

**ANÁLISIS SOBRE LA EVOLUCION
DE LA MADERA LAMINADA A TRAVES
DE SU HISTORIA Y SU TRASCENDENCIA
PARA VENEZUELA EN EL SIGLO XX.**

Wilver Contreras Miranda (1) y Mary Owen de C. (2)

RESUMEN

Se realizó un primer análisis sobre todo lo que involucra la tecnología de madera laminada, su trascendencia e implicaciones en la evolución de la arquitectura e ingeniería con madera en los países desarrollados, pero especialmente su correlación con Venezuela. Nuestro país cuenta con potenciales recursos forestales y contradictoriamente con grandes necesidades espaciales, especialmente habitacionales. Por tales razones es importante dar a conocer a corto plazo y en la medida de lo posible, tanto académicamente y programas de extensión del Laboratorio de Diseño con Madera del LNPF, a todo el gremio de profesionales involucrados con los problemas constructivos nacionales, para que esta técnica no siga permaneciendo rezagada y abstraída dentro de las concepciones espaciales actuales. Parte de ésta estrategia, se consolida en el presente sobre la base del esfuerzo empresarial privado, donde recientemente en el Edo. Bolívar, se instaló la Empresa Kondor CA para la elaboración de elementos estructurales de madera laminada a partir del aprovechamiento, principalmente del pino caribe, y en menor rango con especies latifoliadas de bosque natural y plantado, empleando adhesivo isocianato MDI, elaborado por la empresa alemana Jawa. Actualmente se están evaluando parte de estos productos para determinar sus propiedades físicas y mecánicas, pero especialmente la evaluación de las líneas de cola empleando las normas americanas ASTM 1101, a fin de tener un material garantizado en su estabilidad dimensional en el tiempo una vez puesto en uso, bajo extremas condiciones ambientales.

Palabras Claves: Evaluación, historia, madera laminada, tecnología, correlación, Venezuela, arquitectura, ingeniería.

ANALYSIS ON THE EVOLUTION OF LAMINATE WOOD THROUGH IST HISTORY AND ITS TRANSCENDENCY FOR VENEZUELA IN THE 20TH CENTURY.

Wilver Contreras Miranda y Mary Owen de C.

SUMMARY

After having evaluated an extensive bibliography, it has been carried out a first analysis about what laminate wood technology involves, its transcendency and its implication for the evolution of architecture and engineering in developed countries wood use, but especially, its correlation with Venezuela.

Our country has potential forest resources, but, - at the same time- it faces up to serious space necessities, mainly those related to housing affairs. For these reasons, it is very important to let know of these issues (as much as one can, and as soon as possible) through teaching and/or through extension programs of the Design Laboratory with Wood of the National Product Forest Laboratory (LNPF), to the whole professional union involved in the national constructive problems. Like that, this technique would not continue to be straggler and ignored by the current space conceptions. Part of this strategy is currently consolidated on the private enterprise effort base.

Recently, the enterprise Kondor, C.A. has been settled in Bolivar state in order to elaborate laminate wood structural elements. This activity will be carried out starting from forest management, especially from "pino caribe" (Caribbean pine). Hardwood species from natrual and planted forests will be used in a minor range. MDI asocianato adhesive, elaborated by the German company Jawa, will be used. At the moment, part of this products, used to determine their physical and mechanical properties, are being evaluated. Different kinds of binders, which follow the ASTM1101.

American Norms, are being particularly evaluated to have a guaranteed material of its life-time dimensional stability, once it has been used under extreme environmental conditions.

Key words: Evaluation, history, laminate wood, technology, correlation, Venezuela, architecture, engineering evolution.

ANALISIS SOBRE LA EVOLUCION
DE LA MADERA LAMINADA A TRAVES
DE SU HISTORIA Y SU TRASCENDENCIA
PARA VENEZUELA EN EL SIGLO XX.

Wilver Contreras Miranda (1) y Mary Owen de C. (2)

INTRODUCCION

La construcción con madera laminada se originó en Alemania teniendo en corto tiempo un amplio desarrollo para el resto de Europa, pero ya no como elemento de belleza, sino por encontrar un sustituto a los recursos ya menguados en los bosques de maderas de grandes dimensiones que fungieran como elementos estructurales, para lo cual este nuevo producto en la tecnología de la madera, encontró amplio campo de investigación y difusión en los países desarrollados.

Uno de sus principales autores es el Laboratorio de Productos Forestales de Estados Unidos, Madison Wisconsin, que desde la década de los treinta han desarrollado técnicas de manufactura, diseño de estructuras y criterios de diseño para elementos estructurales. La construcción de madera laminada, o de fibra paralela, se refiere a dos o más láminas de madera unidas mediante un adhesivo adecuado de modo que la dirección de las fibras de todas las capas o láminas es aproximadamente paralela, obteniéndose elementos estructurales en forme recta o curvilínea.

En la última década del siglo XX la madera laminada continúa descubriendo nuevos campos, por ser considerado un material de construcción de características únicas ya que presenta menos tensiones internas por la no continuidad de las fibras, creando elementos más estables y con menos deformaciones, en otras palabras, presenta mejores características de estabilidad y resistencia que la madera sólida. Son clasificados estructuralmente de formas visual o mecánica en grados, como por ejemplo, la Norma Chilena de Clasificación Estructural del Pino Radiata destinado a madera laminada INFOR (1.987), única quizás de

América Latina. Además, ésta tecnología ha evolucionado proporcionalmente a la problemática de aprovechamiento racional de los bosques plantados en los países desarrollados, donde se han podido obtener dimensiones hasta de 24 metros a partir de piezas continuas como el LVL, Microlam, Parallam ó PSL, Intralam, todas elaboradas por la compañía canadiense Trus Joist Mc Milan.

A pesar de la gran disponibilidad existente de material bibliográfico seleccionado, se consideró importante correlacionar históricamente esta tecnología cada día en ascenso y original en sus resoluciones, con la realidad nacional, la cual cuenta con un gran recurso forestal. Se discutieron los hechos más resaltantes de su joven historia en el ámbito internacional y nacionalmente. Los autores no esperan hacer un tratado al respecto, pero se espera en ésta primera investigación, evaluar su evolución histórica como basamento fundamental para entender sus verdaderas perspectivas y trascendencia, al promover sobre la base de sus notables ventajas técnicas su utilización integral en Venezuela para la primera década del siglo XXI, y por ende buscar la solución de sus grandes problemas espaciales donde se ve involucrada buena parte de la población nacional.

MATERIALES Y METODOS

Se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica de los principales libros, revistas y manuales que describen la evolución histórica y tecnología de la madera laminada, sus materiales y sistemas constructivos para su respectiva elaboración. En esta primera etapa se correlaciona con nuestro país, como una forma de entender después el estado real de la técnica, nuestras verdaderas perspectivas y limitaciones en forjar la verdadera cultura de uso de la madera laminada a muy corto plazo.

DISCUSION Y RESULTADOS

La madera, utilizada en la forma más diversas, es posiblemente uno de los materiales de mayor difusión en construcción civil, de mobiliarios y artefactos, además proporciona un alto efecto decorativo.

Se han perfeccionado los métodos y elementos de elaboración y aplicación a través de los siglos, donde su empleo se confunde prácticamente con los albores de la humanidad. Muestra de ello lo constituye por ejemplo una cama hallada en la tumba de la época de Tutankamón, cuya cabecera fue construida con madera de Laburnum y finalmente acabada con incrustaciones de oro y piedras preciosas (Castiglioni, 1.957).

Los primeros vestigios sobre madera laminada datan del siglo XIV, pero trabajada de forma muy artesanal y con las limitaciones de la técnica respectiva que ella implicaba y a diferencia de todos los avances de la actualidad. Es en 1.548 en que el arquitecto Philibert Delorme proyecta para el rey Enrique II una solución técnica ingeniosa para la época, en base a arcos y de vigas compuestas de tablas recortadas y clavadas para cubrir luces considerables (ATRIUM, 1.993). Partiendo de los mismos principios de Delorme, en 1.825 el Coronel Emy construye una edificación en Bayona, pero agrega dos cambios importantes, primero, incorpora elementos metálicos de amarre externo, tipo pletina para mantener la presión de las maderas unidas; segundo coloca las piezas de maderas en tabla de forma horizontal, en contraposición al planteamiento de Delorme que las ubicaba de canto, por lo cual se tenía que aserrar para originar la forma curva del arco.

En 1.906, un carpintero llamado Otto Hetzer de Weimar en Alemania, originó la construcción de madera laminada, con un amplio desarrollo para el resto de Europa en muy corto tiempo, pero ya no como elemento de belleza, sino por encontrar un sustituto a los recursos ya menguados en los bosques de maderas de grandes dimensiones que fungieran como elementos estructurales, para lo cual este nuevo producto en la tecnología de la madera, encontró amplio campo de investigación y difusión en los países desarrollados.

Desde la década de los treinta en el Laboratorio de Productos Forestales de Estados Unidos, Madison Wisconsin, se desarrollaron técnicas de manufactura, diseño de estructuras y criterios de diseño para elementos estructurales para maderas laminadas (Bohannon, 1.972).

Según Chugg (1.964), la construcción de madera laminada, o de fibra paralela, se refiere a dos o más láminas de madera unidas mediante un adhesivo adecuado de modo que la dirección de las fibras de todas las capas o láminas es aproximadamente paralela. El tamaño, la forma, el número y espesor de las láminas pueden variar ampliamente. Muy similar es la definición dada por Freas y Selbo (1.954), donde madera laminada, se refiere al material encolado en pequeñas piezas de madera en forme recta o curvilínea, con el grano de todas las laminaciones paralelas a la longitud del elemento.

Los productos laminados son generalmente similares a los de la madera sólida de igual calidad. La manufactura mediante el encolado permite la construcción de artículos largos, anchos y gruesos, partiendo de material más pequeño y menos costoso, a menudo, con menos pérdida de madera que cuando solo se usa ésta en forma sólida.

El alto espectro de investigación de la madera lamina en todos los laboratorios forestales del mundo en los últimos años, ha permitido que esta tecnología se proyecte y asocie al aprovechamiento racional de los recursos de la biomasa del bosque, la producción estandarizada, en masa de elementos estructurales modulares y la economía respecto al uso de otros sistemas constructivos. Ellos permiten un concierto de usos para la manufactura de vigas, arcos y cerchas laminadas, siendo esta la causa por la que han llegado a ser un segmento muy importante en la industria de la madera (Figura 1).

En la última década del siglo XX la madera laminada continúa descubriendo nuevos campos, por ser considerado un material de construcción de características únicas. Por esta razón ATIM 166 (1.993), reseña que la madera laminada por sus características técnicas y estéticas ha permitido con éxito su aplicación en construcciones grandes o pequeñas, desde hangares hasta interiores de viviendas, desde puentes peatonales perfectamente integrados al entorno rural o urbano, llegando hasta grandes construcciones de uso público como algunas de las que albergaron los Juegos Olímpicos de Invierno de Lillehammer.

Unas de las principales características técnicas de la madera laminada es que presenta menos tensiones internas por la no

continuidad de las fibras, creando elementos más estables y con menos deformaciones, en otras palabras la madera laminada presenta mejores características de estabilidad y resistencia que la madera sólida. Por esta razón Arroyo (1.983), estimó que los cambios dimensionales que pueden ocurrir como resultado de los aumentos de temperatura, son menos significativos en los elementos estructurales de madera que en los de metal. Cuando la madera se calienta, se dilata transversalmente al grano tanto o más que los metales, pero muy poco en la dirección longitudinal, lo cual tiene primordial importancia en la construcción, es por ello que la estabilización de la madera se logra por medio del contrachapado, en el cual los cambios dimensionales anisotrópicos están distribuidos de tal manera que las contracciones y dilataciones de las láminas resultantes se reducen al mínimo y son aproximadamente iguales en las dos direcciones principales.

Describiendo brevemente las principales ventajas que tiene la madera laminada respecto a otros materiales convencionales, según lo expuesto en AITIM 166 (1.993), se puede resumir en los siguientes principios:

1. Bajo peso específico, con el consiguiente ahorro en las fundaciones.
2. Bajo peso propio, facilita el transporte y montaje.
3. Flexibilidad en el diseño.
4. Buen acondicionamiento acústico en grandes espacios cubiertos.
5. En la mayoría de los casos, una construcción libre de mantenimiento
6. La madera laminada es apropiada para ambientes interiores altamente agresivos, además no exige para su montaje herramientas especiales.
7. En contra de lo que pudiera pensarse, la madera laminada ofrece una excelente resistencia al fuego (mejor que el acero).

La importancia de los productos laminados en los países latinoamericanos, no está tan distante respecto a los países industrializados en tiempo y espacio, para nivelarnos en propuestas planteadas de acuerdo a nuestros propios recursos y posibilidades tecnológicas. Tal es el atrevimiento que en la actualidad Venezuela esta adormecida y a la saga de esta tecnología, después, de la experiencia única en su estilo en el

país, de las vigas laminadas con luces de 30 m. hecha para la sección de contrachapado y pulpa para papel del Laboratorio Nacional de Productos Forestales (LNPF) de la U.L.A. en 1.963, bajo la dirección de Van der Slooten (**Figura 2**).

La experiencia aislada por una empresa constructora en la ciudad de Valencia, Venezuela, en la década de los setenta pero con pésimos resultados ya que sus productos se delaminaron por la mala selección de la cola caseína y su debida exposición al medio. Similares resultados se han obtenido en la experiencia constructiva en la prestigiosa Urbanización San José de la ciudad de Mérida, donde los elementos de viga del techo de machihembrado y teja criolla, han flectado tanto por las deflexiones en el tiempo, que se han delaminado y ponen en peligro las vidas humanas que en las casas habitan. Para resolver este problema, los propietarios le están incorporando pernos de acero una vez puesto los gatos hidráulicos para llevarlos a su posición original. Estas experiencias constructivas son las que en el presente la población en general aprecie con recelo la noble técnica de la madera laminada.

En el año 1.987, se desarrolla en el LNPF una serie de vigas para el hall del Hotel Páramo la Culata en el Valle de Mérida, con madera de ceiba seca y preservada con sales CCA y adhesivo de contacto de la marca venezolana Hercúles, los cuales después de más de una década estén en excelentes condiciones a pesar de que algunas de las vigas dan al exterior (**Figura 3**).

En la actualidad, esta en proceso de instalación y promoción por vez primera en nuestro país, la primera planta con tecnología básicamente alemana de madera laminada, sobre la base del esfuerzo empresarial privado, en la zona Industrial de Matanzas de la Ciudad de Puerto Ordaz, Edo. Bolívar. La Empresa Kondor CA, afiliada a la Corporación Forestal Uverito CA, esta empezando la elaboración de elementos estructurales de madera laminada a partir del aprovechamiento, principalmente del pino caribe, y en menor rango con especies latifoliadas de bosque natural y plantado, empleando adhesivo isocianato MDI, elaborado por la empresa alemana Jawa. Se espera que a mediano plazo estos productos puedan tener un uso generalizado en el contexto nacional al ser incorporado en la construcción de edificaciones en general y abra en realidad un verdadero compás de expectativas

para que sea parte de la cultura constructiva del venezolano en el próximo milenio (**Figura 4**).

Colombia en los últimos años ha venido y patrocinando productos de madera laminada para toda sur América, por medio de la única planta existente en ese país, CONSERVE Constructora e Inmunizadora del Grupo Serye S.A. ubicada en la ciudad de Medellín, siendo lo más importante, que combaten la idiosincrasia de la creencia general de que la madera laminada sólo se utiliza para grandes luces, cuando ella también tiene un gran campo de acción en los usos cotidianos de la construcción, tales como: elementos de cubierta, caballetes, correas, alfardas, elementos de cerramiento, columnas, paneles, marcos, puertas y ventanas.

En la última década, la industria de la madera laminada de Chile ha tenido el mayor auge técnico e investigativo en América Latina, por medio del Instituto Forestal Chileno INFOR, que en comparación con la Corporación de Fomento de la Producción, ha permitido manufacturar productos laminados con calidad de exportación, elementos de variados usos y diseños estructurales, con mezcla variada de especies de madera, además del uso de una sola especie, donde las chapas o tablas no mayores de 45 mm. Son clasificados estructuralmente de formas visual o mecánica en grados, mediante las Norma Chilena de clasificación Estructural del Pino Radiata destinado a madera laminada INFOR (1.987). Esta norma define las características que debe tener la madera, considerando de forma muy especial el tamaño y ubicación de los nudos, como la desviación del grano de la madera, que de acuerdo a la resistencia reales obtenidas con vigas confeccionadas en los ensayos reales del laboratorio, el diseño y calculo para la madera sólida, lo que conlleva a un sobre dimensionamiento de las secciones, pues es un hecho conocido que el proceso de laminación eleva la resistencia del elemento estructural.

Aquí se justifica el porqué se está trabajando con tiras de caña brava *Gynerium sagittatum* paralelas al grano (Contreras y Owen, 1.998) (**Figura 5**), porque desde el punto de vista de diseño se forma un elemento estructural laminado, con un material que individualmente sus tiras son de alta densidad (0,83 gr/cm³), y que al ser comprimido con el previo acondicionamiento, encolado, prensado y aplicación de calor, se pudo concretar la realización

experimental de un elemento estructural laminado de alta resistencia.

Leslie (1.975), registra que a partir de la década de los setenta, en los Estados Unidos se patrocinó el proyecto STRETCH, y de forma similar bajo otros nombres en otros países desarrollados, que fundamentaban en el uso de la madera el gran peso del aporte de insumos para la gigantesca industria de la construcción en general, se generó la tendencia tecnológica de manufacturar nuevos productos a partir del procesamiento de los residuos de plantaciones y de los árboles de corta edad. Esto desencadenó nuevos procesos y métodos, materiales de construcción con grandes y altas eficiencias, como por ejemplo el llamado PRESS - LAM, el cual es un producto tipo madera aserrada por el uso reciente de chapas de 3/8" de espesor, dispuestas en sentido vertical u horizontal, secados en planchas de presión, aplicación de adhesivos especiales y la presión de laminación final (Youngquist et al, 1.979).

De este concepto han surgido una gran cantidad de elementos similares, variando la disposición del sentido de las chapas en posición horizontal o vertical para buscar mayor coeficientes de resistencias y por razones económicas el uso de distintos adhesivos, que en su mayoría son resinas fenólicas y resorcinol o simplemente la mezcla de ambos según los requerimientos de la investigación.

En la búsqueda de disminución de costos y de los altos requerimientos de consumo de energía, se ha justificado la variabilidad de elementos laminados. Por tanto se ha jugado con los espesores de estas chapas apareciendo nomenclaturas como LVL, madera de chapas laminada, hechos de chapa C ó D de 3/16, 1/8, ó 1/10 pulgadas de espesor y el efecto de la anchura se aprecia sobre las propiedades de tensión y flexión (Youngquist, 1.984). Similares investigaciones han sido realizadas por Loehnertz (1.984), sólo que cumple el método de prensado caliente de calor residual de chapas gruesas de 1/2" laminadas con un adhesivo fenólico al cual ofrece grandes ahorros en el costo del adhesivo, comparado con el método de lamina prensada.

Pero no sólo se ha pensado en elementos estructurales de grandes y medianas dimensiones, sino que existen propuestas

más agresivas en el campo de la arquitectura e ingeniería, como la utilización de las mallas espaciales en el campo de la estructura de cubiertas de grandes luces, la cual se ha convertido en este siglo en una de las tipologías de mayores posibilidades. Unas de las realizaciones más emblemáticas es el Palau Sant Jordi para los Juegos Olímpicos de Barcelona en 1.992 obra del arquitecto Arata Isozaki, lo que sustenta en importancia esta cubierta es que fue hecha con barras de madera laminadas huecas de diversas secciones, según patente VARAFORM en la que se emplea un nodo donde confluyen todos los elementos laminados (Estévez et al, 1.993).

El FORINTEK CANADA CORPORATION, se funda en 1.979 como el Instituto Nacional de Investigación y Desarrollos de Productos de Madera de Canadá, aunque lleva trabajando en el sector forestal desde hace más de 60 años. Gracias a su aporte tecnológico, fue posible crear (por reconstrucción) elementos a partir de fibras de madera, con características tecnoeconómicas superiores, además de que puede llegar a consumir nada más la mitad de volumen de fibras de madera de la que sería necesario en una viga de madera maciza, y garantiza un nivel de resultados superior.

El desarrollo e innovación de la investigación del FORINTEK CANADA CORPORATION, ha permitido generar una variedad de productos laminados, tales como: MICROLAM, es la primera realización industrializada en el mundo de piezas estructurales de hasta 24m., de chapas paralelas encoladas; el Skrimbreg; forjados silenciosos vigentes T.J.I., que son elementos estructurales ligeros de hasta 24 m., empleados en forjados y cubiertas, los cuales son un híbrido entre contrachapado y un elemento laminado tipo MICROLAM también denominado LVL (Laminated Veneer Lumber), de múltiples aplicaciones entre lo que se encuentra los postes de sección octogonal; el PARALLAM (PSL)(Figura 6); y por último el INTRALAM (AITIM 162, 1.993), a partir de tiras de desarrollo pero con longitudes promedio de 0,60 cm., que por ser más actualizado permite definir el trabajo de Owen de C., y W. Contreras (1.998), dentro de esta definición, ya que para fecha de cuando fue realizado no estaba registrada esta tecnología (Figura 7).

Según F. Pfaff de Forintek, en su entrevista para AITIM (1.993) denominó el PARALLAM, como un elemento estructural de uso múltiple para vigas, dinteles, pilares, de madera de tiras paralelas, que tienen de 2 a 4 mm de espesor, llegando a alcanzar 2,5 metros de longitud, obtenidas del desarrollo de árboles de pequeños diámetros. Estas pequeñas láminas se encolan entre sí y se prensan con calor (micro ondas). Se pueden obtener piezas de mayor longitud y sección que las de las trozas iniciales de materia prima. Aunque esta materia procede de árboles de segunda generación, una de las principales ventajas del Parallam es que alcanza niveles de resistencia mecánica superiores a los de gran número de especies de árboles de primera generación.

Además se pueden obtener dimensiones mayores encolado de dos piezas de Parallam ó PSL, utilizando técnicas parecidas a las de la fabricación de madera laminada encolada. Es importante acotar que las piezas Parallam muestran las líneas oscuras de cola al igual que la madera laminada encolada, pero en estos productos son más numerosas y más gruesas. Este producto puede mecanizarse, teñirse y recibir cualquier tipo de acabado utilizando las mismas técnicas que se emplean para la madera aserrada.

Finalmente se describen algunos requisitos de especificaciones para la fabricación de estructuras laminadas de madera encolada y elementos estructurales, los cuales son necesariamente generales y que serán desarrollados con más en detalle en capítulos posteriores, pero que pueden brindar una guía en la consideración de los puntos más importantes que afectan el éxito final de la elaboración de este tipo de elemento, como punto de partida para cualquier investigación a realizar en madera laminada.

A continuación se exponen los principios básicos que se debe considerar al momento de hacer uso de la madera laminada en la fabricación de edificaciones, desde quien concibe la estructura y concepción espacial, el arquitecto, seguido, por el ingeniero civil al momento de efectuar sus cálculos y el fabricante en la elaboración y montaje en obra de los elementos estructurales, donde los autores tienen la convicción de que con la incorporación inmediata de esta tecnología a las necesidades constructivas de Venezuela, la madera laminada jugará definitivamente un rol

protagónico en el siglo XXI. Los mismos requisitos de especificaciones han sido divididos en cuatro partes:

A.- DISEÑO Y CALCULO ESTRUCTURAL:

- El arquitecto debe considerar las luces a cubrir, la forma estructural más estética y funcional para lograr la mejor calidad formal y espacial, además el tipo de elemento si es sólida ó compuesta, el diseño de la unión y distribución de los pernos y pletinas, etc.
- El ingeniero por su parte debe considerar las cargas una vez puesto en servicio del elemento laminado, incluyendo las cargas muertas, por viento, impacto, terremotos y otros que sean aplicables. Debe considerar las tensiones de trabajo permisibles (esfuerzos de diseño) tanto del elemento como para las sujeciones, las cuales deben ser comparadas con las realizadas para madera sólida ó investigaciones realizadas con patrones muy similares de métodos más actuales, como los Esfuerzos de Diseño Limite (LSD).

B. - MATERIAL:

- Tomar en cuenta primero el tipo de cola que se usará, la cual debe desarrollar y retener la resistencia total de la madera bajo las condiciones esperadas para el servicio de vida anticipado de la estructura. En el presente se ha empleado de forma experimental en el LNPF, varios tipos de resina fenol - formaldehído producida por la Industria Resimon C.A. ubicada en la ciudad de Valencia, Venezuela. De igual forma, Industrias Kondor CA está empleando adhesivo MDI.
- Segundo la clasificación y tipo de madera, estudiando y analizando su grado de tensión, su desarrollo y comportamiento al aserrado, tamaño de cada pieza, contenido de humedad inmediatamente antes de su ensamblaje, debiendo tener una vez terminada su elaboración, un contenido de humedad tan cercano como sea posible a las condiciones de servicio y con rango no mayor de 5% entre varias láminas ensambladas dentro del elemento.

- La madera debe estar libre de defectos, pudrición, concentración de nudos, manchas de savia, agrietamientos, astillas, grano inclinado, etc., que permitirán clasificarlos hasta en 4 clases, con las Normas Southern Pines Inspection Bureau (SPIB) de los Estados Unidos ó la National Lumber Grading Assotitation (NLGA) de Canadá. En el caso de Chile, quizás único de América Latina, las NCh 1198, específicamente para la madera laminada.

C.- CLASIFICACION:

- Se deben tomar en cuenta las técnicas empleadas en la fabricación del elemento laminado, tipo de ensamble, juntas de borde y canto, calidad de las líneas de cola y arreglo o distribución de las láminas en adelgazamiento en sección si existe en el diseño.

D. - INSPECCION:

- Es de suma importancia hacerla en la planta a fin de asegurar la calidad de producto terminado, cubriendo los siguientes aspectos: calidad de los materiales, técnica apropiadas de fabricación, calidad de las juntas de cola y por último la ubicación apropiada de las partes de extremo y borde, como del material de diversos grados o clases.

BIBLIOGRAFIA

1. **ARROYO, J.** 1.983. Propiedades físico - mecánicas de la madera; texto para Estudiantes de Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales U.L.A. Mérida - Venezuela.
2. **AITIM 162.** 1.993. Canadá Edición Especial. AITIM N°162. Enero - Febrero. Madrid , España.
3. **AITIM 166.** 1.993. Madera Laminada MOELVEN de interiores de vivienda a puentes peatonales. AITIM. Sep - Oct. Madrid, España. p: 79.
4. **ATRIUM.** 1.993. Biblioteca Atrium de la Carpintería 5. Colección técnica de bibliotecas profesionales. Editorial Océano/Centrum. Barcelona, España.p: 9 – 10.
5. **BOHANNAN, B.** 1972. Strength Criteria of Glued Laminated Timbers. Forest Products Laboratory. Bull. 361. E.E.U.U.
6. **CASTIGLIONI, J.** 1957. El diseño de las maderas. Rev. de Inv. Forestales. Tomo I. N° 3. Buenos Aires, Argentina.
7. **CHUGG, W.A.** 1.964. GLULAM. Londres, Inglaterra.
8. **CONTRERAS, W., y M., OWEN DE C.** 1.997. Elaboración de un elemento laminado, tipo Parallam, con tiras de Caña brava *Gynerium sagittatum* y adhesivo fenol-formaldehido. Revista Forestal Venezolana. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 41(1): 29 -36.
9. **ESTEVEZ, J. et al.** 1.993. Mallas especiales de doble capa en madera laminada. AITIM. Noviembre – Diciembre. N° 167.p:67 – 74.
10. **FREAS, A., y M.,SELBO.** 1.954. Fabrication and Desingn of Glued Laminated Wood Structural Members. Forest Products Laboratory. Madison. Winconsin. E.E.U.U.

11. **INFOR.** 1.987. Clasificación estructural del Pino Radiata destinado a madera laminada. Informe Técnico N°108 Santiago de Chile, Chile.
12. **LESLIE, H.** 1.975. Technology in the new age of wood. Forest Products Laboratory. Madison. Bull. 650 - 255/39. Madison. Winconsin. E.E.U.U.
13. **OWEN DE C., M. y W., CONTRERAS.** 1.997. Elaboración de un elemento laminado, tipo Parallam, con tiras pino caribe var. *Hondurensis* y adhesivo fenol-formaldehido. Revista Forestal Venezolana. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 41(2): 29 -36.
14. **YOUNGQUIST, J.** 1.979. Desing, fabrication, testing and instalation of a Press -Lam. Bridge Res. Pap. FPL - 332. USDA. Forest Serv., Forest Prod. Madison. Winconsin. E.E.U.U.
15. **YOUNGQUIST, J. et al.** 1.979. PREES - LAM: New Technology. Appeared in Cocept. American Wood Preservers Institute, Mc Lean E.E.U.U. p: 27 - 28.
16. **YOUNGQUIST, J. et al.** 1.984. End Jointg of laminated venear Lumber for Structural use. Forest Products Jornal. November - December (33) 11 - 12.p: 57 - 60.