticales cada una enlazada con alambre de amarre, estas estructuras se detallan más claramente en los planos de estructuras de las viviendas.

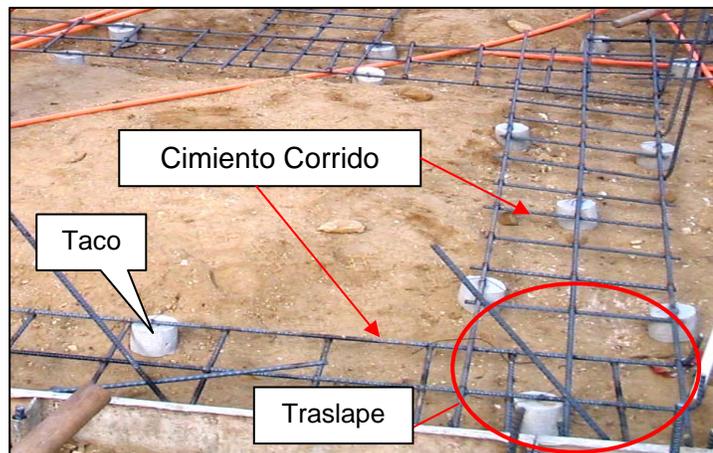
### 3.3.2 Colocación

En la colocación de las estructuras como zapatas, columnas y cimiento corrido se debe tener mucho cuidado porque de ellas depende que la vivienda soporte la carga de un nivel, dos niveles o más, se debe considerar lo especificado en planos, un aspecto muy importante es la ubicación dentro del terreno y que las estructuras queden niveladas y a plomo.

### 3.3.2.1 Colocación de cimiento corrido

La armadura de cimiento corrido es el soporte de todos los muros portantes de la carga de la estructura. Se colocará donde indique el plano y se colocarán tacos de cemento suficientes para darle la altura especificada en planos y evitando el contacto con el suelo y la oxidación de la estructura. En las esquinas deben traslaparse las parrillas del cimiento corrido y asegurarse con alambre de amarre, como se observa en la figura 55.

Figura 55. Colocación de cimiento corrido.

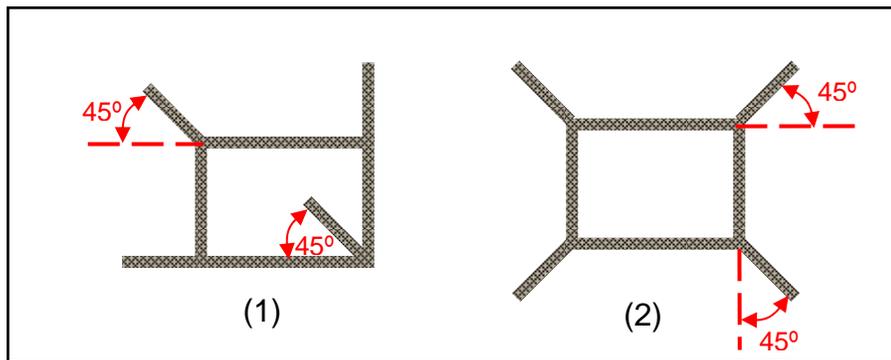


### 3.3.2.2 Colocación de columnas

Las columnas y pines se colocan según medidas especificadas en planos y se fijaran directamente sobre el cimiento corrido con alambre de amarre. Los traslapes o patas para el amarre deben ir en la medida de lo posible a 45° del eje de las columnas.

La forma correcta de colocar las columnas dependiendo de la ubicación donde se encuentren se observa en la figura 56. Con esta mejora se contribuye a que las columnas no tengan movimientos y se encuentren fijas cumpliendo con su función de soportar las cargas de la vivienda.

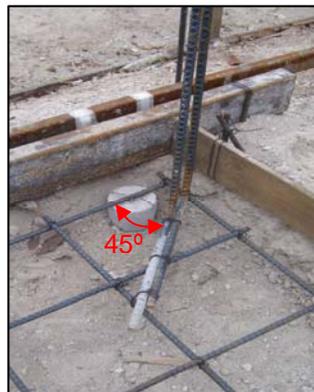
Figura 56. Colocación de columnas



- (1) Columna excéntrica, cuando se encuentra en una esquina de la vivienda.
- (2) Columna centrada, cuando no se encuentra cerca de los límites de la vivienda.

En la figura 57 se observa un ejemplo de colocar correctamente los pines (a 45°) ayudando a que los pines mantengan su posición dentro de los muros.

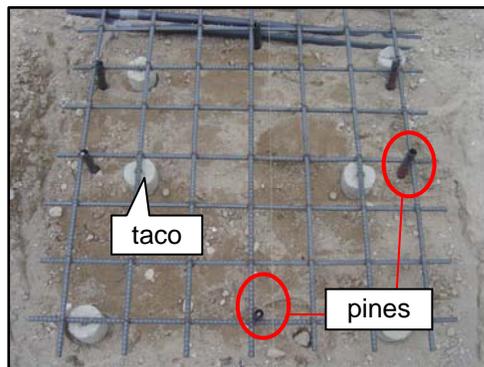
Figura 57. Colocación de pines



### 3.3.2.3 Colocación de zapatas

Las zapatas serán las primeras armaduras que se colocan, es importante fijar tacos de cemento debajo de la zapata para darle la altura especificada en planos. Para evitar el movimiento de la armadura de la zapata durante la fundición se le pueden colocar pines de aprox. 15-20 cm con mangas de tuboducto, los cuales se amarran con alambre a la estructura como se muestra en la figura 58.

Figura 58. Colocación de zapatas.



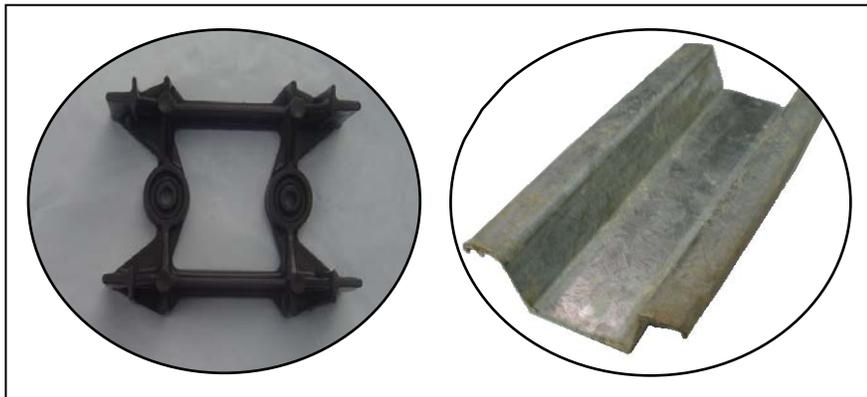
La mejora en la colocación de zapatas consiste en la colocación de los pines forrados con tuboducto evitando así, la armadura entre en contacto directo con el suelo a través de los pines lo que ocasionaría su oxidación y deterioro.

### 3.3.2.4 Colocación de U de tope

Las u de tope se utilizan para guardar un espaciamiento entre una formaleta y otra, con el fin de lograr un grosor de muro homogéneo. La u de tope se coloca después del trazo de todos los muros, en la figura 59 se observa dos modelos que se pueden utilizar siendo el más viable por el costo el de plástico.

El largo debería ser igual al grosor del muro y colocadas a un espaciamiento aproximado de 0.50 m, la fijación se hará con dos clavos para concreto utilizando una pistola fulminante.

Figura 59. Tipos de U de tope. Plástica y de metal.



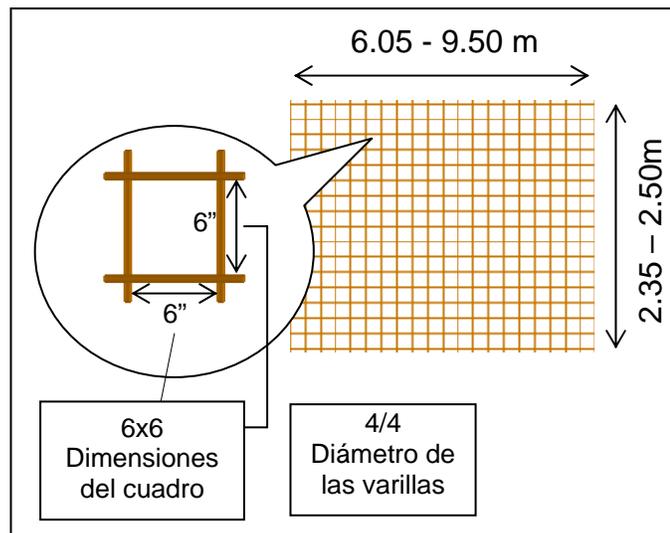
La mejora de la u de tope consiste en ya no utilizar los dos hierros como distanciadores (situación anterior) sino más bien utilizar una sola pieza que tiene la medida exacta del muro contribuyendo así a dejar un espaciamiento homogéneo entre las formaletas.

### **3.3.2.5 Colocación de electromalla**

Toda la electromalla se pondrá según el lugar que indiquen los planos. Antes de colocar la electromalla se revisará cual será la mejor forma de modularla a través las medidas que indican los ambientes en los planos. Esta modulación también dependerá del tamaño de las electromallas que comercialmente se pueden conseguir en planchas y en rollo (solo para las de diámetro más delgado 7/7, 8/8, 9/9 y 10/10).

El ancho en ambos casos puede variar de 2.35 m hasta 2.50 m, el largo en planchas es de 6.05 m hasta 9.50 m ver figura 60, mientras que en rollo puede llegar hasta los 40 m, dependiendo del fabricante.

Figura 60. Dimensiones de la electromalla.



Las medidas y usos que generalmente se aplican en vivienda se muestra en la tabla V.

Tabla V. Medidas y usos de electromalla.

Medidas	Color	Uso
6x6 – 4/4	NEGRO	Muros
6x6 – 4.5/4.5	NARANJA	Muros
6x6 – 6/6	VERDE	Losa
6x6 – 7/7	BLANCO	Cimientos

En esta tabla se define un color con el que se propone pintar la electromalla.

En la figura 61 se observa como se aplicó pintura para identificar el tipo de electromalla, esto contribuye a que los enmalladores no se confundan con las medidas de las electromallas ya que son muy parecidas y en varias ocasiones se han confundido y toman la incorrecta.

Figura 61. Pintado de electromalla según el uso



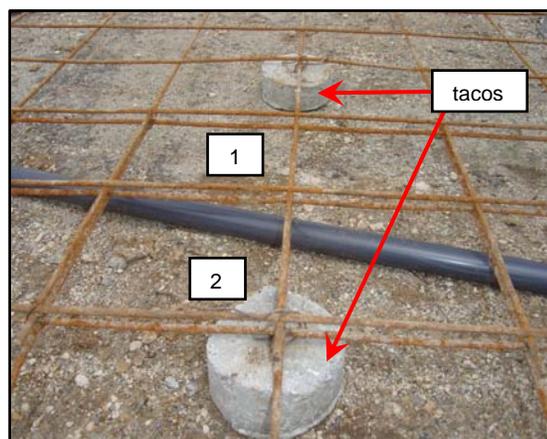
La electromalla debe quedar en el centro de la altura de la losa de cimentación, entrepiso o final, para lo cual se propone utilizar distanciadores de plástico para losas entrepiso o final, ver figura 62.

Figura 62. Distanciadores losa entrepiso o final.



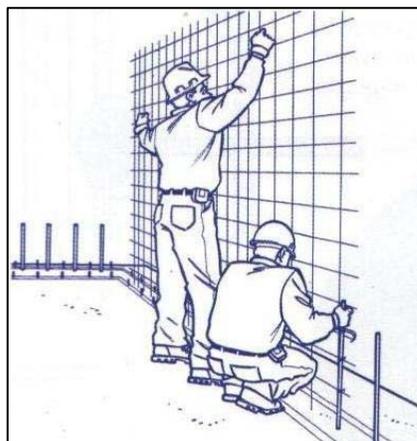
En la figura anterior se observan dos medidas de estos distanciadores porque en las losa de entrepiso se colocan dos capas de electromalla a dos alturas diferentes. En la losa de cimentación se utilizan tacos de cemento. Los traslapes de electromalla en losas y muros se harán con dos cuadros como se muestra en la figura 63.

Figura 63. Traslape de electromalla.



La electromalla en los muros se coloca como se observa en la figura 64, sujetándola a las esperas que quedaron fundidas en la losa de cimentación y asegurándolas con alambre de amarre.

Figura 64. Colocación de electromalla en muros



También se propone revisar que la electromalla esté a plomo una vez instalada en el lugar correspondiente, para evitar que quede expuesta en la obra gris y pierda su función de refuerzo estructural a la vivienda.

### 3.3.2.6 Colocación de distanciadores de muro

Para solucionar el inconveniente de tiempo tomado para colocar los distanciadores de cemento se están considerando distanciadores plásticos los cuales tienen la ventaja de obtener la posición exacta de la electromalla y los recubrimientos de concreto proyectadas en las estructuras de concreto armado, el costo de cada distanciadores aproximadamente de Q.1.00 versus Q.2.00 de la fabricación de distanciadores de cemento. Con todo esto los distanciadores de plástico contribuyen con ahorros directos en tiempo y economía.

Otra ventaja de los distanciadores plásticos es la estandarización en su tamaño, forma y facilidad de instalación para el operario, en la figura 65 se observa la forma correcta de colocar un distanciador plástico de muro.

Figura 65. Posición de distanciador



Como se observa en la figura 65 se debe verificar que el cierre del distanciador quede siempre apuntando hacia abajo, debido a que se mantiene más firme durante la descarga del concreto a los muros, además se debe colocar en uno de los extremos horizontales del cuadro de la electromalla.

### 3.4 Molde

Lo más novedoso de la construcción de viviendas con formaleta de la empresa Macro Inversiones, S.A., son las formaletas y por ello es muy importante conocer los diferentes tipos de formaleta o molde ver figura 66 para que los contratistas encargados del armado de la casa no tengan dificultades de diferenciar una pieza de otra.

Figura 66. Tipos de formaleta o molde.



Se propone esta imagen para que Macro Inversiones pueda elaborar afiches o mantas vinílicas que contribuirán a reforzar los conocimientos de los formaleteros, ya que muchas veces aprenden de forma empírica e incorrecta.

### **3.4.1 Armado**

Los contratistas encargados del armado tienen diferentes etapas para armar, de las cuales se presentan en un orden secuencial en esta sección. Es muy importante que los contratistas tengan un plano de modulación para la casa, este plano consiste en una guía para armar ambiente por ambiente de lo contrario se tendrá una gran confusión al no saber donde se tiene que colocar cada formaleta.

#### **3.4.1.1 Armado de muros**

Para el montaje de muros es necesario dos personas por ambiente, un ayudante y un formaletero experimentado, el montaje se puede realizar de dos maneras, pero la más recomendable es la segunda.

1. Montar las formaletas interiores de muro y luego montar las formaletas exteriores de muro.
2. Montar simultáneamente las formaletas del muro interior y las formaletas del muro exterior. Esta secuencia de montaje es la recomendada por ser más ágil, rápida y segura.

##### **3.4.1.1.1 Secuencia de instalación de muros**

Antes de iniciar una secuencia de instalación se debe verificar que las formaletas tengan bien aplicado el desmoldante (utilizado para desencofrar fácilmente las formaletas) y las corbatas estén debidamente forradas, esto contribuirá a mejorar el acabado de la obra gris y el tiempo de desencofre de las formaletas.

Los dos primeros pasos de instalación se logran observar en la figura 67, acá se esta colocando un esquinero de muro y luego una formaleta de muro.

1. Comenzar la instalación en las esquinas de la edificación ubicándolas sobre los trazos de ambiente.
2. Fijar al esquinero de muro una formaleta a cada lado formando una escuadra, para dar estabilidad.

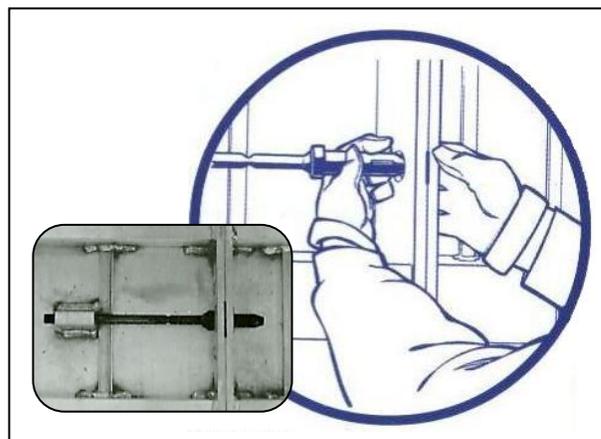
Figura 67. Colocación de esquinero de muro y formaleta



En esta figura se observa la utilidad del doble trazo para la instalación de las formaletas, ayudando al formaletero a mantener la verticalidad y la correcta alineación de las mismas en todos los ambientes.

3. Luego se deben insertar los pasadores flecha ver figura 68, a través de las perforaciones de las formaletas. Se propone lubricar el pasador flecha que se facilite su función de entrar y salir de los agujeros de las formaletas (bushing)

Figura 68. Pasador flecha y forma de colocarlo



4. Después se colocan las corbatas, en la figura 69 se observa el forro de las corbatas que consiste en darle dos vueltas y media con yombolón aseguradas con masking tape

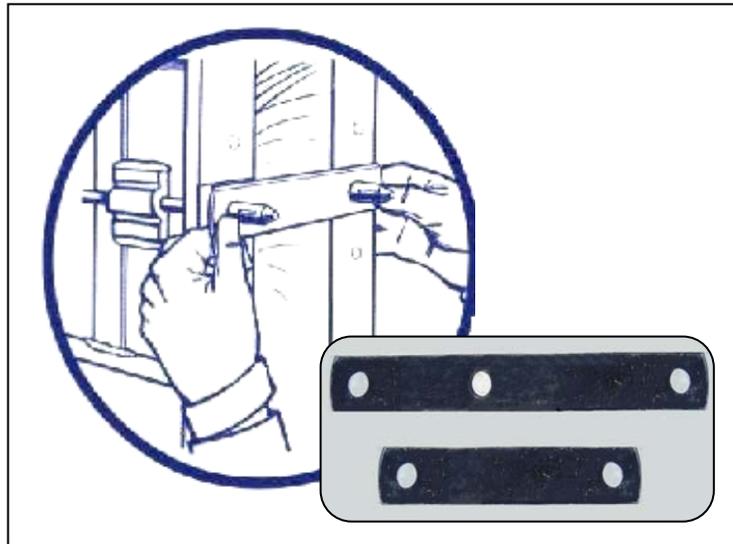
Figura 69. Forrado de una corbata



La mejora en el forrado de corbatas consiste en la estandarización de número de vueltas con yombolón ya anteriormente se daban de 4 a 7 vueltas, logrando así un ahorro económico en este material.

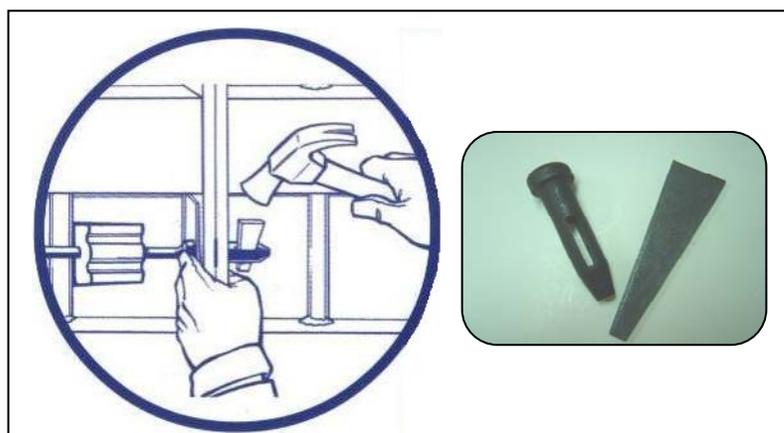
La corbata se debe insertar en el extremo de los pasadores amarrando así la formaleta interior con la formaleta exterior tal como se observa en la figura 70.

Figura 70. Colocación de corbatas.



5. Finalmente, se fijan las formaletas insertando la cuña como se observa en la figura 71, a través de la ranura del pasador.

Figura 71. Colocación de cuña y pasador con cuña.



6. Una vez asegurada la esquina, se continúa ensamblando simultáneamente las formaletas exteriores de muro y las del muro interior repitiendo los pasos 3, 4 y 5 hasta completar la vivienda.
7. A medida que se unen las formaletas entre sí, verificar que estén alineadas en la línea demarcada. Si requiere empujarlas utilice el martillo de goma.
8. Cuando un muro termine con la formaleta, se debe utilizar un tapamuro. En la figura 72 se muestra como se realiza un cierre de muro que es importantísimo para completar el encofrado de los muros.

Figura 72. Forma de cerrar un muro.



### 3.4.1.2 Armado de marcos de ventanas y puertas

Para garantizar que las puertas y ventanas mantengan la medida requerida, se propone colocar un tensor, evitando que durante la fundición o descarga de concreto en los muros no pierdan las medidas debido a la presión del concreto. Con el sistema de formaletas se debe colocar un tapamuro que se une a la formaleta con pasadores (pin grapa), tal como se observa en la figura 73.

Figura 73. Colocación de pin grapa



En las ventanas se debe colocar a  $1/3$  en la parte superior del vano y en las puertas se propone colocar el tensor en la parte inferior del vano como se observa en la figura 74, debido a que en la parte inferior es donde el concreto ejerce mayor presión.

Figura 74. Refuerzo de marco de puerta.



### 3.4.1.3 Alineación horizontal

Para mejorar el alineamiento de los muros se propone colocar alineadores en la parte externa e interna de la formaleta, se recomienda no utilizar los alineadores como atranque, ya que su función es ayudar al alineamiento de los muros.

1. Insertar los porta-alineadores ver figura 75 en los orificios de la formaleta. Tanto en el extremo inferior (primer orificio de la formaleta) y extremo superior (último orificio).

Figura 75. Porta-alineador.



2. Otra mejora a implementar es agregar otro alineador a la mitad de la formaleta cuando está no se encuentre óptimo estado.
3. Se debe asegurar la perfecta instalación de los alineadores, asentando los dos bordes del alineador al porta-alineador.

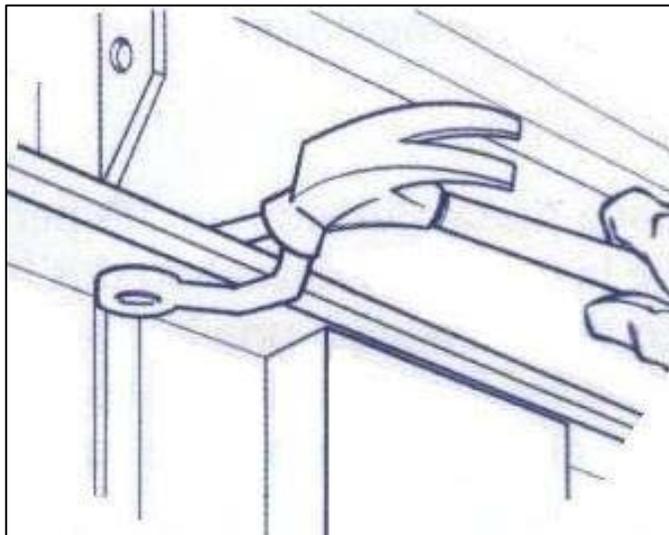
#### 3.4.1.4 Armado de losa

Una vez terminado el ensamble de los paneles de los muros, se colocan las losas que se utilizarán para formar la base del cimiento entrepiso, para ello existe el esquinero de losa, que consiste en un perfil conector con dos formas: Ángulo recto o perfil con cornisa.

##### 3.4.1.4.1 Secuencia de instalación de losa

1. Colocar el esquinero de losa y asegúrelo a la formaleta de muro por medio del pín – grapa ver figura 76.

Figura 76. Colocación de pin grapa



Es muy importante que el residente, maestro de obra y jefe de formaleteros tengan especial cuidado con la verificación del buen estado de los pin grapa que son muy delicados y costosos, sino el pin grapa no sujetara correctamente las formaletas muro-losa, creando malos acabados en la obra gris.

- De acuerdo a la modulación del plano ambientes de la vivienda, se colocan las formaletas de losa y asegúrelas al esquinero de losa con el pín – grapa, los tipos de pín – grapa se observan en la figura 77.

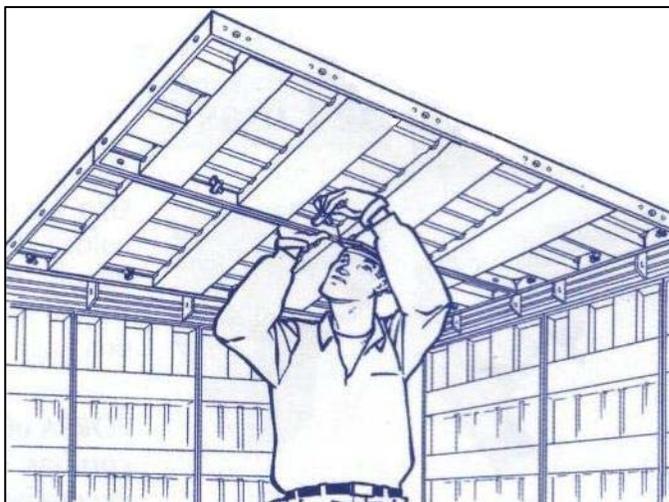
Figura 77. Tipos de pin-grapa.



Estos son los diferentes tipos de pin grapa que existen según el tipo de formaleta, los pines grapa pertenecen a Wall Ties, Western Forms y Forsa de izquierda a derecha respectivamente.

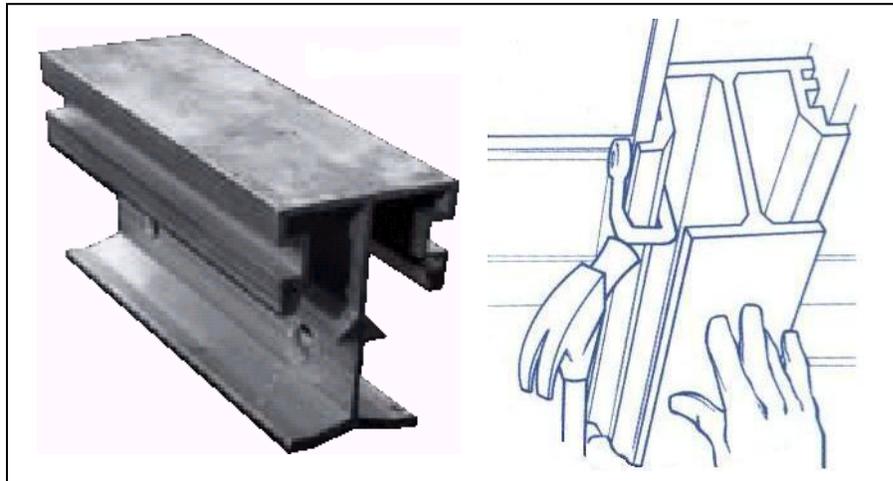
- Se debe continuar uniendo las formaletas de losa entre sí como se observa en la figura 78, utilizando el pasador corto y asegurándolas con la cuña.

Figura 78. Colocación de formaleta de losa



- Colocar las vigas en I como se observa en la figura 79, donde la modulación del plano lo indique y asegúrelas a la formaleta de losa con el pín – grapa

Figura 79. Viga en I y forma de colocarla.



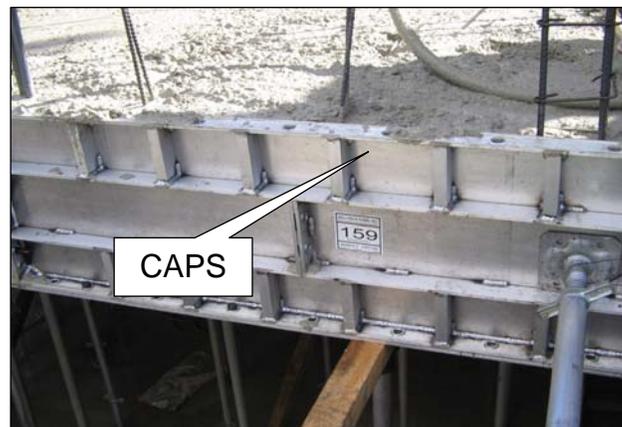
- Ubicar el puntal nivelador como se observa en la figura 80 donde las modulaciones del plano lo indique. Cuando el puntal no de la altura especificada se recomienda colocar madera entre el puntal y la formaleta de losa.

Figura 80. Puntal nivelador.



6. Fijar los “caps” o bordes de losa (como se observa en la figura 81) a la formaleta del muro exterior con el pín – grapa; los caps tienen como función garantizar el espesor de la losa.

Figura 81. Caps instalado



### 3.4.2 Desarmado

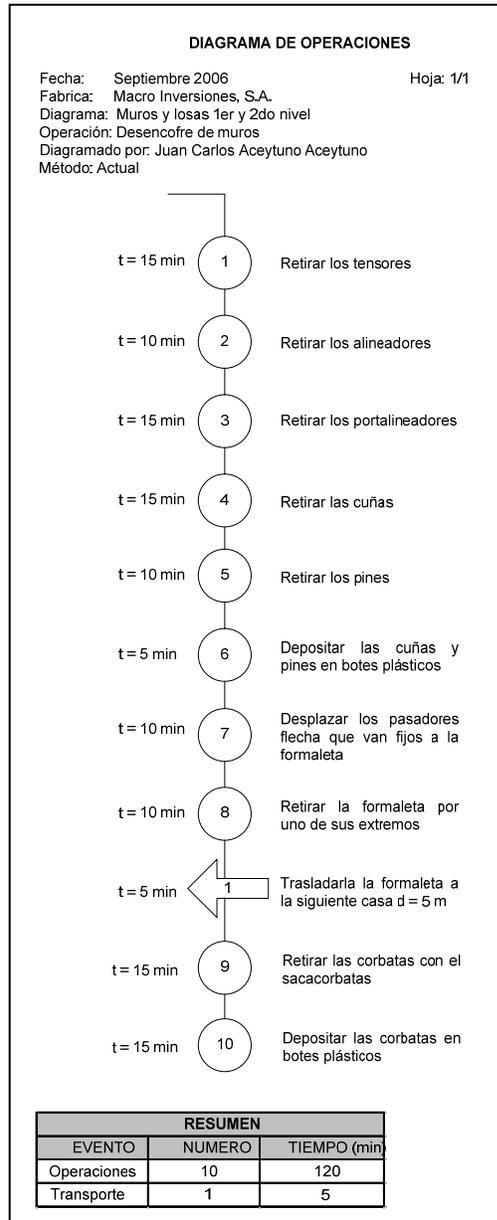
Algo muy importante durante el desarmado o desencofre es tener un tiempo mínimo entre la fundición y el desencofrado que consiste en 10 horas, también se debe recalcar a los contratistas tener sumo cuidado de no tirar la formaleta del segundo nivel porque se daña prematuramente y su valor es demasiado alto para sustituirlo por uno nuevo.

#### 3.4.2.1 Desarmado de muros

Es importante que antes de iniciar el desencofre de los muros se propone verificar que el concreto esté duro y resistente, una propuesta de mejora es iniciar el desencofre de las formaletas de muro en la mitad de una pared interior y en una esquina de los muros exteriores con el fin de facilitar el desencofre de toda la vivienda.

La secuencia para retirar las formaletas se observa en el diagrama de operaciones de la figura 82.

Figura 82. Diagrama de operaciones de desencofre de muros



Se debe asegurar que al desencofrar las formaletas se jalen hacia atrás de forma uniforme para garantizar la calidad en el acabado del concreto.

Se recomienda desencofrar las formaletas de una en una en ambos lados del muro, utilizando el sacapaneles como se observa en la figura 83, esta es una herramienta adecuada para esta actividad.

Figura 83. Sacapanel



Extraer las corbatas utilizando el sacacorbatas ver figura 84, herramienta especialmente diseñada para esta función y nunca sacar corbatas con la mano para evitar accidentes.

Figura 84. Sacacorbatas.



El sacacorbatas tiene como ventaja sujetar hasta 15 corbatas aproximadamente evitando que queden tiradas en el suelo.

### 3.4.2.2 Desarmado de losas

Se recomienda iniciar el desencofre de las formaletas de losa por un extremo de la vivienda y al retirarlas deben de limpiarse y aplicárseles de nuevo el desmoldante, si las formaletas no se van a usar inmediatamente, se deben limpiar y clasificar ordenadamente por medidas. En el sistema de losas se tienen dos elementos que se observan en la figura 85 que facilitan el proceso de desencofrado de la losa, estos son la viga en I y el puntal nivelador.

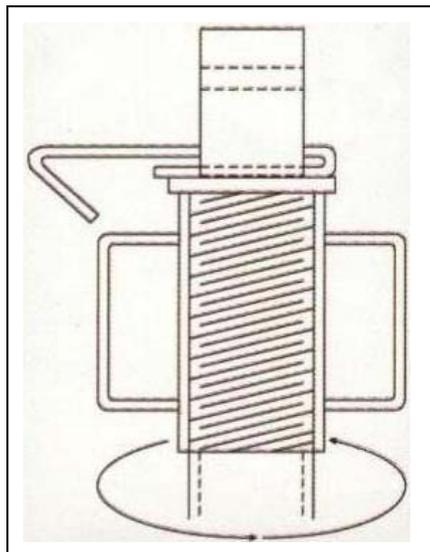
Figura 85. Viga en I y puntal nivelador



La ventaja de utilizar la viga en I es la reutilización inmediata del 100% de la formaleta de losa, para otras viviendas.

La secuencia para retirar las formaletas de losa inicia retirando las cuñas y los pines-grapa y desencofrar una por una las formaletas de losa. Luego para desencofrar los perfiles en I, se debe bajar la chapola del puntal nivelador como se observa en la figura 86.

Figura 86. Chapola



La chapola es parte fundamental del puntal nivelador que permite retirar las formaletas de losa.

### 3.5 Limpieza de formaleta

Durante el proceso de fundición es importante lavar con abundante agua las formaletas con el fin de que el concreto no se adhiera a la formaleta, ya que esto incurre en acabados de mala calidad. A continuación se presentan algunas recomendaciones para mantener limpia las formaletas.

1. Limpiar las formaletas por la cara de contacto y por los laterales (cantos) para evitar la acumulación del concreto y para ello se utiliza la espátula tal como se observa en la figura 87.

Figura 87. Limpieza con espátula.



Se ha comprobado que no limpiar la formaleta provoca que se siga acumulando el concreto, haciendo que los muros queden desalineados y con la superficie dañada.

2. Luego se utiliza una máquina pulidora con disco de cepillo de alambre tamaño 5" como se observa en la figura 88, con el fin de eliminar los demás residuos de concreto que la espátula no pudo eliminar.

Figura 88. Máquina pulidora



3. La limpieza final se realizará aplicando ácido muriático tipo B rebajado con agua o ácido para aluminio. Después se lava la formaleta con suficiente agua y jabón en polvo para dejar la formaleta completamente limpia.

### **3.6 Concreto losa de cimentación y entrepiso**

El concreto para cimentación y entrepiso, debe de ser de una resistencia de 3,000 PSI (210 Kg/cm<sup>2</sup>) y se debe pedir con un slump de 3" (7.62 cm) con un agregado de 3/4", a menos de que las especificaciones indiquen otra cosa. No debe llevar ningún aditivo no especificado, el aditivo más frecuente en el concreto es el acelerante de fraguado.

Es muy importante que el supervisor revise las especificaciones del concreto en la boleta del proveedor del concreto y si no los cumple, no debe permitir la descarga, también se debe revisar la hora de salida del camión mezclador, si pasa de más de dos horas tampoco debe permitir la descarga.

#### **3.6.1 Colocación losa de cimentación y entrepiso**

Antes de colocar el concreto en el sitio formaleteado o armado debe revisarse lo siguiente:

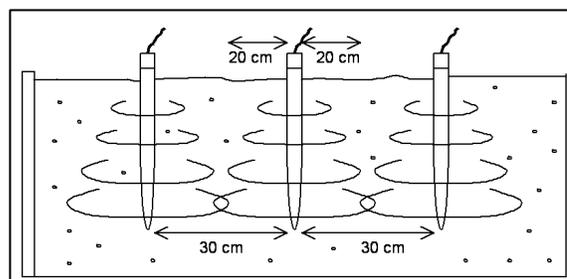
- a) Que las formaletas estén limpias.
- b) Las formaletas deben de tener desencofrante para facilitar el desencofrado.
- c) Cuando es un cimiento, debe mojarse la plataforma sobre la que se colocará el concreto con el fin de que no absorba el agua del concreto, se deben evitar charcos de agua.

d) El concreto en los CIMIENTOS debe colocarse DIRECTAMENTE, a menos que no se tenga acceso a descargar el chifle (canal de descarga) entonces se utilizará bomba.

El mejor método para consolidación o compactación es el que utiliza vibración. El uso adecuado de los vibradores de inmersión hace posible la colocación de mezclas más secas y consistentes, el vibrador debe bajarse verticalmente, levemente inclinado en el concreto dejándolo descender por su propio peso hasta el fondo de la capa, luego debe resurgirse a intervalos tales que permita que los radios de acción del mismo se traslapen.

Usualmente los vibradores se insertan verticalmente o con ligera inclinación (en losas de poco espesor) a separaciones entre 30 y 75 cm y por periodos de 5 a 15 segundos. estas indicaciones sobre la forma correcta de operar el vibrador se observa en la figura 89.

Figura 89. Rango de separaciones entre un vibrador y otro.



El vibrador no debe dejarse sumergido en el concreto, pues esto causa segregación ni debe mantenerse mucho tiempo en contacto con la armadura ya que afecta la adherencia hierro-concreto y la resistencia del concreto en proceso de fraguado.

### 3.6.1.1 Secuencia para fundir

Se recomienda realizar la descarga o vaciado del concreto a menos de un metro de altura, para evitar segregación. Para la colocación del concreto se deben tener en cuenta las siguientes precauciones para lograr un buen resultado:

1. Para distribuir el concreto los encargados de colocación deben utilizar palas y después de haber distribuido el concreto sobre un área determinada deberán pasar un rastrillo para distribuir el concreto de manera uniforme.
2. Al terminar de llenar la formaleta y compactar el concreto en la losa, se realiza la primera operación de acabado que es la nivelada o enrasado tal como se observa en la figura 90, haciendo pasar una regla o rastra de madera o metal, con un movimiento de aserrado al mismo tiempo que se avanza una corta distancia, cada movimiento de esta operación deben realizarla dos operarios y deben guiarse por los arrastres que se encuentran instalados en esa área.

Figura 90. Nivelación del concreto



3. Inmediatamente después nivelar y emparejar la superficie, se deben eliminar puntos altos y bajos y metiendo salientes de agregado, por medio de una plancha o llana en áreas pequeñas o una plancha con un mango largo para no dejar marcas en la losa.

### **3.6.2 Colocación de concreto para muros**

El concreto para muros, debe de ser de una resistencia de 3,000 PSI (210 Kg/cm<sup>2</sup>) y se debe pedir con un desplazamiento de 24" (60 cm) con un agregado de 3/8", a menos de que las especificaciones indiquen otra cosa. Lleva como aditivos: un reductor de agua y fluidificante.

El supervisor revisará estos requisitos en la boleta del proveedor del concreto y si no los cumple, no debe permitir la descarga. También revisará la hora de salida del camión mezclador, si pasa de más de dos horas tampoco debe permitir la descarga.

El sistema para colocación de concreto en muros puede ser por bomba o pluma (si lo permite el presupuesto de preferencia debería usarse bomba en el primer nivel y pluma en los siguientes niveles).

Una mejora propuesta durante la fundición consiste en iniciar la descarga de concreto por el centro de la casa y se debe dejar que corra el concreto hacia los muros de los extremos, debido a que el centro de masa de la casa está próximo al centro geométrico y recordemos que la inercia del concreto fluidificado está golpeando contra una formaleta liviana. No olvide vibrar el concreto en los muros (véase paso 2 fundición de losas de cimentación y entrepiso).

También se recomienda utilizar una varilla apisonadora en lugar de vibrador en los muros que tengan insertadas planchas de duroport que se utilizan para las juntas entre las casas.

### **3.7 Acabados**

En esta sección se tienen procedimientos que no existían en la empresa Macro Inversiones, S.A. que ayudaran a mejorar la calidad de sus acabados en todas sus viviendas con el sistema de formaleta. Entre los acabados se tienen textura, artefactos sanitarios, ventanas, puertas y piso.

#### **3.7.1 Textura**

La textura consiste en la aplicación de una mezcla en todos los muros y techos de toda la vivienda. Existen cuatro consideraciones muy importantes para la aplicación de textura.

1. LIMPIEZA: Verificar que las superficies a texturizar se encuentren totalmente limpias. Si es necesario se deben lavar para quitar restos de antisol, desencofrante, diesel o cualquier otra sustancias que impidan una buena adherencia de la textura a la superficie.

2. **REFUERZO:** En los lugares donde hay mayor riesgo de que se produzcan fisuras, se puede colocar una tela de doble refuerzo como se observa en la figura 91, para evitar que la fisura se transmita a la textura.

Figura 91. Tela de doble refuerzo.



3. **PROTECCIÓN:** Se deben proteger todas las superficies y elementos que no se deben ensuciar con textura, como pisos, puertas, ventanas, accesorios eléctricos, etc. Se puede utilizar, nylon, periódico u otro material como se observa en la figura 92. El masking tape es muy útil para delimitar con exactitud las áreas sobre las cuales se va a aplicar la textura.

Figura 92. Protección con nylon para la aplicación de textura.



Utilizar el nylon es más ventajoso debido a la reutilización de este material.

4. FONDO: En algunos casos es necesario aplicar un fondo directamente sobre el concreto para facilitar la adherencia de las siguientes capas de textura tal como se observa en la figura 93. Este fondo está compuesto de resina, y cemento portland puzolánico para fabricar block de secado rápido, diluidos con agua y aplicado generalmente con rodillo.

Figura 93. Fondo aplicado en muros y techo.



### **3.7.1.1 Textura final**

La textura final se aplica después de haber aplicado el fondo, los métodos más utilizados de textura en vivienda son el alisado y el texturizado. El tipo de textura depende de los requerimientos del cliente.

### **3.7.1.1.1 Alisado**

Se puede aplicar en paredes y techos. Este tipo de textura consiste en aplicar dos capas de mezcla utilizando una llana tal como se observa en la figura 94, que logran nivelar paredes o techos, tapando toda clase de irregularidades. Las mezclas utilizadas son la mezcla para la base y la mezcla para la textura fina. Con éste método, se puede conseguir un acabado muy liso.

Figura 94. Alisado



### **3.7.1.1.2 Texturizado**

Se puede aplicar en paredes y techos. Consiste en crear acabados rugosos que se realzan con la ayuda de la luz. Los relieves, las irregularidades o las tramas se pueden realizar con masillas o estucos y toda clase de espátulas, peines, objetos o materiales susceptibles de dejar impresiones o marcas. Puede ser un modo de disimular los defectos de una pared sin tener que alisarla, o bien de dar un aspecto interesante o artístico. Existen métodos manuales y mecanizados.

Para la aplicación de textura de grano, una de las formas más prácticas en utilizar un compresor y una pistola para texturizar ver figura 95. Se prepara la mezcla siguiendo las instrucciones del fabricante y se deposita en la tolva según se va necesitando. Al accionar la pistola se gradúa la cantidad de mezcla que se expulsa, procurando aplicar una capa uniforme de textura sobre la superficie.

Figura 95. Pistola para texturizar



Existe gran variedad de texturas que se pueden aplicar manualmente, y dependen en gran manera de la habilidad y experiencia de los texturizadores que la están aplicando. En la mayoría de los casos se agrega pintura en polvo a la mezcla de la textura, para lograr el color definitivo.

### **3.7.2 Artefactos Sanitarios**

La instalación de los artefactos indicados en esta sección se limitan a el lavamanos y el sanitario debido a que son los más comunes en todas las viviendas.

### 3.7.2.1 Lavamanos

1. Para instalar el lavamanos primero se debe tener una base de mármol tal como se observa en la figura 96 que es de un tipo de mármol. Es importante que la parte del lavamanos que se pegará deba lijarse con una pulidora para que se adhiera bien con la base.

Figura 96. Base de mármol para lavamanos.



2. El pegamento que se utiliza para pegar el lavamanos a la base es resina de poliéster que se endurece con peróxido y el carbonato de calcio se utiliza para espesar la mezcla.
3. Finalmente, se tienen alrededor de 15 minutos para limpiar el excedente de pegamento antes de que se endurezca y sea difícil removerlo.
4. La instalación final se realizará transcurridos unos 20 minutos. La tubería de lavamanos debe estar a unos 0.50 m del NPT.

### 3.7.2.2 Sanitario

Un inodoro nuevo se instala en dos etapas: primero la taza y después el tanque. La parte más difícil de la instalación es colocar la taza en su lugar, ya que es pesada y se tiene que poner de tal manera que los tornillos del piso estén directamente alineados con las perforaciones de la base del inodoro. Una vez que se termina esta parte, se ha completado la parte más difícil de la instalación. Cuando se trabaja con artículos pesados de porcelana como inodoros se debe evitar golpearlos contra cualquier objeto. La porcelana es resistente hasta cierto punto. Si se raja no se puede usar, debido a que sería un producto de mala calidad y causaría reclamos por parte de los habitantes de la vivienda. Los pasos secuenciales para la instalación de sanitario se describen a continuación:

1. Colocar la taza del inodoro nuevo en posición invertida y colocar un anillo de cera nuevo alrededor del cuerno de salida del inodoro. Presionar hacia abajo firmemente para ajustar el anillo. Si el anillo tiene una cubierta de papel, hay que quitársela. Esta acción se observa en la figura 97.

Figura 97. Empaque de cera



- Hay que asegurarse de que la base del inodoro esté limpia y de que los tornillos del piso estén derechos. Después coloca cuidadosamente el inodoro sobre su base y encaja las perforaciones de la base del inodoro directamente con los tornillos del piso. Tal como se observa en la figura 98.

Figura 98. Encajar en las perforaciones de la base del inodoro



- Presionar hacia abajo la taza del inodoro para comprimir el anillo de cera, de manera que selle herméticamente, tal como se observa en la figura 99. Después sujetar las rondanas y las tuercas a los tornillos del piso y apretarlos con una llave ajustable. (Nota: No se apretar demasiado, debido a que la base se puede rajar).

Figura 99. Colocación del inodoro sobre su base



4. Se debe colocar el tanque en posición invertida y el empaque de hule sobre la salida en la parte inferior del tanque tal como se observa en la figura 100.

Figura 100. Instalación del tanque



5. Luego se voltea el tanque y se coloca sobre la taza del inodoro, centrando el empaque de hule en la abertura de la entrada del agua de la taza.
6. Alinear las dos o tres perforaciones en el fondo del tanque con las dos o tres perforaciones de la parte alta de la taza, después se coloca un empaque en cada tornillo del tanque e introduce los tornillos en las perforaciones correspondientes con las cabezas de los tornillos hacia la parte de adentro del tanque.
7. Luego se sujetan los tornillos con una llave de copas.
8. Por último se conecta la llave de paso y el tanque del inodoro.



## **4. PROPUESTA DE MANUAL DE TRATAMIENTO DEL HIERRO**

El reciclaje es la actividad de recuperar los desechos sólidos al fin de reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para nuevos productos, con lo que podemos lograr varios beneficios económicos y ecológicos: con el reciclaje, se pueden recuperar materiales y, por consecuencia, economizar materia prima para la producción de nuevos materiales y bajar la contaminación ambiental. El reciclaje permite a la industria conseguirse materia prima secundaria a bajo precio y aumentar su competitividad.

### **4.1 Antecedentes**

El hierro es uno de los productos de mayor demanda comercial para el desarrollo de proyectos inmobiliarios. Éste representa una recuperación alrededor del 100% al momento de su reciclaje, por no perder su calidad o sus propiedades originales al momento de la fundición. Gracias a estas propiedades, puede ser reciclado en forma infinita

Es por ello que, el reaprovechamiento del hierro, es una estrategia de reciclaje impulsada por la empresa Macro Inversiones, S.A., que forma parte integral del programa de responsabilidad social, diseñado para contribuir de manera proactiva a generar conciencia, conocimientos y acción para asumir una actitud y conducta responsable en el cuidado del medio ambiente. Además, forma parte del programa de recuperación económica, que consiste en obtener beneficios de la reutilización de todos los materiales reciclables utilizados en la fabricación de viviendas.

Actualmente no se tiene ningún control sobre el manejo de estos desechos, simplemente se vigila que se mantenga limpia el área de trabajo. Como se puede observar en la figura 101 se tienen los desechos de hierro mezclados con toda la demás basura del proyecto en la construcción de viviendas.

Estos desechos de hierro que pueden ser cantidades pequeñas o grandes dependiendo de las personas encargadas de la prefabricación de las estructuras metálicas, debido a que si ellos cuentan con buenas practicas entonces se genera poco o ningún desperdicio o desecho, que afecte el medio ambiente.

Figura 101. Situación actual de los desechos de hierro.



## **4.2 Introducción**

El gran problema de qué hacer con los desechos de hierro, ha llegado a ser considerado seriamente por la empresa Macro Inversiones, S.A., debido a las pérdidas económicas que representa el uso descontrolado de los materiales de hierro y por los problemas ambientales más comunes relacionados con los desechos de hierro: la contaminación del aire, así como la contaminación de las aguas subterráneas por la disposición final inadecuada de los residuos.

Dada esta dificultad no sorprende que frecuentemente la ganancia más significativa del éxito del reciclaje del hierro, sea la gran reducción en el volumen de desechos y el alto porcentaje de reutilización de los mismos, por consiguiente este manual también pretende la reducción de costos.

En primera instancia, el reciclaje es frecuentemente la primera elección para tratar el problema de los desechos. El reciclaje tiene una gran ventaja, el poder obtener una gran variedad de materiales de los desechos sólidos. Es por ello que, el propósito de este manual, es conocer los problemas clave involucrados en la recuperación y el procesamiento de los materiales de hierro desechados, con el objeto de reciclarlos y recuperar los materiales remanentes. La importancia radica en la oportunidad de reuso y de reciclaje de los materiales, que se recuperan de los desechos sólidos y obviamente de acuerdo a las especificaciones aplicables a ese material.

El primer paso para la elaboración de este manual fue la evaluación detallada de los distintos métodos de reciclaje del hierro, los cuales se detallan en este capítulo.

### **4.3 Objetivo general**

Identificar las distintas opciones viables para el tratamiento de desechos de hierro, que permitan apoyar los esfuerzos en pro de la recuperación de recursos económicos y la contribución a la conservación del medio ambiente.

### **4.4 Objetivos específicos**

- Definir los factores de éxito para la puesta en marcha del programa de tratamiento de desechos de hierro.
- Encontrar nuevas formas de reintegrar al ciclo económico los desechos de hierro generados en la construcción de viviendas.
- Mejorar continuamente la gestión de los desechos del hierro

#### **4.5 Fases del proceso de tratamiento de desechos de hierro**

Para desarrollar el tratamiento adecuado de los desechos de hierro, se deben considerar previamente las etapas involucradas en el manejo de los mismos. El manejo de residuos de hierro involucra, en términos generales, las siguientes etapas:

**Generación:** la primera etapa es el momento en que el hierro es generado como un elemento o material sobrante de alguna actividad determinada.

**Recolección:** una vez generados los residuos, deben ser recolectados para su traslado a la próxima etapa de manejo, la que puede ser el tratamiento o su acopio.

**Acopio:** es la actividad de reunir una cantidad o volumen determinado de residuos de hierro, que justifique el costo de transportarlo a su próximo destino, ya sea el tratamiento o directamente la disposición final. En Guatemala, existen “estaciones de transferencia”, instalaciones especialmente concebidas para efectuar el traspaso de los residuos desde los vehículos colectores que efectúan la recogida en los núcleos urbanos, a otros vehículos adecuados para el transporte a distancia.

**Tratamiento:** existen diversas formas de tratamiento para facilitar la disposición final de los residuos, como por ejemplo, reducir su volumen (compactación), fundición, etc.

#### 4.5.1 Opciones para el tratamiento de desecho de hierro

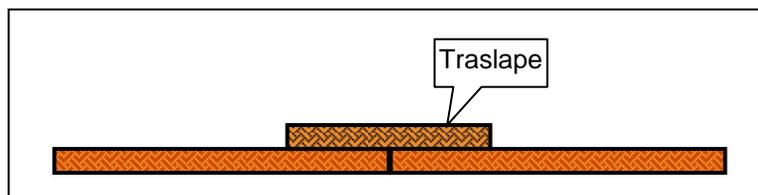
Para desarrollar el tratamiento adecuado de los desechos de hierro (pedazos de varilla de hierro) se deben considerar varios aspectos importantes para reutilizarlos o venderlos a empresas recicladoras de hierro; estos aspectos son:

1. El desecho de hierro como pedazos de hierro en forma de varillas deben estar limpios de concreto o cualquier otro material que se haya adherido a su superficie.
2. El hierro debe tener el tamaño adecuado para realizar otras estructuras de menor dimensión como los estribos.

##### Opción 1:

Cuando los hierros cumplan con las longitudes y diámetros descritos en la tabla V se podrán utilizar para realizar los traslapes mínimos. Ver figura 102.

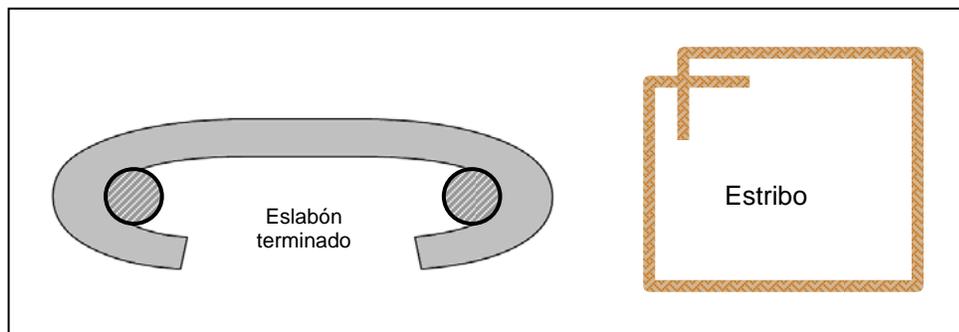
Figura 102. Desecho de hierro utilizado para realizar traslapes.



### Opción 2:

Si los sobrantes de las varillas de hierro tienen la longitud especificada en planos se podrán elaborar estribos o eslabones como se observan en la figura 103.

Figura 103. Elaboración de eslabones o estribos con sobrantes de varilla de hierro.



### Opción 3:

Cuando existan sobrantes mínimos de hierro se pueden fundir en los cimientos corridos o en la losa de cimentación evitando que el hierro quede tirado en las áreas de trabajo creando un ambiente de desorden y suciedad que pueden dañar la perspectiva del cliente hacia Macro Inversiones, S.A.

#### **Opción 4:**

Vender el hierro a una empresa recicladora. Estas se encargan de fundir el desecho de hierro a altas temperaturas, para formar envases y otros productos diversos como juguetes. En Guatemala estas empresas y precios por libra se muestran en la tabla VI.

Tabla VI. Empresas recicladoras y precios por libra de hierro.

<b>EMPRESA</b>	<b>TELÉFONO</b>	<b>PRECIO POR LIBRA</b>
Ecoinsa	2475-1429 2475-1381	Q.0.10
Mega Reciclaje 2000	2440-2056	Q.0.15

Es muy importante que estas opciones se pongan en practica para lograr un producción de viviendas más limpia y sobre todo sin daño al medio ambiente.

#### **4.6 Conclusiones**

- Para obtener resultados satisfactorios en el tratamiento de desechos de hierro, los siguientes factores son muy importantes: capacitación intensiva y continua de los contratistas durante la implementación del programa (entrevistas para obtener ideas y críticas, publicación de los resultados del programa), monitoreo continuo de los métodos de tratamiento de desechos.
- Es importante hacer énfasis en que cuando se utilizan productos reciclados se salvan los recursos naturales y se ayuda a estimular el crecimiento económico de la empresa, a través de la recuperación de capital por medio de la venta de aquellos desechos que no pueden ser utilizados nuevamente en el proceso de construcción de viviendas.
- El reciclaje del hierro, como tal, es un proceso de mejoramiento de síntomas, pero que no intenta solucionar el problema. Con el reciclaje del hierro, no se interfiere en los procesos de producción o de consumo, solamente se reintegran los desperdicios de estas actividades al ciclo económico. La optimización en la construcción de viviendas permite minimizar la generación de desechos.



## CONCLUSIONES

1. La documentación de procedimientos para la construcción de viviendas con formaleta, se adapta a la organización y fue implementado en febrero del año 2006, entregando copias de los procedimientos documentados a todos los residentes de los proyectos que se encargarán de transmitir los conocimientos al personal que tengan a su cargo.
2. La empresa Macro Inversiones tiene las condiciones y recursos para hacer funcionar la documentación de procedimientos, lo único que se requiere es hacer cumplir con los procedimientos establecidos.
3. Los procedimientos de construcción de viviendas documentados en este trabajo fueron investigados en campo con las personas que se considera según Macro Inversiones, S.A. son expertas en cada trabajo de construcción, también se consideró lo que sugieren los proveedores de algunos productos como los moldes o formaletas.
4. Se eliminarán las deficiencias presentadas por los contratistas como la falta de experiencia, sí y sólo si cumplen como mínimo con lo descrito por los procedimientos documentados.

5. Se capacitó a los maestros de obra y contratistas para aplicar cada procedimiento, con el fin de informales sobre los daños que sufren las viviendas al no cumplir con los procedimientos, estos daños repercuten en viviendas mal construidas, mal aprovechamiento de los recursos económicos y tiempo, todo esto contribuye a viviendas de mala calidad y la no competitividad de la empresa.
  
6. Actualmente no se tiene ningún mayor control sobre el manejo de estos desechos, simplemente se vigila porque que se mantenga limpia el área de trabajo. El plan propuesto que se propone para el tratamiento de los desechos sólidos (hierro) en las áreas de trabajo, contempla la reutilización para fabricar estructuras metálicas menores como por ejemplo eslabones y estribos, considerando también la venta de estos materiales a empresas que se dedican al reciclaje de estos materiales, ayudando así a nuestro medio ambiente.

## RECOMENDACIONES

1. Cambiar los términos de la visión para que estén más acorde a nuestro idioma español, para ser más específico la palabra holding. Esto ayudará a una mejor comprensión de la visión.
2. Actualizar la información de los procedimientos de construcción, ya que estos son la base para obtener viviendas que cumplen con las especificaciones del cliente y la empresa.
2. Incluir en la capacitación del recurso humano involucrado en la construcción de viviendas, conocimientos sobre las diferentes técnicas de construcción más actualizadas para crear una cultura de mejora continua.
3. Realizar auditorias periódicas a los proyectos de vivienda, con el fin de verificar el cumplimiento de los procedimientos, las debe hacer una persona nombrada por el gerente de vivienda y de preferencia debe tener una jerarquía superior a los residentes.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Macroinversiones, S.A. **Manual de la organización**, Guatemala.
2. Comisión Guatemalteca de Normas. **Norma guatemalteca recomendada NGR/ISO 9001:2000**. Guatemala: Diario Oficial, 2003. 39 pp.
3. Instituto Mexicano de Normalización y Certificación A.C. **Directrices para la documentación de sistemas de gestión de calidad**. México, D.F.: IMNC, 2003. 15 pp.
4. COGUANOR NGR/ISO 9000 **Sistemas de gestión de la calidad, Fundamentos y vocabulario**, Guatemala. segunda revisión
5. Formaletas S.A. **Manual de Instalación**. Colombia.