

Sistema de control de calidad en la edificación de muros utilizando maderas nacionales en Guatemala

Virgilio Ayala

Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, virgilioayala@yahoo.com

F. J. Quiñónez

Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, javierquinonez@yahoo.es

Moisés Méndez

Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, mendezgarza@yahoo.com

Mario Corzo

Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, sabandijaretorcida@yahoo.com.mx

RESUMEN

La madera seleccionada proviene de áreas manejadas por concesiones comunitarias forestales del Petén, siendo supervisadas por CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas) del gobierno de Guatemala.

Se investigan tres maderas, Santa María (*Calophyllum Brasiliense* Camb), Manchiche (*Lonchocarpus Castilloi*) y Danto (*Vatairea Lundellii*).

Se realiza una investigación bibliográfica y de campo sobre las maderas seleccionadas.

Se identifica el proceso de negociación y compra de las especies seleccionadas en sus diferentes opciones en las concesiones forestales.

Se analiza el proceso de corte de las maderas en su lugar de origen. Se transportan las especies hacia el laboratorio, donde se analizan las características físicas y las propiedades mecánicas. Se diseñan sistemas constructivos de muros en muros arriostrados simples y dobles. Se desarrollan los ensayos de corte y compresión de muros de madera, se analiza el comportamiento de los muros.

Se proponen los procesos del control de calidad en las diferentes etapas del sistema de construcción de los muros y de los ensayos.

Palabras claves: madera, control de calidad, muros, resistencia al corte, resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The selected wood comes from forests managed by the Petén community concessions areas, being supervised by CONAP (National Council of Protected Areas), government of Guatemala.

Three woods Santa María (*Calophyllum Brasiliense* Camb), Manchiche (*Lonchocarpus Castilloi*) and Danto (*Vatairea Lundellii*) were investigated. A bibliographical and field research on selected woods is made.

The process of negotiation and purchase of selected options in different species in forest concessions is identified.

The cutting of timber in their place of origin is analyzed. Species are transported to the laboratory, where the physical characteristics and the mechanical properties are analyzed. Building wall

systems are designed in single and double braced walls. The shear tests and compression wood walls are developed; the behaviour of the walls is analyzed.

Processes of quality control at various stages of system construction of the walls and of tests are proposed.

Keywords: timber, quality control, walls, shear strength, compressive strength

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la investigación de especies de madera, Santa María (*Calophyllum Brasiliense* Camb), Manchiche (*Lonchocarpus Castilloi*) y Danto (*Vatairea Lundellii*) se realiza con constante comunicación con los directivos de las concesiones forestales comunitarias del Petén y de los profesionales supervisores que trabajan en el CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas).

La selección de las maderas se realiza en base a la necesidad de categorización y valor agregado de las especies por parte de las concesiones forestales, donde se comercializan a nivel nacional e internacional.

El proceso de corte en el campo, secado, almacenamiento, corte y cepillado en el laboratorio se documenta en el sistema de control de calidad. Así como la construcción de los muros y los ensayos de corte y de compresión realizados.

El sistema de control de calidad comprende diagramas de flujo, los procesos y procedimientos de preparación de la madera, referencias normativas para el proceso de preparación de la madera y términos y definiciones.

Se desarrollan componentes académicos diversos, tales como la generación de conocimientos mediante la investigación, la transmisión de conocimientos a los estudiantes mediante la docencia y tesis a nivel de licenciatura y la extensión a través de la transferencia de tecnología a las comunidades forestales del Petén.

2. SISTEMA DE CONTROL DE CALIDAD

El Sistema de control de Calidad, comprende la estructura organizativa, recursos necesarios y procedimientos de actuación, de manera conjunta que permitan asegurar la Calidad de las actividades desarrolladas. El Sistema de Calidad acciona en cuatro áreas básicas: Prevención, Detección, Corrección y Mejora, Demostración. El control de calidad en la edificación de muros utilizando maderas nacionales comprende lo siguiente:

Diagramas de flujo.

Representan una secuencia lógica del curso que lleva una actividad cualquiera que esta sea. Sirven para determinar las estaciones puntuales en el proceso de edificación de muros de madera. Desde el diagrama de flujo pueden ser sometidos a estudio las acciones que se consideren anómalas, que no ofrezcan un resultado satisfactorio o se quieran ampliar y/o modificar.

Descripción de los procesos y procedimientos de preparación de la madera. Son elementos que componen un sistema estandarizado con la idea de mejorar de forma continua la eficiencia y eficacia de los recursos que intervienen en la realización de las diferentes etapas de la preparación de la madera, tales como el aserrado, el secado, cepillado, canteado, desorillado, perfilado, pulido, corte y armado del muro. En la preparación de la madera para edificaciones de muros intervienen

factores como el recurso humanos, equipos y herramientas, instalaciones óptimas, condiciones ambientales adecuadas, rutas de evacuación perfectamente definidas y otras.

Procedimiento para el secado de la madera.

Este procedimiento da inicio en el área de secado y termina en la bodega de madera secada y se compone de la forma siguiente: Se prepara el área asignada para el secado de la madera, una vez preparado el lugar, la madera es llevada de la bodega al sitio de secado para luego ser colocada recostadas en las vigas con un ángulo de inclinación de 60° a 70° aproximados cuidando que las tablas queden firmemente apoyadas en el suelo y en la viga, esto se hace para evitar la absorción del agua en caso de lluvia. La madera debe permanecer en ese lugar y en esa posición por un espacio de 50 días con un tiempo estimado de 25 días por lado. Luego del secado, la madera es llevada a la bodega para madera secada de tal forma que quede libre de humedad, donde es seleccionada y apilada por especie (Manchiche, Danto y Santa María), por tipo (tabla o regla) y por medidas (cortas o largas) observando que las tablas y reglas queden separadas entre sí para que el aire circule libremente a través de las piezas. La madera debe permanecer en este sitio hasta que sea necesario su traslado hacia el área de corte y cepillado, que es el siguiente procedimiento.

Procedimiento de corte y cepillado.

Este procedimiento da inicio en la bodega de madera secada y termina en el área de armado de bastidores, y se compone de la forma siguiente:

a) Corte de reglas longitudinales y transversales

Para llevar a cabo esta fase del procedimiento, la madera es llevada en lotes de 30 reglas (9 reglas largas de 285cm, 9 reglas cortas de 150cm y 12 reglas medianas de 180cm) de la bodega donde permaneció luego de haber sido secada hacia la carpintería, posteriormente, a las reglas se les hacen cortes de rebanado en dos de sus lados, en la máquina llamada canteadora, estos cortes se hacen para lograr una escuadra en dos lados de la regla, después las reglas pasan a la cierra circular, donde se realizan dos cortes longitudinales para lograr las medidas de 7.5cm X 5cm, luego las reglas son trasladadas hacia la cierra radial donde se corta una de sus puntas, esto se hace para escuadrar la regla, posteriormente se hace un corte en la otra punta para lograr las medidas de 244cm, 120cm, 100cm (estas reglas corresponden al marco del bastidor) y 79cm (estas reglas corresponden a los arriostres). Estas obedecen al diseño predeterminado de los muros. Una vez realizados los cortes de las reglas en carpintería, la madera es trasladada al área de armado de bastidores y forro.

b) Corte y cepillado de tablas

La madera que se utiliza para el forro de los muros es transportada en lotes de 68 tablas (de 20.32cm por 2.54cm por 180cm de largo) de la bodega donde permaneció luego de haber sido secada, hacia la carpintería donde se le realizan cortes rebanadores en la máquina llamada cepilladora, hasta alcanzar los 2.22cm de grueso, luego se procede a transportarla a la máquina llamada canteadora, donde se procede a rebanar uno de sus cantos para escuadrar las tablas, luego se traslada a la sierra circular donde se corta a 17.14cm de ancho, tomados del costado escuadrado, luego se transporta a la sierra radial, donde se corta a 60cm y 120cm de largo, después se procede a transportar la madera a la sierra circular, donde se corta a 2cm de ancho y 1.27cm de alto para formar el batiente, este proceso se realiza en ambos lados de la tabla, ya terminados los cortes a las tablas, se procede a transportarla al área de armado de bastidor y forro.

Procedimiento de armado de bastidor y forro

Este procedimiento da inicio en el área de armado de bastidor y forro, y termina en las áreas de ensayos de corte y compresión, y se compone de la forma siguiente: Para el armado del marco del bastidor, se necesitan dos piezas largas de 244cm de largo y dos piezas cortas de 120cm de largo, las cuales son unidas en sus extremos con cola blanca y tornillos de 5 X 8 pulgadas, luego se arma el centro del marco formado por una pieza larga de 244cm de largo y una pieza corta de 120cm de largo a las cuales se les hace un corte en el centro para formar una cruz para luego pegar con cola blanca y atornillarlas con tornillos de 2 ½ X 8 pulgadas, una vez terminados el marco y la cruz se procede a unirlos con cola blanca y tornillos de 5 X 10 pulgadas en los cuatro extremos de la cruz y en el centro del marco, luego de ajustar los cuatro arriostres del centro hacia las esquinas se procede a unirlos con cola blanca y 2 tornillos de 5 X 8 pulgadas, ya terminado el bastidor con sus arriostres, se procede a colocar el forro compuesto por 8 tablas de 120cm de largo y 16 de 60cm de largo por 17.14cm de ancho, para ello se coloca inicialmente una tabla de 120cm la cual se fija al bastidor con cola blanca y 6 tornillos de 2 X 8 pulgadas, 2 en sus extremos y 2 en el centro, seguidamente se colocan dos tablas de 60cm unidas con 4 tornillos de 2 X 8 pulgadas, dos en cada uno de sus extremos, como segunda fila de forro, y así sucesivamente hasta terminar de forrar un lado del muro, ya forrado se procede a transportar el muro al área de ensayo determinado.

Referencias normativas para procesos de preparación de la madera. Constituyen la documentación que representan los estándares de calidad fijados para realizar los procesos de preparación de la madera y la edificación de muros, en algunos casos estas referencias se componen de normas, manuales y otros documentos, con el fin de que los muros de madera cumplan con las especificaciones normativas .

Términos y definiciones. Representan el idioma técnico con que opera el sistema de control de calidad en la edificación de muros de madera, es decir, es el glosario con el cual se puede identificar una acción o situación en el desarrollo de los procesos y procedimientos en la edificación de muros.

3. SELECCIÓN DE LA MADERA

La selección de la madera se basa en la necesidad de las concesiones forestales de conocer y darle un valor agregado a maderas nacionales, para comercializarlas como productos no tradicionales. Las maderas seleccionadas más adecuadas para su análisis son las siguientes: Danto, Santa María y Manchiche.

4. DISEÑO DE MUROS Y CUANTIFICACION DE LA MADERA

Los diseños para la elaboración de muros de madera utilizando maderas nacionales, están conformados de las dos propuestas siguientes.

Propuesta de muro arriostrado simple.

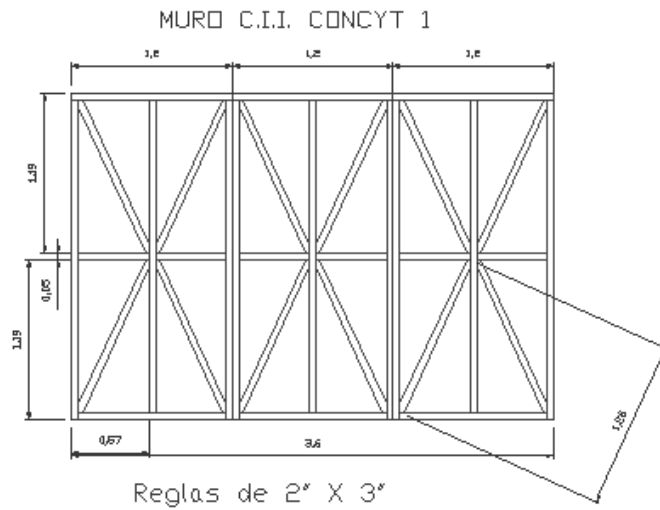


Figura 1: Muro arriostrado simple.

Propuesta de muro arriostrado con doble marco.

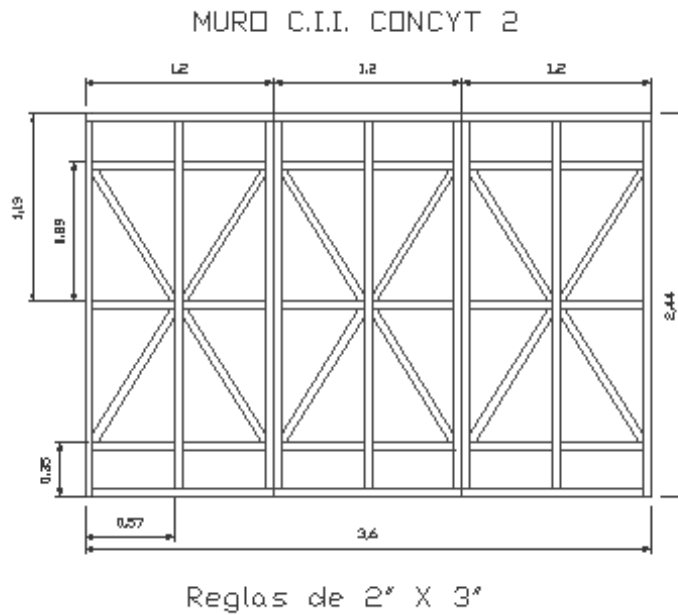


Figura 2: Muro arriostrado con doble marco.

5. CORTE DE LA MADERA EN PETEN

Se identifican los procesos de la madera requerida, especialmente en la selección de la madera, la calidad de la madera, los procesos de corte y las medidas y volúmenes requeridos. Se visita el lugar de corte de la troza y su proceso de almacenamiento y transporte al aserradero. También se analiza la importancia de conocer con detalle el curso que lleva la madera desde la troza hasta el producto terminado. Posteriormente se realiza el corte de las tablas en un aserradero, utilizando para el trabajo un generador de energía basado en combustible diesel.

6. SECADO DE LA MADERA

Se transporta la madera del almacén, para colocarla al sol para su secado natural. En la colocación de la madera se toman en cuenta el ángulo de inclinación y que se encuentre bien colocada tanto en la parte inferior como superior de la tabla. Se coloca la madera de tal forma que le se pueda mantener firme y con un ángulo de inclinación adecuado al tipo de madera, para recibir el calor del sol y lograr su secado. Al terminar de colocar la madera, se deja en esta posición aproximadamente 15 días, girándola cada día 180 grados para tener un secado más homogéneo.

7. ALMACENAMIENTO DE LA MADERA

Después que la madera ya se encontra seca, se procede a almacenarla, clasificándola por especie, por tipo y medidas en un ambiente cubierto, protegido del sol y de la lluvia.

8. CORTE DE LA MADERA EN EL LABORATORIO

Para el bastidor de cada panel se cortan las siguientes: 3 piezas de 7.5cm por 5cm por 244cm, 5 piezas de 7.5cm por 5cm por 120cm, 4 piezas inclinadas del centro a las orillas de 7.5cm por 5cm por 75cm.

9. CEPILLADO DE LA MADERA

Para el forro se procede a cepillar las tablas para poder dejarlas a una medida de 7/8 de pulgada de grueso y con un acabado para posteriormente poderlas cortar en las medidas siguientes: 8 tablas de 17.14cm por 2cm por 120cm y 16 tablas de 17.14cm por 2cm por 100cm de cada lado.

10. ARMADO DE LOS MUROS

Marco del bastidor, formado por 2 piezas longitudinales y 3 piezas trasversales. Luego es armado el arriostrado, formado por una pieza longitudinal y una pieza transversal con cuatro piezas inclinadas del centro a las esquinas. Ya terminado el bastidor se procede a la colocación del forro. Las dimensiones de cada panel son: 244 cm de alto, 120 cm de ancho efectivo, 12 cm de espesor.

11. ENSAYOS DE CARGA EN LOS MUROS

Procedimiento de Ensayo de Corte.

Se coloca el marco de carga (estructura triangular) con su respectivo gato hidráulico, para aplicarle carga horizontal en el extremo superior del muro. Las cargas se aplican gradualmente en el muro. Se toman lecturas de deflexión transversal del muro, en la cara opuesta a la de la aplicación de la carga en la parte superior y otra en la parte inferior del muro para observar si existe volteo.

Después de aplicar el efecto de corte al muro hasta una carga determinada, se descarga para analizar si el muro entra en un comportamiento plástico, luego se aplica carga hasta donde se considera conveniente, el muro presenta un tipo de resistencia considerable al efecto de corte.

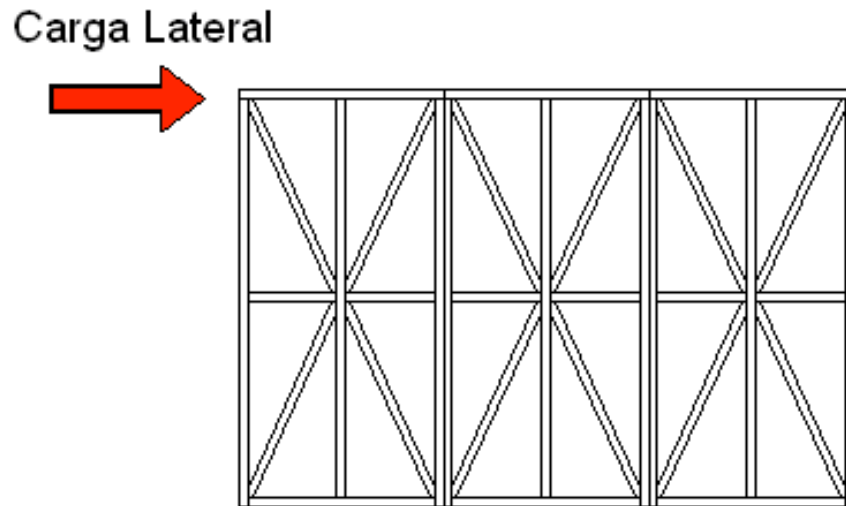


Figura 3: Ensayo de corte de muro arriostrado simple.

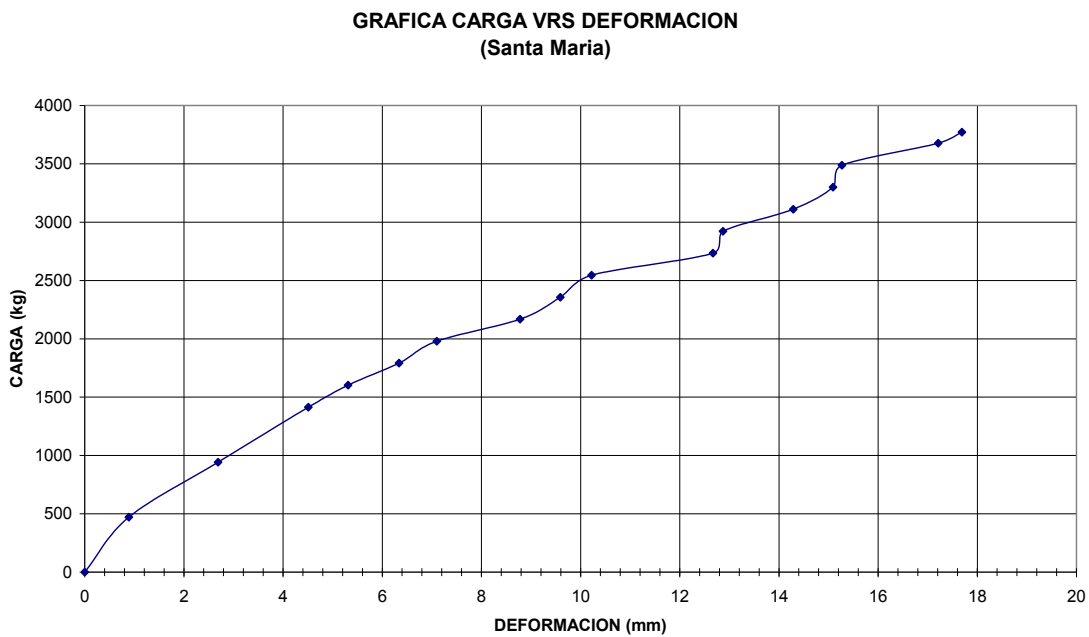


Figura 4: Gráfica carga vrs deformación de Santa María.

Procedimiento de Ensayo de Compresión.

Se coloca el panel de madera sobre el marco de carga, para aplicarle carga vertical sobre uno de los lados más angostos del muro. Las cargas se aplican gradualmente en el muro. Se toman lecturas de deflexión transversal del muro, en los costados del panel.

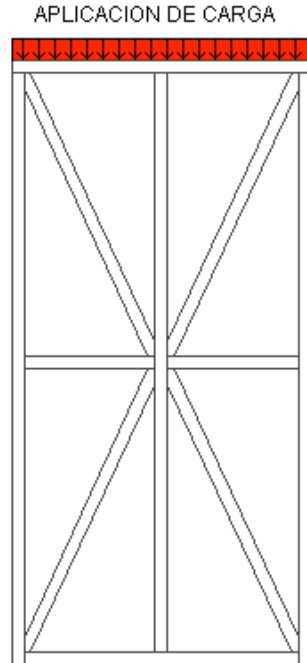


Figura 5: Ensayo de compresión de muro arriostrado simple.

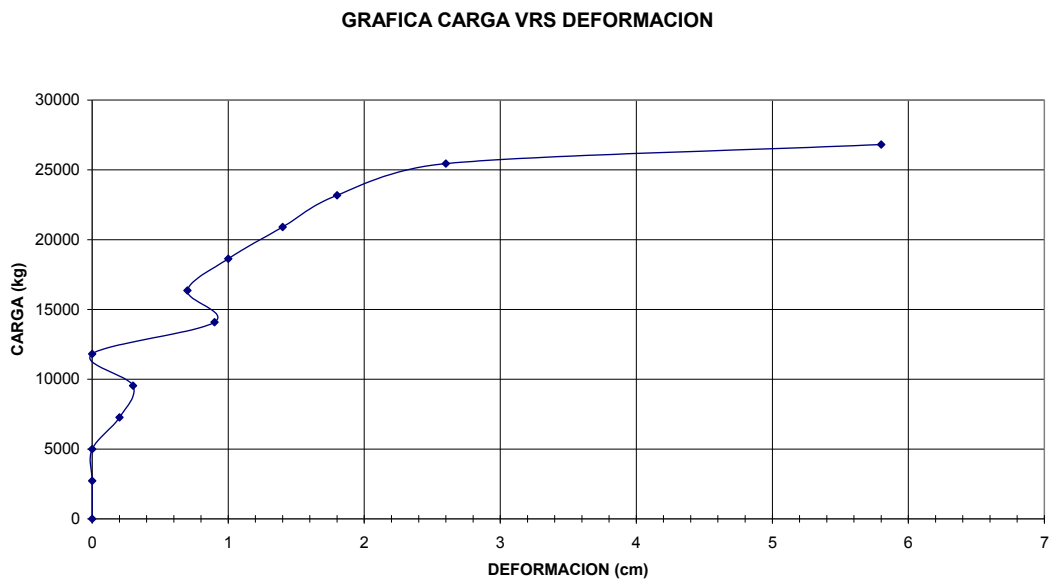


Figura 6: Gráfica carga vrs deformación de muro de Santa María.

12. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Se hace la transferencia de tecnología a miembros de las concesiones comunitarias agrupadas en una empresa forestal comunitaria en Petén, mediante reuniones y presentaciones, para que conozcan el sistema de control de calidad en la edificación de muros utilizando las especies peteneras de Santa María, Manchiche, Danto.

La transferencia tiene varios componentes, entre los que se encuentran las visitas, el intercambio de conocimientos y experiencias. Finalmente se simplifica a la presentación audiovisual de los resultados y al intercambio de preguntas y respuestas, donde se permite evaluar la receptividad de los oyentes. Así mismo se lleva un record de los asistentes y una secuencia fotográfica que permite tener una visualización sobre el desarrollo de las actividades realizadas. Para este evento se deja documento escrito sobre la presentación y del documento digital, entregado a los líderes de las concesiones forestales.

13. OBSERVACIONES FINALES

La selección de las maderas se ha realizado en función del manejo adecuado de las especies investigadas.

El transporte de las maderas del Petén al laboratorio, se hizo tomando en cuenta la optimización de los recursos disponibles, en condiciones ambientales favorables. La madera se encontraba lo más seca posible para alivianar el transporte.

La caracterización de las especies facilita la comercialización de la madera y sus productos, debido a que se ofrece mayor información de las maderas.

La propuesta del sistema de control de calidad permite conocer cada una de las fases del proceso del sistema constructivo de muros y permite monitorear los procesos de control de calidad en las diferentes etapas del sistema, propiciando un mayor valor agregado al producto final.

Los diagramas de flujo aportan conocimiento ordenado y sistémico sobre los procedimientos de cada fase del proceso, pudiendo identificar fallas en cualquier punto específico de los procedimientos definidos.

En el ensayo a corte de los muros arriostrados simple y doble, los paneles trabajaron inicialmente en forma independiente, ya que los mismos tuvieron desplazamiento inter-panel. El comportamiento individual de los paneles, provocó desplazamiento vertical, dando como resultado que una parte trabaje a tensión mientras que la otra mitad a compresión; generando un efecto de corte. Los pernos con los que se fijaron los paneles a la viga de ensayo estuvieron sometidos a un efecto de arrancamiento, haciendo el mayor esfuerzo las piezas transversales a los que estaban sujetos dichos pernos.

En el ensayo a compresión del muro arriostrado simple, los paneles trabajaron inicialmente en forma rígida, para luego comportarse de una forma más elástica presentando una deflexión mayor al centro del panel.

La transferencia tecnológica abre la vía de transmisión de conocimientos de la investigación al campo, tanto a nivel de contacto personal como por métodos alternos.

14. REFERENCIAS

- Acuña, P.I; Flores, E.M, Revista de Biología. (1987) Estructura de la madera de *Stryphonodeudrom Exelsum* Homs. Clasificación (CEDIA – 004290)
- Aguilar C., J.M., Aguilar C., C.A., Aguilar C., M.A. (1973) Introducción al estudio de los árboles de Guatemala, 2do. Tomo, DIGESA, DIRENARE, División Forestal, Proyecto de Investigación Forestal.

- Álvarez Noves, H. (1986) Deformaciones de la madera aserrada producidas durante y después del secado. Clasificación (CEDIA – 006810)
- Álvarez Noves, H. (1984) Secado de la madera al aire hojas divulgadoras, Clasificación (CEDIA – 006322)
- Arcia González, D.I.; Huerta Crespo, J. (1979) Anatomía y características físicas de la madera de los encinos. Clasificación (CEDIA – 005017)
- Asencio, Carlos Enrique. (1987) Evaluación del desarrollo de un secador solar-combustión para madera aserrada. Guatemala: U.V.G., 1987, Clasificación TE UVG Ing. Química A 81
- Ayala, Virgilio. Informe final proyecto FODECYT 09-2004. Implantación de un sistema de control de calidad en la edificación de muros utilizando maderas nacionales. Guatemala, mayo 2006.
- Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) (1971) Maderas, Temas: METODO DE DETERMINACIÓN DE FLEXION ESTÁTICA, 30 de Junio de 1971.
- Guatemala: Una Agenda para el Desarrollo Humano. (2003) Informe Nacional de Desarrollo Humano.
- Morataya Montenegro, R. A. (1993) Anatomía, propiedades físicas y algunos usos sugeridos de la madera de seis especies forestales en la Libertad, Petén, Guatemala. Biblioteca USAC, Guatemala.
- Monroy Vargas, J.C. (1974) Guía para la elaboración de un estudio de factibilidad de un proyecto de una planta de secado y tratamiento de madera, 1974, USAC, Guatemala.
- Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial. (1970) Production techniques for the use of wood in housing under conditions prevailing in developing countries: report of Study Group Vienna, 17-21 November 1969. New York, United Nations.
- Publicaciones de Asociación de Investigaciones Técnicas de las industrias de la madera y corcho (AITIM). (1973) Serie C Tecnología General, Normas Españolas para suelos de Madera, Sindicato nacional de la madera y corcho.
- Secado de madera aserrada: solar-combustión.(1987) Guatemala: ICAITI-ROCAP-AID. Clasificación T178. C39. IF – 001.0087
- Valladares, J. (1981) Manual práctico para el secado de madera al aire libre: especialmente diseñado para pequeños y medianos talleres de artesanías., Guatemala: ICAITI. Clasificación TS 837. V35
- Valdez Marckwordt, H.C. (1988) Anatomía y propiedades físicas de la madera de *Lanchocarpus Latifolius* (willd). Clasificación T-01114

15. AUTHORIZATION AND DISCLAIMER *Authors authorize LACCEI to publish the paper in the conference proceedings. Neither LACCEI nor the editors are responsible either for the content or for the implications of what is expressed in the paper.*