



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROVECHAMIENTO DE MATERIALES RECICLABLES PARA LA ELABORACIÓN DE
ENCOFRADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos establecidos
para optar por el título de Tecnólogo en Construcción y Domótica.

Profesor Guía
Ing. Richard Zurita

Autor
Edison Mauricio Betancourt Taco

Año
2016

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante Edison Mauricio Betancourt Taco, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

.....
Richard Zurita

Ingeniero Topógrafo

C.I. 170932831-2

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos del autor vigente.”

.....

Edison Mauricio Betancourt Taco

C.I. 172106963-9

AGRADECIMIENTOS

En especial un gran agradecimiento a mis padrinos Patricio y Angelita que siempre me han dado su apoyo incondicional. Nunca lo decepcionaré y siempre los llevaré en mi mente y en mi corazón. A mis hermanas: Erika y Adriana quienes con su carácter me impulsaron a no rendirme jamás. A mis tíos, primos, conocidos y en especial a Mónica que con sus posibilidades nunca me negó una ayuda. A todos mis Profesores que día a día me aportaban con sus enseñanzas para ser mejor persona, robándose unos minutos de su catedra para darnos lecciones de vida. A mis amigos con quienes he crecido durante estos años de formación académica.

DEDICATORIA

Antes de nada quiero dedicar este trabajo a Dios y a la Virgen del Quinche, por haberme dado la vida y además el carácter para salir adelante, dándome fuerzas para llegar hasta este instante de mi formación profesional. A mis padres José y María, por estar siempre apoyándome con su amor y cariño, por ser la fuente más importante de mi vida y por demostrarme que siempre hay que salir adelante, de quienes me siento muy orgulloso de que caminen a mi lado.

RESUMEN

En la actualidad todas las personas que se encuentran o se desenvuelven en el medio de la construcción les interesan de manera importante los sistemas de encofrado pero de manera sobresaliente el sistema de encofrado reciclado. Este sistema de encofrado permitirá la reutilización de materiales que en el medio son desechados o no reutilizados, se ha visto la manera de que los materiales reciclados sean usados para que sirvan de encofrado en la construcción dándoles su respectivo tratamiento y acondicionamiento para el mismo.

Este tipo de encofrado además de ayudar en el ámbito de la construcción también fomenta el reciclaje, la conservación de la naturaleza, la deforestación y con esto la protección del medio ambiente.

ABSTRACT

All the people that is found developing themselves in construction contexts, are interested in an important way in formwork systems, but in a specific way in the recycled formwork system. This formwork system will allow the reutilization of materials that normally are discarded or are not reutilized, it has been found a way in which the recycled materials be used in formwork in construction giving them a proper treatment and conditioning. This type of formwork, besides helping in de construction context, also foments recycling, nature conservation, deforestation, and with this the environment protection.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. Los encofrados en la construcción.	2
1.1 Historia.....	2
1.1.2. Antecedentes.....	3
1.1.3. Definición de Encofrado.....	4
1.1.3.1. Tipos de carga que soporta un encofrado.	4
1.1.3.1.1. Peso del concreto.....	4
1.1.3.1.2 Cargas de la construcción	4
1.1.3.1.3 Peso propio del encofrado.....	5
1.1.3.1.4 Presión del concreto fresco	5
1.1.4. Sistema tradicional de encofrado.....	5
1.1.5. Encofrado Vertical.....	6
1.1.6. Encofrado Horizontal:	6
1.1.7. Sistema prefabricado:	7
1.1.7.1. Colocación y Andamio.....	8
1.1.8 Sistema actual	8
1.1.9 Peligros que conlleva el trabajo con encofrados.....	8
1.1.10 Equipos de protección personal (EPP´S) para evitar el riesgo en el trabajo.	10
1.1.10.1. Especificaciones técnicas Equipos de Protección Individual: ..	10
1.1.10.1.1. Protección de cabeza:	10
1.1.10.1.2. Protección de oídos:	11
1.1.10.1.3. Protección de rostro y ojos:	12

1.1.10.1.4. Protección vías respiratorias:	13
1.1.10.1.5. Protección manos:	13
1.1.10.1.6. Protección pies:	14
1.1.10.1.7. Ropa de Protección contra los riegos del trabajo:	15
1.1.10.1.8. Equipo de protección contra caídas o arnés:.....	16
1.2. Material reciclado utilizado para la fabricación de	
encofrados.	16
1.2.1. El cartón.....	16
1.2.1.1. Importancia	16
1.2.1.2. Densidad y calibre.....	17
1.2.1.3. Cartón y medio ambiente	17
1.2.2. El cartón reciclado como encofrado.....	17
1.2.3. La Madera	19
1.2.3.1. Duración de los encofrados de madera	20
1.2.3.2. Precio encofrados de madera	20
1.2.3.3. Ventajas encofrados de madera en la construcción.	20
1.2.4. El plástico.....	21
2. Descripción de los sistemas de construcción de los	
encofrados reciclados para la construcción.....	22
2.1. La Columna Fácil de cartón.	22
2.1.1. El proceso Kraft.....	23
2.2. Proceso de elaboración de la columna fácil (encofrado	
de cartón).....	24
2.3. Proceso de elaboración de encofrado de madera	
reciclada.....	27

2.3.1. Recolección de la madera:	27
2.3.2. Selección del material reciclado:.....	29
2.3.3. Corte de la madera:	29
2.3.4. Tablas para encofrar	30

3. Proceso constructivo con encofrados reciclados en una vivienda familiar.....33

3.1. Cimentaciones.....33

3.1.1. Algunas ideas interesantes sobre montaje de tableros	33
3.1.2. Refuerzo de encofrados en cimientos	35
3.1.3. Las Cuñas	36
3.1.4. Alfajías de refuerzo	36
3.1.5. Puntales	37
3.1.6. Tirantes	38

3.2. Columnas39

3.2.1. Proceso de desencofrado	44
--------------------------------------	----

3.3. Muros.....45

3.3.1. Procedimiento constructivo.	45
3.3.2. Consideraciones:	47
3.3.3. Desencofrado de muros.	48

3.4. Losas48

3.4.1. Proceso constructivo.	48
3.4.1.1. Estructura vertical:	49
3.4.1.2. Estructura horizontal.	50
3.4.1.3. Superficie Encofrante para losa.	50
3.4.2. Procedimiento general a seguir para encofrar una losa.....	51

3.4.3. Desencofrado.....	55
4. Aplicación de encofrados reciclados en una vivienda familiar.....	57
4.1. Acabados Constructivos	57
4.1.1. Hormigón visto.	57
4.2. Cimentaciones.	57
4.3. Muros o paredes.	58
4.4. Columnas	59
4.5. Tumbados	61
Conclusiones	62
Recomendaciones	63
REFERENCIAS	64
ANEXOS	67

INTRODUCCIÓN

Impulsado a la investigación del excesivo desperdicio de material en los encofrados especialmente de la madera, que en definitiva conlleva a una mayor explotación irracional de los bosques y la destrucción del medio ambiente así como también la falta de conciencia en la reutilización de materiales aptos para la fabricación de encofrados.

Es necesario contar con nuevas opciones tecnológicas que permitan un aprovechamiento de materiales reusables para la elaboración de encofrados para la construcción, lo cual evita de manera directa un excesivo gasto económico y forestal.

Por lo cual se ha visto en la obligación de realizar investigaciones de los tipos de materiales reciclables óptimos para la fabricación de encofrados para la construcción, y así poder realizar lo siguiente:

- Identificar las diferentes opciones de encofrados tradicionales y las nuevas tendencias.
- Investigar los materiales que se puedan reciclar
- Obtener información de los tipos de construcciones donde se pueda utilizar los encofrados creados a base de materiales reciclados.
- Aplicar las formas de los materiales reciclados para las construcciones.
- Identificar las bondades del uso de encofrados basados en material reciclable.

APROVECHAMIENTO DE MATERIALES RECICLABLES PARA LA ELABORACIÓN DE ENCOFRADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN.

Desarrollo de los encofrados reciclados para la construcción.

1. Los encofrados en la construcción.

1.1 Historia

Desde épocas de la antigüedad los romanos fueron los primeros impulsores para la construcción de encofrados fueron aquellos constructores que desarrollaban el hormigón en grandes cantidades. Debido a que el hormigón en grandes cantidades no puede soportar esfuerzos de tracción y torsión las primeras edificaciones eran curvas o bóvedas que realizaban el papel de compresión. La edificación de concreto que ha prevalecido a través de los años es la bóveda del Panteón de Roma. Las estructuras de encofrado de la antigüedad se las fabricaban con andamios temporales siguiendo las formas que los obreros necesitaban implantar. Los materiales utilizados en la fabricación de andamios como encofrados también son herramientas que servían para realizar varios tipos de construcción en la albañilería.

Como Ripollés (2010, pp. 5) ya lo dijo, el concreto en la antigüedad, los romanos utilizaban diferentes componentes como la cal y el yeso agrupados con pegamentos incluido el cemento obtenido de la puzolana, debido a que no era un mineral de fácil obtención se dejó de utilizar dicho proceso hasta la creación del cemento portland, la composición de hormigón armado era no se la podía realizar en tiempos pasados con los aglomerantes debido a que estos oxidaban el metal.

En tiempos muy remotos por los años 1000 a.C. cuando se crearon las primeras edificaciones de concreto, se debía utilizar las técnicas básicas de carpintería y albañilería. Los métodos de encofrado en una losa tradicional constan de puntales de madera, que se encuentra colocados en fila, cada uno separados de 1 a 2 m de distancia, todo en base al grosor de la losa. Sobre estos puntales se colocaban las vigas aproximadamente 50 cm una separada de otra. Las medidas de las vigas oscilaban entre 10 a 15 cm de grosor.

1.1.2. Antecedentes



Figura 1: Tala de bosques tropicales.

Tomado de : W. Rudhart/dpa/CORBIS) www.google.com.ec

La construcción es uno de los sectores con mayor crecimiento en el Ecuador en los últimos años, con el 5,5 % en el 2015, pero esta actividad que genera riqueza y mucha mano de obra también tiene perjudiciales impactos hacia la naturaleza y son los bosques nativos de donde se extrae la madera los que resultan ser los más afectados.

Para construir cualquier tipo de estructura se necesita levantar formas de hormigón armado, y el material más utilizado en los encofrados es la madera es decir tablas que artesanalmente son aserradas y que forman un molde con el objetivo de rellenarlo con concreto y así formar una estructura.

El problema es que la madera utilizada para encofrados suele ser la que menos valor comercial tiene en el mercado por lo que grandes extensiones de bosques son destruidas para extraerlas, madera barata pero que en el bosque como árbol cumple una función indispensable para el ambiente, albergando a cientos de especies como alimento o sombra, oxigenando la atmósfera pero que al ser derrumbado causa un daño irreparable para el ecosistema.

1.1.3. Definición de Encofrado

Como Ripollés (2010, pp. 12) ya lo dijo, un encofrado es un conjunto de componentes, cuya función principal es la de dar forma a hormigones o morteros antes de fraguar. Estos componentes pueden ser perdidos o recuperables. También son considerados revestimientos de plástico, metal, madera o aún mejor de materiales reciclados que se colocan en galerías por debajo del nivel cero de la tierra para evitar derrumbes en las construcciones.



Figura 2: Encofrado de madera.

1.1.3.1. Tipos de carga que soporta un encofrado.

1.1.3.1.1. Peso del concreto

El encofrado en importancia de cargas que soporta ha sido considerado como una estructura, por el hecho de que si el concreto no ha alcanzado el estado de fraguado para ser desencofrado, debe tener suficiente resistencia para soportar las cargas exigentes más tiempo como ocurre en vigas y losas.

1.1.3.1.2 Cargas de la construcción

Los encofrados deben soportar pesos extras de la construcción como son de los trabajadores y de los equipos de hormigonado, además el peso del concreto mismo.

Como Ayala, Chimbo, Yaguana, (2010, pp.25-26) ya lo dijeron, las cargas naturales se las puede establecer adoptando una similaridad con un peso repartido en todo el área del encofrado.

En los encofrados tradicionales y hormigonados de forma manual se toma una magnitud de 200 kilogramos sobre metro cuadrado sumado el peso del concreto, pero cuando el hormigonado sea mediante fuerza mecánica la carga de aumentarse en un 50% en este caso el aumento en las cargas será de 300 kg/m².

En conclusión la carga de un metro cuadrado, en un encofrado con una losa de 20 centímetros de espesor hormigonada con equipo manual es de $200+300=500$ kg/m² es decir medida tonelada.

1.1.3.1.3 Peso propio del encofrado

Los encofrados de madera y plástico tienen poco peso con relación al hormigón y las cargas propias de la construcción, por el contrario el peso del encofrado de metal es considerable y se lo debe tomar en cuenta en todo momento en obra.

En los encofrados para losas con vigas metálicas el peso propio, aproximado es de 50 kg/m²

1.1.3.1.4 Presión del concreto fresco

El concreto siendo vaciado en el encofrado posee una firmeza plástica. Mientras el tiempo de fraguado transcurre va endureciéndose y finalmente resulta un material sólido. En tanto acontece este procedimiento el concreto ejerce fuerzas sobre los tableros del encofrado tanto de muros, columnas, losas o vigas.

1.1.4. Sistema tradicional de encofrado.

Como Guevara (2014, pp. 5) ya lo dijo que un encofrado es tradicional cuando se elabora en la misma obra con piezas de madera procesada y contrachapada. Este tipo de encofrado es utilizado básicamente en obras

donde los costos de mano de obra son más bajos que los del alquiler del encofrado.

1.1.5. Encofrado Vertical

Los encofrados verticales generalmente son aquellos que soportan las estructuras verticales como los pilares, muros, pantallas, columnas etc.



Figura 3: Encofrado Vertical

Tomado de: <http://www.construmatica.com>

1.1.6. Encofrado Horizontal:

Encofrado utilizado de forma general en losas. Este tipo de encofrado soporta cargas directas sobre sí mismo con el efecto propio de la atmosfera. Para el encofrado horizontal el principal componente que trabaja son los puntales y rieles.



Figura 4: Encofrado horizontal.

1.1.7. Sistema prefabricado:

El sistema de encofrado prefabricado consta de armazones que son utilizados varias veces en una obra considerando la magnitud de su superficie. El sistema reduce grandemente el tiempo y el número de trabajadores en obra para su colocación, debido a que se utilizan grúas mecánicas. Este tipo de encofrados se utiliza en edificaciones de varios pisos en altura.



Figura 5: Sistema prefabricado.

Tomado de : www.lineaprevencion.com

1.1.7.1. Colocación y Andamio

Los tableros se colocan de manera rápida y los revestimientos se encuentran unidos a todo el sistema lo que facilita el transporte vertical en el edificio.

Los elementos que componen el sistema prefabricado son de acero los cuales permiten que el tablero sea colocado de forma correcta y precisa a la altura planificada, debido a que tienen sistemas de regulación de tamaño.

1.1.8 Sistema actual

El encofrado modular o sistema actual está constituido por armazones prefabricados, principalmente de acero, madera, cartón y plástico. Este sistema posee piezas auxiliares primordiales lo que facilita la instalación con seguridad, rapidez y precisión. Es muy utilizado en edificaciones a gran escala.

1.1.9 Peligros que conlleva el trabajo con encofrados

La utilización de encofrados en el trabajo provocan riesgos como:

- Caídas de objetos y herramientas sobre los trabajadores.
- Pisadas sobre objetos punzantes y caídas de personas.

- Choques contra objetos prominentes.
- Sobreesfuerzos.
- Enfermedades por la exposición a agentes químicos.

Los cuales deben ser mitigados mediante la eliminación del riesgo en el sitio y dotando al personal de Epp's.

1.1.10 Equipos de protección personal (EPP'S) para evitar el riesgo en el trabajo.



Figura 6: Equipo de Protección Personal o EPP's

Tomado de : hiscomexico.com/el-equipo-de-proteccion-personal/

1.1.10.1. Especificaciones técnicas Equipos de Protección Individual:

1.1.10.1.1. Protección de cabeza: Como Oliver (2011, pp. 45). Ya lo dijo, el casco es un elemento para cubrir la cabeza del usuario protegiéndolo contra riesgos producidos por la caída de objetos sobre el mismo.

- **Componentes del casco:** Visera únicamente en el frente, arnés, concha, sudadera, ala, banda de cabeza y banda de nuca.

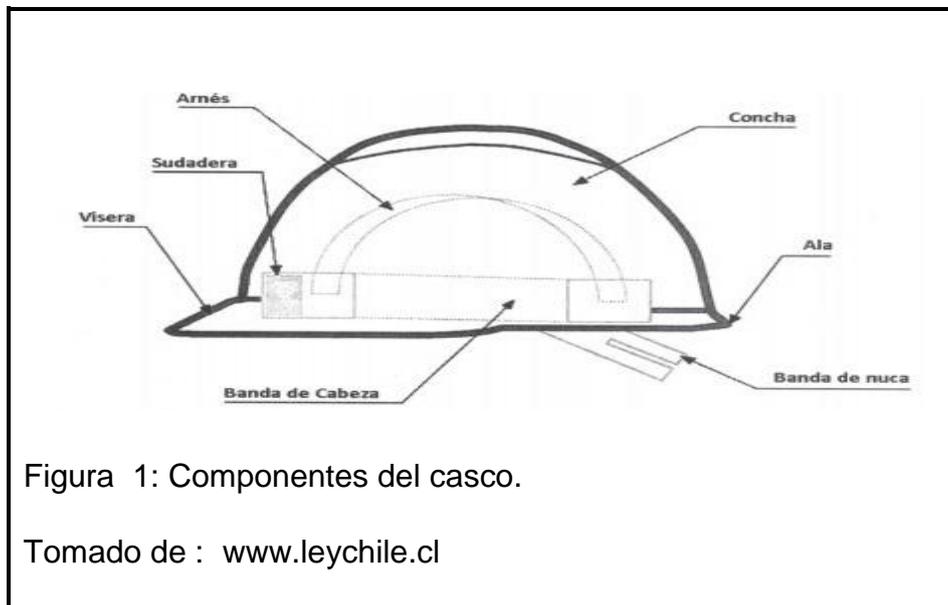


Figura 1: Componentes del casco.

Tomado de : www.leychile.cl

1.1.10.1.2. Protección de oídos: Como Oliver (2011, pp.46) ya lo dijo, los EPP's de protección del oído sirven para prevenir los ruidos fuertes y amortiguarlos para evitar daños al oído.

Se clasifican en:

- **Tapones:** Colocados en la cavidad de la oreja para mitigar el excesivo ruido proveniente del exterior.
- **Orejeras:** Son equipos que cubren toda la oreja acoplándose a la cabeza de manera regulable mediante almohadas blandas y evitando el ingreso de ruido al pabellón auricular.



1.1.10.1.3. Protección de rostro y ojos: Como Oliver (2011, pp. 47) ya lo dijo, es el EPP's destinado a cuidar los ojos y la cara durante el desarrollo de un trabajo.

- **Gafas de protección:** Evita riesgos de impactos de partículas sólidas, gases, líquidos, etc. Hacia los ojos.
- **Pantallas de protección:** Son Epp's destinados a cubrir la cara contra objetos que causen daño a la integridad del trabajador.



Figura 3: Protección de ojos y rostro.

Tomado de : www.echebarriaferreteriaindustrial.com

1.1.10.1.4. Protección vías respiratorias: Identificada hacia la protección contra agentes contaminantes que circulan en el aire. Para la reducción de estos agentes en la zona de inhalación se recurre a las normas expuestas por Osha y Niosh.



Figura 10: **Protección vías respiratorias.**

Tomado de : www.todainfo.com

1.1.10.1.5. Protección manos: equipo de protección personal destinado a evitar riesgos en las manos y brazos. Los guantes deben ser utilizados de acuerdo al tipo de trabajo a realizar.



Figura 11: **Protección manos.**

Tomado de : cascosafety.com

1.1.10.1.6. *Protección pies:* Equipo de protección para evitar riesgos en los pies tomando en cuenta la actividad a realizar.



- **Calzado de seguridad:** el calzado de seguridad principalmente está integrado de una punta de seguridad que ayuda a proteger los pies frente a un impacto o un objeto corto punzante.
- **Botas:** garantizan protección para obrar en contacto contra el agua, excavaciones, pozos, hormigonados etc. Fabricados de material de PVC, son impermeables de una sola pieza.

1.1.10.1.7. Ropa de Protección contra los riegos del trabajo:

La Vestimenta utilizada para los trabajadores y buen desenvolvimiento en tareas deben tener las siguientes características:

- Facilitar el libre movimiento del trabajador.
- Fabricada con tela resistente y flexible capaz de soportar cortaduras, fricción, fuego y a sustancias tóxicas.

1.1.10.1.8. Equipo de protección contra caídas o arnés:

Equipo de seguridad con la finalidad de atajar, detener y frenar el cuerpo del trabajador, en operaciones donde exista el riesgo de caídas de altura, previniendo las consecuencias y efectos de la caída.

1.2. Material reciclado utilizado para la fabricación de encofrados.

1.2.1. El cartón

El cartón está compuesto por láminas de papel colocadas uno sobre otra, puede estar conformado por papel reciclado o fibra virgen. Estas láminas permiten que el cartón sea más grueso y resistente que el mismo papel.



Figura 13: Cartón Reciclado.

1.2.1.1. Importancia

El cartón es importante por su grosor debido a que al final de su fabricación deberá soportar pesos y cargas, sin deformarse. Esta propiedad de resistencia se debe a la colocación de varias capas de papel sobrepuestas en el proceso de elaboración del cartón.

1.2.1.2. Densidad y calibre

La compactación del cartón se lo hace en kilogramos sobre metro cúbico lo que se refiere como densidad. La superficie en m² por cada 10 kilogramos de peso se refiere al calibre del cartón. Estos valores indican el número de láminas de cartón, con un tamaño de 0,70 x 1 metro, q constituyen 10 kg.

1.2.1.3. Cartón y medio ambiente

La industria del cartón en tiempos anteriores ha tenido múltiples dificultades con los medios ecológicos debido a que en su fabricación utilizaban materiales no renovables sin usar reciclados.

En la actualidad en la fabricación del cartón, los medios industriales de producción han puesto gran importancia en el medio ambiente, salud y las normativas puestas por el ente regulador, en este caso el Ministerio del medio ambiente.

Por la demanda en el mercado del cartón las empresas han buscado la manera de explotar recursos renovables para satisfacer toda la solicitud de material procesado.

A diferencia de otras regiones del mundo en el Ecuador se está empezando a elaborar cartón total o parcialmente con papel reciclado siendo principalmente la materia prima. La producción del cartón se ha basado en lo que va a ser utilizado, como en elementos de inmobiliario el cual recibe un tratamiento especial que le da propiedades para soportar el clima del medio ambiente.

1.2.2. El cartón reciclado como encofrado.

En el medio de tanto desperdicio de materiales compuestos de cartón, el reciclaje en el Ecuador se ha convertido en una actividad importante que encierra procesos de selección, clasificación y reocupación.

Un tipo de papel de fibra virgen es el Kraft con 100% de cartón no reciclado. Este papel es una solución eficaz para el empaque sostenible existente en el

medio productivo de cartón. Empresas Omega lo ha reciclado para producir cartón para cualquier tipo de utilización que se le quiera dar.

Como Editores Construir (2014, pp 1) ya lo dijo, la fabricación de cartón con material reciclado es un proceso novedoso, el Ing. Fabián Puente sostiene que el cartón puede ser fabricado para ser utilizado en como encofrado, para sostén de vigas y columnas de hormigón armado.

Para la producción de tubos con papel de cartón se comienza con el reciclaje de la basura en ciudad, luego de la clasificación y separación del papel "basura", en tamaños se ingresa a pailones donde mediante agua caliente se tritura el papel basura y se lo procesa en láminas papel continuo para la elaboración de tubos de cartón. Para producir un cartón resistente se le adhiere compuestos no tóxicos como pegantes y en el proceso de para la fabricación de encofrados se aumenta un proceso que es la de adherir una capa de impermeabilizante al interior de cartón.

En los encofrados de cartón la capa de impermeabilización facilita el proceso de fraguado o curado del hormigón armado, evitando su secado rápido y manteniendo la humedad en el hormigón. Las aplicaciones con encofrados de cartón se muy grandes como columnas, pilares, postes de luz, ductos de soterramiento de cables etc. Debido a su tamaño y peso son fáciles de transportar a cualquier sitio de la obra, además permiten la construcción de hasta 3 pisos de altura y sus medidas promedian entre 15 a 45 cm de diámetro con un espesor de 5mm.

Como Editores Construir (2014, pp1) ya lo dijo, que según estudios realizados en la Escuela Politécnica Nacional, se ha demostrado que la resistencia de los tubos de cartón llega hasta los 300kg/cm^2 , superior a la normal que va desde 210 a 240kg/cm^2 .

La madera puede fácilmente ser reemplazada por este encofrado de cartón así como también la mano de obra reduce considerablemente. En este tipo de encofrados el hormigonado se puede verter de forma manual o con mixer sin problema q afecte a la mezcla o al encofrado. Además las columnas tubulares

de cartón se pueden utilizar en diferentes construcciones con ingenio arquitectónico como atrios, salas de exhibiciones o pabellones. La principal bondad de este material es de tener la facilidad y rapidez de construcción, costo económicamente accesible, y cuando ya no es utilizada se vuelve a reciclar, lo que aumenta la producción.

Como Editores Construir (2014, pp 1) ya lo dijo, la columna de cartón o columna fácil ha sido un revolución en la tecnología de la construcción consolidando novedosas propuestas arquitectónicas de diseño. Pero para ponerlas en práctica en una megaconstrucción todavía se debe trabajar en sistemas contra el fuego, agua y humedad.

1.2.3. La Madera

La madera proviene de árboles leñosos, material que se lo encuentra en la naturaleza, que en su estado original ayuda a la purificación del ambiente. Estos árboles son explotados principalmente por el troco de donde se adquiere la madera.

La madera en la construcción principalmente es utilizada para la elaboración de encofrados en obra, utilizando tablas, puntales, vigas, costaneras, etc. Debido a que la madera es un material necesario en la construcción y que su adquisición incluye deforestación y destrucción de ecosistemas se ha tomado conciencia en el reciclado de la misma, para evitar perjuicios climáticos.



Figura 4: Madera para Encofrado.

1.2.3.1. Duración de los encofrados de madera

La vida útil de los encofrados de madera en la práctica es muy corta debido a su tipo de utilización y cuidado en obra, pero si se considera el punto de reciclado, se puede volver a utilizar como pueden ser las tablas de las vigas, columnas o bordillos una vez desencofrados podemos reciclarlos para construir otro encofrado.

1.2.3.2. Precio encofrados de madera

En los costos de un encofrado de madera se debe tomar en cuenta varios puntos como: Mano de obra, tipo de madera, forma y la medida. Es necesario tomar en cuenta el tiempo que se demora en la construcción de del encofrado para tener conciencia al momento de comparar con un encofrado reciclado y poder ver las diferencias.

1.2.3.3. Ventajas encofrados de madera en la construcción.

- Peso medio.
- Sus texturas se pueden utilizar para dar acabados constructivos.
- Rapidez y flexibilidad en su colocación.
- Se puede amoldar a la forma que se necesite.
- Eficaz resistencia.

1.2.4. El plástico

Debido al incremento en el ámbito de la construcción con nuevas formas arquitectónicas, y con la meta de plasmar dibujos y formas complicadas en hormigón, ha resultado necesario buscar un encofrado con propiedades capaces de plasmar estos diseños.



Figura 5: Encofrado de Plástico.

Tomado de : eloficial.com.ec

Estas características de flexibilidad la tienen los plásticos quienes han desarrollado actualmente la construcción novedosa en formas y figuras.

Las razones en este desarrollo son las siguientes:

- Permite plasmar libertad en los diseños.
- Permite un buen cavado constructivo.
- Sirven para moldear dibujos y formas no comunes.
- Para la utilización en gran escala y un gran número de veces resulta un encofrado más barato en comparación con otros.
- Colocación y desencofrado rápido y fácil.

2. Descripción de los sistemas de construcción de los encofrados reciclados para la construcción.

2.1. La Columna Fácil de cartón.

Como Redacción Construir (2014 pp 2) ya lo dijo La columna fácil es un producto elaborado por Cartoempaques S.A, que consiste en un tubo de cartón reciclado fabricado con láminas de papel kraft, sirve principalmente para encofrar columnas de diferentes medidas. Este encofrado no es nuevo en el mercado internacional pero en el Ecuador es un producto nuevo. La columna fácil es un producto a base de reciclado por lo que después de su utilización vuelve a ser reciclado para realizar nuevos tubos de cartón. Estos tubos se ya encuentra en el mercado ecuatoriano, sus precios varían según el diámetro a utilizar y van desde \$1,10 a\$6,60 el metro lineal y diámetros de 10 a 40 cm de diámetro.



Figura 16: Columna Fácil.

Tomado de: www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4

**Elaboración de un encofrado de madera para columna terminada
((0,20mx0,30m)x2,40m)**

Tabla 1: Costo de elaboración de encofrado para columna no reciclado

	Cantidad	Costo	Total
Tablas de monte	5,00 Und	2,50	12,50
Clavos	0,50 lb	1,00	0,50
Cuartones o trabillas ((0,06m x0,04m)x2,40m)	5,00 Und	2,20	11,00
Alambre	3,00 lb	1,30	3,90
	Personal	Costo	
Mano de obra	2,00	2,21	8,84
	Horas		
Tiempo	2,00		
		Total	\$ 36,74

Nota: Los valores mencionados son costos actuales en el mercado ecuatoriano basados en proformas y en la Revista de la Cámara de la construcción del Ecuador.

2.1.1. El proceso Kraft

Como Redacción Construir (2014 pp 2) ya lo dijo, el proceso kraft consiste en el procedimiento de la elaboración del cartón, la palabra kraft en alemán significa fuerte, resistente. Los arboles maderables tienen troncos fuertes los cuales son cortados en pequeñas piezas y se los deposita en una máquina trituradora, que en su interior a alta presión macera la lignina. Y luego la preparación es enviada a una máquina Fourdrinier que es la encargada de producir el cartón.

2.2. Proceso de elaboración de la columna fácil (encofrado de cartón)

1. Recolección de papel o cartón reciclado.



Figura 6: Cartón reciclado en la planta.

Tomado de: www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4



Figura 18: Cartón reciclado en la planta.

Tomado de: www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4

2. Selección del material reciclado y eliminado de impurezas.



Figura 19: Cartón Seleccionado.

Tomado de: www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4

3. Molido del cartón reciclado con agua en máquinas especializadas para dar como resultado láminas de cartón o papel.



Figura 20: Cartón molido con agua.

Tomado de: www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4

4. Aplicado de adhesivo a las láminas de papel mediante compresión para lograr un tubo sumamente liviano pero a la vez muy resistente capaz de soportar al pesado concreto.



Figura 21: Cartón con aditivos.

Tomado de: www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4



Figura 22: Tubos de cartón.

Tomado de: www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4

2.3. Proceso de elaboración de encofrado de madera reciclada

2.3.1. Recolección de la madera:

La materia reciclada en este caso la madera proviene de diferentes partes en los cuales no la reutilizan como por ejemplo en el transporte de planchas de vidrio que son exportadas de otros países y vienen empacadas con madera

para evitar su quebradura, en el transporte de cables eléctricos industriales llamados carretes de madera. Otro ejemplo es en los llamados pales que son utilizados para el movimiento y transporte cargas mediante montacargas mecánicos.



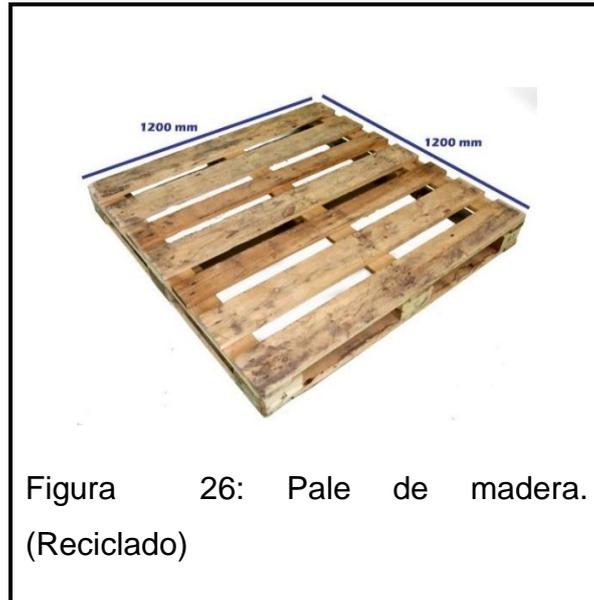
Figura 23: Madera Reciclada



Figura 24; Madera Reciclada.



Figura 25: Montacargas con pales.



2.3.2. Selección del material reciclado:

El material reciclado es clasificado y dependiendo de su estado se lo desarmará hasta conseguir la forma que se necesite para la fabricación del encofrado.



Figura 27: Selección de la madera reciclada.

2.3.3. Corte de la madera:

La madera reciclada deberá ser cortada y canteada a la medida necesaria según el tipo de encofrado a fabricarse.



Figura 28: Corte de madera reciclada.

2.3.4. Tablas para encofrar.

Para realizar un encofrado reciclado es necesario e importante tomar en cuenta todos los tipos de tablas para que exista verdaderamente el método de reciclado.

Los gruesos de las tablas para encofrar son de 2 a 2,5 cm, lo suficiente para armar los tableros reciclados, con un ancho lo más posible de 10cm y un largo según el fin a utilizar el encofrado.

Con esto de los tipos de tablas, la clasificación de la madera será más rápida y eficiente según los usos que se vaya a hacer de ellas, tales como cimientos, bordillos, cuñas, etc.

El encofrado reciclado tendrá la función de poderse acoplar a otros tipos de encofrados para una utilización óptima de ahorro.

Los tableros para encofrados constan de cuartones (6cm x 4cm) x 120 cm o 100cm de largo. Por lo general en la recolección y clasificación de la madera para la elaboración de encofrados se distinguen varios tipos de medidas de piezas las cuales pueden ser: cuartones, alfajías, cuñas, trabillas o carreras etc. Cuyas piezas necesariamente son utilizadas en un encofrado para una vivienda.

Tablero de maera reciclada

Tabla 2: Medidas de los tableros reciclados.

Tableros de madera reciclada.
0,50*1,20
0,60*1,20
0,50*1,00



Figura 29: Cuartones cortados para la fabricación de los tableros reciclados.

Para la fabricación de los encofrados se utilizara además clavos para madera de 2 y 2 ½ pulgadas.



Figura 30: Tablero reciclado terminado.

El costo de un tablero normal para alquiler y venta es de entre 7 y 9 dólares. Y el tablero reciclado al ser de material propiamente dicho reciclado significativamente se tiene un costo menor de entre 4 y 5 dólares.

Elaboración de un tablero de encofrado (0,60 x 1,20 m)

Tabla 3: Valor del tablero común para venta o alquiler.

	Cantidad	Costo	Total
Tablas riel de eucalipto	2,00	1,90	3,80
Clavos	0,50	1,00	0,50
Cuartones ((0,06m x 0,04m)x2,40m)	1,50	2,20	3,30
	Personal	Costo	
Mano de obra	1,00	2,21	0,33
	Horas		
Tiempo	0,15		
		Total	\$ 7,93

Nota: Los valores mencionados son costos actuales en el mercado ecuatoriano basados en proformas y en la Revista de la Cámara de la construcción del Ecuador

3. Proceso constructivo con encofrados reciclados en una vivienda familiar.

3.1. Cimentaciones

Las cimentaciones por lo general son bajo tierra y no son vistas pero en ocasiones hay que encofrar. Los terrenos a simple vista no son planos, por el contrario, tienen deformaciones, donde resultaría innecesario una cimentación escalonada motivo por el que para continuar la cimentación se recurre al encofrado.

Debido a que las cimentaciones no son vistas los encofrados son más rústicos, menos completos por el mismo hecho se ha de utilizar el propio terreno como encofrado natural. Para poder encofrar una cimentación el tamaño de la excavación será más grande para poder introducir y retirar el encofrado cuando el hormigón ya este fraguado.

El encofrado en obra es indispensable, tiene que ser duradero y reutilizable. Se considera importante que se cuide rigurosamente el tablero reciclado para que la economía en la obras sea beneficiada y su utilización sea prolongada.

3.1.1. Algunas ideas interesantes sobre montaje de tableros

Lo primordial en un encofrado reciclado es de mantenernos acoplarnos a los tipos y tamaños de madera que tenemos a la mano.

Hay q tener siempre en cuenta que es mejor aumentar que cortar la madera por el motivo de que madera que se corta madera que se desperdicia.

Resulta mejor encontrar tablas o piezas a la medida que se necesite, para evitar desperdicios. Si no se consigue esto tendremos que unir ancho como largo para conseguir la longitud deseada. Los cuartones se colocaran al final de las tablas, sino que se debe clavar el cuartón a unos centímetros hacia adentro del final de la tabla. Con este método se prevé que los cuartones no se desclaven por efectos de transporte y utilización.



Figura 31: Tablero reciclado.

Como Rojas (2010, pp 25) ya lo dijo, la resistencia de los tableros, se da por los cuartones clavados en los extremos de las tablas. Que es fabricado con dos clavos arriba y abajo y lo demás con un solo clavo, permitiendo que no existan deformaciones del tablero reciclado.

Las tablas utilizadas en el encofrado deben ser de optimas características, para que en el momento del encofrado, hormigonado y desencofrado no se tenga que sustituirlas antes o después del trabajo siendo de perjuicio económico en material, mano de obra y tiempo para los constructores.



Figura 32: Tablero encofrado en cimentación.

En las distancias que se colocan los componentes de un tablero reciclado se ha dimensionado para entender la posición de cada uno.

Como Rojas (2010, pp 26) ya lo dijo, en el dimensionado no se debe tomar en cuenta como regla, pues existen diferentes casos que varían los tamaños y formas. Los dimensionamientos están dados según la presión que ejerza el hormigón sobre el encofrado de ahí depende la posición de cada refuerzo o cuartón a colocarse.

3.1.2. Refuerzo de encofrados en cimientos

Para la construcción de una casa unifamiliar el encofrado es primordial, por lo que soportará fuerzas provenientes del hormigón y las piezas de un encofrado reciclado serán de gran ayuda para soportar las cargas teniendo en cuenta que se debe reforzarlos para evitar deformaciones.

En algunas ocasiones, la altura, la longitud, el peso etc. El trabajo de encofrado también se recurre a otros componentes que ayudarán en la construcción del mismo en obra como son las cuñas, trabillas, carreras, que del mismo material reciclado podemos utilizar por lo que toda madera es utilizable en cualquier momento.

3.1.3. Las Cuñas

Como Rojas (2010, pp 28) ya lo dijo, las cuñas son piezas de 14 a 19 cm de largo, que se colocan en la parte superior de los cuarterones para reforzar el tablero.

La colocación entre cuñas es de 1 metro, con una altura que se debe tomar en cuenta para que las carreras sobresalgan 5 cm sobre el tablero dependiendo del tipo de refuerzo que se le quiere dar al tablero encofrado.

Las cuñas son pedazos de madera que ayudan a la colocación más precisa de un tablero, llevándolo o alzándolo centímetros o mínimas distancias por su posición final.



Figura 33: Cuñas de refuerzo para el tablero reciclado.

3.1.4. Alfajías de refuerzo

Las alfajías de refuerzo son piezas también llamadas carreras, de medidas de 3 por 3, 4 por 4 y 5 por 5 cm. Para grandes cargas que soportará el encofrado se utilizará las alfajías de refuerzo de dimensiones mayores. Las alfajías de refuerzo dan solides en sentido horizontal a los tableros, el hormigón a través del tablero transmite las cargas hacia carreras que al final envían las cargas al terreno.

Las alfajías de refuerzo por lo general se cruzan en los extremos, saliendo varios centímetros al final del tablero, reforzándoles con tablas para hacer un tope entre alfajías y evitar deformaciones del encofrado reciclado.

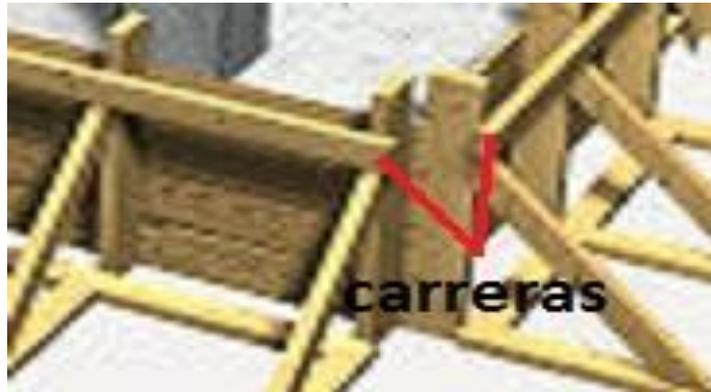


Figura 34: Cruce de carreras o alfajías de refuerzo.

Ya instaladas las cuñas, se procede a la colocación de las alfajías de refuerzo, deben ir clavadas en cada cuartón con clavos de 3" ajustándolas fuertemente para que tengan solides.

En el encofrado de cimientos se colocan codales en la base, entre la mitad y la parte superior del encofrado, a medida que se va hormigonado se los va retirando. La función de los codales es de mantener un nivel específico para que no existan deformaciones en el hormigón ya fraguado.

3.1.5. Puntales

La colocación de puntales primordialmente es para trasladar las cargas del hormigonado hacia el terreno. Son colocados a cada 1m de distancia.

Los puntales ayudan a soportar los cuartones y evitar deformaciones del tablero.



Figura 35: Puntales de refuerzo

3.1.6. Tirantes

Los tirantes son alambres que impiden que el tablero se separe uno del otro colocados paralelamente.

Hay que tomar en cuenta que para el atirantado la posición de las carreras no debe estar hasta el final del tablero para que no dificulten el trabajo caso contrario se tendrá que perforar el tablero y eso iría en contra del plan de aprovechamiento y reciclado del tablero..

La colocación del atirantado depende de los esfuerzos que va a soportar el tablero, por lo común, y con una idea de medidas de separación para el atirantado se colocan a cada 1 o 2 m. En el gráfico se observa el atirantado.



Figura 36: Atirantado o ajuste de los tableros reciclados.

3.2. Columnas

El encofrado para columnas como manera de aprovechamiento de los materiales reciclados tenemos la columna Fácil. La cual será instalada de manera rápida una vez terminada la cimentación y sus respectivas zapatas con la estructura de hierro armado previamente.

Esta estructura de hierro armado funcionará como esqueleto de la columna de hormigón que se vaya a construir.

Enseguida se colocará la columna fácil de cartón como encofrado sobre la estructura.

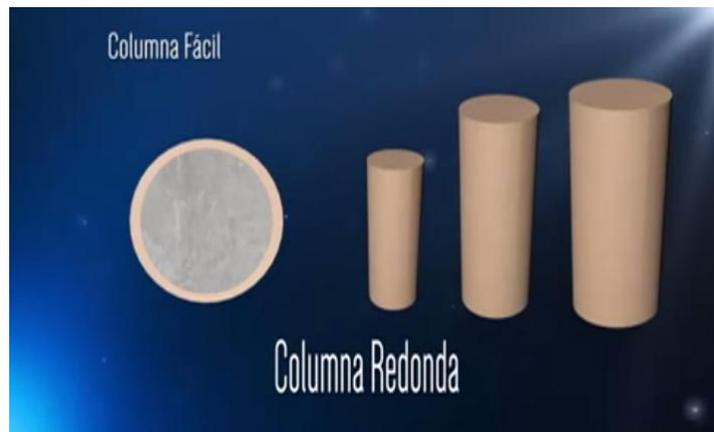


Figura 37: Columna Fácil redonda de cartón.

Tomado de : <https://www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4>

La columna puede tener diferentes diámetros, puede ser redonda o cuadrada con la ayuda de un molde de poliestireno que va por dentro del cartón.

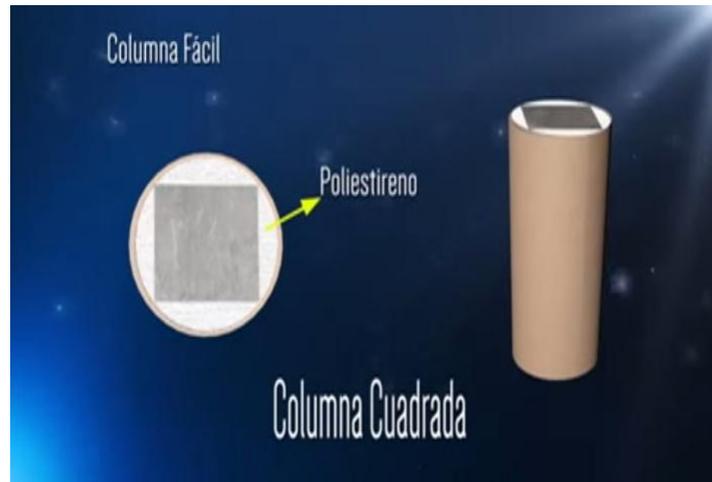


Figura 38: Columna Fácil cuadrada con poliestireno.

Tomado de : <https://www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4>

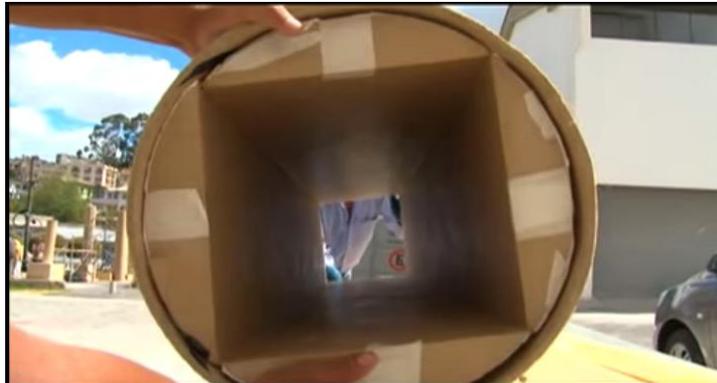


Figura 39: Columna Fácil cuadrada.

Tomado de : <https://www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4>

Generalmente armar solo una columna de madera tardaría aproximadamente 3 horas, por el contrario con la columna de cartón se puede ahorrar dinero y

sobre todo tiempo ya que viene totalmente armada, colocarla es mucho más fácil y menos laborioso, se tarda no más de 15 minutos en su colocación.

Después de su colocación en la estructura de hierro se debe apuntalar desde todos los ángulos para evitar desviaciones o que los niveles no sean los correctos de la columna.



Figura 40 : Apuntalamiento de las columnas.

Tomado de : <https://www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4>



Figura 41: Apuntalamiento de las columnas redondas.

Tomado de : <https://www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4>

Una vez asegurada la columna se procede a la colocación del hormigón, tomando en cuenta que la columna no tenga ningún tipo de deformaciones y revisar que el cartón soporte la presión y la humedad del hormigón.



Figura 42: Hormigonado de columnas.

3.2.1. Proceso de desencofrado

Transcurrido el tiempo de secado de la columna se procede al desencofrado, al ser de cartón se puede utilizar un estilete o una sierra cualquiera.

Al momento de desencofrar se puede observar que el cartón mantiene la humedad de la columna ya que posee aditivos que evitan que el hormigón se adhiera al cartón, generando una condición ideal para el incremento de la resistencia del hormigón ya que se produce el fenómeno del curado.



Figura 43: Desencofrado corte del encofrado de cartón.

Tomado de : <https://www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4>



Figura 44: Desencofrado.

Tomado de : <https://www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4>

3.3. Muros

En la construcción de muros es necesario colocar varillas de acero o piedras con hormigón por lo cual es necesario la colocación de encofrado reciclado.

Antes de la construcción del muro se debe tomar en cuentas el replanteo y sus correspondientes cotas para que no exista margen de error.

Los muros soportan empujes horizontales debido a lo cual existe fricción. Los esfuerzos tienden a volcar y deslizar la tierra. Es necesario contar con debidas normas o reglas al momento de colocar el encofrado reciclado tomando en cuenta todos los puntos de riesgo existente para evitar que el encofrado no sufra deformaciones o peor derrumbes sobre los trabajadores.

3.3.1. Procedimiento constructivo.

Después del replanteo y la colocación del acero de refuerzo procedemos a encofrar el muro.

El encofrado de un muro debe estar colocado a nivel tanto horizontal como vertical, será capaz de soportar cargas horizontales y verticales al momento de hormigonado. Para muros de medidas no mayores a 1,50 metros de elevación

se utilizaran tablas de 2 x 10 a 15 cm de ancho, reforzados por cuartones reciclados de 6 x 4 cm.

En los espacios de vaciado del concreto constará de refuerzos internos para evitar que el encofrado tope las varillas y haya deformaciones del mismo.

Entre el piso y el encofrado se deberá poner una solera para refuerzo y sostén del encofrado hacia el piso.

Las puntales pueden ser cuartones reciclados, los cuales se procederá a trabajar con estacas de 4x6x50 cm que soportaran los esfuerzos del encofrado e irán colocadas 30 centímetros en el terreno. Para que no exista deformaciones en el tablero del muro se colocaran distanciadores de 6x4.

Cuando los muros tienen alturas de 0 a 1,50 metros es preferible encofrarlos la altura de forma completa para que al momento del hormigonado se lo realice una sola vez y evitar que el muro se debilite al fundir por zonas pequeñas.

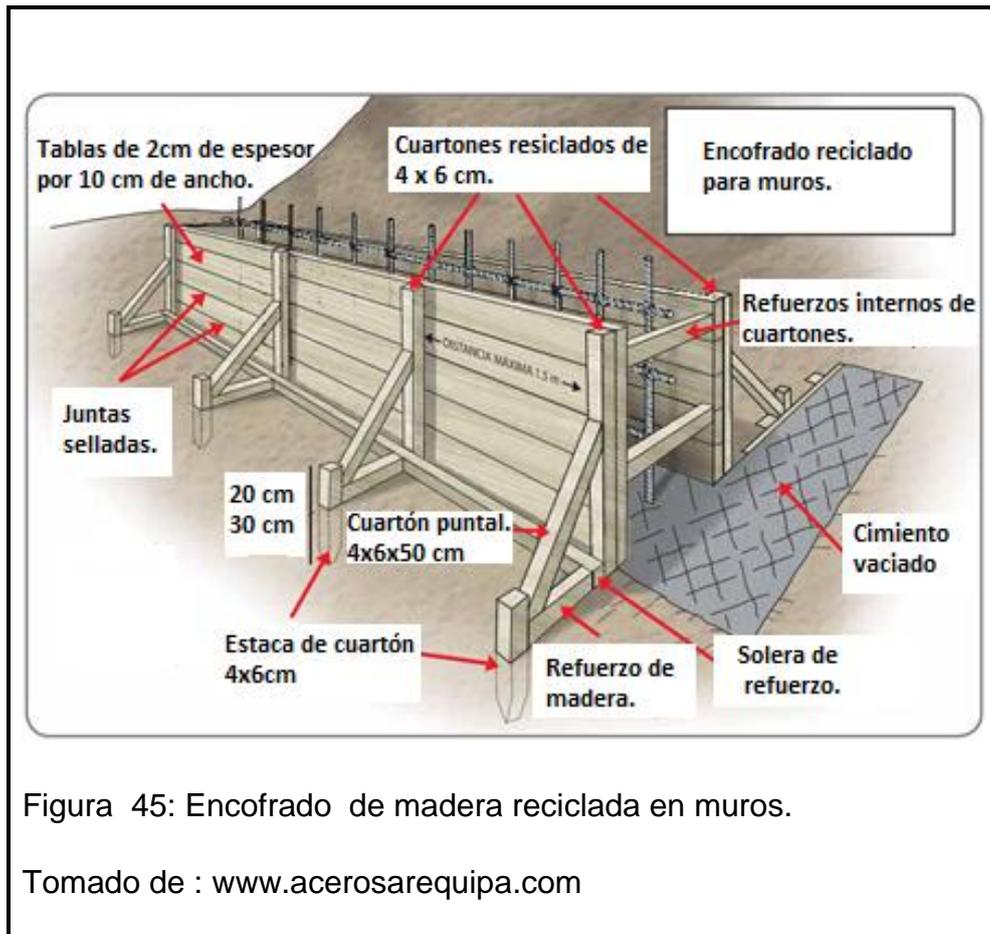


Figura 45: Encofrado de madera reciclada en muros.

Tomado de : www.acerosarequipa.com

3.3.2. Consideraciones:

- Los materiales utilizados para encofrar deberán encontrarse en buen estado. (tableros reciclados previamente revisados).
- Entre las uniones de los tableros si existiese aberturas sellarlas con papel para evitar la fuga de mezcla al momento de hormigonar.
- Los encofrados reciclados en muros son recomendados para bajas alturas de hasta un 1,50 m. Es preferible solicitar el asesoramiento de un ingeniero civil para muros de gran dimensión.

Para realizar el hormigonado en muros de altura se colocará andamios para que los operarios puedan trabajar eficazmente y vertido del hormigón se lo hará

de manera seguida o por capas para que el encofrado no sufra deformaciones y desplazamientos.

Para cada compactación del hormigón se utiliza un vibrador de aguja cuidando introducir de manera que no afecte al encofrado o la armadura.

3.3.3. Desencofrado de muros.

Para el desencofrado se tendrá que esperar un día para analizar el estado del hormigón y proceder a desencofrar.

Quitar todo el encofrado que impida que se encuentre en las juntas si las existiese..

Todos los alambres y anclajes que quedan después del desencofrado serán cortados aras del muro.

El desencofrado de los equipos de moldeamiento del muro, deberán ser sacados de manera que no afecte al muro así como también al encofrado.

Ya retirado el encofrado del muro se procede a limpiarlo y darle mantenimiento para su próxima utilización, lo que nos permitirá un ahorro de dinero al reutilizar el mismo en un nuevo trabajo.

3.4. Losas

Para la construcción de una losa de hormigón con encofrado reciclado se necesita de equipos no reciclados. Los equipos que se necesitan son de gran importancia porque estos son los que soportarán todo el peso de la misma.

3.4.1. Proceso constructivo.

Materiales.

Con frecuente para este tipo de encofrado, estará compuesto por tres grupos fundamentales de elementos:

3.4.1.1. Estructura vertical:

Generalmente metálicos, que trasladan las cargas transmitidas por la estructura horizontal al terreno en el caso del primer encofrado. Estos materiales son: gatas metálicas o puntales, crucetas y separadores.



Figura 46: Crucetas y separadores.



Figura 47: Puntales metálicos o gatas.

3.4.1.2. Estructura horizontal.

Los equipos encargados de transportar las cargas horizontales hacia la estructura vertical del encofrado son las vigas.



Figura 48: Vigas metálicas.

3.4.1.3. Superficie Encofrante para losa.

La superficie horizontal de la losa está constituida por los tableros quienes son los equipos transmisores de las cargas producidas por el peso de los materiales del encofrado superior como el hormigonado no fraguado, refuerzos metálicos etc.



Figura 49: Tablero reciclado.

3.4.2. Procedimiento general a seguir para encofrar una losa

- Colocación de las gatas metálicas, de acuerdo al distanciamiento óptimo considerando los separadores y crucetas a utilizar. Tomar en cuenta el tamaño del tablero reciclado a colocar.



Figura 50: Colocación de gatas, separadores y crucetas.

- Colocación de los elementos horizontales o vigas metálicas las cuales se encontraran ubicadas a medida del tablero reciclado.



Figura 51: Colocación de vigas.

- Entablado sobre las vigas en este caso se utilizan tableros de 0,60 x 1,20 y 0,50 x 1,20 m. Todos los tableros se ubicaran uno a continuación de otro formando un tendido regular.



Figura 52: Tablero reciclado de 0,60x 1,20 m.



Figura 53: Colocación del tablero reciclado de madera.

- Los remates de espacios donde no se puede colocar tableros, esto se lo realiza con tablas y cuarterones reciclados que ya fueron tratados y acondicionados para la obra.



Figura 54: Madera para remates.

- Una vez colocados los tableros reciclados sobre las vigas se procede a nivelar la losa.



- Colocación de hierro, instalaciones, bloque y hormigonado. Debemos tomar en consideración que al momento de la colocación del hierro y el hormigón, el encofrado debe estar en perfectas condiciones por el motivo de que soportara una gran carga y por el mismo hecho evitar accidentes en la construcción.



Figura 56: Colocación de hierro y bloque.



Figura 57: Hormigonado de losa.

3.4.3. Desencofrado **de losas**.

- El desencofrado en losas es un tanto más riesgoso para lo cual:
- Se debe prohibir el paso a la zona cuando se va a quitar los tableros reciclados y los puntales que soportan los encofrados de la losa.
- Utilizar equipos de protección personal EPP's (cascos, guantes, gafas, chalecos, zapatos adecuados.)
- Los soportes de losas son los puntales y se empieza por aflojar los elementos metálicos que permite el apoyo de los tableros, cuando el tablero ya está libre se procede a quitar los puntales, si estos tableros quedan adheridos a la losa, entonces aflojarlos con una barra, teniendo el cuidado de hacerlo uno por uno y estar pendiente donde va a caer el tablero.
- Recoger los materiales que se vayan sacando de los encofrados para no tener accidentes como tropiezos o clavos mal parados en la zona.



Figura 58: Desencofrado de losa.

- El desencofrado se lo debe realizar de manera cuidadosa para evitar accidentes y que el mismo encofrado no sufra daños para volverlo a utilizar, es especial el tablero reciclado que ese es el fin del mismo tratar de reutilizar la mayor veces posible.

4. Aplicación de encofrados reciclados en una vivienda familiar.

4.1. Acabados Constructivos

Los acabados constructivos de una edificación con relación a los encofrados de madera reciclada, debemos tomar en cuenta que este encofrado presenta un desgaste considerable luego de ser utilizado y que para su próxima puesta en trabajo serán limpiados adecuadamente y cubiertos con productos de desmolde o aceite, pero todo tendrá que depender del tipo de acabado que se quiera dar a la construcción.

4.1.1. Hormigón visto.

La técnica del hormigón visto nos facilita muchas formas de terminaciones o acabados con texturas y diseños. El hormigón al parecer es un material simple y rústico que ayuda a dar diferentes texturas en terminados y posee características térmicas bioclimáticas pasivas sobresaliendo su capacidad térmica en la conservación del calor en la vivienda.

La utilización de un hormigón visto a futuro en interiores de edificaciones se tendrá poca flexibilidad debido a la dificultad de demoler estructuras de hormigón.

Un acabado de hormigón visto es preferible utilizarlo en algunas de las zonas de la vivienda. Como por ejemplo en paredes. Tumbados, chimeneas, pasillos, etc. Para estos acabados se utilizarán diferentes tipos de texturas, convenientemente si son lisas o rugosas con relieve. El tablero al ser rústico nos permite dar un buen cavado visto. Al igual que las columnas de cartón lisas.

4.2. Cimentaciones.

Las cimentaciones generalmente van por debajo del nivel del piso. Por lo cual no sería necesario darle un acabado llamativo a esta fase de la construcción.

4.3. Muros o paredes.

Los muros de una vivienda familiar puede ser un motivo de acabado constructivo debido a que son vistos y de acuerdo a la construcción de los tableros reciclados podemos darle un acabado.



Figura 59: Acabado de pared en hormigón visto.

Tomado de : www.archiproducts.com

El acabado del muro visto con tablero reciclado se lo ha logrado gracias a la colocación de las tablas en los cuartones, su ordenamiento consiste en poner las tablas en paralelo una junto a otra sin interrupciones o estilos.

Las paredes construidas con la técnica del hormigón visto, unas ves secas podemos aplicarles pinturas superficiales para poder dar color o mantener el color del hormigón original pero cubierto de una capa de brillo, así dándoles tratamiento para evitar desgaste o daños al concreto.



4.4. Columnas

En los acabados para columnas vistas de hormigón el molde o encofrado que se utiliza es muy importante porque debido que a él se tendrá el terminado específico.

La columna fácil al ser de cartón y estar protegida con aislantes posee una característica especial la cual es de estar lisa en su interior.



Figura 61: Columnas realizadas con columna Fácil.

Tomado de : <https://www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4>



Figura 62: Columnas realizadas con columna Fácil cuadrada.

Tomado de : <https://www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4>

Para un buen acabado liso de calidad, el encofrado debe estar en buen estado y el hormigón de buena consistencia. En las superficies lisas de las columnas el acabado depende del color del hormigón el cual recubre con una capa delgada a la columna.

El hormigón liso tiende a ser frágil al agrietamiento cuando es sometido a mojado y secado. El agrietamiento solo es superficial no afecta a la estructura. Para evitar un gasto de dinero el acabado liso es importante ya que solo se le da limpieza y una pequeña reparación si le hiciera falta a la estructura.

4.5. Tumbados

Los acabados de tumbados se lo realiza con sistemas que permiten alcanzar la posibilidad de plasmar cualquier diseño al ocupar varios tipos de encofrados, tomando en cuenta que tipo de terminación deseamos dejar con el hormigón visto.

Para darle un acabado con un diseño arquitectónico visto, se ha considerado la utilización de los encofrados con tableros reciclados que con sus características de buena calidad, aberturas entre tablas y su superficie rústica que deja marcas en el concreto, plasma en el hormigón diseños de buena calidad y atractivos para las personas.



Figura 63: Techo de hormigón visto realizado con encofrado reciclado.

Tomado de: arkiuna.blogspot.com

Conclusiones

- Todo material que proviene de la fabricación con materia prima es reciclable y que con procesos de reutilización se puede crear nuevos productos.
- Con la elaboración de los encofrados reciclados, nos permite saber que crear un hormigón visto es posible en todas las formas y diseños debido a sus propiedades.
- Los encofrados reciclados han ayudado a la conservación del medio ambiente, mediante el reciclaje y reutilización de materias renovables.
- El número en que se reutiliza el encofrado reciclado es positivamente valorado en obra dándole el respectivo mantenimiento y cuidado para evitar gasto innecesario en la compra de nuevo encofrado.
- Todos los encofrados están sujetos a soportar cargas tanto verticales como horizontales por lo que su fabricación o colocación deben estar sujetas a normas del código ecuatoriano de la construcción CPE-INEN importantes de la construcción para evitar colapsos o deformaciones del mismo.
- Para un óptimo funcionamiento y reutilización del encofrado reciclado se debe almacenar en forma ordenada y siempre en lugares adecuados, fuera de zonas húmedas o calientes.

Recomendaciones

- En la construcción de un encofrado reciclado se debe tomar en cuenta el tipo de material, estado y composición, el cual será tratado y librado de impurezas.
- Par todo tipo de encofrados reciclados tomar en cuenta que para su óptima utilización se considera importante las fuerzas y cargas a soportar para evitar deformaciones o colapsos del mismo.
- Para la colocación de las columnas de cartón se debe normar a las instrucciones de montaje, colocación y desmontaje sugeridas por el fabricante.
- En la fabricación de un encofrado reciclado de madera no se debe exceder en la colocación de clavos para evitar el debilitamiento de la madera.
- Definir el tipo de un encofrado en función de la tipología de la estructura. En la utilización de cualquier encofrado reciclado, se debe prever para que va ser utilizado, cuál va a ser su función dentro de una obra y según eso se podrá fabricarlo con los respectivos materiales y formas a necesitar.
- Los encofrados reciclados después de su uso deben ser limpiados y dados mantenimiento para su nueva reutilización y así evitar gastos innecesarios en la compra de nuevo.

REFERENCIAS

- Ayala, R. Chimbo, C. Yaguana, D. (2010). Clasificación, utilización e importancia del encofrado como elemento provisional en el área de la construcción. Recuperado: Mayo 21, 2015., de Google searches Sitio web:
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/13341/2/Tesina%20Encofrado.pdf>
- Camarero, V. Velasteguí, R. Puente, J & Casla, J. (2007). Guía Práctica de Encofrados. Recuperado: Julio 10, 2015, de Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales Sitio web:
http://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/libro/seguridad_200720/es_200720/adjuntos/seguridad_200720.pdf
- CERÓN, F. (2013). USO DE ESTRUCTURAS DESMONTABLES EN CARTÓN RECICLADO (CORRUGADO Y TETRABRIK) PARA CONSTRUCCIÓN DE AULAS TEMPORALES EN BOGOTÁ. Recuperado: Junio 25, 2015., de Universidad Nacional de Colombia Facultad De Artes. Sitio web: <http://www.canalconstruccion.com/encofrados-de-madera.html>
- Editores construir. (2014). Y ahora... llegó el encofrado de tubos de papel. Recuperado: Marzo 3, 2015., de El Comercio. Sitio web: <http://www.elcomercio.com/tendencias/arquitectura-encofrado-materiales-construccion.html>
- Editorial de Decoración.vilssa. (2013). Decorar viviendas con paredes de hormigón visto. Recuperado: Julio 14, 2015., de VILSSA Arquitectura construcción y diseño. Sitio web: <http://vilssa.com/decorar-viviendas-con-paredes-de-hormigon-visto>
- Espinosa, A. (2015). Reportaje Café Tv Columna fácil. Julio 16, 2015., de YouTube. Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=Wl9Oke6qbCM>
- Google.com (2009). Sistemas de Encofrados. Recuperado: Julio 15,2015, de Maquinaria Pro. Sitio web: <http://www.maquinariapro.com/materiales/encofrados.html>

- Google.com. (2015). Encofrados de Madera. Recuperado: Junio 5, 2015., de Canal Construcción. Sitio web: <http://www.canalconstruccion.com/encofrados-de-madera.html>
- Guevara, J. (2014). Diseño estructural de encofrados. Recuperado: Abril 3, 2015., de Academia.edu Sitio web: http://www.academia.edu/8200673/DISENO_ESTRUCUTRAL_DE_ENCOFRADOSdocs/historia_encofrado?e=3475551/3102094#search
- La Tv Ecuador. (2014). LA TV ECUADOR - COLUMNA FÁCIL. Recuperado: Mayo 24, 2015., de Escuela Politécnica Nacional Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=JtoT5f38vR4>
- Molina, O. (2013). DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN PARA LA ESTANDARIZACIÓN DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL EN EL ÁREA DE SANEAMIENTO DE LA EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO PARA EL AÑO 2013.. Recuperado: Abril 16, 2015., de UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL Sitio web: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:y8m3bVkvvGMJ:repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5559/1/52739_1.pdf+&cd=7&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec
- Redacción Construir. (2014). Un encofrado elaborado con capas de papel Kraft reciclado. Recuperado: Mayo 12, 2015., de El Comercio. Sitio web: <http://www.elcomercio.com/tendencias/construir/encofrado-elaborado-capas-de-papel.html>
- Rojas, J. (2010). Encofrado de escaleras. Recuperado: Mayo 12, 2015., de CivilGeek.com Ingeniería y Construcción. Sitio web: <http://civilgeeks.com/2011/12/13/encofrados-de-escaleras>
- Rojas, J. (2010). Encofrado de cimientos. Recuperado: Julio 11, 2015., de CivilGeeks.com Ingeniería y Construcción. Sitio web: <http://civilgeeks.com/2011/12/12/encofrado-de-cimientos/>
- Offprod. (2012). Presentación Encofrados Plastigama. Recuperado: Abril 21, 2105., de Aerial video & photo oFF Producciones. Sitio web: <https://www.youtube.com/watch?v=TIImoXxBbA50>

- Oliver, M. (2011). PROYECTO DE SEGURIDAD E HIGIENE PARA EL RUBRO ESPECÍFICO DEL HORMIGÓN ARMADO. Recuperado: Abril 1, 2015., de Seguridad e Higiene Laboral en la Industria de la Construcción. Sitio web:
<http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/2791/Presentaci%C3%B3n.pdf?sequence=7>
- Pinao, E. (2011). APLICACIÓN DE ENCOFRADOS DESLIZANTES EN ESTRUCTURAS VERTICALES. Recuperado: Abril 7, 2015., de PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA Sitio web:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/807/PINAO_ELERA_ERIK_ENCOFRADOS_DESLIZANTES.pdf?sequence=1
- Ripollés, O. (2010). Construcción II: evolución de los encofrados. Recuperado: Marzo 2, 2015., de ISUU Sitio web: <http://issuu.com/a-type/>
- Tamborero, J. (2009). Encofrado Vertical. Recuperado: Junio 23, 2015., de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Sitio web: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/834%20web>.

ANEXOS

DISTRIBUIDORA GÓMEZ

CONOCOTO

DISTRIBUIDORA "GÓMEZ"

Alquiler y Venta de Encofrado.

Ruc:1709345449001

Conocoto, calle Juan Montalvo y Alfaro 8-39

Proforma: _____

Teléfonos: 02-2076162/ 0967507074

Cliente: EDISON BETANCOURT.

Dirección: CONOCOTO.

Teléfonos: 0969009463

Fecha: 12-JUNIO-2015.

Cantidad	Descripción	Metraje	Costo
1	Tablero de construcción eucalipto.	0,60 x 1,20	\$ 8,00
1	Tabla de monte para encofrado.	0,25 x 2,40	\$ 2,50
1	Riel, tabla de eucalipto.	0,12 x 2,40	\$ 1,90
1	Cuartón eucalipto.	(0,06 x 0,04)x 2,40	\$ 2,50
1	Cuartón tablón de monte.	(0,06 x 0,04)x 2,40	\$ 1,90
1	Alquiler encofrado completo.	1,00 x 1,00	\$ 2,30
1	Alquiler encofrado solo metálico sin tablero.	1,00 x 1,00	\$ 2,00
1	Alquiler encofrado metálico para columnas-	0,60 x 2,40	\$ 8,00
1	Alquiler encofrado para muros	1,00 x 1,00	\$ 15,00

Todo alquiler de cualquier encofrado está sujeto a firma de contrato.

El encofrado será entregado al término del plazo vencido, caso contrario se cobrará adicional los días de uso.

El cliente se sujeta a los términos establecidos en el contrato.

Cliente: 

Por Distribuidora Gómez 

TELF: 022076162/0967507074

distribuidoragomez_conocoto@hotmail.com

Anexo 1: Proforma costos de materiales que componen un encofrado.



INDUSTRIA CARTONERA ASOCIADA SA INCASA

RUC: 1790022684001 | CIU: INDUSTRIAS MANUFACTURERAS.

 **Dirección:** PANA SUR KM 7.5 S26-183 LAS LAJAS, GUAJALÓ, DIAGONAL AL BANCO INTERNACIONAL

 **Ciudad:** QUITO

 **Provincia:** PICHINCHA

 **Teléfono:** 022671900 / 022671901

 **Fax:** 022675776

 **E-Mail 1:** incasa@incasa.com.ec

 **Página Web:** <http://www.incasa.com.ec/frontEnd/main.php>

Anexo 2: INCASA S.A. Industria productora de cartón.

Cartoempaque S.A.
Papeleras - Quito

★★★★★ [Se el primero en valorar](#)

Teléfono: 2 267 5777

Address:
Panamericana Sur Km 7 1/2 S/N
Pasaje Las Lajas
Quito
Ecuador



Cartoempaque S.A. es una empresa **privada dentro de papeleras** en Quito. Con la empresa genera menos ingresos que el promedio de papeleras.

. La Columna Fácil de cartón.
Producto oficial de Cartón empaque S.A.

Anexo 3: Cartoempaque S.A. Productor de Columna Fácil.