

INFORME

ESTUDIO FITOSANITARIO

EDIFICIO LABORATORIO QUÍMICO NACIONAL 615

CONVENIO INTERADMINISTRATIVO No. 12 ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Y EL
SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO



Calle 44 No 45-67. **UNIDAD CAMILO TORRES** 2º piso Oficina 203
Conmutador: (57-1) 316 5000 Ext. 10260
Correo electrónico: convensgc_fabog@unal.edu.co
Bogotá, Colombia, Suramérica

Dirección

José Eli Franco Santana

Ingeniero Forestal

Elaboró

Alexander Rodríguez Manius - Auxiliar

Ángel Edson Becerra Ordoñez- Auxiliar

Edgar Julián Pulido Gaitán - Auxiliar

Luis Fernando Franco Ordoñez- Auxiliar experto

MARZO DE 2016
Fecha presentación

Leonardo Álvarez Yepes
Interventor

Leonardo Álvarez Yepes
Director Convenio



CONTENIDO

1. ANTECEDENTES	4
3. MARCO TEÓRICO	6
4. METODOLOGÍA	21
5. RESULTADOS	25
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	31
8. ANEXOS	32

1. ANTECEDENTES

Tomando como base la solicitud del arquitecto restaurador Oscar Eduardo Villamizar G. Gerente de proyectos de **VIGAR LTDA NIT. 9000 57731-6**, quienes tienen a su cargo el contrato relacionado con los estudios técnicos y diseños, para la adecuación del **LABORATORIO QUÍMICO DEL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO (QUE CUENTAN CON 1000 M2 Y 260 M2 APROXIMADAMENTE)**, EN EL MARCO DEL CONVENIO N° 12 DE 2015, SUSCRITO ENTRE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA Y EL SERVICIO GEOLÓGICO COLOMBIANO, se presentó una propuesta técnico económica para la ejecución del estudio de sanidad de maderas pertenecientes al edificio (615), luego de su aprobación se generó la respectiva orden de trabajo la cual permitió la ejecución de las labores pertinentes.

El presente documento constituye el informe final del estudio y contiene la información relacionada con el estado de sanidad actual de los elementos estructurales de madera, hallados en el mencionado Laboratorio.

2. OBJETIVOS

- Analizar el estado de sanidad actual que presentan los elementos de madera estructural del predio edificio 615 objeto de estudio.
- Establecer la naturaleza de los daños.
- Precisar la intensidad de los daños de acuerdo con la escala cualitativa aplicada.
- Cuantificar los elementos sanos y los que presentan biodegradación causada por hongos y/o insectos xilófagos.
- Registrar en forma adecuada sobre los planos arquitectónicos la información de campo relacionada con la calificación individual de cada elemento.
- Recomendar los tratamientos a aplicar tanto a la madera de reposición así como también a la que continúa en servicio.
- Establecer alternativas relacionadas con las especies maderables que posibiliten el cambio de elementos afectados.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 AGENTES DESTRUCTORES DE LA MADERA

3.1.1 INSECTOS XILÓFAGOS

La madera, por ser un material de origen orgánico está expuesta a una serie de ataques, bien sea por organismos biológicos como bacterias, hongos, insectos, perforadores marinos e incluso animales superiores, o por causas no biológicas, como el fuego, desgaste mecánico y acción de la intemperie. (JUNAC, 1981)

Hay una serie de animales, principalmente insectos, a los que la madera sirve de refugio, lugar de incubación o de alimento, que amplían el número de los destructores de la madera. Un primer grupo ataca a los troncos vivos y sanos; otros prefieren árboles en pie, pero dominados o enfermizos y, con frecuencia ya muertos; finalmente, otro grupo se halla exclusivamente en la madera cortada, antes o después de labrada.

La clase y magnitud de los daños causados pueden ser muy diferentes: las galerías insignificantes que producen algunos insectos en los troncos de los árboles vivos se cierran o se recubren con tejidos de cicatrización, pero otros matan todo el tronco o una parte importante del mismo. La madera puesta en obra puede ser atacada por insectos que dejan galerías y agujeros de salida poco importantes, o por otros que devoran gran parte de la sustancia leñosa y ocasionan su total destrucción (KOLLMAN, 1972)

La destrucción de maderas por animales esta confinada fundamentalmente al grupo de los insectos. El mayor número de especies capaces de atacar la madera se ubica dentro del orden Coleóptero (Escarabajos), que conjuntamente con los termites o comejenes, obligan a tomar medidas de protección especialmente en las zonas tropicales.

Los daños por hongos pueden originarse incluso cuando el árbol está en pie. Los altos contenidos de humedad en los tejidos de la albura de árboles vivos generalmente los previenen por ataques de hongos e insectos, pero cuando el árbol se corta y comienza el proceso de pérdida de humedad, se convierte en fuente alimenticia para muchos organismos.

Las esporas de los hongos que circundan el medio encuentran un sustrato apropiado para su germinación y posterior penetración en el tejido leñoso. Las preferencias alimenticias de los hongos son muy variadas; mientras unos desintegran las paredes celulares causando pudriciones, otros se alimentan de azúcar y almidones, que forman parte del contenido celular y originan cambios de coloración de la madera (JUNAC, 1981)

3.1.1.1 Líctidos

Las polillas del género *Lyctus* son barrenos encontrados comúnmente atacando la albura o sámbago de muchas maderas latifoliadas. Las larvas de los Líctidos hacen su principal daño alimentándose del almidón que se encuentra en la albura o sámbago, de tal madera que no ocurran ataques o infestaciones en el duramen.

Los pequeños escarabajos de esta familia son marrones de apariencia bastante aplanada y miden entre 2,9 a 4,7 milímetros de longitud. La hembra de estos escarabajos oviponen sus huevos en los poros (vasos) de la madera susceptible en proceso de secado. La larva que se desarrolla es pequeña blanca y curvada y puede medir en las especies más grandes alrededor de 6 mm cuando se encuentra totalmente desarrollada. La larva se alimenta y trabaja en la albura o sámbago y cuando está madura pasa al estado de reposo o pupa.

El adulto del barreno, el cual emerge de la pupa, perfora un túnel de salida hacia la superficie exterior. Solamente la albura o sámbago conteniendo almidón es atacado por este tipo de barrenos, dado que la larva para su alimentación y crecimiento depende del almidón presente en la madera.

El ciclo de vida completo, es decir, desde huevo hasta un nuevo insecto adulto bajo condiciones favorables de verano o en maderas instaladas en interiores, puede ser tan corto como 4 a 5 meses, aunque normalmente hay una sola emergencia por año. La duración del ciclo está en función de la temperatura, humedad y ciertas modificaciones químicas que se producen en la madera.

Por lo común, piezas de madera que llevan albura o sámbago susceptible, serán infestadas dentro del primer año después del aserrado si permanecen en lugares de alta infestación. La madera con un contenido de humedad de 8% a 25 % es adecuada para los Líctidos y la infestación sobre una pieza continuará hasta que la provisión de alimento, en este caso el contenido de almidón se halla consumido. (TUSSET, 1995)

En algunos casos la albura o sámbago puede ser reducido a polvo, pero la gravedad del ataque dependerá grandemente de la cantidad de almidón presente. Ocasionalmente al efectuar el túnel de salida el adulto puede perforar a través del duramen que se encuentra adyacente. El tamaño de los vasos es un factor limitante; estos deben ser lo

suficientemente grandes en diámetro para permitir la introducción del ovipositor de la hembra adulta, dado que los vasos es el sitio en el cual casi invariablemente los pone.

Las maderas de textura muy fina con vasos de menos de 0,1mm de diámetro son prácticamente inmunes. Además el contenido de almidón la albura o sámagu debe ser suficientemente alto para que la pieza sea seleccionada por estos barrenos, para realizar la oviposición. Algunas maderas con vasos de diámetro adecuado para la oviposición no cumplen con este último requisito y por lo tanto son inmunes al ataque.

Muchas especies son de distribución cosmopolita creyéndose que su centro de dispersión es el continente europeo. Entre las maderas más atacadas mencionaremos: *Quercus*, *Ulmus*, *Tilia* y *Eucaliptus*. El ataque de ictidos puede ser prevenido por la remoción de la albura o sámagu susceptible o por tratamiento de éste por medio de preservadores. (TUSSET, 1995)

3.1.1.2 Anóbidos

Son coleópteros pequeños (3 a 9 mm de longitud), cilíndricos u ovales con un protórax en forma de capucha, que incluye, en parte la cabeza; los insectos perfectos son parecidos a los escolítidos pero con las patas más desarrolladas. Se presentan tanto en árboles en pie como en árboles apeados e incluso en maderas muy secas.

Causan daños importantes pues viven en colonias numerosas y los insectos perfectos vuelven a atacar la misma madera de que proceden. Producen pocos daños en la madera de construcción, pero estos son irreparables cuando se trata de muebles, principalmente piezas valiosas.

Las larvas de las distintas especies son blancas, finamente vellosas, con la parte anterior del cuerpo gruesa y patas muy visibles, perforan galerías muy juntas, irregulares de 1 a 2 mm de diámetro y llenas de aserrín, el crecimiento de las larvas dura generalmente un año y hasta dos o tres, siendo favorecido por una humedad elevada del aire y una temperatura moderada. La madera de los sótanos y las de los museos e iglesias donde las condiciones de temperatura y humedad son apropiadas es atacada más intensamente que las de las armaduras de los tejados que se encuentran en ambiente seco.

3.1.1.3 Cerambícidos

Los cerambícidos son coleópteros de tamaño que puede variar desde los 3 mm hasta más de 120 mm de longitud. Una gran mayoría de las especies de esta familia tienen el cuerpo alargado y aproximadamente cilíndrico, con antenas sumamente largas, a excepción de algunas en la subfamilia Prioninae y los Parandrinae. En muchas ocasiones el primer segmento antenal es mucho más largo que los demás y los ojos pueden rodearlo

parcial o totalmente. El cuerpo puede presentar una coloración vistosa e inclusive metálica. Los tarsos generalmente son bilobulados. La familia Cerambycidae puede ser dividida en 5 subfamilias: Parandrinae, Prioninae, Lamiinae, Cerambycinae y Lepturinae. Las especies de la subfamilia Parandrinae son conocidas como "cerambícidos aberrantes" ya que son diferentes a la mayoría, especialmente porque la longitud de sus antenas no sobrepasan la base de los élitros. Cerambycidae es una familia muy numerosa que comprende unas 5000 especies en la región neotropical. De Costa Rica se conocen unas 900 especies, pero se calcula que unas 1500 es el total de ellas en el país.

La gran mayoría de los adultos de Cerambycidae, especialmente aquellos de coloración vistosa, son diurnos y se alimentan de polen. Otros pueden alimentarse de madera, hojas o savias. Cuando la coloración es oscura o críptica, por lo general son de hábitos nocturnos y durante el día se les puede encontrar en reposo sobre troncos caídos. La madera recién cortada les resulta muy atrayente. La mayoría son barrenadores de madera durante su fase larval y muchas especies son dañinas en bosques y árboles frutales. Las especies de varios géneros, por ejemplo *Oncideres* y *Cephalodina*, son conocidos como "serruchos", ya que las hembras generalmente depositan sus huevos debajo de la corteza de ramas tiernas y posteriormente con la ayuda de sus mandíbulas hacen un surco profundo alrededor. Luego la rama muere y casi sólo una larva puede desarrollarse por rama. La mejores formas para colectarlos es atrayéndolos con luces, visitando ramas y árboles recién caídos o plantas en floración, donde los adultos se congregan y pueden ser atrapados directamente.

3.1.1.4 Termites (Isópteros)

Los termitas son insectos xilófagos de gran voracidad, que causan un enorme daño a las construcciones de madera. Se denominan frecuentemente polillas, hormigas blancas, termitas, termes, comejenes o termitas, denominaciones que corresponden a los nombres comunes asignados de acuerdo con las distintas regiones donde se registra su presencia. Son insectos sociales que viven en colonias, nidos o termiteros y que dividen sus actividades en formas especializadas o castas.

Antiguamente se registraba su aparición de manera exclusiva en regiones forestales de las cuales obtenían la mayor parte de su alimento de árboles caídos, raíces, ramas y troncos muertos. Con el avance de la colonización efectuada por el hombre y la transformación de grandes áreas forestales en poblados y predios agrícolas, los termitas fueron impulsados a incursionar en las diversas estructuras y productos elaborados en madera. Otras veces fueron introducidos en regiones costeras mediante la madera transportada por los barcos, tal carácter inmigratorio es típico de las especies halladas en la zona norte del país.

En Colombia, estos insectos se encuentran prácticamente a lo largo de todo el territorio, donde las condiciones ambientales correspondan a las franjas tropical y subtropical.

Infectan gran variedad de formas de uso de la madera, tales como postes de transmisión, postes para cercas, madera de puentes, muebles, estanques, etc. Pero el daño tiene especial significación en edificios de diversos tipos y diferente antigüedad. Pueden dañar en forma considerable: soleras, vigas, pies derechos y otros elementos estructurales de casas, galpones y diversas estructuras industriales, aunque rara vez provocan el colapso total de tales edificaciones.

Los termes o termitas son insectos parecidos a las hormigas, y existen más de 1.500 especies. Su organización social está altamente desarrollada y construyen colonias en nidos o termiteros de gran tamaño, que pueden albergar hasta un millón de individuos. Hay varios tipos de termiteros, desde los que están contruidos en el suelo, en el interior de troncos de los árboles o formados por montículos de hasta 9 metros de altura. Su interior está perfectamente organizado. Existen diferentes clases de individuos; las ninfas o termitas jóvenes y las castas de obreros y soldados estériles. La reproducción corre a cargo de una sola pareja en cada termitero, encerrada en la cámara real donde la hembra fértil desarrolla un enorme abdomen repleto de huevos que va poniendo continuamente. Los termes se nutren de la celulosa vegetal contenida en la madera que digieren gracias a unos protozoos que viven en su intestino. Los individuos fértiles alados salen de los nidos en ciertas ocasiones, se emparejan para formar nuevas colonias y después del apareamiento las alas se desprenden. Su ciclo evolutivo presenta una metamorfosis incompleta por lo cual se les denomina insectos hemimetabolos. El desarrollo de las termitas tiene una metamorfosis de tipo especial: La hembra fértil o reina pone huevos que originan ninfas, que pueden desarrollar individuos sexuales, obreras y soldados.

En una colonia o termitero hay generalmente 3 castas: los reproductores, los soldados y los obreros; pero en algunas especies de termitas falta esta última forma y en cierto género no existe la casta de soldados. Normalmente, en las primeras etapas de desarrollo, una colonia de termitas está formada por una sola pareja primaria de reproductores sexualmente maduros, que constituyen la pareja real, siendo los únicos antecesores de todos los demás miembros de la colonia. Durante el primer año de su vida reproductiva, la reina pone sólo algunos huevos, pero sus ovarios se agrandan gradualmente, dando por resultado un alargamiento y ensanchamiento de su cuerpo. Como consecuencia, hay un rápido aumento en su capacidad para poner huevos y el número de individuos en la colonia aumenta rápidamente a varios cientos (termitas de madera seca) o muchos miles (termitas subterráneos). La capacidad de las termitas para desarrollar reinas y reyes secundarios hace posible que una colonia establecida continúe su existencia indefinidamente, siempre que el suministro de alimento y humedad sean adecuados y los insectos estén protegidos de hormigas y otros enemigos.

De los huevos puestos por las reinas primarias o suplementarias nacen las ninfas, las que se desarrollan a través de varias etapas de crecimiento a soldados adultos, obreros y alados o reproductores. Los soldados encargados de la protección son estériles, sin alas, sin ojos funcionales y varían en longitud desde menos de 0,6 cm. (termitas subterráneos)

hasta 1,3 cm. (Especies de madera seca) alcanzando hasta 1,9 cm. (Especies de madera húmeda). Ellas se distinguen por su cabeza grande de color pardo oscuro y fuertes mandíbulas, especialmente adaptadas para la lucha, pero que no les sirven para horadar la madera o alimentarse.

Cuando una colonia abre orificios hacia el exterior, ya sea para la deyección de residuos fecales o para permitir que emerjan los individuos alados, o cuando la capa protectora de madera es accidentalmente rota, estos soldados evitan el ataque de sus enemigos naturales, las hormigas verdaderas, y de las termitas de otras colonias. Para ello bloquean las pequeñas aberturas con sus duras cabezas y tratan de matar los invasores con sus mandíbulas, o bien descargan una sustancia espesa adhesiva que detiene el ataque de estos insectos.

En las colonias de termitas que viven en la tierra, los obreros son los individuos más numerosos. Como los soldados, son estériles, sin alas y ciegos, y sus cuerpos levemente coloreados son algo menores de 0,64 cm de longitud. Están equipados con mandíbulas relativamente poco visibles, pero especialmente adaptadas para morder los fragmentos de madera. Esta casta es responsable de toda la destrucción ocasionada por las especies subterráneas. A estos obreros se les asignan deberes tales como la construcción y ensanchamiento de las horadaciones u otras estructuras que albergan el nido; la recolección de alimentos; el cuidado y alimentación de otras formas de adultos y de jóvenes y de lamer diariamente a los diversos individuos del termitero. El propósito primario de este hábito de lamerse o trofalaxia, es proporcionar un intercambio de secreciones corporales o exudaciones entre los individuos, pero también sirve para mantener los cuerpos de los insectos libres de mohos y micelios que pueden desarrollarse en gran cantidad en las horadaciones hechas por los insectos. En contraste con las termitas subterráneas, las termitas de madera seca y madera húmeda no tienen casta de obreros especializados y las ninfas inmaduras realizan los diversos deberes de la colonia. Luego de un período de servidumbre, estas ninfas maduran y llegan a ser soldados o alados.

Los alados o reproductores con alas se encuentran en períodos definidos del año en toda colonia mayor de dos años y se desarrollan de algunas ninfas en un período relativamente corto (sobre 3 meses) que precede a su vuelo. Se asemejan más a los insectos comunes que las otras formas de termitas, son algo aplastados, generalmente de cuerpo de color oscuro, ojos grandes, negros y compuestos; se les llama a menudo 'hormigas voladoras'. Alcanzan una longitud de 1,3 cm, o más (sobre 2,5 cm, o más en las termitas de madera húmeda) con sus alas. Todo el tiempo que permanecen en la colonia son sexualmente inmaduros, luego que han emergido, completado su vuelo y apareado llegan a ser reproductores funcionales. Los vuelos, o enjambraciones de estos alados se realizan una vez, y algunas veces dos cada año y proporcionan una de las principales indicaciones de la presencia de termitas en la madera o estructura. El período exacto de enjambración depende de la combinación más favorable de condiciones externas a la colonia, especialmente abundante calor y alto contenido de humedad ambiental.

Aunque estos vuelos son generalmente cortos, los alados pueden ser llevados por el viento, algunas veces, a distancias de varios cientos de metros. Al posarse proceden a librarse ellos mismos de sus alas, luego se introducen en la madera y se aparean.

Solamente una proporción relativamente pequeña de los individuos alados logra escapar de las hormigas, pájaros y otros enemigos naturales y encuentran un lugar adecuado para sus futuras actividades. En el caso de termitas no subterráneas (termitas de madera húmeda y madera seca) horadan hacia el interior de la madera que está sobre el suelo, constituyéndose en los reyes y reinas primarios de la nueva colonia. De esta manera se esparce la infección por termitas.

Invaden la madera debido al doble propósito de lograr un refugio y asegurarse el alimento necesario para su crecimiento y desarrollo. Para alimentarse dependen principalmente de la **celulosa**, que junto a la **lignina** se encuentra en las paredes celulares o sustancia sólida de la madera. Sin embargo, son incapaces de utilizar este material directamente y los fragmentos de madera que ellos comen realmente serán digeridos por los miles de protozoos que viven en el intestino de todas las especies conocidas de termitas. Los Protozoos flagelados de las termitas viven en asociación simbiótica con éstos; es decir, ninguno puede vivir en ausencia del otro; de lo contrario mueren. Esto significa que una termita desprovista de estos organismos no puede sobrevivir y que los protozoos que viven asociados con las termitas no se encuentran en ningún otro medio que no sea el líquido del tubo digestivo que les proporciona la termita.

La termita comela madera con las mandíbulas quitinizadas, ingiere las partículas y realiza una segunda trituración al nivel de la molleja. Enseguida, la madera pasa al estómago o intestino medio, donde sufre la acción de enzimas proteolíticos y amilolíticos; de aquí pasa a la cámara de fermentación, donde la ingieren los protozoos por su extremo corporal posterior. En el citoplasma del protozoo ejerce su acción la celulosa llevándose a cabo un proceso de fermentación anaeróbica que desdobra la, celulosa a glucosa, que es aprovechada por los protozoos para su nutrición y, finalmente, a ácido acético, anhídrido carbónico e hidrógeno. Tanto el ácido como la glucosa son absorbidos por la termita y le proporcionan energía.

Cabe destacar que hay una selección en el tamaño de la partícula que ingiere el protozoo, no pudiendo ingerir partículas del doble o del triple de su tamaño. Tanto las obreras como las ninfas o futuros adultos sexuales se alimentan de madera.

La pareja real de la colonia (macho y hembra funcionales), son alimentados mediante secreciones salivales que le proporcionan las obreras, evitándose así la castración parasitaria que provoca la presión de la panza rectal sobre las gónadas.

Cuando falta la pareja real, las obreras, mediante alimentación con secreciones salivales, permiten que desaparezcan los protozoos de una obrera, la que desarrolla sus ovarios y empieza a poner huevos; este fenómeno se conoce como neotenia.

Puesto que las termitas evitan el aire libre y viven completamente aisladas del resto del mundo, excepto durante el breve vuelo de enjambrazón de los alados, proporcionan al exterior una mínima evidencia de su presencia en la madera. Aun cuando la madera puede ser completamente horadada en su interior, la lámina protectora permanecerá intacta, a menos que sea rota por algún otro agente destructor, como la, pudrición o por fallas mecánicas de la madera. La superficie de la madera, es abierta temporalmente por las mismas termitas sólo para permitir la salida de los alados, o en el caso de especies de madera, seca y madera húmeda, para facilitar la expulsión de sus deyecciones fecales. Estos pequeños orificios son luego rápidamente cerrados y cualquiera otra falla localizada en la lámina exterior será prontamente tapiada por cierres que construyen las obreras o ninfas de partículas de madera seca o polvo seco cementado con sus, excreciones. Es interesante observar que el instinto de protección de estos insectos es tal, que rara vez excavan la madera infectada hasta tal punto que se derrumbe por el propio peso del nido. Es posible que ocurra la falla solamente cuando cargas adicionales se impongan sobre una madera atacada.

Cada colonia de termitas es una unidad independiente, libre de contacto con otras colonias, aún de la misma especie de insectos. Sus miembros viven en galerías intercomunicadas. Esta condición de aislamiento de la colonia de termitas es significativa en la protección de las termitas contra las hormigas u otros enemigos naturales, al igual que contra enfermedades contagiosas que a menudo dominan la población de otras formas de vida animal. Ello también hace difícil la aplicación de medidas de control, especialmente cuando la exterminación de los insectos se alcanza mediante venenos en polvo y gases. El hábito de vida en galerías cerradas da también a las termitas alguna medida de control sobre las condiciones de humedad y temperatura y probablemente también sobre la presión de oxígeno en su morada. En efecto, el aire en las galerías cerradas puede estar húmedo hasta el punto de saturación. Esto es especialmente valioso con las especies subterráneas y de madera húmeda, las que requieren más humedad para su desarrollo que las de termitas de madera seca.

La humedad y las condiciones de temperatura que son factores de la actividad de la mayor parte de las termitas favorecen el desarrollo de la pudrición y otros hongos que habitan en la madera. Además, las galerías hechas por ellas proporcionan espacio para el crecimiento de micelios de hongos y permite también el desarrollo de cuerpos frutales y esporas de esta manera, el deterioro de la madera puede ocasionarlo un trabajo colectivo de pudrición y termitas, aunque los hongos destructores de madera pueden continuar su desarrollo largo tiempo después que una colonia de termitas ha desaparecido.

3.1.2 HONGOS XILÓFAGOS

Los hongos son los agentes responsables en gran parte, de la desintegración de la materia orgánica y como tal algunos de ellos afectan la madera, recibiendo el nombre de hongos

xilófagos, de estos hongos los Basidiomicetes son el grupo más importante de hongos, puesto que incluye el mayor número de especies capaces de causar daños a la madera (JUNAC, 1981). La característica más sobresaliente que los diferencia de otros hongos es la producción de esporas en estructuras especializadas llamadas basidios.

3.1.2.1 Pudrición Blanca

Es llamada pudrición blanca debido a la degradación de la lignina, cuya función principal es la de dar consistencia y solidez al tejido leñoso, en la madera representa alrededor del 20%, variando según la especie.

Los hongos xilófagos degradan la lignina por acción enzimática, para lograr de ella la fuente de carbón necesaria para su alimentación. En este ataque ocasionado por hongos, la madera se vuelve fibrosa y se parte con facilidad, mostrando aristas angulosas en la zona de fractura; en cambio, en la pudrición parda la madera se desmenuza y desquebraja en sentido transversal a la fibra y por eso también se le llama "Pudrición cúbica o rómbica". En ambos casos la madera pierde peso.

Se estima que con una pérdida de peso del 4% en una probeta de madera, se ha afectado su resistencia físico - mecánica en un 28%; sin embargo, en la práctica, una pudrición pequeña no es fácil de reconocer y por eso existen tantos fracasos en el uso de la madera.

3.1.2.2 Pudrición Parda

Esta se caracteriza por la degradación de la celulosa, siendo factores decisivos para la existencia del ataque el contenido de humedad, las sustancias asociadas a la celulosa, como la lignina, sustancias pépticas y otras.

La madera en estos casos presenta una contracción alta, particularmente longitudinal, su resistencia estática se reduce enormemente.

3.1.3 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO DE LOS HONGOS

Los hongos, como organismos vivientes requieren para llevar a cabo su actividad vital, la influencia de una serie de factores, los cuales determinan la presencia del ataque y el grado que este puede alcanzar en la madera (JUNAC, 1981)

3.1.3.1 Humedad

La humedad es absolutamente necesaria para la germinación de las esporas, secreción de enzimas para la desintegración del sustrato leñoso, absorción y transportes de sustancias nutritivas para el hongo y en la construcción de nuevos tejidos.

La humedad puede estar a disposición de los hongos en dos formas distintas: en el sustrato leñoso (madera) y en el medio circundante, aunque ambas se encuentran en estrecha relación de interdependencia. Una humedad adecuada en el sustrato, es para los hongos de gran importancia, especialmente para llevar a cabo la etapa de infección. Se sabe que los micelios desarrollados en el sustrato dependen exclusivamente de la humedad contenida en este, mientras que aquellos que desarrollan micelio aéreo pueden aprovechar la humedad del ambiente cuando han avanzado considerablemente en su desarrollo.

Se admite como regla general que la degradación de la madera por acción de los hongos no se puede realizar si su contenido de humedad se encuentra por debajo de un 20%, por eso, secar la madera es una buena medida de control de las pudriciones.

La madera, como material higroscópico, puede tomar o ceder agua o del medio circundante, pero solo en casos extremos la humedad del medio ambiente puede saturar las paredes celulares. Si una madera se seca y luego se aísla del medio ambiente mediante la aplicación de impermeables o pintura puede tenerse un control efectivo de las pudriciones.

3.1.3.2 Temperatura

En el desarrollo de los hongos, como en el resto de las plantas, la temperatura desempeña un papel importante. Aunque existen diferencias en cuanto a necesidades de temperatura óptima para los diferentes hongos, se sabe que los límites dentro de los cuales el crecimiento es posible, está entre de los 3°C y 38°C, en donde los valores óptimos se ubican entre 20°C y 35°C.

A medida que la temperatura se acerca a los límites superior e inferior el crecimiento de los hongos disminuye rápidamente y cesa por completo para la mayoría de ellos cuando se sobrepasan las temperaturas extremas.

A 0 °C se reduce la actividad vital de los hongos y muy pocas especies crecen por encima de los 42 °C, sin embargo, la temperatura que produce la muerte para mucho se ubica en los 50 °C en donde el tiempo de exposición juega un papel importante.

3.1.3.3 Oxígeno.

Los hongos pertenecen al grupo de los organismos aerobios, de tal manera su respiración solo es posible cuando existe una cantidad adecuada de oxígeno. Las exigencias de oxígeno son diferentes para los diversos tipos de hongos pero en general se puede decir que la cantidad necesaria es relativamente baja.

En condiciones normales, el aire disponible, aun en el duramen de la madera, es suficiente para que los hongos crezcan, cuando las demás condiciones son favorables.

Para que la madera sea atacada por hongos, es necesario que contenga una cantidad de aire cercana a 20% de su volumen. No obstante, existe una relación natural entre el aire y el agua que contiene la madera; si la madera está saturada de agua le faltara aire y los hongos no podrían desarrollarse. La madera enterrada es buena profundidad, por falta de aire está exenta de hongos fungosos.

Algunos hongos xilófagos Tienen la capacidad de conservar su viabilidad, sin ejercer la función de respiración normal. Desde el punto de vista práctico se puede afirmar que la falta de oxígeno ejerce una acción fungistática en los hongos, es decir, mientras la cantidad de aire no sea suficiente, la propagación de la pudrición será prácticamente nula. De otra parte, el tiempo durante el cual los hongos puedan conservar su vitalidad en ausencia de oxígeno es diferente y varía según la especie.

3.1.3.4 Alimento

La madera constituye el medio alimenticio más adecuado para los hongos xilófagos, mediante el suministro de lignina y celulosa y sustancias de reserva almacenadas en sus cavidades, representadas por azúcares y almidones. Se debe recordar que la combinación de compleja de lignina y celulosa en la madera, no puede ser aprovechada directamente por los hongos, razón por la cual las hifas deben segregar enzimas capaces de convertir estos productos en otros más simples, solubles y fácilmente aprovechables.

Pocos hongos, o tal vez ninguno, tiene el poder de atacar todas las maderas. El mayor número de especies fungosas atacan la madera de albura, pero existen algunas especializadas en maderas de duramen.

La presencia de ciertas sustancias en la madera inhibe el desarrollo de los hongos y por ello resultan muy resistentes a la pudrición; entre estos límites existe un amplio rango de resistencia, que una vez conocido permite una utilización más adecuada de la madera especialmente en casos donde no es factible aplicar tratamientos con preservadores.

El alargamiento de la vida útil de las maderas se consigue mediante la impregnación con sustancias químicas, las cuales al envenenar el alimento en forma permanente impiden el desarrollo de los hongos.

3.1.3.5 Valor pH

La germinación de las esporas y el crecimiento del micelio dependen en forma considerable del valor del pH; las maderas presentan un valor de pH cercano a 5 y se sabe que los valores óptimos para el desarrollo de los hongos están entre 5 y 6 es decir ligeramente ácido.

3.2 DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA

La durabilidad natural es la propiedad de la madera de no ser susceptible al ataque de agentes biológicos y no biológicos (factores climáticos); esta propiedad la tienen las denominadas maderas finas, por lo que a dichas maderas se les ha dado un uso indiscriminado y en la actualidad se encuentran en vía de extinción.

La durabilidad natural de la madera depende de cuatro factores principales:

- Ataques Biológicos
- Degradación Ambiental
- Factores inherentes a cada especie
- Uso final de la madera.

Ataques Biológicos: la durabilidad de una madera se puede medir de acuerdo al tiempo que se demore esta en ser degradada por agentes biológicos tales como insectos y hongos, sin embargo en los ensayos de durabilidad natural se realizan con hongos xilófagos.

Degradación Ambiental: la durabilidad de la madera está relacionada directamente con las condiciones climáticas de la zona donde se encuentre en uso.

Factores inherentes de la especie: existen propiedades anatómicas y físicas diferentes para cada especie de madera que hacen que sea más o menos durable; entre estos factores esta la densidad que es proporcional a la durabilidad, es decir maderas con mayor densidad son más durables que las maderas de mediana y baja densidad; composición de la madera de albura o de duramen, la albura de la madera, como se mencionó arriba es más susceptible al ataque de agentes biológicos y por lo tanto menos durable que la madera de duramen.

El color de la madera es otro factor que puede determinar la durabilidad natural de la madera, las maderas oscuras son más resistentes al ataque de hongos xilófagos en especial de los que producen pudrición blanca, maderas de color blanco o glauco poseen menor durabilidad natural.

Uso final de la madera: el uso final de la madera influye directamente en su durabilidad, si la madera se encuentra en interiores puede tener mayor durabilidad natural que las maderas a la intemperie, así mismo maderas en contacto con el suelo poseen menor durabilidad natural que madera colocada en lugares elevados sobre el suelo.

3.2.1 Clasificación de la Madera Según su Durabilidad Natural

GRADO	Altamente Resistente	Resistente	Moderadamente Resistente	Muy Poco Resistente	No Resistente
TIEMPO	Más de 25 años	15 a 25 años	10 a 15 años	5 a 10 años	< de 5 años
PERDIDA DE PESO	< 1%	1 – 5 %	5 – 10 %	10 – 30 %	> 30%

3.3 PRESERVACIÓN DE LA MADERA

3.3.1 PRESERVANTES

Se puede definir preservante como toda sustancia capaz de inhibir o controlar de manera permanente el daño causado por agentes biológicos y no biológicos, con el propósito de aumentar la durabilidad de la madera.

El preservante ideal debe cumplir con diez características básicas que son:

-)] Ser Tóxico: con el agente causal de daño
-)] Penetrabilidad: propiedad del preservante relacionada con la profundidad de impregnación en la madera, depende del contenido de humedad y la dureza o densidad de la madera, para que el preservante penetre la madera debe tener un contenido de humedad menor al 20%.
-)] Permanencia: es el tiempo que demora el preservante en la madera, el mejor preservante es aquel que dure más tiempo en la madera.
-)] Inocuidad: es la propiedad del preservante de controlar solo a los patógenos, mas no de intoxicar a la persona que lo aplique.
-)] No Corrosivo: el preservante no debe oxidar o corroer el metal que se encuentre en contacto con la madera a preservar.

- J No Combustible: es la propiedad del preservante de no dañar la madera por posible inflamación con el fuego, depende de si el preservante es hidrosoluble u oleo soluble.
- J Fácilmente Aplicable: es el requisito que debe cumplir el preservante en cuanto a no requerir conocimiento especial para aplicarlo.
- J Permisibilidad de Acabados: el preservante debe permitir pintar y lacar la madera.
- J No fitotóxico: el preservante debe tener la propiedad de no atacar plantas o especies vegetales cercanas al sitio de aplicación.
- J Económico y accesible en el mercado.
- J Ningún preservante químico cumple todas características anteriormente descritas.
El da mejor calidad será aquel que reúna la mayor cantidad de las mismas.

3.3.2 MÉTODOS DE PRESERVACIÓN DE LA MADERA

Los tratamientos de preservación de la madera se pueden clasificar en dos: tratamientos profilácticos y tratamientos preservantes propiamente, estos últimos se pueden realizar por tres métodos dependiendo de la presión con la cual sean aplicados:

Sin Presión
A Presión

SIN PRESIÓN

Son los métodos de inmunización que se valen de la presión atmosférica o hidráulica para penetrar en la madera, entre estos están:

Brochado: es método exige que la madera sea o esta usada en interiores, esté limpia, lo más seca posible y sin acabados, se requiere de la aplicación de varias capas.

Con Rodillo: tiene los mismos requerimientos que el método de brochado

Inmersión: en este método la madera debe estar limpia y lo más seca posible, un caso especial de este método es inmersión en baño caliente – frío.

Puesto que la madera flota se debe aplicar peso para que la madera se sumerja, en el baño caliente- frío la madera es sometida a un baño con inmunizante caliente por varias horas (1 hora x cada cm de espesor) y luego se sumerge la madera en preservante a temperatura ambiente por el doble del tiempo inicial; la diferencia de temperatura hace que la madera absorba más cantidad de químico.

Aspersión: se realiza con bomba aspersora, lo que se hace en este método es prácticamente una fumigación.

A PRESIÓN

Los procedimientos de preservación a presión implican la utilización de autoclaves, bombas, tanques de almacenamiento y en general infraestructura adecuada, pero a diferencia de las técnicas sin presión se garantiza la mejor penetración del preservante en la madera.

Los tratamientos a vacío – presión, pueden ser tres de acuerdo al total o parcial llenado del inmunizante en las células de la madera.

Célula llena Tratamiento Bethel

Célula Vacía Tratamiento Rueping

Tratamiento Lowry

Tratamiento Bethel: en este método se busca que las células de la madera, queden completamente llenas del preservante, inicialmente se hace un vacío en la madera por un tiempo de 0, 25 a 1 hora, la presión del vacío depende de la altura sobre el nivel del mar.

Se aplica presión en la madera hasta llegar a cero (0) y se llena el autoclave con el inmunizante, durante 10 minutos, se sigue aplicando presión dependiendo de la retención que se quiera obtener (135 a 180 psi), durante varias horas, por último se vuelve a reducir la presión y se hace un vacío para que la madera no escurra el exceso de preservante.

Tratamiento Rueping: en esta técnica se utilizan generalmente cerosota o preservantes óleo-solubles, inicialmente se presiona aire en la madera (2 a 3 atm.), el espacio libre dejado por el aire en la autoclave es llenado con el inmunizante y nuevamente se ejerce una presión mayor durante 3 a 4 horas, se baja la presión hasta cero (0) y por último se realiza un vacío final.

Tratamiento Lowry: en este caso primero se llena con inmunizante el autoclave y se realiza presión hasta un determinado punto, que se mantiene durante cierto tiempo (3 a 4 horas), luego se baja la presión de aire hasta cero (0) manteniendo la madera así por mayor tiempo y finalmente se ejerce vacío.

Aunque en estos dos últimos tratamientos se tiene menor retención de inmunizante en la madera, se puede obtener mayor penetrabilidad, en especial en la técnica Lowry.

4. METODOLOGÍA

La metodología empleada contempló básicamente los siguientes aspectos:

- Codificación e identificación de los elementos estructurales de madera hallados en el volumen principal y volumen nororiental del laboratorio.
- Aplicación de la escala cualitativa relacionada con los grados de deterioro encontrados.
- Inspección detallada de cada elemento empleando los procedimientos metodológicos actualmente vigentes.
- Registro de las características dimensionales y de la calificación en los formatos de campo.
- Transcripción de la información de campo a la base de datos organizada e igualmente a los planos correspondientes usando el respectivo código de colores.
- Elaboración del archivo fotográfico que ilustra y complementa los resultados del estudio.

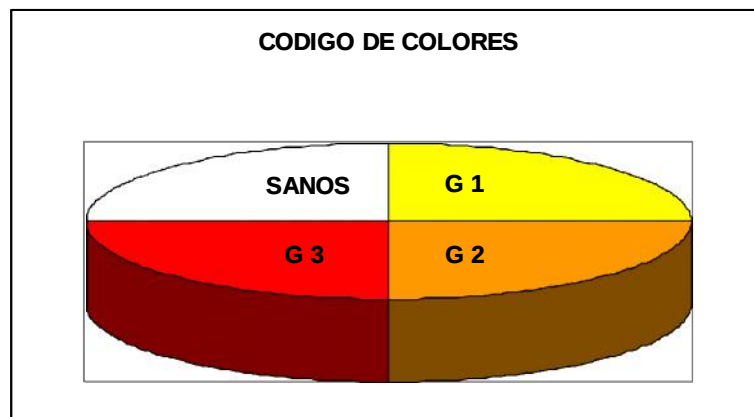
Para la identificación de cada uno de los elementos se empleó un código alfanumérico secuencial, teniendo en cuenta su función y ubicación en los sitios de trabajo anteriormente descritos. Dichos códigos se encuentran tanto en los formatos de campo como en los correspondientes planos de calificación.

La escala cualitativa para calificar y cuantificar los daños se basó en el establecimiento de los grados de deterioro G1 a G3, de la siguiente manera:

Grado de deterioro 1 (G1): cuando el elemento presenta un daño inferior al 10% del volumen del mismo (color amarillo).

Grado de deterioro 2 (G2): maderos que presenta un deterioro entre el 10% y 30% del volumen total (color anaranjado).

Grado de deterioro 3 (G3): elemento cuyo biodeterioro es superior al 30% del volumen total del mismo (color rojo).



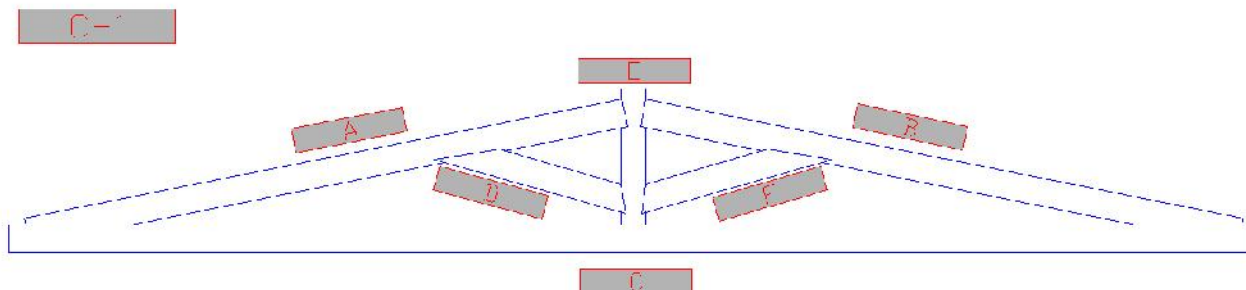
La determinación de la profundidad del daño se llevó a cabo con el uso de formones de $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y 1"; igualmente se utilizaron martillos o mazos para pruebas de percusión y propagación del sonido; y taladro Pressler para sondear a nivel interno la madera. Para el registro de las condiciones de sanidad de cada pieza se emplearon formatos de calificación diseñados para tal efecto, finalmente se elaboró un registro fotográfico el cual permite complementar de manera clara y precisa el estado actual que presentan los elementos evaluados.

4.1 CODIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS

1. Los sectores izquierdo y derecho se definieron tomando como base la parte más alta de la cubierta y el sentido de marcación de los elementos se tomó de occidente a oriente (en el volumen principal) y de norte a sur (volumen nororiental).
2. Los distintos tipos de elementos encontrados se codificaron e identificaron de la siguiente manera:
 -] **C + #**: Identifica la cercha completa.
 -] **A, B, C, D, E, F**: Corresponde a los elementos constitutivos de la cercha.
 -] **MC + #**: Identifica la media cercha completa.
 -] **A, B, C**: Corresponde a los elementos constitutivos de la media cercha.
 -] **LT**: Corresponde a las lima-tesas de la parte central del volumen principal
 -] **LH**: Corresponde a las lima-hoyas de la parte central del volumen principal
 -] **T**: Corresponde a los tirantes.
 -] **CORI**: Corresponde a las correas del sector izquierdo.
 -] **CORD**: Corresponde a las correas del sector izquierdo.
 -] **P**: Corresponde a los pares que no corresponden a ninguna estructura.

NOMENCLATURA EN PLANOS

A -
PAR



SUPERIOR IZQUIERDO DE CERCHA

B - PAR SUPERIOR DERECHO DE CERCHA

C. - TIRANTE O CORDON INFERIOR DE CERCHA

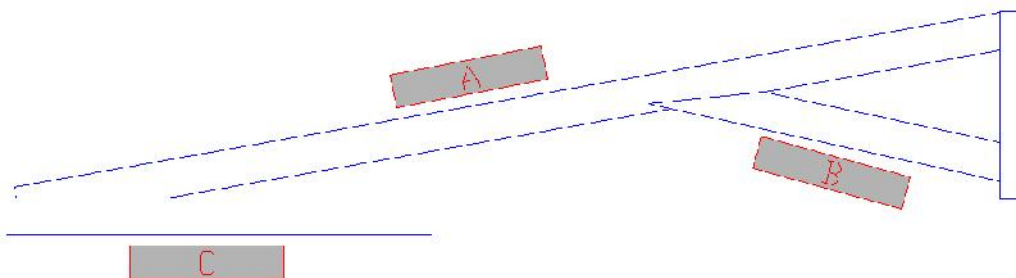
D. - TORNAPUNTA IZQUIERDO

E - PENDOLON O REY

F - TORNAPUNTA DERECHO

NOMENCLATURA DE CERCHA TIPO

MC 1

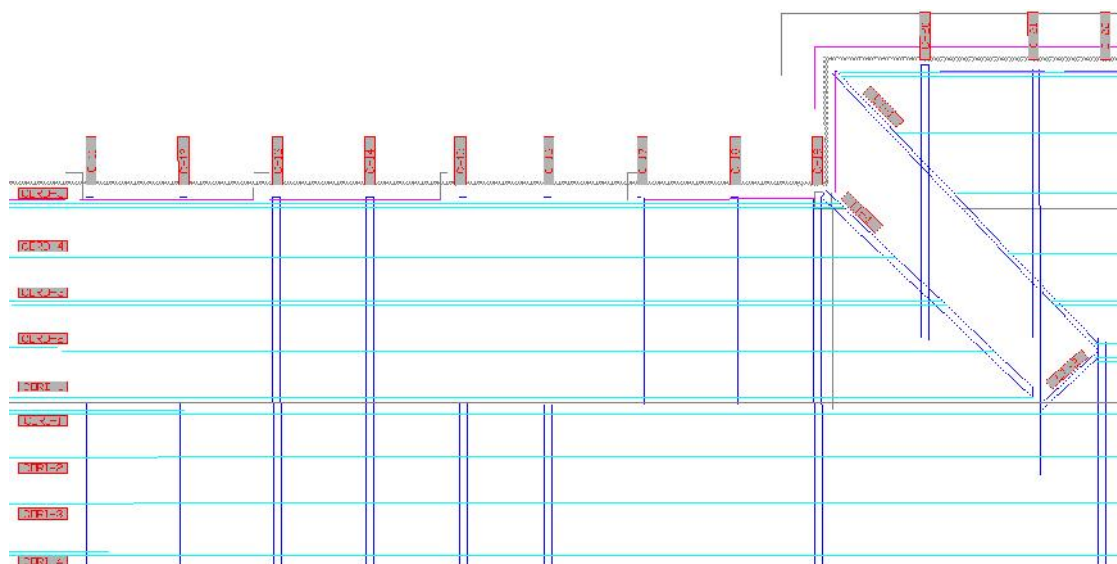


NOMENCLATURA DE MEDIO CERCHA

A - PAR SUPERIOR DE MEDIACERCHA

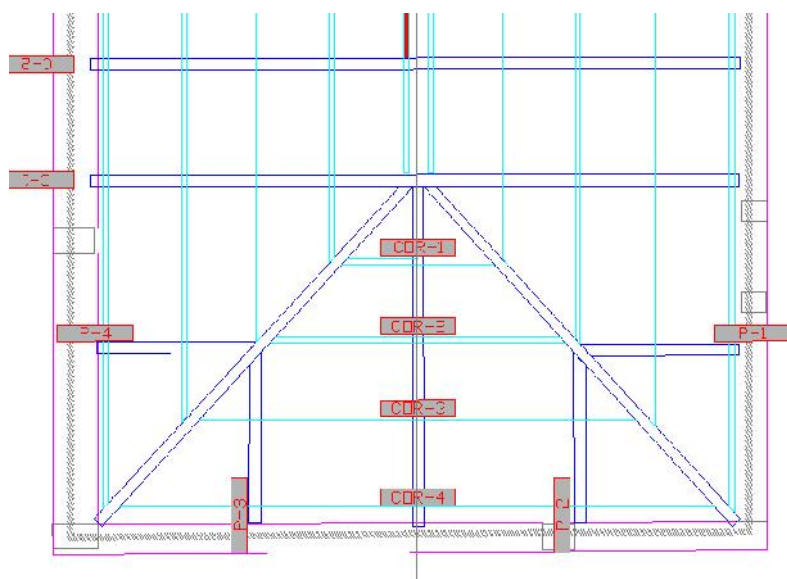
B - TORNAPUNTA DE MEDIACERCHA

C. - CORDON INFERIOR DE CERCHA



CORREAS

LIMAHOYAS - LIMATESAS



PARES – CORREAS

Todos los códigos anteriormente descritos se encuentran tanto en los formatos de campo como en los planos de calificación.

5. RESULTADOS

Los resultados del análisis se presentan en forma de tablas que discriminan los datos para cada uno de los elementos evaluados. La información contenida en los cuadros permite conocer con exactitud las cantidades de material sano e igualmente los que presentan biodeterioro G1, G2, y G3.

Se incluye dentro de la categoría de material sano aquel que no presenta ninguna evidencia de deterioro causado por organismos Xilófagos; el material de cambio agrupa los elementos cuya calificación fue G3, los elementos calificados en las categorías G1 y G2 pueden permanecer en servicio aun cuando presentan la evidencia de iniciación de un ataque, pero que es posible controlar mediante la aplicación de un tratamiento especial al cual se hará referencia posteriormente.

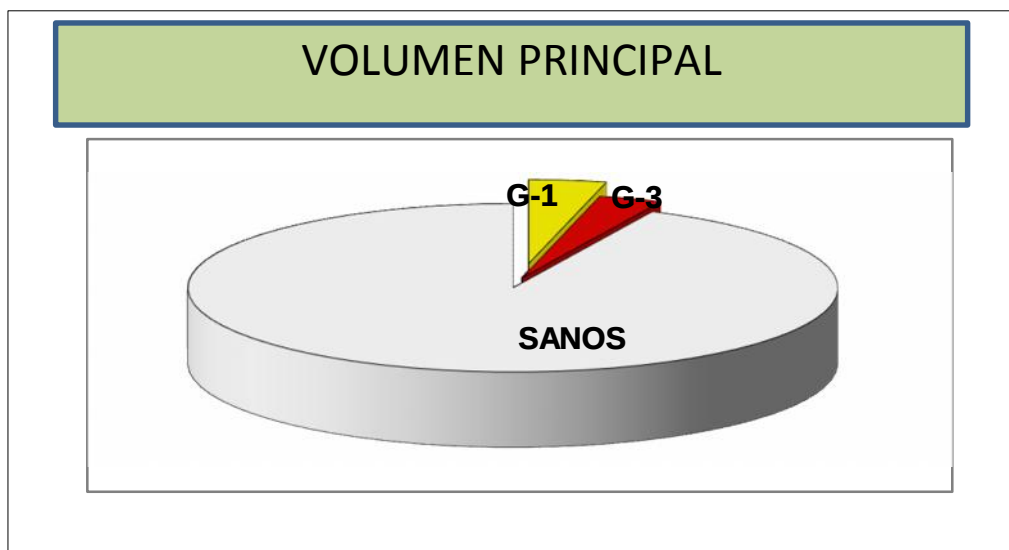
Los elementos correspondientes al grado del deterioro G3, constituyen el material de cambio, ya que debido a la presencia de xilófagos o daños físicos su resistencia físico – mecánica es nula o está reducida a su mínima expresión, lo cual implica valores inferiores a los mínimos requeridos desde el punto de vista estructural.

5.1 ESTADO DE SANIDAD DE LAS MADERAS

En las tablas siguientes se presentan los resultados de la calificación de los elementos encontrados en el edificio 615 objeto de estudio.

5.1.1 Porcentaje de afectación correspondiente a los elementos encontrados en el volumen principal.

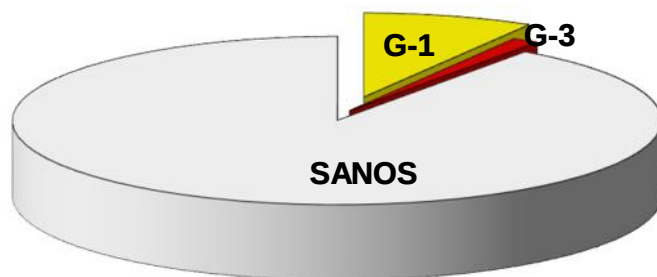
VOLUMEN PRINCIPAL	Cantidad	%
TOTAL DE ELEMENTOS	442	100
Afectados G1	17	3,85
Afectados G2	0	0,00
Afectados G3	14	3,17
SANOS	411	92,99
Porcentaje de Afectación		7,01



5.1.2 Porcentaje de afectación correspondiente a los elementos del volumen nororiental.

VOLUMEN NORIENTAL	Cantidad	%
TOTAL DE ELEMENTOS	153	100
Afectados G1	13	8,50
Afectados G2	0	0,00
Afectados G3	2	1,31
SANOS	138	90,20
Porcentaje de Afectación		9,80

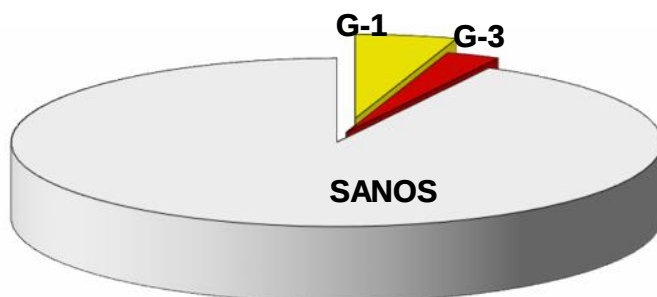
VOLUMEN NORORIENTAL



5.1.3 Resumen general.

RESUMEN GENERAL	Cantidad	%
TOTAL DE ELEMENTOS	595	100
Afectados G1	30	5,04
Afectados G2	0	0,00
Afectados G3	16	2,69
SANOS	549	92,27
Porcentaje de Afectación		7,73

RESUMEN GENERAL



6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El edificio de laboratorios 615 del Servicio Geológico Colombiano es un inmueble que en general presenta unas buenas condiciones de conservación; las estructuras de las armaduras de cubierta analizadas en el presente documento así lo evidencian. Cerca del 4% de los elementos estructurales deberán ser objeto de un tratamiento de conservación y otro 4% deben cambiarse durante la rehabilitación del edificio, el presupuesto (Anexo 4); presenta los costos de su recuperación integral, tanto para el cambio de las piezas afectadas como de su mantenimiento general que incluye la limpieza e inmunización de toda la armadura de cubierta.
2. Para el remplazo de elementos estructurales en madera aserrada o rolliza debe descartarse el uso de maderas pertenecientes al grupo estructural (C) según las normas del pacto andino, y por lo tanto deberán emplearse maderas del grupo estructural B, de ser posible una mejor opción la constituyen las maderas pertenecientes al grupo estructural A.

GRUPO ESTRUCTURAL	DENSIDAD BASICA (g/cm ³)
A	0.78-0.98
B	0.56-0.77
C	0.40-0.55

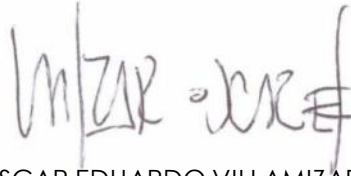
3. En el mercado nacional, podemos encontrar algunas de estas maderas bajo las siguientes denominaciones comerciales: Balata, Nisperillo, Chicle, Trapichero (Malnikarabidentata), Densidad básica 0,87; Chanul, Chano, Chanu, Aceituno (Humiristrumprocerum), Db 0,67; Nazareno, Tananeo, Guamo loro, Morado (Petogineporphyrocodia), Db 0,89; Zapan (Clatotropisbrachipetal); Db 0,82; Tamarindo o Algarrobillo (Dialiumguiñense), Db 0,77; Abarco, Albarco (Carinianapiriformis), Db 0,55; Balsamo o Incienso (Myroxilumbalsamum), Db 0,81.
4. Teniendo en cuenta que una gran cantidad de especies nativas de alta densidad, son refractarias al tratamiento vacío-presión, el método más adecuado para su inmunización, será la aplicación de un preservante óleo soluble por el método de inmersión prolongada (48-72 horas), previa verificación del contenido de humedad de la madera, no superior al contenido de humedad de equilibrio para la ciudad de Bogotá (17%).

5. Es importante señalar que todos los elementos nuevos sean estos, aserrados o rollizos deben someterse a un riguroso proceso de selección para verificar su estado sanitario y ausencia de defectos, antes de que formen parte del sistema constructivo. Igualmente todos ellos deben estar adecuadamente tratados con preservantes para madera tipo dursban wt-500 o similar, como diluyente en proporción $\frac{1}{4}$ de producto dursban por 5 galones de acpm.
6. El proceso de secado debe asegurar un contenido de humedad de la madera, máximo del 17% siendo este el contenido de humedad de equilibrio (C.H.E) para la ciudad de Bogotá, al cual puede llegarse por el método convencional (con cámara de circulación forzada) y/o por el método de secado natural o al aire libre.
7. Los elementos evaluados en los dos volúmenes, se encontraron en general en buen estado de conservación, lo cual se refleja en el bajo porcentaje de daños encontrados (%7,73), sin embargo se pudo comprobar que estas cubiertas carecen de mantenimiento, para lo cual es conveniente adelantar un mantenimiento integral que debe iniciar con una limpieza con pistola de aire a presión y posteriormente la inmunización que es recomendable hacerla por brochada a dos manos; el operario debe utilizar todas las medidas de protección por ser este producto altamente toxico y perjudicial para la salud; tales como: casco, cajas, caretas, protector de cuerpo y guantes.
8. Los daños causados por agentes biológicos son mínimos, sin embargo algunos de los elementos aparecen en los formatos de campo con el término “raspar”, esto con el fin de retirar el volumen afectado antes de cualquier proceso de impregnación.
9. Durante la revisión se pudo comprobar que la mayoría de problemas que se presentan en las cerchas son de tipo mecánico, como por ejemplo, elementos sueltos en alguno de sus extremos, elementos desmontados o ausencias en algunos casos.

10. Un defecto físico encontrado lo constituyen los agrietamientos, sin embargo esto puede ser atribuible a la especie utilizada, lo cual puede ser subsanado con la aplicación de algún aditivo o sellante como por ejemplo la mezcla de aserrín-colbon o aserrín-sellador para madera.



JOSE ELI FRANCO SANTANA
Ingeniero Forestal
M.P. 24414 Min. Agricultura



OSCAR EDUARDO VILLAMIZAR
Arquitecto Restaurador
M.P. 2570003372

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

JUNAC. 1988. Manual del Grupo Andino para la preservación de Maderas. Junta del Acuerdo de Cartagena, Lima. 408 p.

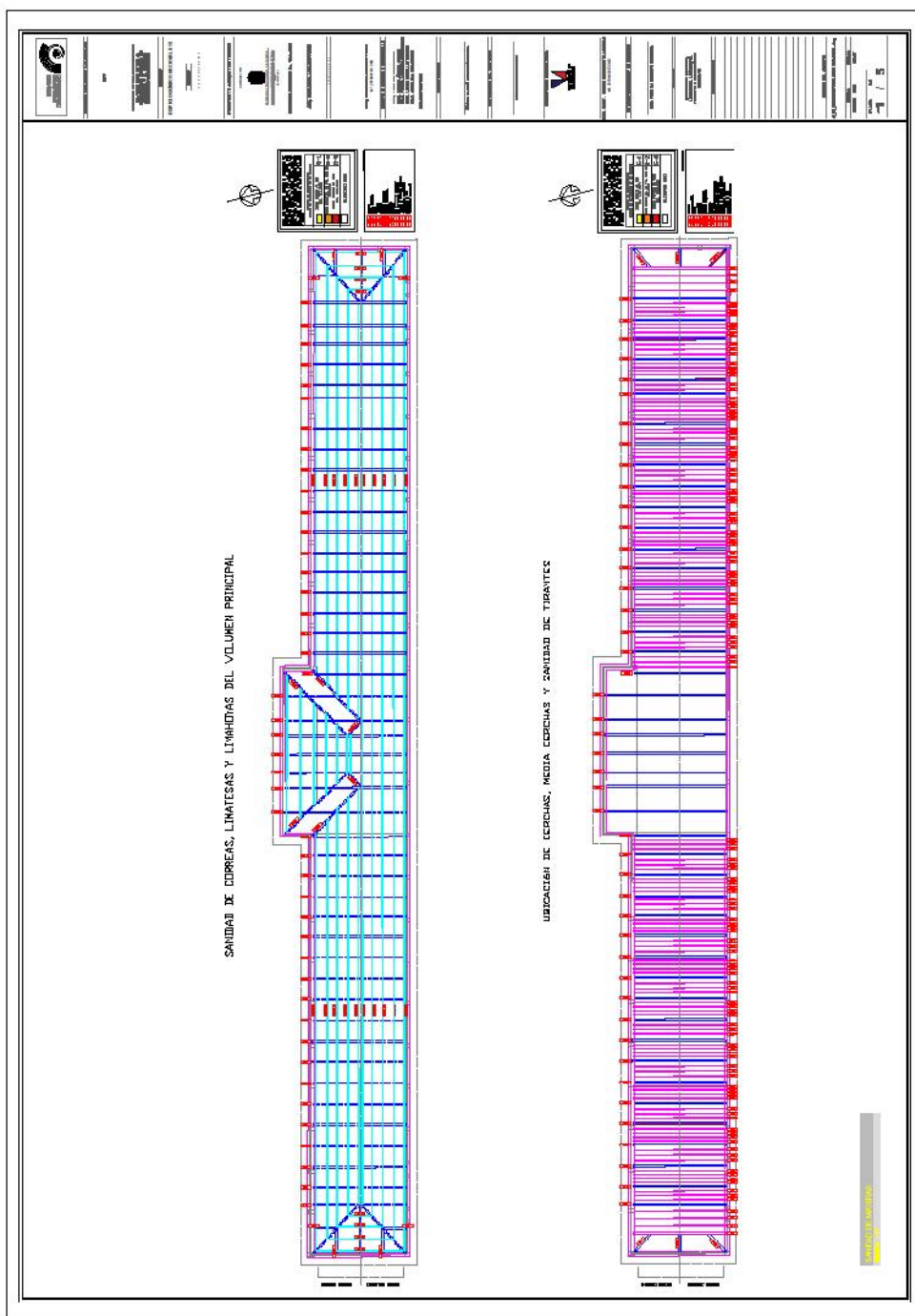
Kollmann, F. y Coté, W. 1968. Principles of Wood Science and Technology. Soil Wood. Springer-verlag, Berlín. 592 p.

Hunt, G. preservación de la madera. Laboratorio nacional de Productos Forestales de los Estados Unidos Madison, Wisconsin.

8. ANEXOS

ANEXO 1. PLANIMETRIA DEL PROYECTO

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

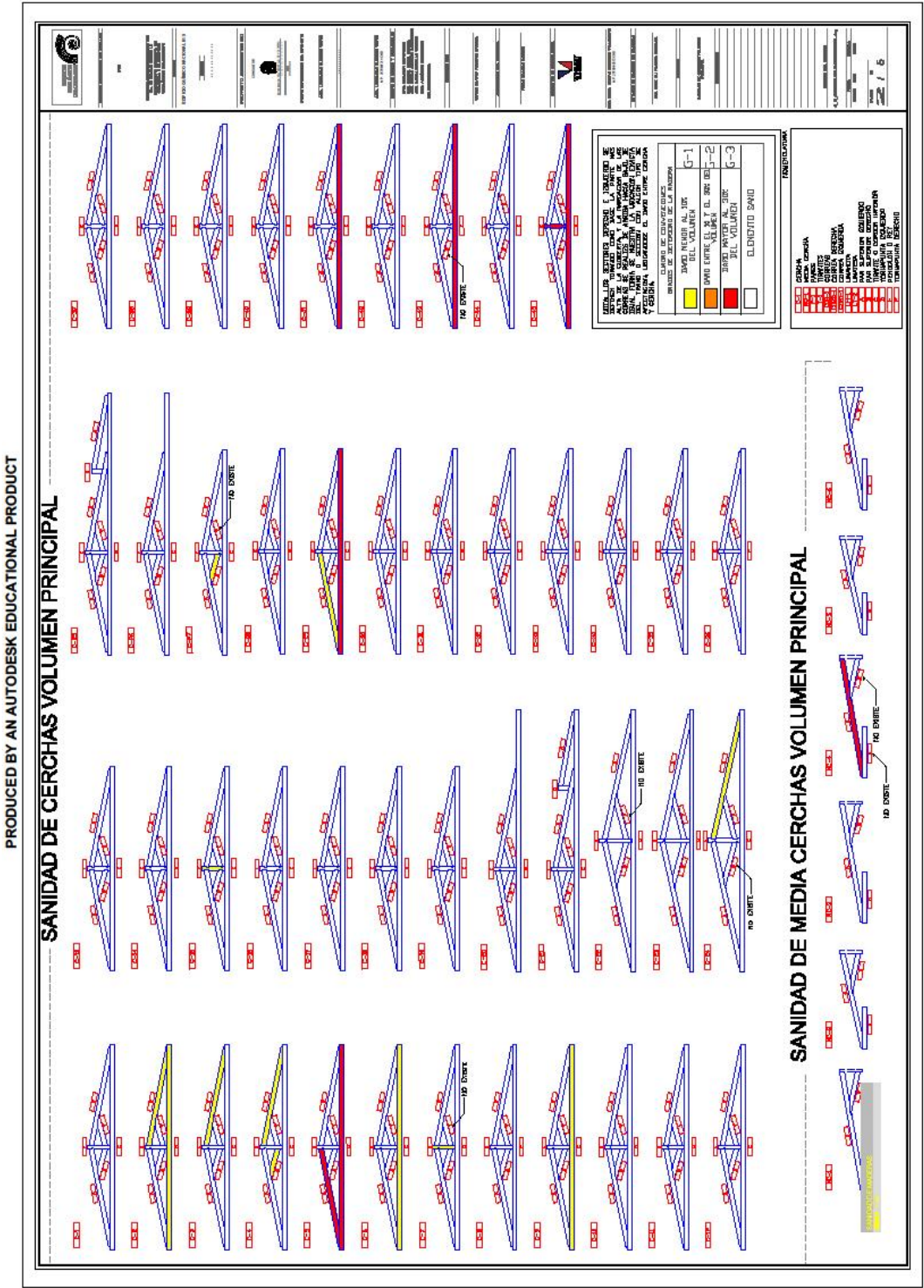


PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

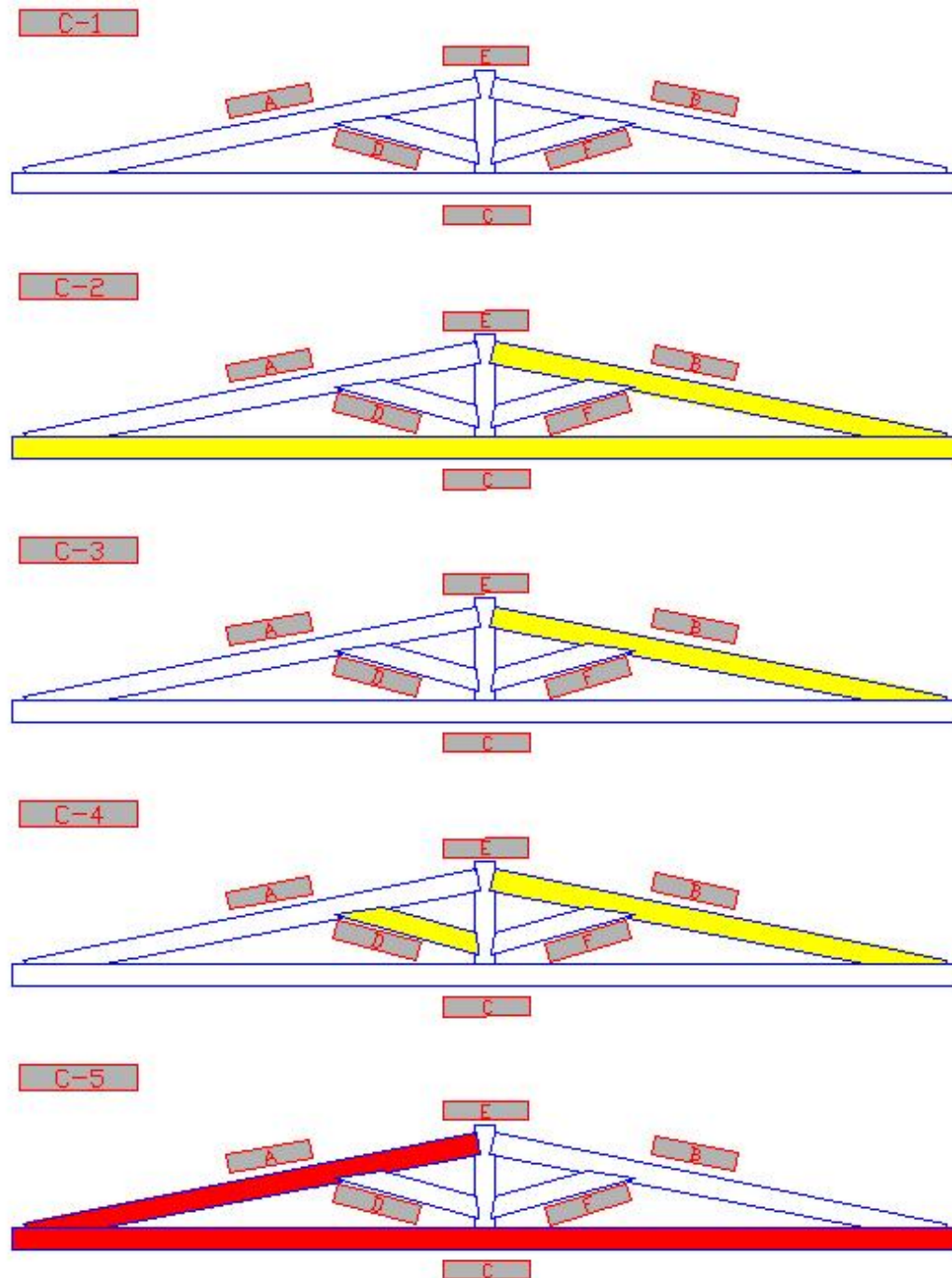


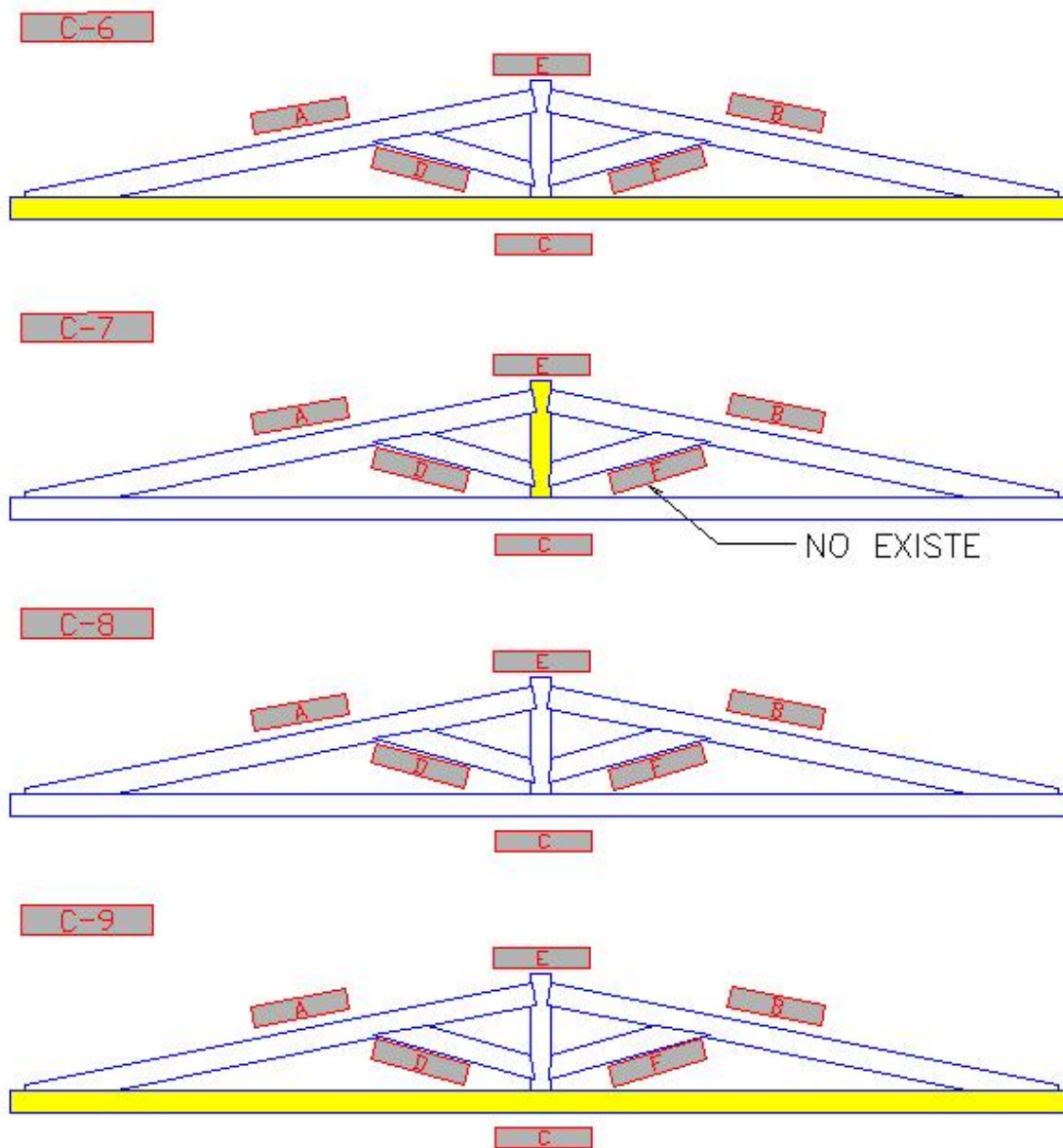
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

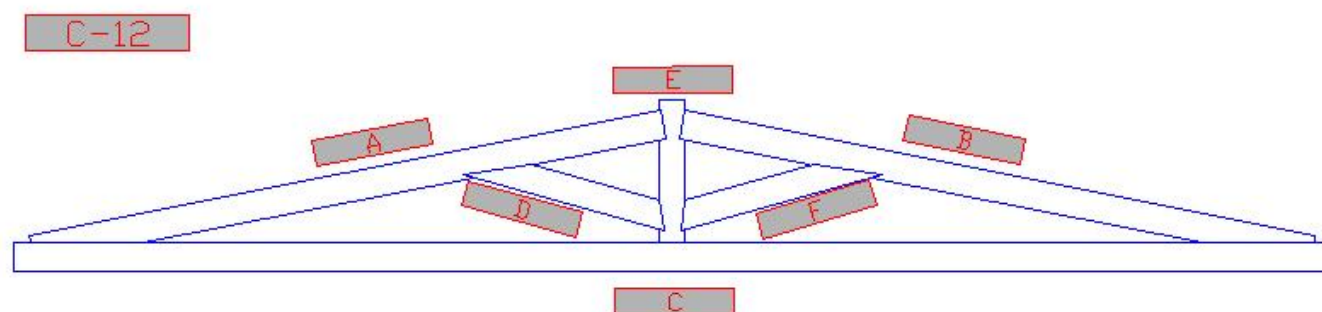
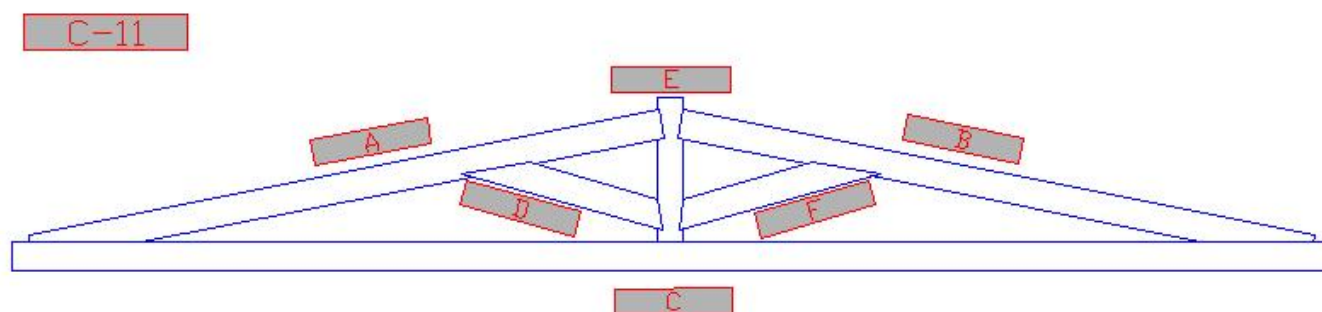
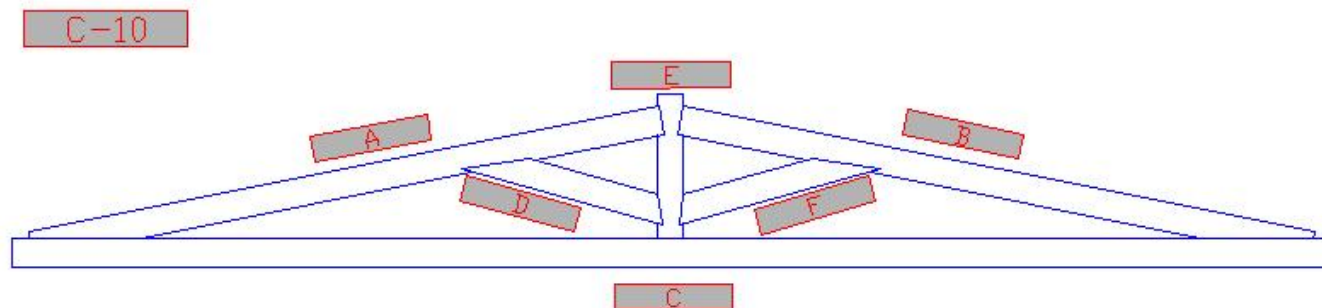
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

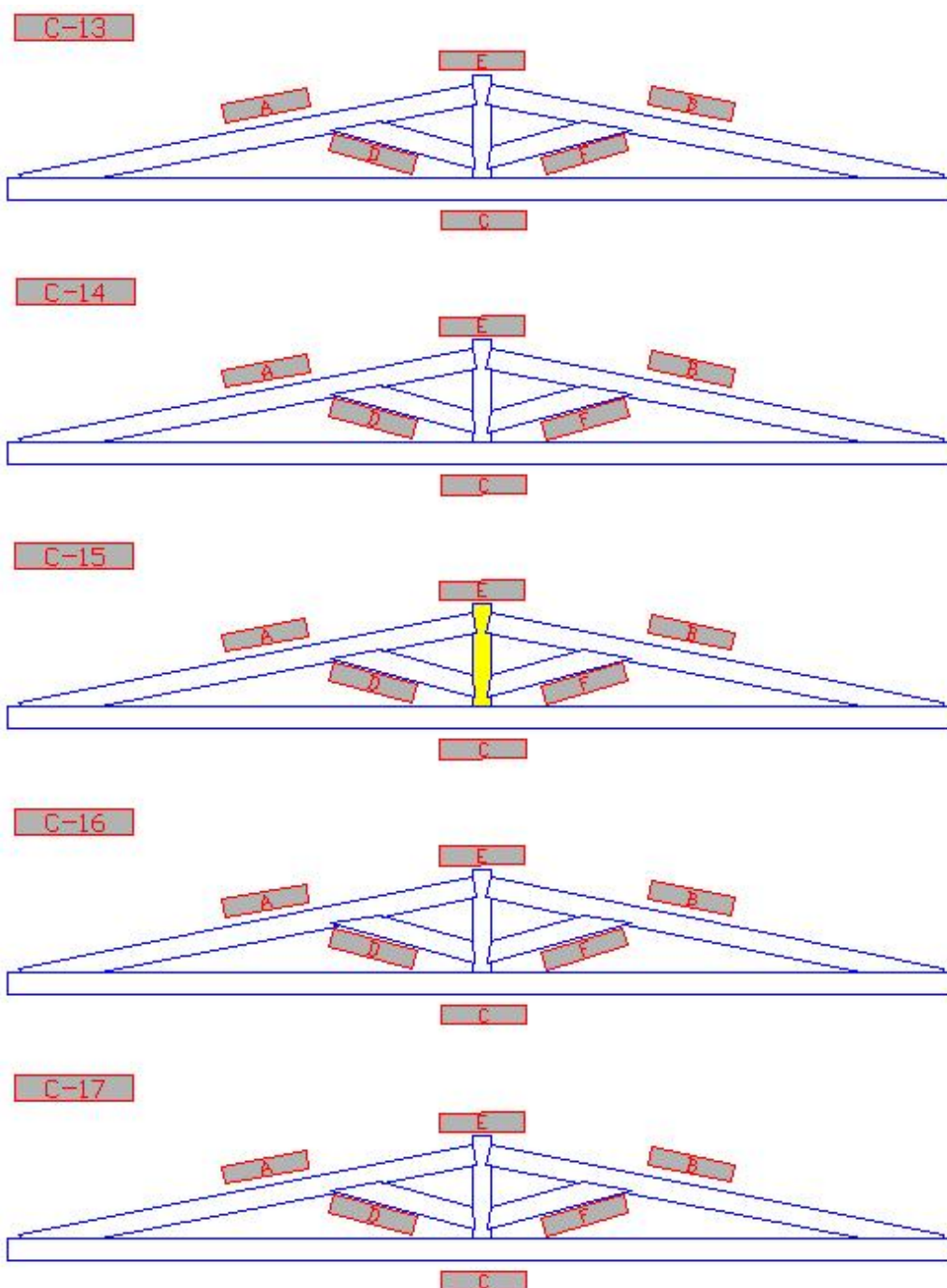


CERCHAS VOLUMEN PRINCIPAL

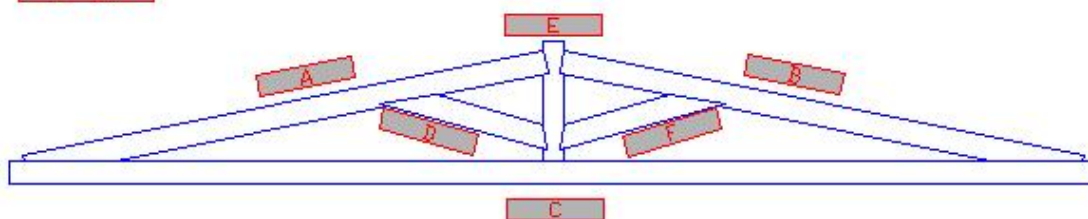




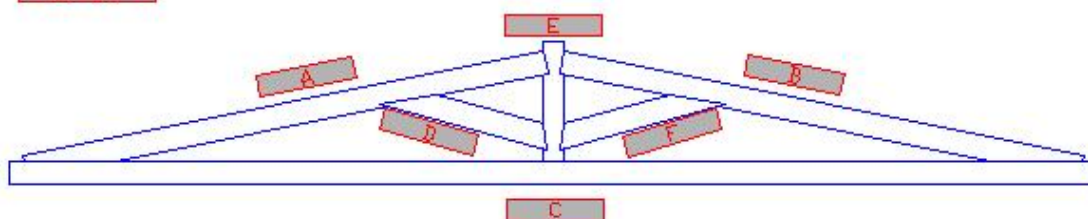




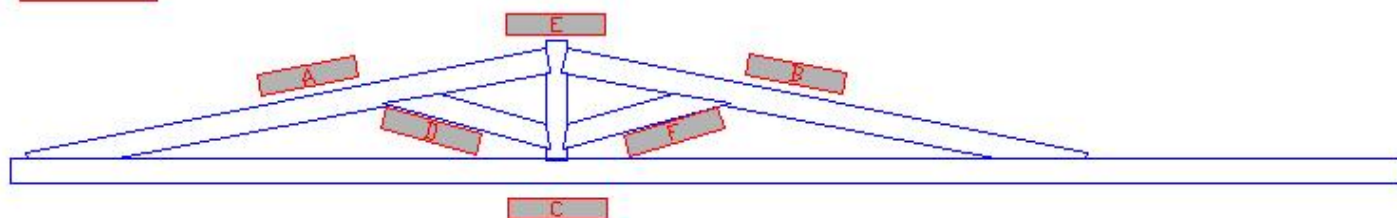
C-18



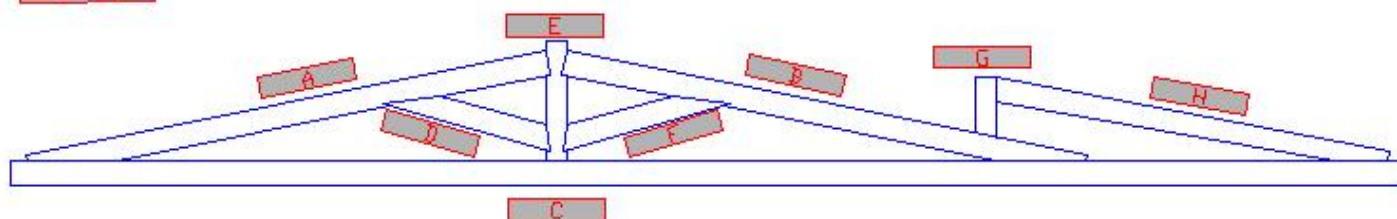
C-19

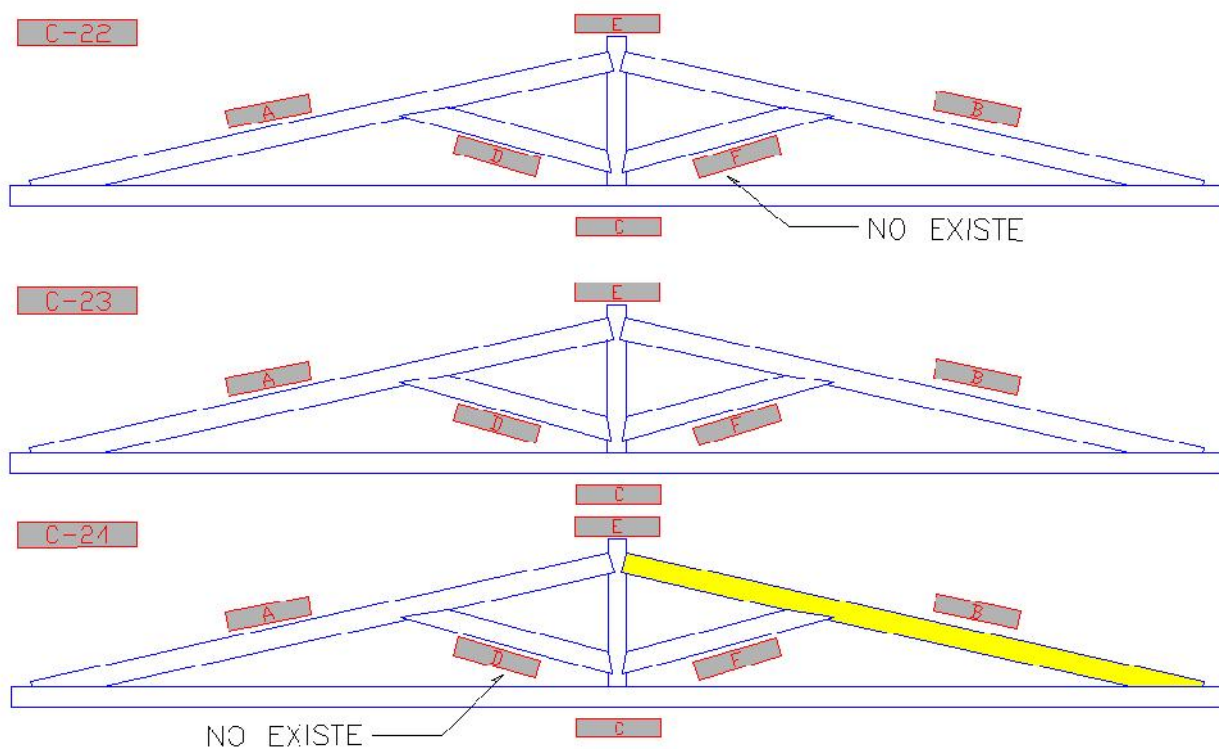


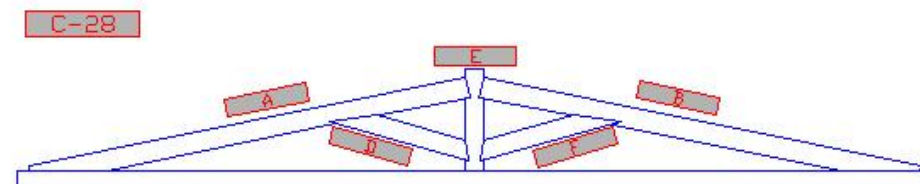
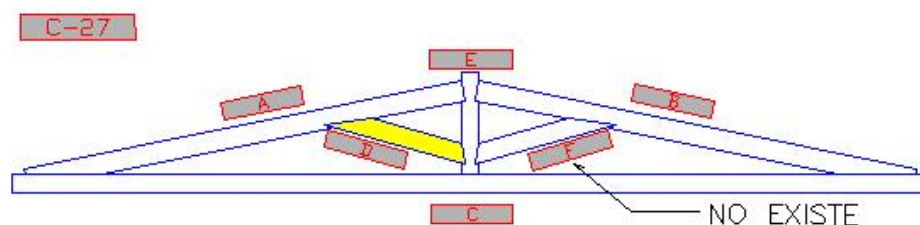
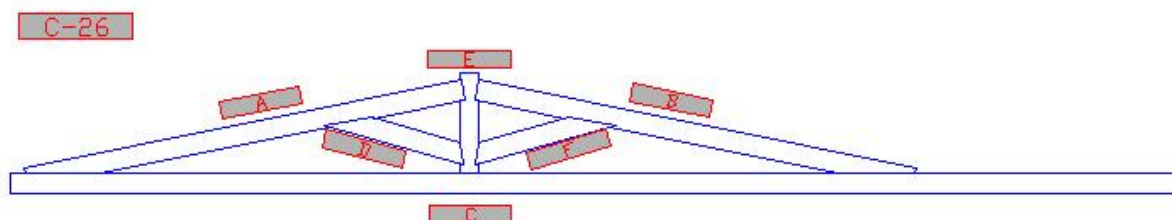
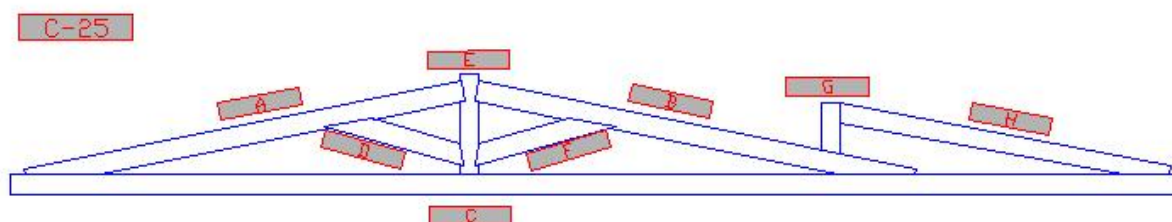
C-20

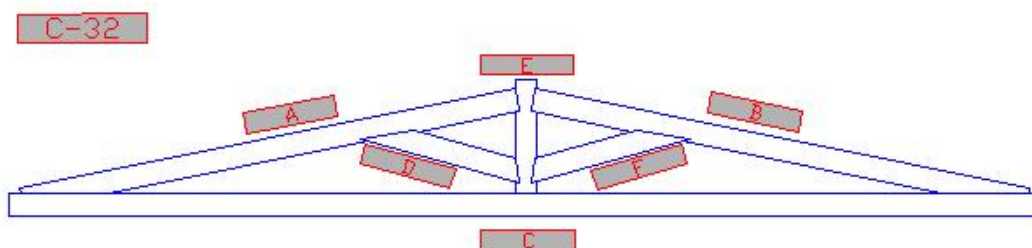
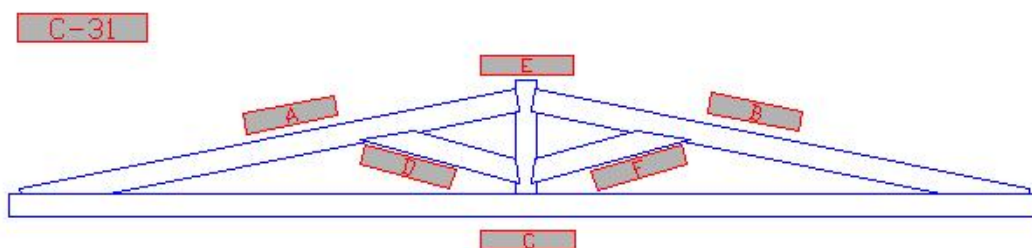
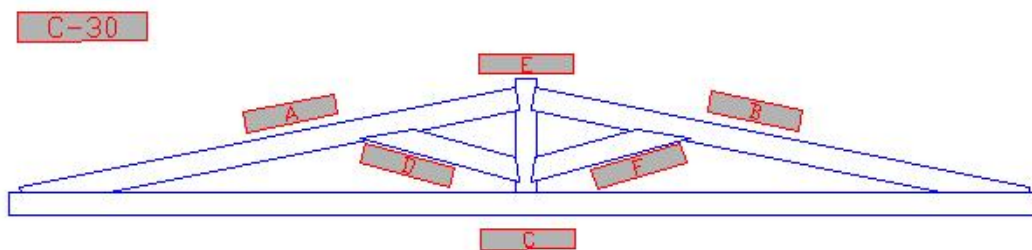
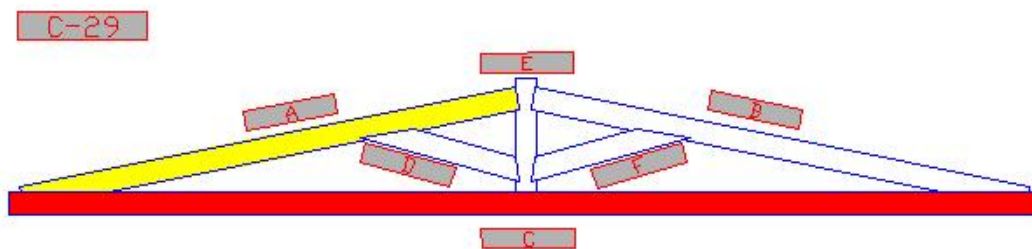


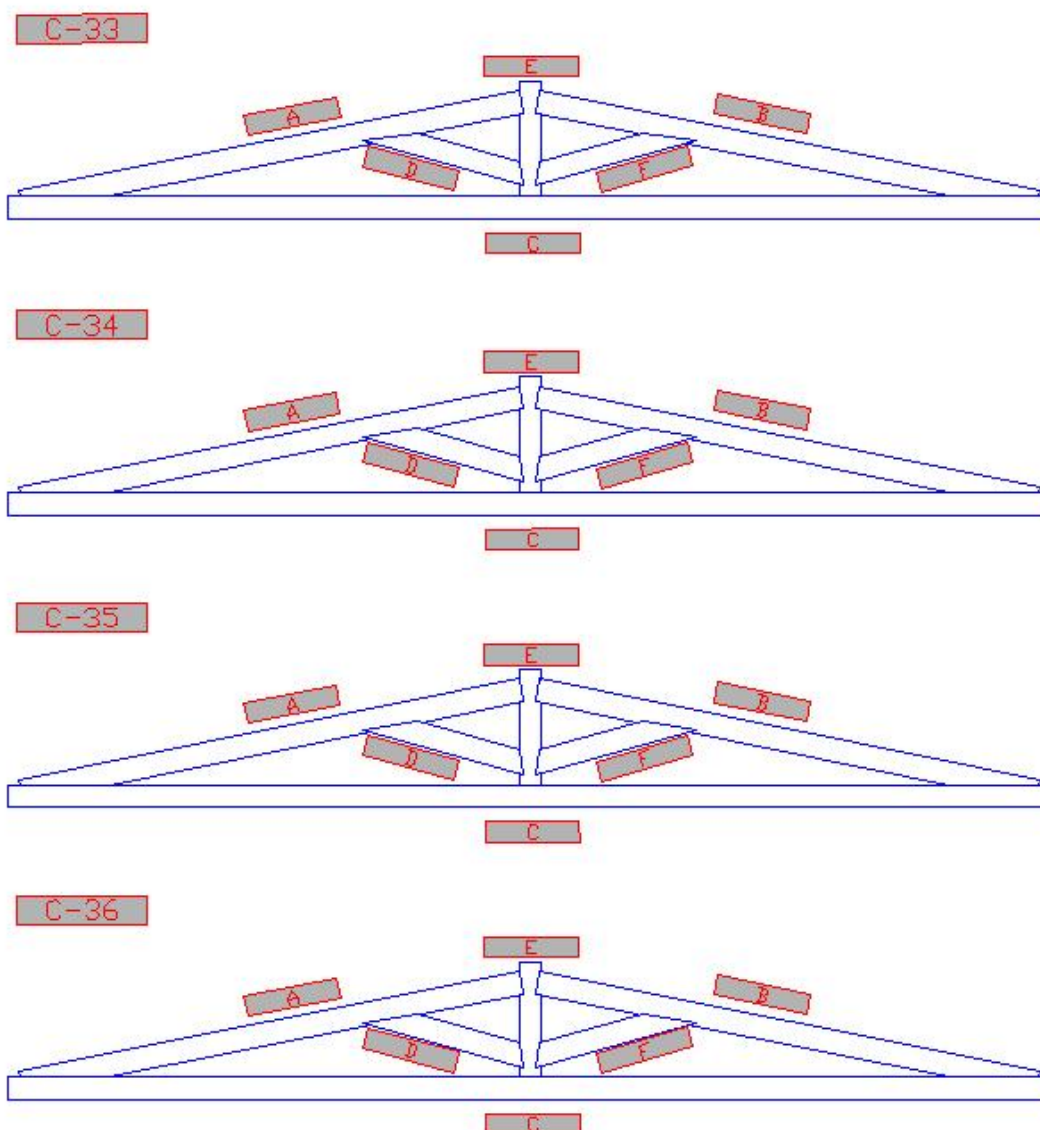
C-21

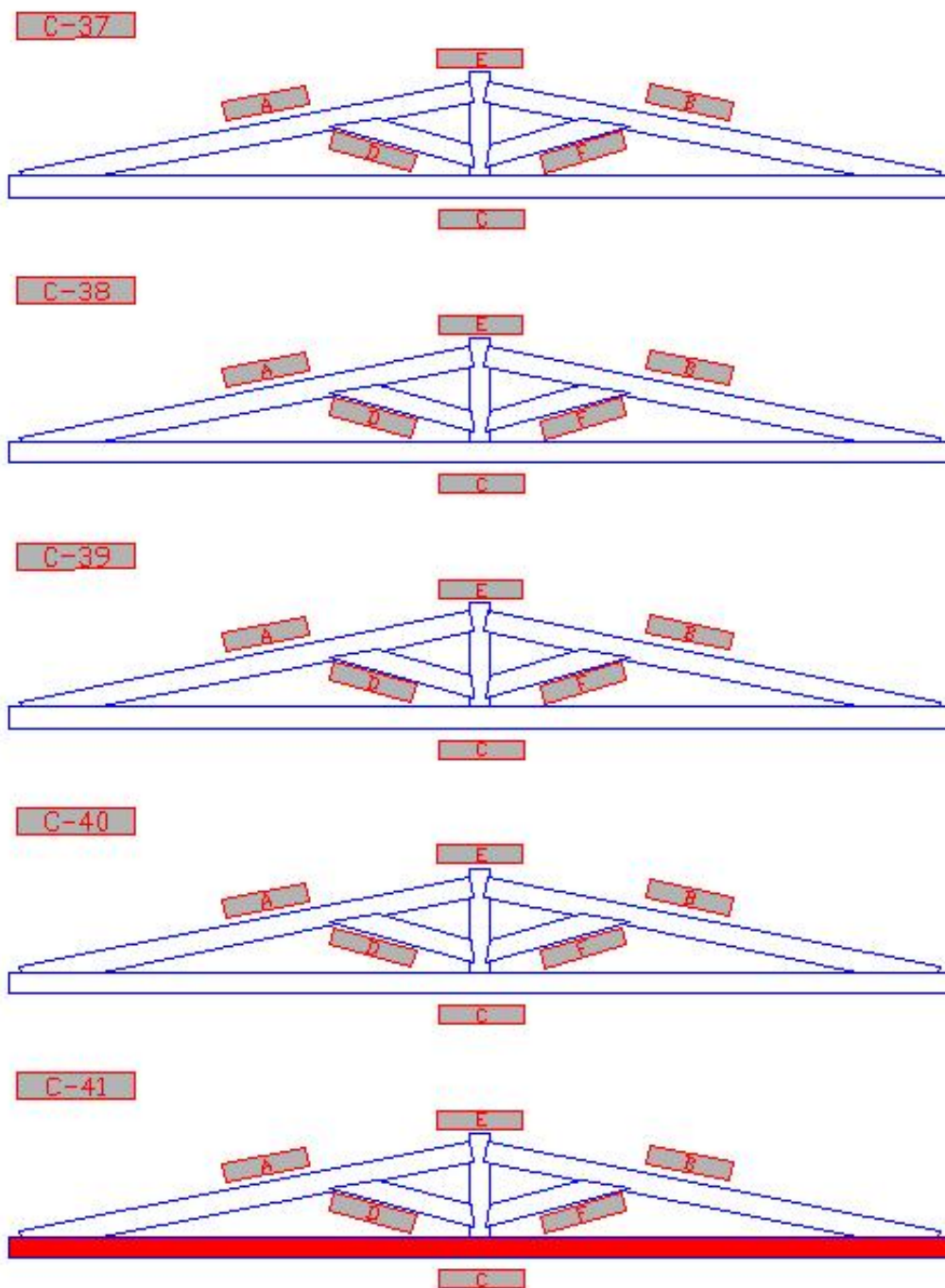


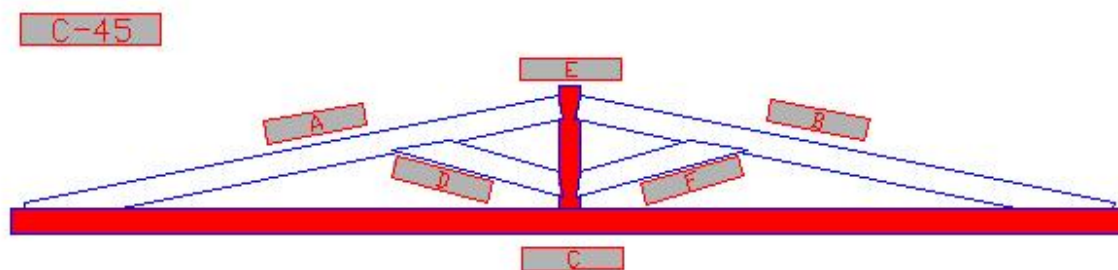
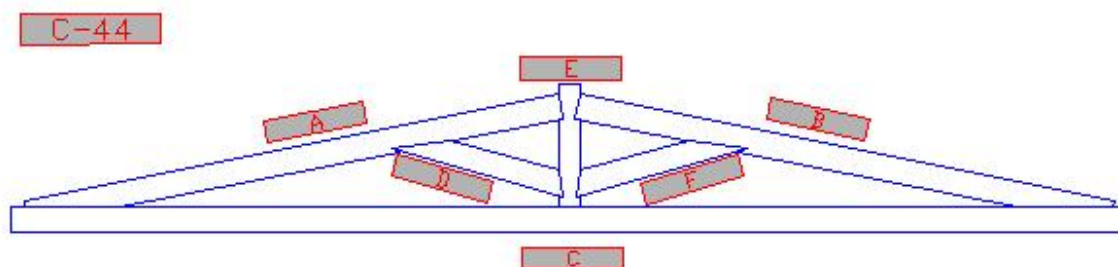
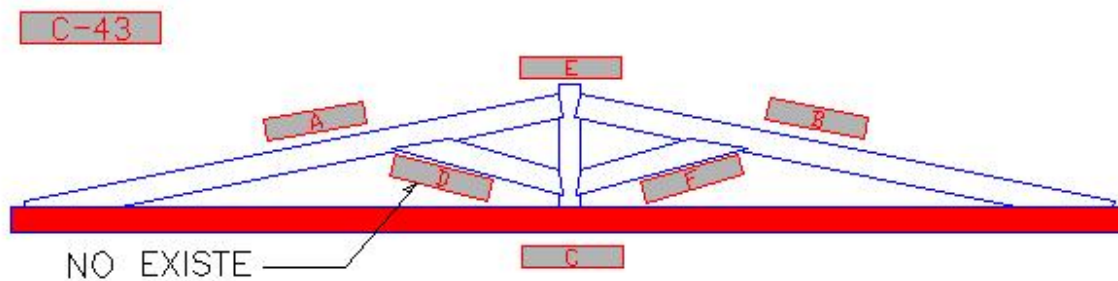
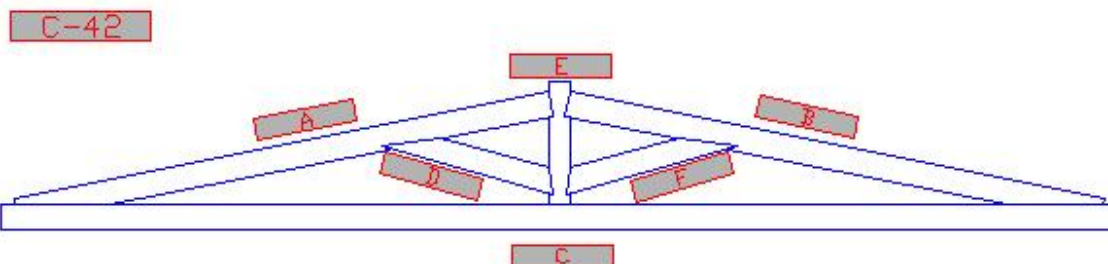






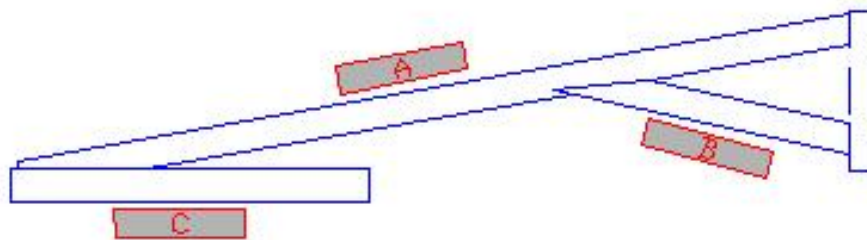




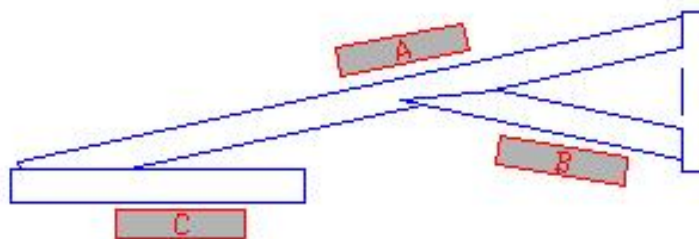


MEDIAS CERCHAS VOLUMEN PRINCIPAL

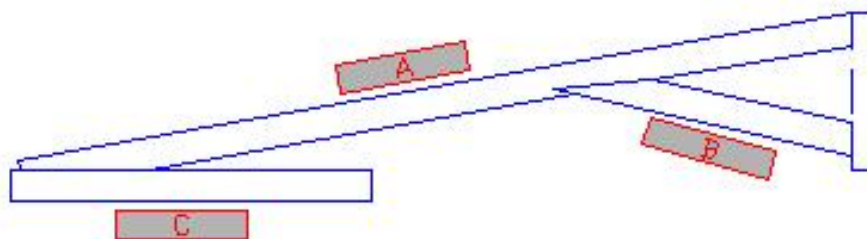
MC-1

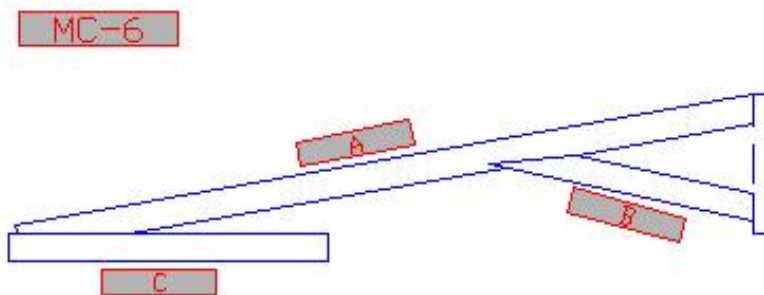
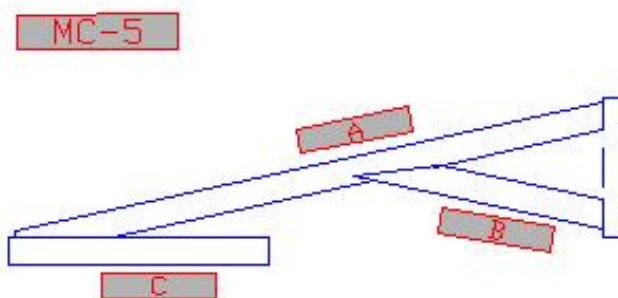
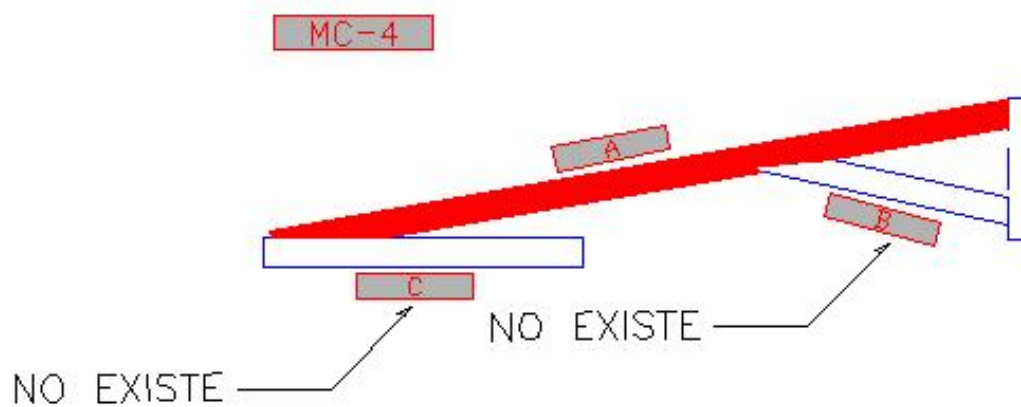


MC-2

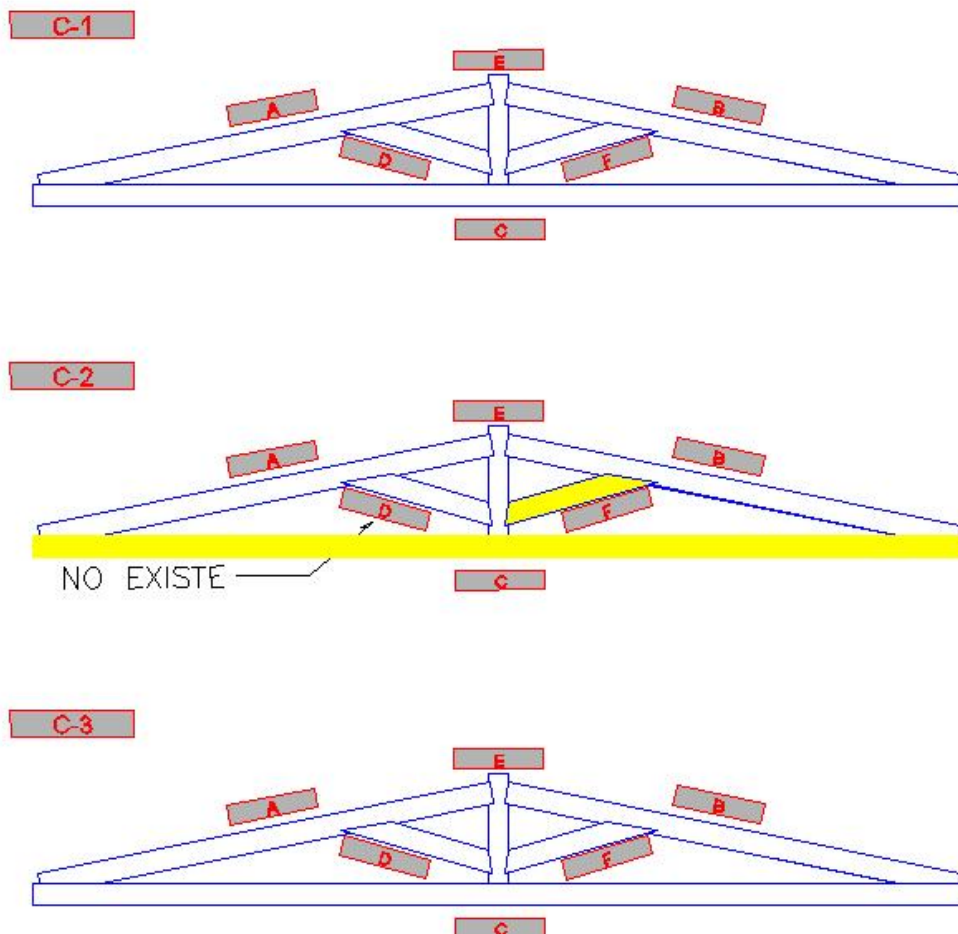


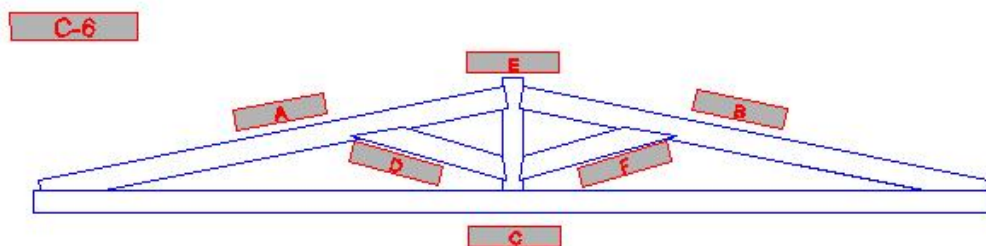
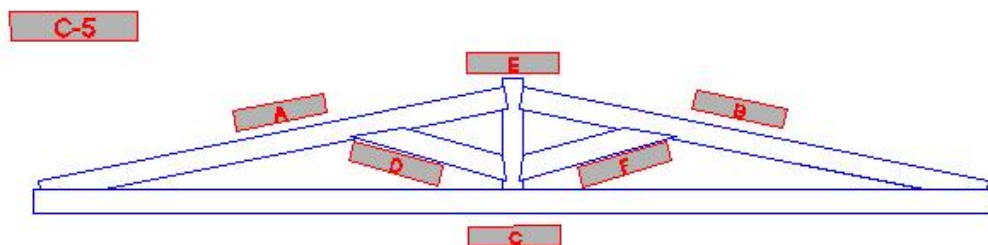
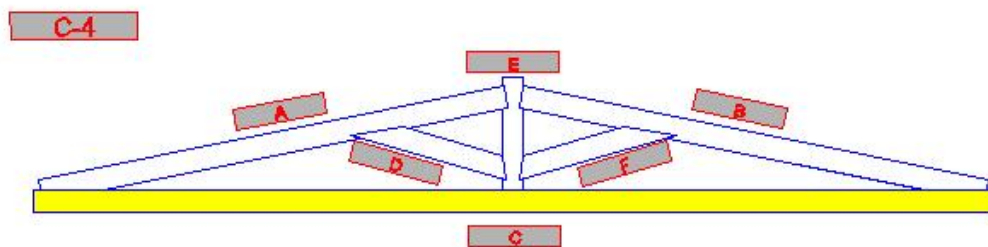
MC-3

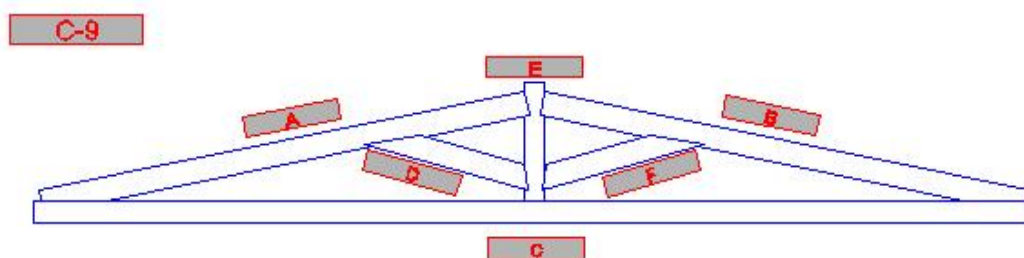
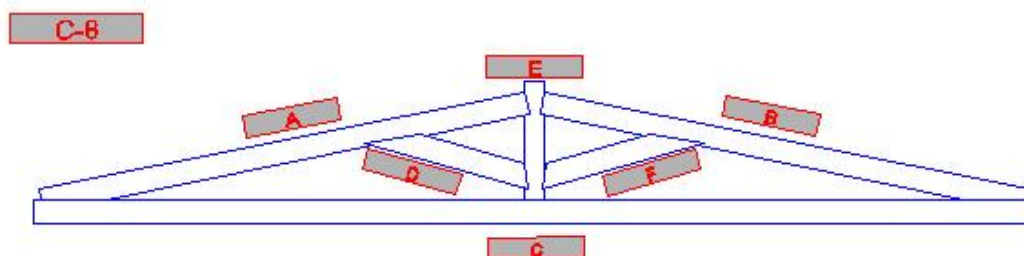
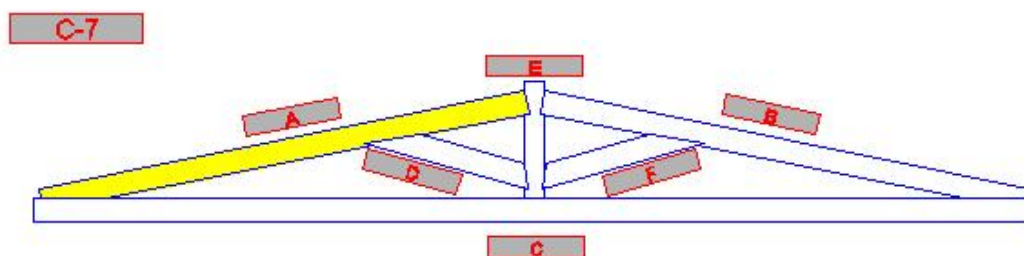


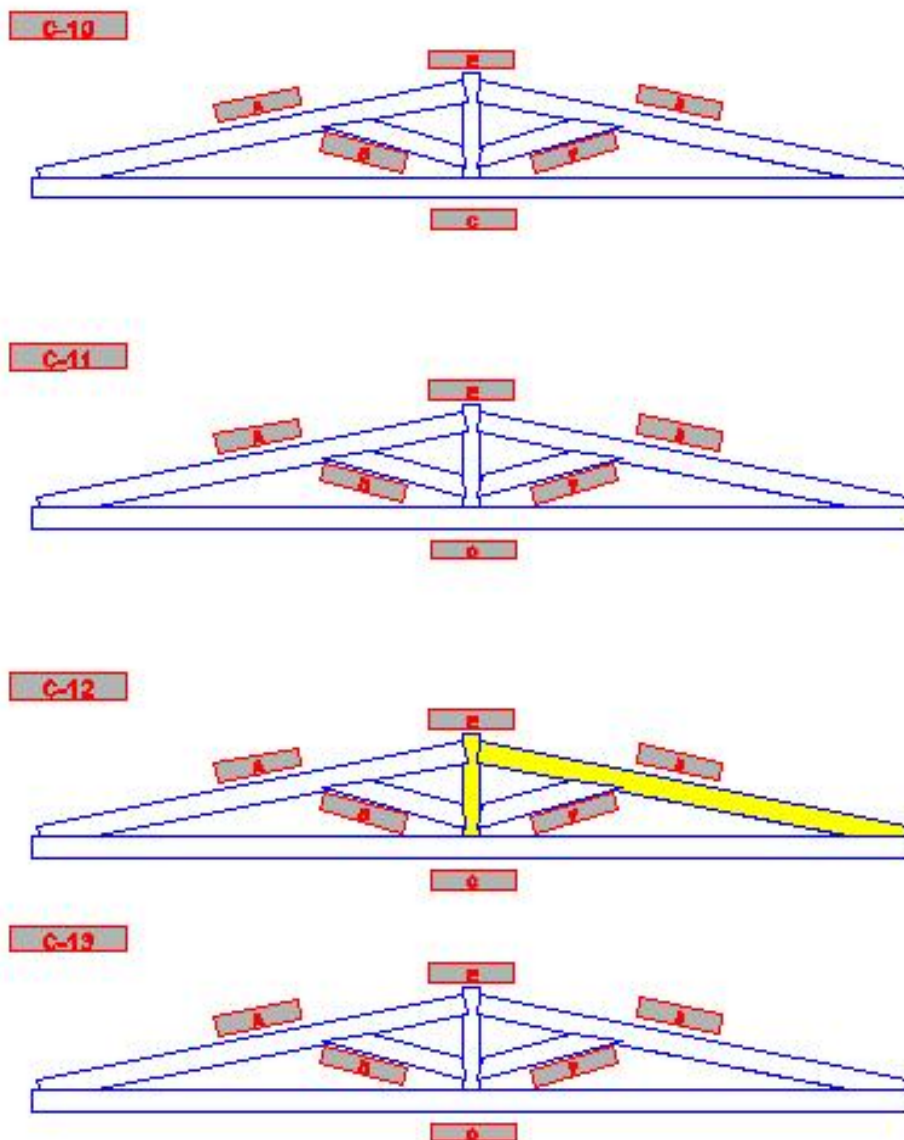


CERCHAS VOLUMEN NOR-ORIENTAL PABELLON BAJO

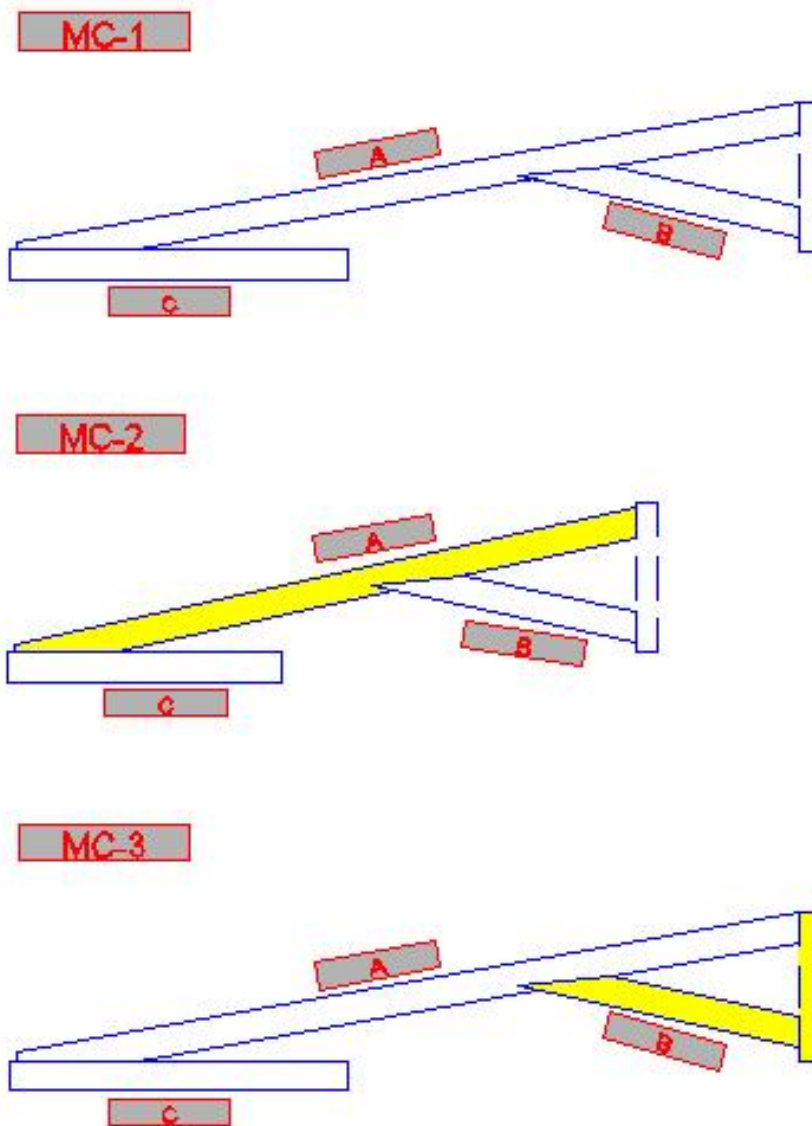




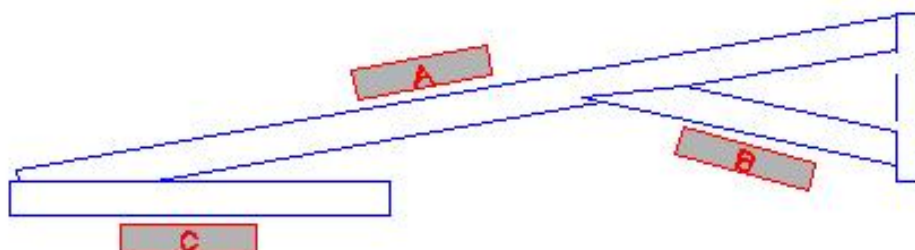




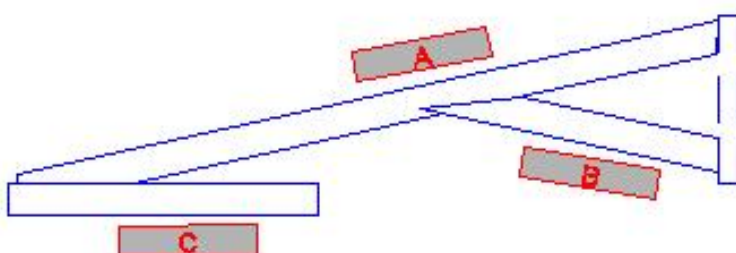
MEDIAS CERCHAS VOLUMEN NOR-ORIENTAL PABELLON BAJO



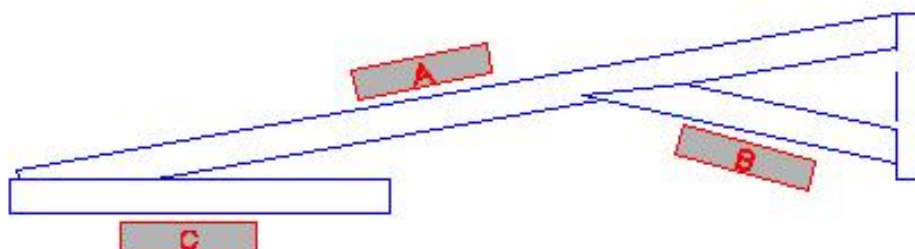
MC-4



MC-5



MC-6



CUADRO DE CONVENCIONES GRADOS DE DETERIORO DE LA MADERA		
	DAÑO MENOR AL 10% DEL VOLUMEN	G-1
	DAÑO ENTRE EL 10 Y EL 30% DEL VOLUMEN	G-2
	DAÑO MAYOR AL 30% DEL VOLUMEN	G-3
	ELEMENTO SANO	