

**METODOLOGIA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO CON FORMALETA  
METALICA TIPO MANOPORTABLE**

**JOSE BALDEMAR MOLINA FONSECA  
MARIO ALEJANDRO TOLOZA QUINTERO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2008**

**METODOLOGIA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO CON FORMALETA  
METALICA TIPO MANOPORTABLE**

**JOSE BALDEMAR MOLINA FONSECA  
MARIO ALEJANDRO TOLOZA QUINTERO**

**Trabajo de Grado  
Modalidad Monografía**

**Director:  
ING. CÉSAR AUGUSTO PRADA**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL  
BUCARAMANGA  
2008**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	12
1. OBJETIVOS	13
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2. FORMALETA METALICA	14
2.1 SISTEMA CONTRUCTIVO	14
3. DESCRIPCION TECNICA	15
4. CARACTERISTICAS	16
4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES	16
4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	16
4.3 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES	17
5. COMPONENTES	18
5.1 MÓDULO BÁSICO	18
5.2 BANDAS LATERALES	20
5.3 ÁNGULOS	20
5.4 RINCONERAS	21
5.5 ÁNGULO BISAGRA	21
5.6 TAPA MURO	22
6. ACCESORIOS	23
7. INSTALACION	28
8. PLATAFORMA DE TRABAJO	33
9. COLOCACION DEL CONCRETO	34
10. DESENCOFRADO	35
11. MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA	36

11.1 EQUIPO DE MANTENIMIENTO	36
11.2 LIMPIEZA	38
12. VENTAJAS	40
12.1 VENTAJAS TÉCNICAS	40
12.2 VENTAJAS ECONÓMICAS	42
12.3 VENTAJAS ESTÉTICAS	43
12.4 VENTAJAS ECOLÓGICAS	43
13. FORMAleta EN MADERA	44
13.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO	44
13.2 COMPONENTES	44
13.3 INSTALACION	45
13.4 VENTAJAS	45
13.5 DESVENTAJAS	46
14. CUADRO COMPARATIVO	47
CONCLUSIONES	49

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura No. 1. Módulos (Montaje) .....	18
Figura No. 2. Diferentes tipos de Acabado (De izquierda a derecha, Ladrillo con Textura Horizontal, Ladrillo contextura Vertical y Ladrillo con textura lisa).....	18
Figura No. 3. Formaleta para Estructuras radiales (Arriba izq. Columnas, Arriba der. Muros Radiales, Abajo izq. Pozos de Inspección, Abajo der. Sardineles) .....	19
Figura No. 4. Bandas Laterales (Alineadores) .....	20
Figura No. 5. Ángulos .....	20
Figura No. 6. Tipos de Rinconeras (Arriba izq. Rinconera Interna, Arriba der. Rinconera Externa, Abajo Rinconera Radial) .....	21
Figura No. 7. Ángulos tipo bisagra .....	22
Figura No. 8. Tapa Muro.....	22
Figura No. 9. Andamio Triangular .....	23
Figura No. 10. Martillo Extractor.....	24
Figura No. 11. Pico Manual .....	25
Figura No. 12. Tubo Manual .....	25
Figura No. 13. Pin .....	25
Figura No. 14. Grapa.....	26
Figura No. 15. Alineador.....	27
Figura No. 16. Tensores .....	27
Figura No. 17. Corbatas .....	27
Figura No. 18. Instalación de la Grapa con la ayuda del tubo manual y un pin.....	28
Figura No. 19. Instalación del Tablero con la ayuda de la corbatas y distanciadores.....	29
Figura No. 20. Instalación de alineadores con la ayuda de tensores .....	29
Figura No. 21. Encofrado Metálico (Módulos para vivienda) .....	30
Figura No. 22. Parales (Paral Común) .....	30
Figura No. 23. Utilización de Parales (Conformación de encofrado para la fundición de una placa) .....	31
Figura No. 24. Plataforma de trabajo (Andamios y tablonas).....	33
Figura No. 25. Vaciado del concreto (Izq. Golpes con martillo, Der. Vibrado del concreto, para eliminar vacíos) .....	34

Figura No. 26. Desmonte de la formaleta (Izq. Utilización del rastrillo extractor, Der. Utilización del martillo extractor).....	35
Figura No. 27. Banco de Mantenimiento .....	36
Figura No. 28. Espátula.....	36
Figura No. 29. Corbatero.....	37
Figura No. 30. Cincel .....	37
Figura No. 31. Ajustador de bandas .....	37
Figura No. 32. Martillo de bola.....	37
Figura No. 33. Mantenimiento y Limpieza (1.y 2. Limpieza de residuos con espátula, 3. Limpieza de residuos con Martillo y cincel, 4. Arreglo de tableros con la ayuda del Ajustador de bandas, 5. Alineamiento de tableros con la ayuda del yunque, 6. Alineamiento de ángulos).....	39
Figura No. 34. Encofrado metálico (Izq. Montaje interno de la estructura, acero y tubería, Der. Conformación de muros para fundir).....	40
Figura No. 35. Encofrado metálico (Vaciado del concreto utilizando plataformas de trabajo) .....	40
Figura No. 36. Acabados en la estructura (Columnas).....	41
Figura No. 37. Acabados en la estructura (Módulos de apartamentos).....	42
Figura No. 38. Formaleta en Madera .....	44
Figura No. 39. Tablero .....	45

## LISTA DE TABLAS

**Pág.**

Tabla No. 1.	Cuadro comparativo de las formaletas a Mayo de 2008.....	47
--------------	--	----

## RESUMEN

**TÍTULO: METODOLOGIA DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO CON FORMALETA METALICA TIPO MANOPORTABLE\***

**AUTORES: JOSE BALDEMAR MOLINA FONSECA  
MARIO ALEJANDRO TOLOZA QUINTERO\*\***

**PALABRAS CLAVES: Mano-portable, Formaleta Metálica, Encofrado, Moldeado de Concreto, Construcción de Molde.**

### DESCRIPCIÓN.

A la hora de construir hay infinidad de posibilidades para darle forma a nuestros diseños, la formaleta es de gran ayuda para obtener aquello que deseamos y existen diferentes tipos para satisfacer las necesidades de cada constructor. La formaleta o encofrado funciona en la construcción como un molde, paneles que unidos forman una estructura temporal autoportante, capaz de soportar cargas sin deformarse, las hay de diferentes materiales, madera, aluminio y acero.

La Formaleta Metálica tipo Mano-portable es un sistema industrializado modular manual especial para moldeado de concreto, de fácil manejo, multiusos, con medidas estandarizadas, que proporcionan uniformidad en superficies a la vista y seguridad en concretos estructurales, las conexiones entre módulos se realizan rápidamente con accesorios complementarios. Por su versatilidad puede ser usado en todo tipo de proyectos de hormigón o concreto y está especialmente diseñada para las necesidades de la construcción moderna y las necesidades que actualmente y que siempre ha presentado nuestra sociedad. Con este sistema constructivo se pueden construir proyectos de vivienda vertical a menor costo, con una mayor cobertura y un Menor tiempo de ejecución.

El sistema de conexión de los tableros permite lograr un encofrado de gran rigidez y ágil manejo. Los oficiales y obreros de construcción no requieren una previa especialización asimilando fácilmente el manejo y el procedimiento de armado del equipo para la obtención de un excelente encofrado.

Con el uso de la formaleta metálica mano-portable se disminuyen costos por: menor tiempo de construcción en la estructura, da un acabado que no es necesario frisar o empañetar tanto en placas como en columnas y pantallas, estructuras mas livianas por la disminución de estos frisos, mayor seguridad en los encofrados.

---

\* Trabajo de Grado. Modalidad Monografía.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Ing. César Augusto Prada.

## SUMMARY

**TITLE: METHODOLOGY OF THE CONSTRUCTIVE SYSTEM WITH FORMALETA METALLIC TYPE MANOPORTABLE\***

**AUTHORS: JOSÉ BALDEMAR MOLINA FONSECA  
MARIO ALEJANDRO TOLOZA FARMER\*\***

**KEY WORDS: Flow portable, Metallic Formalet, Mold, Modeled of Concrete, Construction of Mold.**

### DESCRIPTION.

When building there is infinity of possibilities to give him it forms to our designs, the formalet is of great help to obtain that that we want and different types exist to satisfy each manufacturer's necessities. The formalet or mold works in the construction like a mold, panels that united they form a structure temporary Automatic-amble, able to support loads without being deformed, there are them of different materials, wood, aluminum and steel.

The Formalet Metallic type flow portable is an industrialized system to modulate special manual for modeled of concrete, of easy handling, multipurpose, with standardized measures that provide uniformity visible in surfaces and security in concrete structural, the connections among modules are carried out quickly with complementary accessories. For their versatility it can be used in all type of concrete projects or concrete and it is specially designed for the necessities of the modern construction and the necessities that at the moment and that it has always presented our society. With this constructive system projects of vertical housing can be built at smaller cost, with a bigger covering and a smaller time of execution.

The system of connection of the boards allows to achieve an modeled of great rigidity and agile handling. The officials and construction workers don't require a previous specialization assimilating the handling and the procedure easily of armed of the team for the modeled obtaining of an excellent one.

With the use of the formalet metallic flow portable they diminish costs for: smaller time of construction in the structure, gives a finish that is not necessary to rub or empañetar as much in badges as in columns and screens, structures but light for the decrease of these friezes, bigger security in the molds.

---

\* Work of Grade. Modality Monograph.

\*\* Ability of Physical-Mechanical Engineerings, School of Civil Engineering. Ing. César Augusto Prada.

## INTRODUCCION

A la hora de construir hay infinidad de posibilidades para darle forma a nuestros diseños, la formaleta es de gran ayuda para obtener aquello que deseamos y existen diferentes tipos para satisfacer las necesidades de cada constructor. La formaleta o encofrado funciona en la construcción como un molde, paneles que unidos forman una estructura temporal autoportante, capaz de soportar cargas sin deformarse, las hay de diferentes materiales, madera, aluminio y acero y se pueden utilizar en dos sistemas diferentes, Sistema Túnel (Módulos de gran tamaño que se transportan con torre grúa) y Sistema Manoportable (Paneles pequeños de operación manual).

La formaleta es necesaria en todo tipo de estructura, tiene infinidad de aplicaciones, muros, columnas, placas, vigas, escaleras y demás requerimientos estructurales y arquitectónicos. Estos sistemas se han llegado a construir monolíticamente los muros interiores, exteriores y la losa de cada unidad habitacional simultáneamente, con ventajas estructurales y sismoresistentes.

Para la construcción de obras en concreto es necesario que la formaleta brinde a la estructura características de resistencia, rigidez, estanqueidad, inocuidad al hormigón, anti adherencia y durabilidad. Existen diferentes tipos de materiales para encofrados, Madera, Acero y Aluminio. A continuación describiremos la formaleta metálica tipo manoportable; dando pautas para su armado y sugerencias para supervisión y toma de decisiones.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 OBJETIVO GENERAL**

Brindar una metodología en el armado de formaleta metálica manoportable mostrando todos sus componentes y sus aplicaciones.

### **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Brindar una metodología en el armado de formaleta metálica manoportable mostrando todos sus componentes y sus aplicaciones.
- Mostrar las ventajas del uso de la formaleta metálica manoportable en la industria de la construcción.

## **2. FORMALETA METALICA**

### **2.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO**

Se tienen dos materiales diferentes, acero y aluminio. Ambas con el mismo tipo de accesorios para su correcto funcionamiento. Dichos materiales garantizan una larga duración de los paneles aproximadamente 1500 usos, facilitando el sistema de encofrado, vaciado, y desencofrado el día siguiente, logrando de esta forma industrializar los procesos y reducir los costos de materiales, desperdicio y mano de obra.

Con este sistema se logran vaciar viviendas monolíticas completas en una sola operación de muros y placas, se puede llegar a construir 1 apartamentos cada dos días controlando la producción en tiempo - calidad - costo, reflejándose en ahorro considerable de gastos de producción, supervisión, administrativos y financieros.

Este sistema de encofrado se adapta a cualquier tipo de proyecto, permitiendo mejorar la construcción de la estructura en concreto y con la posibilidad de obtener un acabado de concreto a la vista con diferentes diseños, dejando una textura lista para aplicar el acabado deseado tanto a nivel de interiores como exteriores.

Con la formaleta manoportable podemos elaborar columnas, pantallas de dimensiones variables ya que los módulos son de diferentes dimensiones los cuales podemos unir a otros sin ningún inconveniente; solo debemos tener pendiente algunas sugerencias y observaciones que daremos a continuación.

### **3. DESCRIPCION TECNICA**

La Formaleta Metálica es un sistema industrializado modular manual especial para moldeado de concreto, de fácil manejo, multiusos, con medidas estandarizadas, que proporcionan uniformidad en superficies a la vista y seguridad en concretos estructurales, las conexiones entre módulos se realizan rápidamente con accesorios complementarios. Por su versatilidad puede ser usado en todo tipo de proyectos de hormigón o concreto y está especialmente diseñada para las necesidades de la construcción moderna y las necesidades que actualmente y que siempre ha presentado nuestra sociedad. Con este sistema constructivo se pueden construir proyectos de vivienda vertical a menor costo, con una mayor cobertura y un Menor tiempo de ejecución.

## 4. CARACTERÍSTICAS

### 4.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los elementos que componen la formaleta metálica deben ser diseñados y elaborados conservando las características y resistencias necesarias para soportar los esfuerzos a los cuales serán sometidos para facilitar su instalación, realizando un proceso de calidad, cumpliendo las etapas de inspección, verificación, validación y ensayo/prueba.

*Elementos que permiten el armado.*

- *Módulos*

Son módulos en lámina de acero especial, que constituyen una cara principal, con las dimensiones que sean necesarias para cada caso, reforzados con elementos en "U", bandas laterales y varillas que se usan para arriostre y manipulación en la obra.

- *Encofrado*

Es un conjunto de módulos y accesorios que unidos entre sí dan la forma al concreto en las obras, de acuerdo con los planos constructivos.

### 4.2 CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- *Resistencia*

Todas las partes del encofrado son resistentes a la corrosión y a esfuerzos de tensión y compresión, sin deformarse.

- *Tamaño y Peso*

Es un sistema manoportable, permite que un solo operario pueda maniobrar los paneles. El modulo mas grande es de 1,20 x 0,60 mts y pesa 27 Kg aproximadamente, las medidas van desde 1,20 x 0,05 mts hasta 1,20 x 0,60 mts aumentando de 5 cms gradualmente.

#### 4.3 CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

- *Acabados*

Se pueden producir un acabado liso o texturizado tipo ladrillo ya que existe formaleta para uso de fachada ahorrando costos de acabados exteriores y liso para solo pasar a estucar y pintar ahorrando costos de materiales y mano de obra en frisos.

- *Modular y Versátil*

Esta característica la ofrece la formaleta metálica tipo panel, con diferentes medidas. En casos especiales y de acuerdo con lo requerimientos de la obra, se construirán formaletas de diferentes medidas o módulos irregulares.

- *Manoportable*

Los encofrados son instalados manualmente por un oficial y un ayudante y no requiere la utilización de torre grúa.

Para ello disponen de manijas y herramientas que facilitan su manipulación.

- *Diversidad de Forma*

Se adapta a las necesidades de la obra y a los requerimientos del proyecto. Podemos con los módulos formaletear columnas, pantallas, vigas, placas, tanques, etc.

- *Fácil de Transportar*

Cuenta con sistemas que facilitan la sujeción, cuando se transportan en forma manual o mecanizada.

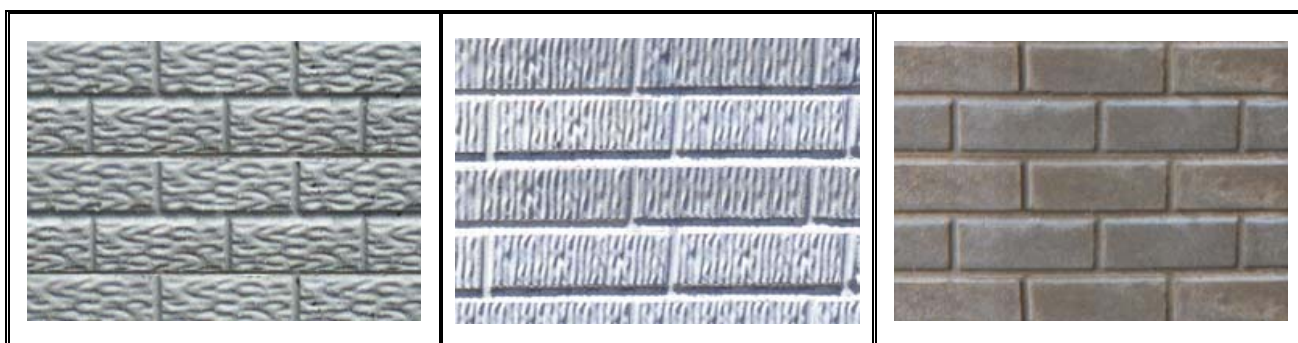
## 5. COMPONENTES

### 5.1 MÓDULO BÁSICO

La cara principal o fondo tiene la función de dar el acabado al concreto sea liso o texturizado, según la necesidad de la obra. En sus extremos, tiene ranuras para facilitar la colocación de las corbatas que garantizan el espesor de los muros.



*Figura No. 1. Módulos (Montaje)*



*Figura No. 2. Diferentes tipos de Acabado (De izquierda a derecha, Ladrillo con Textura Horizontal, Ladrillo con textura Vertical y Ladrillo con textura lisa)*

### *Módulos para estructuras radiales*

Estos módulos permiten cambiar el radio del encofrado sin desarmar todo el ensamble. Está diseñado para encofrar muros de radios variables o fijos. Este sistema radial se ajusta a cualquier radio, proporcionando un acabado de concreto liso, con una curvatura continua.



*Figura No. 3. Formaleta para Estructuras radiales (Arriba izq. Columnas, Arriba der. Muros Radiales, Abajo izq. Pozos de Inspección, Abajo der. Sardineles)*

## 5.2 BANDAS LATERALES

Todas las formaletas o paneles tienen bandas laterales que dan seguridad al módulo para su armado y garantizan el alineamiento recto de la estructura. Estas bandas tienen perforaciones ubicadas a una distancia de 0.05 mts entre sí alrededor de un perímetro para facilitar la instalación de la chapeta, permitiendo así la unión entre los paneles en cualquier posición sea vertical u horizontal.



*Figura No. 4. Bandas Laterales (modo de asegurar dos tableros)*

## 5.3 ÁNGULOS

Son elementos que tienen como función la unión de paneles o formaletas en sus esquinas donde se genere una esquina rectangular (90°) columnas, pantallas vigas, tanques.



*Figura No. 5. Ángulos*

## 5.4 RINCONERAS

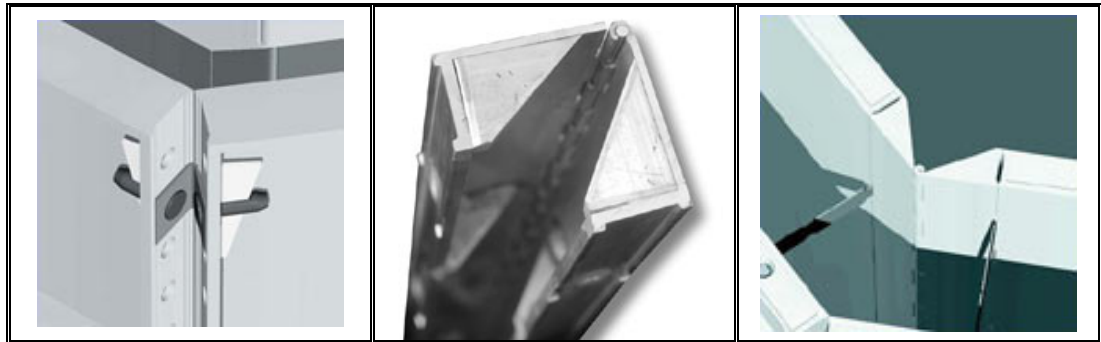
Son elementos que tienen como función la unión de paneles o formaletas para muros adyacentes u ortogonales es el caso de tanques y fosos de ascensor, se usa también para unir los paneles de muros y placa o losa cuando existe vigas descolgadas. Existen diferentes clases de ángulos para todo tipo de requerimientos, 30°, 45°, 90°, y radiales para fines arquitectónicos. Todas las presentaciones aplican para ángulos exteriores e interiores.



*Figura No. 6. Tipos de Rinconeras (Arriba izq. Rinconera Interna, Arriba der. Rinconera Externa, Abajo Rinconera Radial)*

## 5.5 ÁNGULO BISAGRA

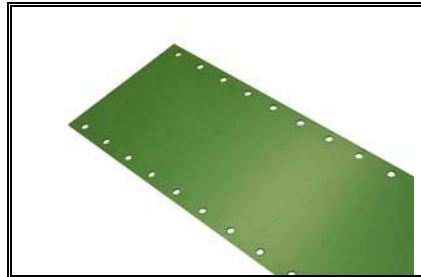
El ángulo bisagra, es ajustable al valor del ángulo deseado, en un rango entre 35° y 55°.



*Figura No. 7. Ángulos tipo bisagra*

## 5.6 TAPA MURO

Son paneles o formaletas que se colocan como remates de muros, vanos de puertas y ventanas garantizan la medida requerida y se unen al panel o formaletas con las chapetas



*Figura No. 8. Tapa Muro*

## 6. ACCESORIOS

El sistema de conexión de los tableros permite lograr un encofrado de gran rigidez y ágil manejo. Los oficiales y obreros de construcción no requieren una previa especialización asimilando fácilmente el manejo y el procedimiento de armado del equipo para la obtención de un excelente encofrado.

A continuación algunos de los accesorios que hacen parte integral del proceso de encofrado.

### *Andamio Triangular*

Es un elemento triangular, que sirve como soporte de la plataforma de trabajo en fachadas, se deben dejar sin extraer algunas corbatas del muro del nivel inferior con el fin de fijar de ellas el andamio, también se puede fijar el andamio a la formaleta pero debemos dejar el ultimo modulo sin desencofrar, también sirve para los muros internos ya que podemos colgarlos de la formaleta y nos sirve de apoyo en las fundidas.



*Figura No. 9. Andamio Triangular*

### *Bocel*

Elemento utilizado para dar acabados en las esquinas de las columnas o vigas.

### *Dilatador*

Elemento utilizado para evitar el agrietamiento o quiebre de los muros generalmente en concreto a la vista, se pueden usar de forma horizontal o vertical de acuerdo a la necesidad de proyecto.

### *Espátula*

Herramienta utilizada para la limpieza de concreto en el mantenimiento de la formaleta.

### *Saca Módulos*

Se utiliza para remover los paneles del concreto después de cada vaciado.

### *Martillo Extractor*

Se utiliza para remover las corbatas distanciadoras después de cada vaciado al día siguiente.



*Figura No. 10. Martillo Extractor*

### *Pico Manual*

Se utiliza para alinear las perforaciones en las bandas laterales y facilita la colocación de las grapas.



*Figura No. 11. Pico Manual o uña*

### *Templete de Fachada*

Se utiliza para mantener el plomo correcto de los muros, se ancla a la placa o la losa para verticalizar y tensionar los muros de la fachada. Previamente en la losa de piso o entrepiso se deben dejar los ganchos en u.

### *Tubo Manual*

Se utiliza en la instalación de las chapetas, pines y mordazas.



*Figura No. 12. Tubo Manual*

### *Pin metálico*

Elemento de fijación entre panel o formaleta y la corbata cuando está pasa a través del concreto, también ayuda a la alineación de las caras de los paneles o formaletas y a transferir carga entre ellos. es de vital importancia que el pin quede bien asegurado, de lo contrario el muro puede abrirse por este sector.



*Figura No. 13. Pin*

### *Grapa*

También llamado Chapeta. Accesorio utilizado para alinear y unir los paneles o formaletas entre sí transmite carga entre ellos y deben colocarse siempre en la perforación interna de la banda lateral para mejorar el cierre entre paneles.

Se instala 1 chapeta cada 30 cms aproximadamente en cada banda del módulo para dar un buen ajuste.



*Figura No. 14. Grapa*

### *Alineador*

Accesorio para garantizar la alineación Horizontal y Vertical tanto en Muros como en Columnas, se instala un alineador horizontal por modulo a media altura, también se instala un alineador vertical cada dos módulos a mitad del modulo.



*Figura No. 15. Alineador*

### *Tensores*

Accesorio de conexión utilizado para fijar rápidamente el alineador al panel o formaleta y es el que le da a este la alineación requerida. Se deben instalar en cada pegue de módulos tanto horizontal como verticalmente según sea instalado el alineador.



*Figura No. 16. Tensores*

### *Corbatas (Distanciadores)*

Son los elementos que actúan como separadores de las formaletas o paneles, nos garantizan el espesor de los muros, son colocadas después de fijar los paneles con las chapetas y extraídas después de cada vaciado después de desencofrar, están diseñados para resistir las presiones de vaciado, vibrado, las presiones internas del concreto y mantener la dimensión exacta de los muros y columnas. Cada modulo trae seis ranuras para instalar corbata; la cantidad de corbatas varia de acuerdo al espesor y altura del elemento que vayamos a fundir bien sea columna o pantalla.



*Figura No. 17. Corbatas*

Deben recubrirse de algún producto que evite se queden adheridas al concreto, se utiliza grasa con funda plástica o ductolon, para facilitar su posterior extracción y reutilización. En casos especiales como tanques de agua o piscinas se emplean Distanciadores Destijerados, con Sello Antigoteo, estos no requieren engrasado ni recubrimiento de funda plástica pues el extremo que sobresale del muro se quiebra fácilmente para evitar retirarlas del muro y ocasionar filtraciones.

## 7. INSTALACION

Con el fin de proporcionar estabilidad a los primeros tableros, es necesario iniciar el armado del encofrado a partir de un ángulo interno (en tanques, foso ascensor), el cual se conforma con una rinconera a la que se acoplan de manera sucesiva los paneles adyacentes según la demarcación y con la ayuda de las grapas, tubo y pines, en muros o columnas se instalan los paneles de acuerdo a su modulación (plano de armado) se coloca una cara y la otra se le coloca la corbata y se ajusta con el pin y las chapetas.



*Figura No. 18. Instalación de la Grapa con la ayuda del tubo manual y un pico*

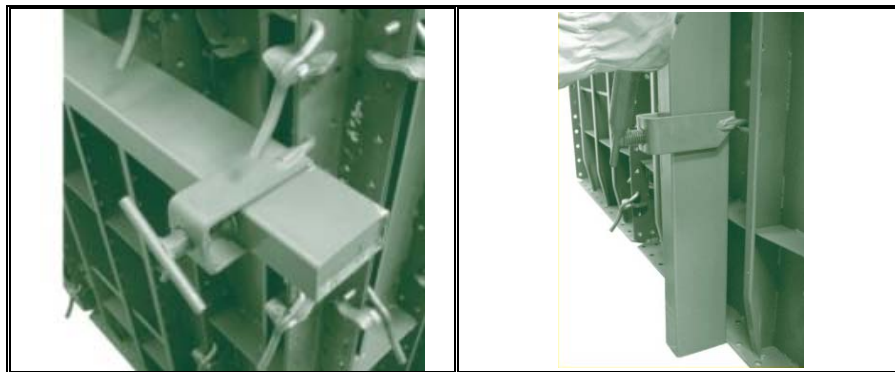
Se deben instalar mínimo 4 grapas por tablero en sentido vertical, y en sentido transversal, mínimo 2 grapas, para tableros de 1.20 mts de altura por 0.60 mts de ancho. Para módulos de medidas diferentes a las especificadas anteriormente la cantidad de GRAPAS debe ser proporcional a las ya especificadas y deben ser suficientes para garantizar su correcto ajuste.

A continuación, se instala la corbata por la ranura de la formaleta ajustándola y asegurándola con los pines o pasadores al panel. (La corbata garantiza el espesor del muro y da resistencia al encofrado.)



*Figura No. 19. Instalación del Tablero con la ayuda de la corbatas y distanciadores*

A medida que se va encofrando la formaleta, se debe ir colocando los tubos alineadores los cuales se sujetan a las mordazas, esto para lograr alineamiento y plomo de los muros. Los alineadores se distribuyen de manera que mientras una cara del encofrado se rectifica Horizontalmente, la cara opuesta lo haga en el sentido Vertical, esto garantiza el alineamiento total de la formaleta



*Figura No. 20. Instalación de alineadores con la ayuda de tensores*

Después de asegurar la formaleta, se continúa el encofrado de igual manera, teniendo en cuenta las medidas de los planos, hasta obtener un conjunto.



*Figura No. 21. Encofrado Metálico (Módulos para vivienda)*

Terminada la instalación de alineadores, se procede con el apuntalamiento de la estructura, para proporcionar la estabilidad requerida al encofrado. Para ello se instalan párales metálicos.



*Figura No. 22. Parales ( Paral Común)*

En muros y columnas se instala el paral de forma inclinada por las caras verificando la horizontalidad y verticalidad del elemento.



*Figura No. 23. Utilización de Parales (Conformación de encofrado para la fundición de una placa)*

En el armado de las placas; instalamos parales y cerchas para luego instalar la formaleta metálica según planos de modulación.

#### *Recomendaciones de Instalación*

Se debe partir siempre de un piso o cimiento lo mas nivelado posible para un mejor funcionamiento del encofrado, esto facilita el proceso de armado a la vez que garantizará los alineamientos finales de la estructura.

Debe procurarse una precisa y completa demarcación de la estructura proyectada sobre el piso o cimiento teniendo en cuenta su alineamiento y la ubicación del refuerzo según el diseño estructural, y así dar inicio al el ensamble de los paneles.

En pantallas los tableros opuestos deben ser de medidas idénticas de manera que sea posible insertar los distanciadores a través de los orificios de los nuevos paneles ya que las ranuras están en una misma posición.

Es necesario fijar los ductos de las instalaciones a la malla de refuerzo de manera que durante el proceso del vaciado del concreto no se desplacen o dañen.

Las cajas eléctricas deben se llenadas con papel u otro material para evitar su obstrucción con el concreto.

Revisar y verificar la ubicación de los ductos y cajas eléctricas, antes de iniciar el armado de la formaleta.

A medida que se desarrolla el proceso de armado del encofrado verifique constantemente los alineamientos, escuadras y nivelación de los encofrados.

En pantallas de espesores de 10 a 20 cms debemos instalar mínimo 3 corbatas por modulo (verificar sugerencias en planos de modulación).

En pantallas de espesores de 25 a 40 cms debemos instalar mínimo 5 corbatas por modulo.

En columnas de mas de 40 x 40 cms debemos instalar mínimo 3 corbatas en la dirección más corta.

En pantallas y columnas de gran altura mayor de 2,4 mts. Los primeros módulos se deben instalar todas las corbatas y seguir recomendaciones de planos de modulación.

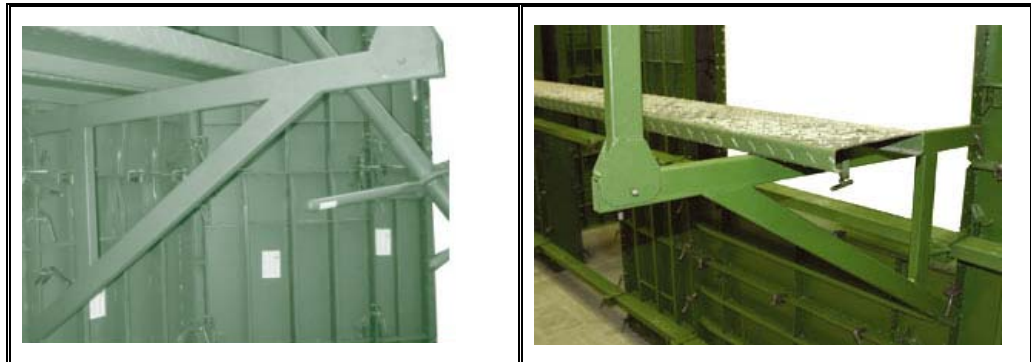
Se debe tener en especial cuidado en el armado de muros de gran espesor mayor o igual de 30 cms ya que debemos generar unos templetos al piso debido a que la formaleta tenderá a subir.

En muros interrumpidos por un vano, para asegurar el perfecto alineamiento, siempre que sea posible debe colocarse alineadores que pasen de un lado al otro del vano.

## 8. PLATAFORMA DE TRABAJO

A medida que se avanza en el encofrado, es necesario contar con una adecuada plataforma de trabajo, en la cual debe primar la seguridad del personal encargado de la obra. Para los elementos internos y externos o de fachada.

Una vez alineada, aplomada y apuntalada suficientemente la estructura se procede con la instalación de plataformas de trabajo ensamblando andamios, cerchas y tablonés.



*Figura No. 24. Plataforma de trabajo (Andamios y tablonés)*

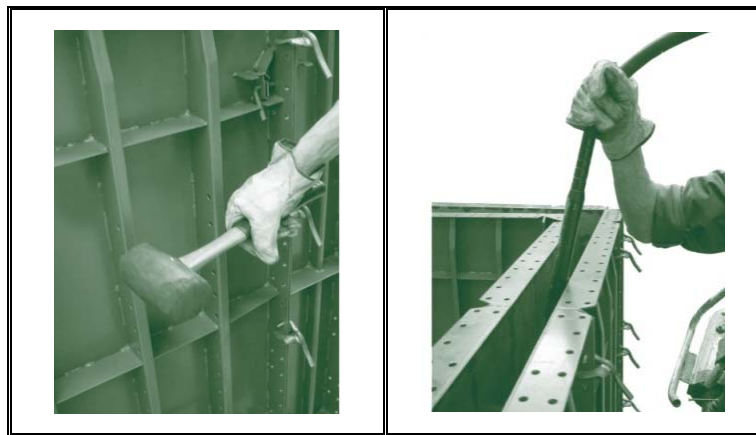
Se utiliza el soporte para andamio o marco estructural, el cual se ancla a la formaleta o concreto de muros, sobre él descansa un perfil en lámina antideslizante plegada, para ser usado como pasarela, de esta manera conforma plataformas de trabajo para encofrado de muros en altura.

## 9. COLOCACION DEL CONCRETO

Para el momento del vaciado del concreto de la estructura, la superficie de contacto de los paneles debe estar recubierta con un desmoldante, que evite su adherencia al concreto y facilite el desencofrado. Antes de vaciar el concreto es necesario verificar que la ubicación del refuerzo sea la indicada en el diseño estructural.

Durante la colocación del concreto debe emplearse siempre un vibrador de aguja al tiempo que se golpea con un mazo de caucho en los refuerzos de los paneles con el propósito de garantizar una buena textura de la superficie del concreto.

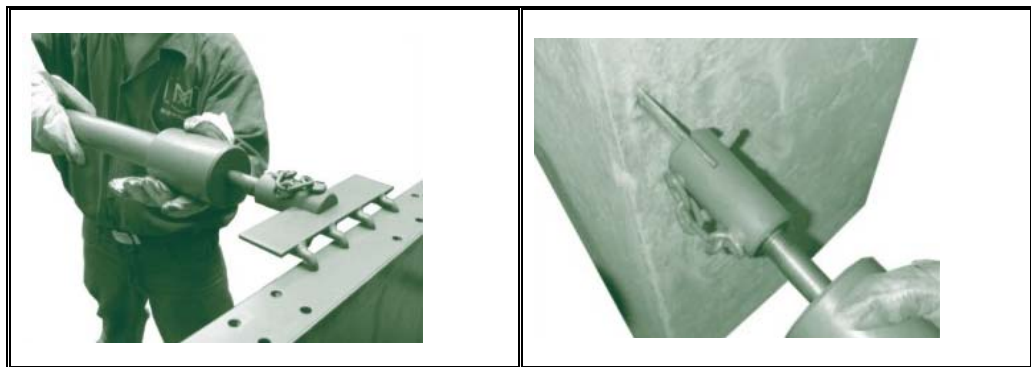
Inmediatamente concluido el vaciado del concreto dentro del encofrado se realiza la ultima inspección de niveles, plomado y verticalidad de muros, para aplicar los correctivos pertinentes.



*Figura No. 25. Vaciado del concreto (Izq. Golpes con martillo, Der. Vibrado del concreto, para eliminar vacíos)*

## 10. DESENCOFRADO

Una vez transcurrido el tiempo de fraguado inicial se procede al desmonte del encofrado, utilizando herramientas como el martillo extractor para retirar el encofrado complementado con el rastrillo y con la ayuda del martillo de esta manera se cuenta con una posibilidad de enganche a los paneles lo que aumenta su efectividad en el proceso de desencofrado.



*Figura No. 26. Desmonte de la formaleta (Izq. Utilización del rastrillo extractor, Der. Utilización del martillo extractor de corbatas)*

### *Extracción de distanciadores*

Una vez fraguados totalmente los muros se procede a la extracción de distanciadores, utilizando el martillo extractor, el cual se engancha en el orificio del distanciador, se comprime hasta el máximo y se despliega de un golpe seco, las veces que sea necesario hasta extraerlo totalmente.

En una placa maciza 10 cms o 15 cms, una vez transcurrido el tiempo inicial de fraguado de las losas, se puede retirar el encofrado siempre y cuando deje por lo menos una cercha apoyada sobre parales comunes soportando cada una de las luces de la estructura durante el tiempo restante de curado del concreto, esto permite que la placa resista sin inconvenientes la cantidad prudencial de cargas vivas y muertas propias de una obra en pleno desarrollo.

Al concluir la extracción de todas las corbatas se debe resanar con mortero los orificios, hasta lograr un acabado homogéneo listo para estucar. El proceso de desencofrado es clave en la conservación de las características de fabricación de los paneles, por lo tanto se recomienda utilizar las herramientas adecuadas para dicho fin.

## 11. MANTENIMIENTO Y LIMPIEZA

### 11.1 EQUIPO DE MANTENIMIENTO

- Hidrolavadora: Bomba de alta presión para limpieza del encofrado en obra
- Banco de Mantenimiento: Base de trabajo para mantenimiento del encofrado.



*Figura No. 27. Banco de Mantenimiento*

Espátula: Herramienta para limpieza de formaleta y accesorios.



*Figura No. 28. Espátula*

Corbatero: Herramienta para limpiar las ranuras para los distanciadores de los tableros.



*Figura No. 29. Corbatero*

Cinzel: Cinceles plano, plano sin filo y de punta: Para retiro del concreto adherido al encofrado.



*Figura No. 30. Cinzel*

Ajustador de Bandas: Herramienta diseñada para enderezar bandas de tableros y rinconeras.



*Figura No. 31. Ajustador de bandas*

Martillo de bola: Utilizado para limpieza y mantenimiento de encofrados.  
Yunque: Herramienta diseñada para reparar abolladuras de los tableros.



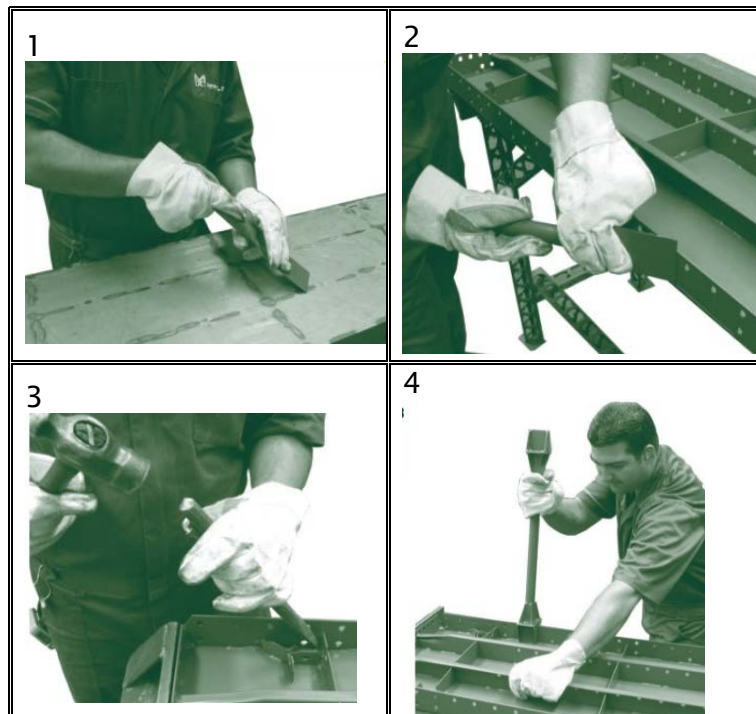
*Figura No. 32. Martillo de bola*

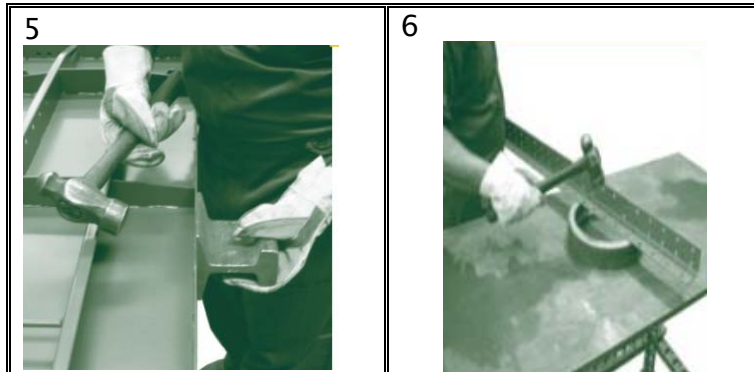
## 11.2 LIMPIEZA

Para mantener los equipos en un mejor estado y aumentar su productividad y durabilidad es necesario realizar semanalmente una limpieza básica de los mismos, y aproximadamente cada 30 usos una detallada revisión de sus condiciones físicas.

Los tableros deben ser colocados sobre el banco para mantenimiento de manera que la superficie de contacto quede expuesta para comenzar a trabajar en el mantenimiento de los paneles. Además es necesario limpiar la superficie de contacto de los tableros, para liberarlos de cualquier obstrucción causada por residuos de concreto, para esto se utiliza la espátula y el cincel.

Para los distanciadores se utiliza el corbatero a través de los orificios para eliminar cualquier obstrucción causada por residuos de concreto.





*Figura No. 33. Mantenimiento y Limpieza (1.y 2. Limpieza de residuos con espátula, 3. Limpieza de residuos con Martillo y cincel, 4. Arreglo de tableros con la ayuda del Ajustador de bandas, 5. Alineamiento de tableros con la ayuda del yunque, 6. Alineamiento de ángulos)*

Al finalizar, se aplica, una capa uniforme de ACPM o desmoldante a la superficie de contacto de los paneles con el fin de protegerlos de los efectos de la corrosión.

Periódicamente de deben revisar todos los accesorios como tensores, pines o grapas para verificar que mantienen un correcto ajuste a los requerimientos del sistema. El empleo y manejo adecuados así como un permanente mantenimiento de los equipos se traduce en mayor durabilidad de los mismos, mejor acabado de sus obras y menores costos de reposición a largo plazo, con una adecuada recuperación de su inversión.

De igual manera es importante su almacenamiento, deben guardarse por separado los distintos tamaños de paneles así como los accesorios y el equipo de soporte para efectos de control y practicidad.

## 12. VENTAJAS

### 12.1 VENTAJAS TÉCNICAS

Es manoportable con la cual podemos fundir muros y al siguiente día placas o en uso de casas monóticamente en una sola operación. Permite dejar en placas y muros todas las instalaciones eléctricas, hidráulicas, sanitarias y de gas, evitando pasar a regatear muros para las instalaciones eléctricas.

El acabado que da nos elimina frisos en placas y muros generando estructuras más livianas.



*Figura No. 34. Encofrado metálico (Izq. Montaje en la placa de la estructura, acero y tubería, Der. Conformación de muros para fundir)*



*Figura No. 35. Encofrado metálico (columnas y muros de contención)*

Su práctico manejo no necesita mano de obra especializada, posibilita una rápida asimilación de la mecánica de armado por parte del personal encargado en obra.

Calidad de acabados (lisos - textura).



*Figura No. 36. Acabados en la estructura (Columnas)*





*Figura No. 37. Acabados en la estructura (Módulos de apartamentos)*

Menor desperdicio de material.

Menor tiempo en la ejecución de la obra.

Adaptables a cualquier diseño por la variedad de medidas de los módulos.

El sistema de acople entre tableros permite lograr un encofrado de gran rigidez, con una mayor resistencia a las presiones ejercidas del concreto, lo que lo hace ideal en construcciones con requerimientos específicos de altos espesores de muros.

## **12.2 VENTAJAS ECONÓMICAS**

Para evaluar cuando adquirir en alquiler o en compra la formaleta debemos realizar una proyección de costos de alquiler Vs el costo financiero de la inversión.

Siempre debemos generar el mejor juego de formaleta para que los tiempos de no uso de equipo sea el menor.

El costo de alquiler por m<sup>2</sup> de contacto incluyendo todos sus accesorios por día esta a \$1.100 IVA incluido; o sea que para una pantalla de 3 x 2,4 x 0,1 vale \$16.368 (I.I) y el friso de este elemento seria 14,4 m<sup>2</sup> a \$6.000 (todo costo) vale

\$86.400 mas el costo del friso de los metros lineales y sumarle el costo de la formaleta en madera.

Agiliza los procesos del proyecto, reduciendo costos en la mano de obra y en los acabados, las pantallas o columnas dan una textura lista para estucar y pintar ahorrando los frisos.

Los paneles posibilitan un rápido armado y desencofrado, lo cual se manifiesta en disminución del tiempo en ejecución de obra y alquiler de equipos.

Las materias primas certificadas y características de ensamble, garantizan la larga vida útil del producto, conservando sus características iniciales con mínimos costos de mantenimiento.

Por ser modular y resistente, el sistema de encofrado permite su reutilización constante en proyectos de características diversas, logrando un alto aprovechamiento de todos sus componentes.

Por su tamaño y peso, el equipo puede ser manipulado por una persona.

Sus características facilitan el almacenamiento en espacios reducidos.

### **12.3 VENTAJAS ESTÉTICAS**

Variedad de diseños y acabados.

Acabados de superficies uniformes según el diseño de los paneles de encofrado.

### **12.4 VENTAJAS ECOLÓGICAS**

Minimizan el empleo de maderas en encofrados.

Disminuyen la cantidad de escombros en obra.

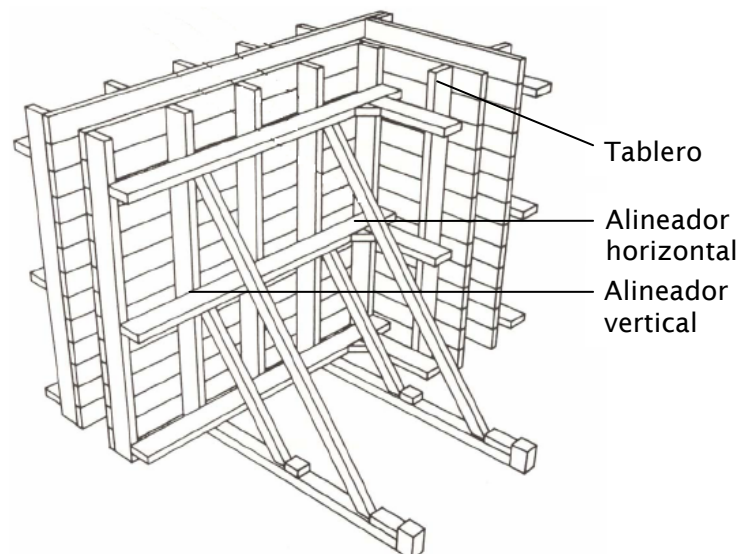
## 13. FORMAleta EN MADERA

### 13.1 SISTEMA CONSTRUCTIVO

Se compone de piezas de madera aserrada que se unen a tope mediante accesorios en madera y clavos. La resistencia de las uniones aumenta proporcionalmente a la cantidad de clavos. La dirección de las fibras no influyen en la resistencia de la unión, la resistencia es directamente proporcional a la resistencia a la compresión de la madera.

### 13.2 COMPONENTES

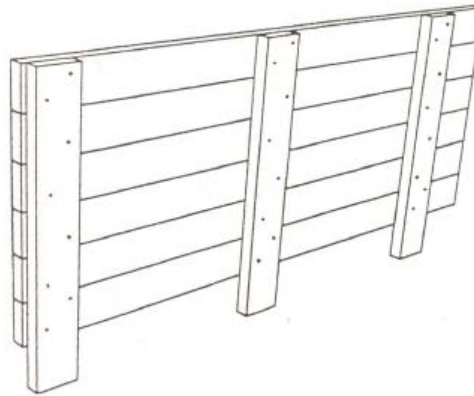
Los elementos que la componen son los mismos que en los encofrados metálicos, cumplen las mismas funciones, pero con menor seguridad, mas apuntalamiento y una menor alineación tanto vertical como horizontalmente.



*Figura No. 38. Formaleta en Madera*

### 13.3 INSTALACION

Se debe unir varias tablas por medio de barrotes, el primer barrote no se coloca a tope con las tablas, sobresale unos 2-3 cm para evitar que se desclave al recibir golpes, los barrotes exteriores se afianzan con dos clavos en cada tabla y los interiores, con dos clavos en tablas superior e inferior y uno en el resto.



*Figura No. 39. Tablero*

### 13.4 VENTAJAS

Trabajabilidad por métodos sencillos.

Resistencia aceptable a las tensiones del hormigón fresco.

Protección térmica para el hormigón.

Buena estanqueidad de juntas debido a la hinchazón de la madera al humedecerse.

Efectivo curado del hormigón.

Variabilidad de texturas para hormigones vistos.

### **13.5 DESVENTAJAS**

Los elementos no dan una verticalidad u horizontalidad ideal para un elemento estructural.

Limitado número de puestas en obra.

Necesidad de cuidar especialmente las condiciones de seguridad en el desencofrado de superficies planas horizontales.

No se puede someter a grandes esfuerzos, y si se someten debe apuntalarse doblemente ya que un muro puede abrirse en plena fundida.

Mayor cantidad de frisos con espesores variables.

Para generar elementos a la vista se necesita madera de alta resistencia y baja rugosidad.

Poca versatilidad de los módulos para generar diferentes elementos.

## 14. CUADRO COMPARATIVO

CARACTERISTICA	MANOPORTABLE		
	ACERO	ALUMINIO	MADERA
<i>Rendimiento</i>	Excelente	Excelente	Bajo
<i>Sistema de Fundido</i>	columnas, muros, placa, monolítico	columnas, muros, placa, monolítico	Columnas, muros, placa.
<i>Acabado</i>	Liso o texturizado de acuerdo al diseño arquitectónico.	Liso o texturizado de acuerdo al diseño arquitectónico	Rústico, necesita arreglo de superficie
<i>Tiempo Desencofrado</i> de	Al día siguiente	Al día siguiente	Cuando el concreto haya adquirido suficiente resistencia
<i>Reutilización</i>	1500 usos Aprox.	700 usos Aprox.	20 usos Aprox.
<i>Vlr mt2-alquiler</i>	\$1100 m <sup>2</sup> /día	\$1500 m <sup>2</sup> /día	\$300m <sup>2</sup> /día
<i>Vlr mt2-compra</i>	\$420.000m <sup>2</sup> (I.I)	\$750.000m <sup>2</sup>	\$80.000m <sup>2</sup>
<i>disponibilidad</i>	buena	baja	buena
<i>Variabilidad de medidas</i> de	buena	buena	mala
<i>Mano de Obra</i>	calificada	calificada	calificada
<i>Mantenimiento</i>	Sencillo	Exigente	Excesivo
<i>Usos</i>	Viviendas, edificios, puentes, muros de contención, etc.	Viviendas y edificios	Estructuras tradicionales
<i>Desventajas</i>	ninguna	Su fragilidad y fácil deterioro	- los cambios climáticos alteran la madera. - fragilidad de la madera.

*Tabla No. 1. Cuadro comparativo de las formaletas a Mayo de 2008*

Del cuadro anterior se concluye que la formaleta metálica en acero es la mas indicada a la hora de Gerenciar un Proyecto. De esta manera la necesidad de implementar una planificación en cuanto el control de tiempo - costo - calidad, reflejándose en ahorro considerable de gastos administrativos, financieros, de producción y supervisión.

## CONCLUSIONES

Con el uso de la formaleta metálica manoportable se disminuyen costos por: menor tiempo de construcción en la estructura, da un acabado que no es necesario frisar o empañetar tanto en placas como en columnas y pantallas, estructuras mas livianas por la disminución de estos frisos, mayor seguridad en los encofrados.

Es un equipo que no necesita torre grúa por que su peso es de 27kg aproximadamente por modulo 1,20x0,60 siendo un peso de optima maniobrabilidad.

En comparación con la formaleta de madera y aluminio es un equipo que no se deteriora tan rápido ya que puede llegar a tener hasta aproximadamente 1500 usos. Con su respectiva limpieza y desmoldante.

Es el equipo que nos brindara la mejor alternativa para la construcción de apartamentos especialmente para vivienda de interés social (VIS), un sistema industrializado con el cual se pueden generar proyectos VIS.

En las principales ciudades del país se ha iniciado la construcción de este tipo de sistema ya que este la cobertura es mayor en menores áreas con menores costos de urbanismo y de infraestructura y menores tiempos de entrega de estas viviendas.