

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



**CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA
“OJE RENACO”**

TESIS

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

RODRIGO HINOSTROZA CASO

Lima-Perú

2012

Digitalizado por:

**Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse**

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo y comprensión quienes la ilusión de su vida ha sido convertirme en persona de provecho, a mis hermanos por su paciencia, mis agradecimientos sinceros por hacer posible mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a todas y cada una de las personas que participaron en la investigación realizada, ya que invirtieron su tiempo y conocimiento para ayudarme a completar mi proyecto de tesis.

A la Ing. Isabel Moromi Nakata, asesora principal y docente de la facultad de Ingeniería civil perteneciente al departamento de construcción, por su valiosa ayuda en la dirección, planeamiento, así como su amplia colaboración durante los ensayos y el análisis del presente trabajo.

A los miembros del consejo de facultad y especialistas encargados de la revisión y redacción al Ing. José masías Guillen y al Ing. Jesús Velarde Dorrego.

Al Ing. forestal Arturo Manrique por su apoyo durante el recorrido de la zona donde se identificaron y recolectaron los arboles Oje renaco.

Al Ing. forestal Manuel Chavesta Custodio, jefe del Laboratorio de la Anatomía de la Madera de la Universidad Nacional Agraria la Molina, por su apoyo en la identificación Anatómica de la madera en estudio.

A los socios integrantes del aserradero grupo ALMANSA SAC, quienes dieron las facilidades para la ubicación, extracción y transporte de la especie maderable Oje renaco.

INDICE		PAGINA
RESUMEN.....		5
LISTA DE FIGURAS.....		6
LISTA DE CUADROS.....		7
LISTA DE GRAFICAS.....		8
INTRODUCCION.....		10
ANTECEDENTES.....		13
 CAPITULO I		
1 ASPECTOS GENERALES.....		16
1.1 ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA MADERA.....		16
1.1.1 Estructura de la madera.....		16
1.1.1.1 <i>El tronco</i>		16
1.1.2 Estructura anatómica de la madera.....		18
1.1.2.1 <i>Planos de estudio de los detalles de la madera</i>		18
1.1.3 Características anatómicas de la madera.....		20
1.1.3.1 <i>Clasificación de especies arbóreas</i>		22
1.1.3.2 <i>Comparación entre madera de especie conífera y latifoliada</i>		23
1.1.3.3 <i>Diferencia entre albura y duramen</i>		23
1.1.3.4 <i>Características generales y organolépticas de la madera</i>		25
1.2 IDENTIFICACION Y NOMENCLATURA DE LAS MADERAS.....		27
1.2.1 Identificación de especies.....		27
1.2.1.1 <i>Identificación anatómica</i>		28
1.2.1.2 <i>Identificación dendrológica</i>		28
1.2.1.3 <i>El árbol y su estructura</i>		28
1.2.2 Nomenclatura botánica del árbol.....		29
1.3 AGENTES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DE LA MADERA.....		30
1.3.1 Agentes abióticos.....		31
1.3.2 Agentes bióticos.....		32

1.4 ASERRADO, SECADO Y PROTECCION DE LA MADERA.....	34
1.4.1 Aserrado.....	34
1.4.2 Secado.....	35
1.4.2.1 Ventajas del secado de madera.....	36
1.4.2.2 Defectos originados por el secado.....	37
1.4.3 Protección de la madera.....	37
1.4.3.1 <i>Preservación de la madera</i>	37
1.4.3.2 <i>Ventajas de preservantes</i>	38
1.4.3.3 <i>Tipos de preservantes</i>	38
1.4.3.4 <i>Métodos de preservación</i>	39
CAPITULO II	
2. USOS DE LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN.....	42
2.1 EL MATERIAL DE CONSTRUCCION.....	42
2.2 MADERA DE CONSTRUCCION NO ESTRUCTURAL.....	42
2.2.1 Clasificación general.....	43
2.2.2 Requisitos de calidad.....	43
2.2.2.1 <i>Requisitos generales</i>	43
2.3 MADERA DE CONSTRUCCION ESTRUCTURAL.....	44
2.3.1 Requisitos generales.....	45
2.4 CLASIFICACION VISUAL POR DEFECTOS PARA MADERA ESTRUCTURAL.....	45
CAPITULO III	
3. PROGRAMA DE DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE.....	48
3.1 INTRODUCCION.....	48
3.2 POTENCIAL ECONOMICO DE LOS BOSQUES.....	48
3.2.1 Comercialización de la madera.....	51
3.2.2 Principales mercados internacionales.....	53
3.2.3 Exportación de sector maderas.....	54
3.3 LINEAMIENTO PARA EL DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE.....	55
3.4 PROPUESTA ESTRATEGICA PARA EL DESARROLLO FORESTAL.....	55

CAPITULO IV

4. DESCRIPCION GENERAL DE LA MADERA OJE RENACO.....	60
4.1 PROCEDENCIA.....	60
4.2 DESCRIPCION ORGANOLEPTICA DE LA MADERA OJE RENACO.....	61
4.3 CARACTERISTICAS MACROSCOPICAS DE LA MADERA OJE RENACO...	61
4.4 CARACTERISTICAS MICROSCOPICAS DE LA MADERA OJE RENACO.....	62
4.5 VOLUMENES DE LA MADERA OJE RENACO EN INVENTARIOS FORESTALES.....	62
4.6 COSTOS DE LA MADERA OJE RENACO Y SU COMPARACION CON OTRAS ESPECIES.....	63

CAPITULO V

5. METODO Y NORMAS DE ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS.....	66
5.1 COLECCIÓN DE MUESTRAS.....	66
5.1.1 Procedimiento de las muestras.....	66
5.1.2 Preparación de muestras.....	66
5.1.3 Numero de muestras para el ensayo de flexión en vigas a escala natural....	67
5.2 ENSAYO DE PROPIEDADES FISICAS.....	67
5.2.1 Contenido de humedad (NTP 251.010).....	68
5.2.1.1 <i>Procedimiento para calcular el contenido de humedad</i>	68
5.2.2 Densidad básica (NTP 251.011).....	71
5.2.2.1 <i>Procedimiento para calcular la densidad básica</i>	72
5.3 ENSAYO DE PROPIEDADES MECANICAS.....	74
5.3.1 Esfuerzos de la fibra al límite proporcional (ELP).....	74
5.3.2 Modulo de rotura.....	75
5.3.3 Modulo de elasticidad.....	75
5.3.4 Modulo de elasticidad considerando deformación por corte.....	76

CAPITULO VI

6. ENSAYO DE FLEXION EN VIGAS A ESCALA NATURAL (NTP 251.107).	78
6.1 COLECCIÓN DE MUESTRAS.....	78
6.2 CONDICION DE HUMEDAD EN LAS VIGAS A ENSAYARSE.....	78
6.3 REGISTRO DE DEFECTOS Y CLASIFICACION VISUAL.....	79
6.4 METODOS DE ENSAYO DE FLEXION SEGÚN NORMA.....	79

6.4.1 Muestras utilizadas para el ensayo a flexión.....	79
6.4.2 Equipos utilizados para el ensayo de flexión.....	79
6.4.3 Procedimiento del ensayo de flexion.....	79
6.5 RESULTADOS DE ENSAYO DE FLEXION.....	81

CAPITULO VII

7. ANALISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.....	86
7.1 ANALISIS DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.....	86
7.1.1 Análisis estadístico de los ensayos físicos.....	87
7.2 ANALISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS MECANICOS POR FLEXION EN VIGAS A ESCALA NATURAL.....	88
7.2.1 Análisis estadístico de los ensayos mecánicos en flexión.....	89
7.3 TABLA DE RESUMEN FINAL DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO.....	92
7.3.1 Comparación de los resultados obtenidos en la presente tesis (vigas en escala natural) con otros estudios de la misma especie(probetas libre de defectos.....	92
7.4 PROCESO DE AGRUPAMIENTO PARA USO ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJE RENACO SEGÚN LA NORMA NTP ININVI E-101.....	93
7.4.1 Agrupamiento.....	93
7.4.2 Proceso de agrupamiento de la madera oje renaco.....	93
7.5 COMPÀRACION DE RESULTADOS DE LA MADERA OJE RENACO CON OTRAS ESPECIES DEL MISMO GRUPO.....	99

CAPITULO VIII

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	100
8.1 CONCLUSIONES.....	101
8.2 RECOMENDACIONES.....	103
BIBLIOGRAFIA.....	105

ANEXOS

ANEXO 1: FIGURAS

ANEXO 2 CUADRO DE ENSAYOS DE FLEXION EN VIGAS A ESCALA NATURAL

ANEXO 3 REGISTRO FOTOGRAFICO

RESUMEN

Las muestras estudiadas de la madera Oje renaco proceden de la provincia de Satipo departamento de Junín, la investigación se realizó en el laboratorio de ensayos de materiales de la universidad nacional de ingeniería (LEM-UNI).

El nombre científico de esta especie en estudio, de acuerdo al estudio anatómico que fue realizado en el Laboratorio de Anatomía de la Madera-Universidad Agraria La Molina. Es de Oje renaco - *Ficus schultesii* Dugand.

Se ensayaron en total 30 vigas con dimensiones promedio 5.2cmx15cmx320cm. En estado húmedo, como indica las NTP E-101 (agrupamiento de maderas para uso estructural), El agrupamiento está basado en los valores de la Densidad Básica y de la resistencia mecánica. Asimismo de los ensayos realizados se obtuvieron los valores de las propiedades físicas (contenido de humedad y densidad básica) y las propiedades mecánicas (modulo de rotura y modulo de elasticidad).

Los resultados obtenidos finales de las propiedades físico-mecánicas de las vigas sometidos a ensayos de flexión, nos permitirá la incorporación de la madera Oje renaco a un grupo estructural para su uso adecuado.

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS EN VIGAS A ESCALA NATURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO (<i>Ficus schultesii</i> Dugand)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION	PERCENTIL (5 %)
PROPIEDADES FISICAS				
CONTENIDO DE HUMEDAD (C.H)	21.62%	2.20%	10.17%	18.54%
DENSIDAD BASICA (D.B)	0.36 gr/cm ³	0.02 kg/cm ³	4.35%	0.34 gr/cm ³
PROPIEDADES MECANICAS POR FLEXION				
ESFUERZO AL LIMITE PROPORCIONAL (ELP)	182.17	25.13	13.80%	154.29
MODULO DE ROTURA (MOR)	382.82	41.71	10.90%	297.80
MODULO DE ELASTICIDAD (MOE s/c)	65031.98	2093.34	3.22%	60541.05
MODULO DE ELASTIICIDAD (MOE c/c)	83957.55	5543.20	6.6%	73057.05

Notas:

- Modulo de Elasticidad sin deformación por corte
- Modulo de Elasticidad con deformación por corte

En el presente estudio los resultados obtenidos fueron: Densidad Básica = 0.36 gr/cm³ y el Modulo de Elasticidad=65031.98 kg/cm², valores que se encuentran por debajo de los establecidos en el grupo C; En conclusión de acuerdo a lo mencionado en NTP E-101 y haber revisado que hay especies en cantidades considerables que presentan densidad menores a 0.4gr/cm³, se recomienda abrir un nuevo Grupo D, donde se podrá incorporar nuevas especies maderables Para uso estructural.

LISTA DE FIGURAS

	PAGINA
Figura 1.1 Partes de la sección Transversal del Tronco.....	18
Figura 1.2 Planos de corte de la madera.....	20
Figura 1.3 Poros de células tubulares.....	22
Figura 1.4 Diferenciación entre la albura y el duramen.....	25
Figura 1.5 Estructura u ordenamiento al cual se somete una especie maderable.....	30
Figura 1.6 Cambio de coloración de la madera producida por efecto de los hongos.....	32
Figura 1.7 Madera atacada por hongos debido al contacto con la humedad.	33
Figura 1.8 Tipos de insectos que atacan a la madera en estado seco o húmedo.....	33
Figura 1.9 Termitas alimentándose de la madera produciendo la disminución de la propiedad de resistencia.....	34
Figura 1.10 Proceso de aserrado de la madera Ojé renaco en el aserradero Almansa-Satipo.....	35
Figura 1.11 Secado artificial de la madera Ojé renaco en cámara de tratamiento térmico.....	36
Figura 2.1 Usos de la madera No estructural siendo su característica principales tener buena apariencia.....	42
Figura 2.2 Usos de la madera estructural siendo su característica principal ser muy resistente.....	44
Figura 4.1 Las muestras de la madera ojé renaco para los estudios de la presente tesis se extrajeron de la provincia de Satipo departamento de Junín.....	60
Figura 4.2 La especie Ojé renaco tiene más de 30m de altura y unos 110cm de diámetro, al hacerle un corte exuda rápidamente un látex blanco.....	60
Figura 6.1 Esquema de ensayo de flexión de viga a escala natural.....	80

LISTA DE CUADROS

	PAGINA
Cuadro 1.1 Diferencia entre maderas coníferas y latifoliadas.....	23
Cuadro 1.2 Muestra el porcentaje final de humedad Para su mejor Aplicación.....	37
Cuadro 3.1 Principales especies forestales en el Perú.....	49
Cuadro 3.2 Producción de madera rolliza y aserrada por departamento (Enero – Junio del 2011)*.....	50
Cuadro 3.3 Principales mercados de destino del sector maderas (Enero – marzo 2009 y 2010).....	53
Cuadro 3.4 Comparativo de las exportaciones de los principales rubros del sector maderas marzo 2009 y 2010.....	54
Cuadro 3.5 Evolución de las exportaciones del sector maderas Enero –Diciembre 2000 al 2010 (us \$ FOB).....	54
Cuadro 4.1 Producción de madera rolliza y aserrada de la especie Ojé renaco por departamento año 2010 - 2011.....	63
Cuadro 4.2 Precio de la madera aserrada larga comercial en el departamento Madre de Dios-Puerto Maldonado (Junio -2010).....	64
Cuadro 5.1 Clasificación de la Madera según su contenido de humedad (JUNAC).....	68
Cuadro 5.2 Resultado obtenido de Contenido de Humedad de vigas ensayadas a flexión en escala natural.....	70
Cuadro 5.3 Clasificación de la Madera según su Densidad Básica (NTP).....	71
Cuadro 5.4 Resultados obtenidos sobre la Densidad Básica en los ensayos de flexión de viga a escala natural.....	73
Cuadro 6.1 Dimensiones de las vigas a escala natural Áreas, Inercias.....	81

Cuadro 6.2	Resultados de Esfuerzo al límite Proporcional (ELP) y Modulo de rotura (MOR) del ensayo de flexión en vigas a escala natural.	82
Cuadro 6.3	Resultados de Modulo de Elasticidad (MOE) sin considerar deformación por corte del ensayo de flexión en vigas a escala natural.....	83
Cuadro 6.4	Resultados de Modulo de Elasticidad (MOE) considerando deformación por corte del ensayo de flexión en vigas a escala....	84
Cuadro 7.1	Contenido de Humedad promedio para la madera Oje renaco.....	86
Cuadro 7.2	Densidad Básica promedio para la madera Oje renaco.....	86
Cuadro 7.3	Resultados obtenidos en los ensayos de flexión de las vigas a escala natural.....	88
Cuadro 7.4	presenta los resultados obtenidos de los ensayos.....	92
Cuadro 7.5	Se compara los resultados de vigas a escala natural con ensayo de probetas libre de defectos.....	92
Cuadro 7.6	valores de densidad básica correspondiente a cada grupo estructural según NTP ININVI E-101.....	94
Cuadro 7.7	Coefficientes considerados para la determinación de los Esfuerzos admisibles según NTP.....	96
Cuadro 7.8	Valores de esfuerzos admisibles según NTP.....	97
Cuadro 7.9	Valores de módulos de elasticidad dados por la NTP correspondiente a cada grupo estructural.....	97
Cuadro 7.10	Comparación de Resultados obtenidos en los ensayos con otras especies del mismo Grupo.....	99

LISTA DE GRAFICAS

	PAGINA
Grafica 7.1 Diagrama de intervalo de Contenido de Humedad vs. Frecuencia relativa en el ensayo de vigas a escala natural.....	87
Grafica 7.2 Diagrama de intervalos de Densidad Básica vs. Frecuencia relativa en el ensayo de vigas a escala natural.....	87
Grafica 7.3 Diagrama de intervalo de Modulo de Rotura vs. Frecuencia relativa porcentual en ensayo de vigas a escala natural.....	89
Grafica 7.4 Diagrama que define el límite de exclusión del módulo de rotura en vigas.....	89
Grafica 7.5 Diagrama de intervalos de Modulo de Elasticidad vs. Frecuencia relativa en el ensayo de vigas a escala natural sin considerar deformación por corte.....	90
Grafica 7.6 Diagrama que define el límite de exclusión del módulo de Elasticidad sin considerar deformación por corte en vigas.....	90
Grafica 7.7 Diagrama de intervalos de Modulo de Elasticidad vs. Frecuencia relativa en el ensayo de vigas a escala natural considerando deformación por corte.....	91
Grafica 7.8 Diagrama que define el límite de exclusión del módulo de Elasticidad considerando deformación por corte en vigas.....	91

INTRODUCCION

Los recursos forestales son aun abundantes y son una de las grandes posibilidades de desarrollo nacional. El Perú es el segundo en superficies de bosques a nivel continental después de Brasil, sin embargo el desarrollo de la industria ha sido muy lento, aunque en los últimos años se está apreciando un mayor interés en inversiones para la explotación de arboles maderables para la construcción y fabricación de muebles.

El propósito fundamental del presente trabajo es determinar los valores numéricos promedios de las propiedades físico-mecánicas de la madera Oje renaco, mediante ensayos realizado en vigas a escala natural, para su incorporación al grupo de maderas para uso estructural, para que los resultados sean confiables se seguirán las indicaciones y recomendaciones de la NTP E-101. Con el presente estudio se contribuirá a incentivar la investigación de más especies maderables y de esta manera se podrá explotar la madera teniendo en cuenta la política de programa de desarrollo forestal sostenible.

El desarrollo de los temas del presente trabajo se apoya en los conocimientos realizados sobre maderas tropicales. Seguidamente se ha dividido en siete capítulos los cuales son resumidos a continuación.

En el Capítulo 1 Se presenta una descripción general de la característica y estructura anatómica de la madera, se expone también el proceso de secado, sobre los agentes que afectan su comportamiento y formas de protección de la madera.

En el Capítulo 2 Se expone sobre requerimientos y aplicaciones de la madera como material de construcción para uso estructural y para muebles, previamente realizando una clasificación visual siguiendo los parámetros que se indica en la NTP 251.104

En el Capítulo 3 Se explica sobre el programa de desarrollo forestal sostenible y la participación activa de los pobladores locales e industriales manteniendo presente los bosques del presente y del futuro. Siguiendo un lineamiento de manejo forestal a partir de modelos que incorporen tecnologías adecuadas y competitivas en una economía globalizada.

En el Capítulo 4 Se presenta la descripción general de la madera oje, procedencia y el nombre científico que se le dio basado en un estudio anatómico. También se menciona sobre las características anatómicas, microscópicas y macroscópicas, volúmenes de explotación, usos y aplicaciones, finalmente sus costos y comparación con otras especies maderables.

En el Capítulo 5 Se desarrolla el proceso seguido para la colección de las muestras de la madera oje renaco directamente extraído de la provincia de satipo.

En el Capítulo 6 Se describe la preparación de las muestras consistente en vigas a escala natural se registran su contenido de humedad, defectos por clasificación visual y se muestra los resultados de los ensayos a flexión realizados según la Norma Técnica Peruana.

En el Capítulo 7 Se muestra el análisis de los resultados provenientes de los ensayos físicos y mecánicos realizados en vigas a escala natural. Asimismo se muestran los cuadros de resumen con sus respectivos análisis estadísticos y la influencia de los defectos de la madera en sus propiedades mecánicas, finalmente se realiza el proceso de agrupamiento para uso estructural según Norma Técnica Peruana.

La Norma Técnica Peruana E-101 Agrupamiento de Maderas Para Uso Estructural, está basado en los valores de la Densidad Básica y de la resistencia mecánica, Asimismo fija los requerimientos y procedimientos que se deberá seguir para la incorporación de las especies maderables en los grupos establecidos A, B, C; a la vez menciona que en un futuro podrá definirse un grupo de especies con densidades básicas menores a 0.4 g/cm^3 . Esta normalización permitirá la incorporación de especies maderables de los bosques peruanos al mercado de madera aserrada para uso estructural, ofreciendo al usuario un mayor número de especies utilizables. Se espera así promocionar nuevas especies con características similares o mejores a las actualmente comercializadas.

Estos resultados nos ayudaran a definir los diferentes usos de la especie oje renaco y de este modo contribuir a aumentar el valor económico de los bosques tropicales de la zona, lograr una producción sostenida y desarrollar una tecnología para productos con valor agregado y oportunidades competitivas en el mercado nacional e internacional.

ANTECEDENTES

El Perú posee abundantes recursos forestales que ofrecen grandes posibilidades para el desarrollo nacional. Pero así como aprovechamos nuestros bosques, también debemos preservarlos y combatir los problemas para su explotación racional.

En nuestro país el uso de la madera en el sector de la construcción actualmente se ve restringido por la insuficiencia de conocimientos técnicos, leyes, normas, debido a perjuicios derivados del desconocimiento del material por parte de los usuarios. Esto hace que la actividad forestal en el Perú se limita a la explotación de pocas especies, lo que origina una depredación de los bosques a medida que estas especies se hacen más difíciles de extraer.

El conocimiento de las nuevas especies nos ayudara a definir los diferentes usos de la madera para la construcción y de este modo a contribuir a aumentar el valor económico de los bosques tropicales de la zona, contribuir a mejorar la capacidad del bosque para lograr una producción sostenida, desarrollar de tecnologías adecuadas y crear oportunidades comerciales competitivas en el mercado nacional y comercial.

Actualmente existe un criterio de agrupamiento estructural de especies forestales que están en función de sus propiedades físico-mecánicas realizadas por la comunidad andina, Junta de acuerdo de Cartagena PADT-REFORT que a través de esta propuesta metodológica permitirá incorporar progresivamente nuevas especies maderables como es el caso de la madera Oje renaco.

La preparación de la presente tesis, resume los temas de investigación de otras tesis realizadas en el laboratorio de ensayo de materiales de la facultad de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, se han realizado ensayos de viga a flexión en escala natural para obtener valores de las propiedades físico-mecánicas.

Para la elaboración de este tema se han consultado las siguientes tesis:

- Clasificación estructural de la madera "Pino Patula".
Miñano Suarez, Vladimir; año 2010
- Clasificación estructural de la Especie forestal "Azucar Huayo".
Estacio Jimenez, Raul Imper; año 2008
- Clasificación e Influencia del Contenido de Humedad y Defectos de las Propiedades Físico-Mecánicas de la madera "Capirona"
Huaraz del Castillo, Eder Allen; año 2003
- Estudio de las propiedades físico-mecánicas de la madera "Huamanchilca".
Sanchez Benites, Félix Santiago; año 2000
- Clasificación estructural de la madera "Mashonaste".
Cortez Villegas; Adolfo Johan; año 2005
- Clasificación estructural de la madera "Cachimbo".
Villanueva Peña, Victor; año 2005
- Propiedades físicas y mecánicas de la madera "Copaiba"
Freire B, Jaime; Cuglievan O, Nicolas; Campos Eduardo, año 1968
- Incorporación de la especie maderable "Quinilla Colorada" para uso estructural
Camacho Castillo, Sixto; año 2004

CAPITULO I

ASPECTOS GENERALES

1 ASPECTOS GENERALES

La madera tiene características muy convenientes para su uso como material estructural y como tal se ha empleado desde los inicios de la civilización.

Al contrario de la mayoría de los materiales estructurales, su propiedad de resistencia a la tensión es superior a la de compresión, aunque esta última es también aceptablemente elevada. Su buena resistencia, su ligereza y su carácter de material natural renovable constituyen las principales cualidades de la madera para su empleo estructural.

1.1 ESTRUCTURA Y CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS DE LA MADERA

1.1.1 Estructura de la madera

1.1.1.1 El tronco En un árbol maduro, la sección transversal del tronco presenta las siguientes partes:

- **Corteza exterior:** Viene a ser la cubierta que protege el árbol de los agentes atmosféricos en especial de la insolación; está formado por el tejido llamado floema, que cuando muere forma esta capa.
- **Corteza interior:** Es la capa que tiene por finalidad conducir el alimento elaborado en las hojas hacia las ramas, tronco y raíces, está constituido por el tejido flemático vivo llamado también líber.
- **Cambium:** Es una capa de células, difícil de observar a simple vista, donde continuamente se forman y multiplican las células de leño. Origina el crecimiento del grosor del tronco formando capas concéntricas de células de madera o xilema en gran proporción hacia el interior y las células de floema o corteza, en escasa proporción hacia la parte externa del tronco periódicamente dichas capas conforman los llamados anillos de crecimiento.

- **Albura:** Es la parte externa que rodea la parte leñosa del tronco cuya función principal es de conducir agua y sales minerales desde la raíz hacia las hojas. Es la zona de coloración más clara conformada por células jóvenes, presenta menor resistencia a los ataques biológicos. La albura es más abundante mientras más joven es el árbol.
- **Duramen:** También llamado corazón, es la zona que rodea a la médula. Es de color oscuro y está constituido por células muertas lignificadas que le dan mayor resistencia al ataque de hongos e insectos. Su proporción depende de la especie y de la edad del árbol. Tiene como función proporcionar resistencia para el soporte del árbol. La transformación de albura a duramen es acompañada generalmente por un oscurecimiento de la madera mediante la deposición de varias clases de productos de infiltración, tales como aceites, gomas, resinas, taninos sustancias aromáticas y colorantes. Se debe tener presente que para propósitos de identificación el color de la madera se refiere al del duramen.
- **Medula:** Se encuentra ubicada generalmente en la parte central del tronco. Esta constituida principalmente por tejidos o células parenquimatosas blandas, débiles o muertas, a veces de consistencia corchosa. Su diámetro varía entre menos de un milímetro, hasta más de un centímetro según la especie.

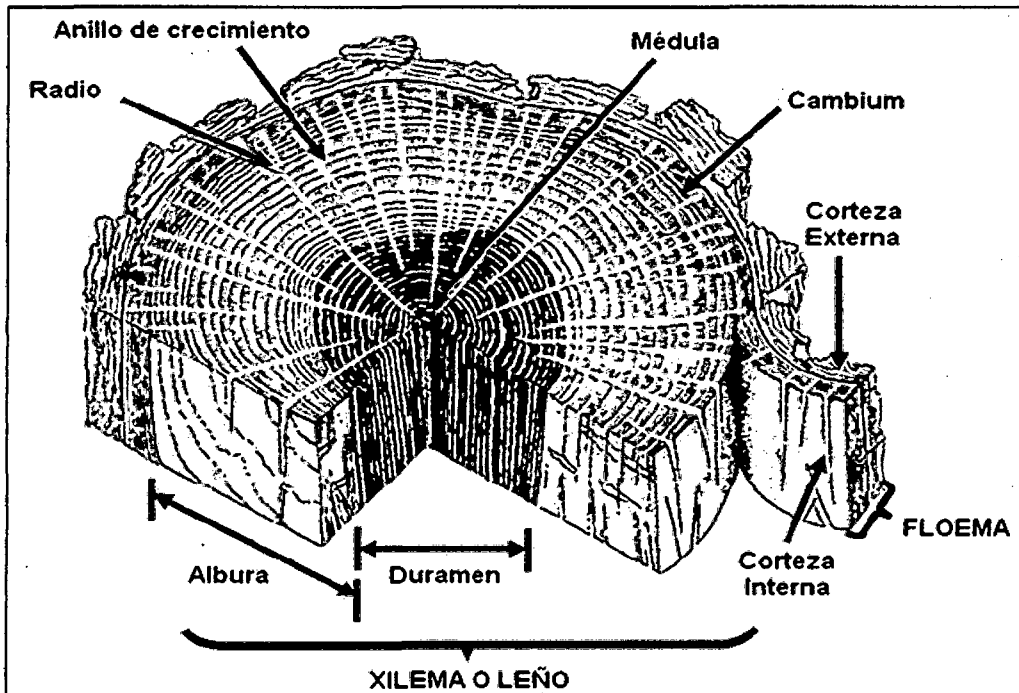


Figura 1.1 Partes de la sección transversal del tronco

Fuente: CHAVESTA C. M. (2006).

1.1.2 Estructura anatómica de la madera

La parte maderable del árbol está conformado por el tronco y las ramas, compuesta por células que constituyen tejidos con funciones específicas como son: tejidos parenquimatosos que tiene la función de almacenamiento, tejido vasculares, elementos traqueales con función de conducción de alimento y tejido fibroso, soporte de la planta (resistencia).

Al observar los tres planos principales de corte de la madera que son: transversal, radial y tangencial se constata visiblemente esta estructura heterogénea.

1.1.2.1 Planos de estudio de los detalles estructurales de la madera

Se conoce como planos o sección de corte en la madera a las superficies que resultan al cortar una pieza de madera en diferentes planos. Se reconocen tres planos principales en los cuales la madera es examinada ordinariamente. Estos planos o superficies son: transversal, radial y tangencial.

- **Sección transversal**

Es el corte perpendicular al eje longitudinal del tronco o árbol. Es la superficie observable en el extremo de una troza.

En este plano se observan los anillos de crecimiento y sus características: ancho de anillos, porcentaje de madera temprana y madera tardía y tipo de transición entre las mismas. Si los radios son lo suficientemente grandes se observan como líneas que cruzan los anillos de crecimiento en ángulo recto. Otros elementos macroscópicos que se observan en esta sección, son el tipo de porosidad, disposición contenido y tamaño de los poros, tamaño de los radios, tipo de parénquima, textura y el tipo de transición que existe entre albura y duramen.

En las latifoliadas se observa los vasos o poros y en las coníferas las traqueidas, estas están cortadas transversalmente y se observan como pequeños orificios.

En el plano trasversal se puede distinguir microscópicamente todas las células que se producen en cada uno de los periodos vegetativos y las diferencias existentes entre células del inicio del término de cada crecimiento, ejemplo en el que la mayoría de las especies que crecen en climas templados, permiten determinar con exactitud la cantidad de madera que se agrega en cada periodo de crecimiento anual.

- **Sección radial**

Es el corte paralelo al eje longitudinal del tronco o tallo, en donde el mismo es paralelo a los radios y perpendicular a los anillos de crecimiento, en este plano se observa el tamaño de los radios, tipo de grano y el lustre o brillo de la madera.

El corte más estable es el radial, con respecto a la tangencial porque hay menor contracción.

- **Sección tangencial**

En este plano, se observa la presencia de magnitud de las líneas vasculares. Los radios son visibles a nivel macroscópico, solo si son de tamaño mediano a grande y se presentan como pequeñas líneas oscuras que se extienden en la dirección longitudinal. La longitud de esa línea representa la altura del radio.

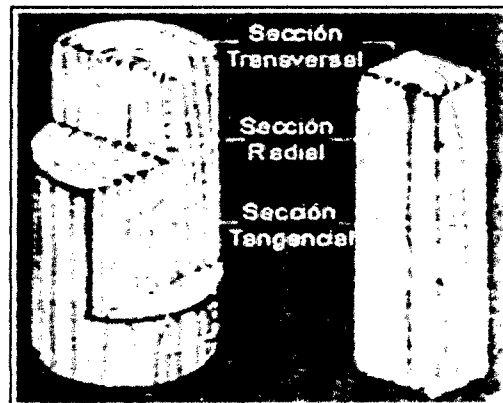


Figura 1.2 Planos de corte de la madera

1.1.3 Características anatómicas de la madera

Las características anatómicas, permiten explicar las causas correspondientes a los cambios dimensionales y el comportamiento de los esfuerzos mecánicos de la madera, además, menciona que la contracción radial y tangencial es un índice de la estabilidad de la madera y cuando la relación entre ambos se acerca a la unidad la madera es más estable y tiene buen comportamiento al secado.

La caracterización anatómica de sus estructuras celulares es valiosa para la identificación de las especies; además ayuda a inferir el posible comportamiento físico y mecánico de la madera, lo cual es de gran utilidad porque contribuye a un mejor aprovechamiento tecnológico de este importante recurso natural.

- **Inclusiones / Conductos especializados**

Se llama inclusiones porque cuando la troza es transformada en tabla comienzan a secarse perdiendo agua a través de los poros, quedando vacío o con inclusiones, puede ser de 2 clases:

Tilosas.- es un enfermedad de la madera pues se intromisiona entre en el protoplasma de una célula viva, en la cavidad de un elemento vascular, estas inclusiones se presentan como masas amorfas que taponean los elementos vasculares o forman falsos tabiques, influyen en la penetración y retención de los productos químicos.

Las diferentes inclusiones representan características importantes para la identificación de la madera. Asimismo influye en el comportamiento de la madera con la trabajabilidad.

Otras inclusiones son las gomas o resinas y sales calcáreas. Las gomas o resinas son un material orgánico formado por compuestos químicos, generalmente de color amarillo y rojo. Látex Exudación lechosa generalmente de color blanco y a veces amarillo.

- **Parénquimas**

El parénquima es el tejido que sirve para la conducción y almacenamiento de sustancia de reserva. Forma parte del tejido longitudinal del tronco y está dispuesto en forma muy característico; por ello el parénquima tiene importancia en la identificación.

El parénquima es caracterizado por tener una pared celular delgada y lumen grande cumpliendo la función de almacenamiento de sustancial de reserva. A simple vista o con ayuda de una lente de mano este tejido.

Se observa como bandas más claras y blandas rodeando unas veces a los poros y otras pasando entre ellas.

- **Poros o Vasos**

Son orificios o agujeros de células tubulares. Los poros es cuando un elemento vascular es cortado transversalmente pueden estar aislado o agrupados de manera variable, por lo general es redondeado.

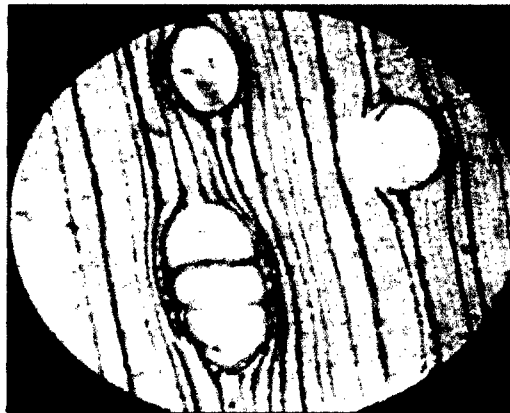


Figura 1.3 Poros conformado por células tubulares

- **Fibras**

Son células largas, fusiformes, provistas de perforaciones laterales llamadas punteaduras que facilitan el paso de nutrientes. Su función principal es de sostén del leño o resistencia mecánica. Se observan con una lupa de 10 aumentos o al microscopio.

1.1.3.1 Clasificación de especies arbóreas

A nivel de estructura celular se pueden clasificar las especies arbóreas en dos grandes grupos de árboles:

- a) Coníferas
- b) Latifoliadas

a. Coníferas

La madera coníferas provienen del grupo de gimnospermas está constituida esencialmente por células de características homogéneas, del grupo traqueidas, las cuales realizan la doble función de sostén del árbol y conducción de la savia. Las especies pertenecientes a este grupo presentan un tronco recto, cónico hasta su ápice (extremo superior) y revestido de ramas.

b. Latifoliadas

Las maderas latifoliadas provienen del grupo de angiospermas los que están constituidas esencialmente por vasos los cuales realizan la función conductora de la savia y por fibras que son el sostén del árbol, las especies latifoliadas presentan en general una copa bien ramificada y un tronco que varía de dimensiones.

1.1.3.2 Comparación entre madera de especie conífera y latifoliada.

En el cuadro 1.1 se muestra el comparativo entre la madera de Gimnospermas (Coníferas) y la madera de Angiospermas (Latifoliadas).

Cuadro 1.1 Diferencia entre maderas coníferas y latifoliadas

Coníferas	Latifoliadas
○ Sin poros	○ Con poros
○ Estructura homogénea	○ Estructura heterogénea
○ Anillos de crecimiento bien definidos	○ Anillos de crecimiento poco definidos
○ Radios poco definidos	○ Radios definidos
○ Albura y duramen generalmente poco marcados	○ Albura y duramen bien marcados

Fuente: CHAVESTA C. M. (2006).

1.1.3.3 Diferencia entre albura y duramen

- **Albura**

- Formado mayormente por células vivas y activas.
- Mayormente sirven sus células vivas para almacenar alimento de reserva.
- Sirve como soporte mecánico del árbol.

- El color es mucho más claro.
- Cuando la albura es de un color y el duramen de otro color diferente en este caso se dice que la albura y el duramen son diferenciados y generalmente tiene menor peso.
- En cuanto se refiere a resistencia mecánica generalmente no hay diferencia entre albura y duramen.
- Es de menor durabilidad porque está en relación estrecha, en cuanto al tipo o forma de células.
- Tiene mayor permeabilidad también se debe a las características de cada célula de la albura y duramen.
- En cuanto al contenido de humedad, la albura contiene mayor cantidad de humedad, debido a la estructura de las células.

- **Duramen**

- Formado por células inactivas y muy pocas células vivas.
- También cumple la misma función pero en menor grado.
- También sirve como soporte mecánico del árbol.
- El color es más oscuro.
- Generalmente es más pesado.
- Es de mayor durabilidad.
- Tiene menor permeabilidad.
- Contiene menor cantidad de humedad, debido a que el duramen al tener sustancias infiltradas.
- Es menos atacado por los agentes destructores de la madera (hongos e insectos). Debido a las infiltraciones gomas, colorantes y resinas.

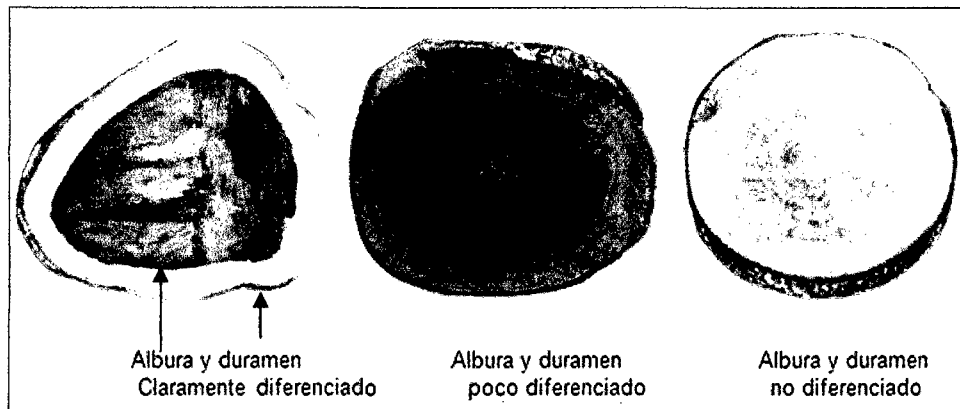


Figura 1.4 Diferenciación entre la albura y el duramen la notoriedad depende de la especie maderable

1.1.3.4 Características generales y organolépticas de la madera

Las características generales se relacionan con aspectos estéticos y de su estructura anatómica, denominándolas características organolépticas de la madera: color, veteado, textura. Además afirma que dichas características son más representativas de la madera incluyendo olor, grano, sabor y brillo.

- **Grano**

Es la orientación de los elementos longitudinales de la madera con respecto al eje longitudinal del tronco. Tiene importancia en la trabajabilidad de la madera así como en el comportamiento físico y mecánico de la misma. El tamaño de los elementos constitutivos de la madera tiene influencia sobre todo en la industria del mueble, facilita las operaciones de torneado, lijado y barnizado. La homogeneidad del grano también influye en algunas operaciones de transformación sobre todo en el corte.

Los granos pueden ser:

- *Grano recto*: cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos rectos con respecto al eje del árbol. Ejemplo: Lupuna blanca, Caoba, Cedro, etc.

- **Grano oblicuo:** cuando la dirección de los elementos leñosos forma ángulos agudos con respecto al eje del árbol. Ejemplo: Diablo Fuerte, Tornillo, etc.
- **Grano entrecruzado:** cuando la dirección de los elementos leñosos se encuentran en dirección alterna u opuesta haciendo que la separación de la madera sea difícil. Ejemplo: Congona, Shihuahuaco, Estoraque, Capirona, Huayruro, etc.

- **Brillo**

El lustre depende de la capacidad de la pared celular de reflejar la luz; en general, las caras radiales dan mejor lustre que las tangenciales. El brillo natural de la madera tiene poca importancia desde el punto de vista industrial, pues con el pulimentado y barnizado se consiguen, según convenga.

- **Color**

El color de la madera lo definen las sustancias que se encuentran en el lumen celular o impregnan sus paredes tales como pigmentos, taninos, resinas, goma; la madera es un material fibroso, la distinta orientación de las fibras producen fenómenos de reflexión y refracción.

El color cambia de una especie a otra. En general las maderas duras tienen un color más oscuro o intenso; mientras que las maderas blandas tienen colores más blancos.

- **Olor**

El olor puede servir para diferenciar las diversas especies de madera. Algunos tienen un olor característico, otras muy agradables, el olor a veces denota el buen o el mal estado de la madera. A menudo una alteración de fibras por descomposición va acompañada de olor desagradable. Existen maderas que poseen olores característicos provenientes de distintas sustancias que se encuentran depositadas en su interior. Este olor es más fuerte en cortes frescos, disminuyendo su intensidad con el transcurso del tiempo.

- **Sabor**

El sabor de una madera está estrechamente vinculado al olor, pues se supone que las sustancias responsables de ambos, son las mismas. Debe emplearse con cierto cuidado pues algunas maderas contienen sustancias tóxicas que pueden ocasionar alergias a las personas.

- **Textura**

Define a la textura como al tamaño de los distintos elementos anatómicos presentes en una pieza de madera, se distinguen tres tipos de textura (gruesa, mediana y fina). Una madera presenta: textura **gruesa** cuando uno o más elementos anatómicos son de un tamaño que pueden ser observados fácilmente; textura **fina** se da en maderas cuyos elementos anatómicos presentan escasa visibilidad, por lo tanto, proporcionan la apariencia homogénea y la textura **mediana** es intermedia entre las texturas finas y gruesas.

- **Veteado ó Figura**

El veteado se refiere a la posición o distribución de las células y está determinado principalmente por los anillos anuales, el dibujo se refiere al diseño que forma la veta y está influido por diversos factores, (anomalías del crecimiento, accidentes) y varía según el plano cerrado del tronco, en el cerrado plano que corta transversalmente los vasos y las fibras, los anillos anuales aparecen como círculos concéntricos.

1.2 IDENTIFICACIÓN Y NOMENCLATURA DE LAS MADERAS

1.2.1 Identificación de especies

La identificación de los árboles de determinada especie es llevada a cabo por los productores en el momento de su extracción del bosque. Pero debería llevarse a cabo luego del proceso de aserrado en los depósitos de madera. Para ello es posible usar las características macroscópicas, o sea características visibles a simple vista o con una lupa de 10 aumentos, aunque en algunos casos será necesario un análisis microscópico de muestras de la madera.

Para la identificación de la especie se debe saber las siguientes definiciones relacionadas:

1.2.1.1 Identificación anatómica

Basándose en la ciencia conocida como Anatomía Vegetal que estudia la organización estructural de los seres vivos del reino vegetal, consiste en observar y reconocer a que especie pertenece una muestra de madera, basándose en sus características anatómicas macroscópicas y microscópicas como vasos, radios, fibras, parénquima, etc.

1.2.1.2 Identificación dendrológica

Basándose en la dendrología, rama de la botánica que estudia las plantas leñosas, principalmente árboles y arbustos, consiste en reconocer a que especie pertenece un árbol, en base al estudio de sus características fisiológicas externas como hojas, flores, frutos, corteza, raíces descritas en el siguiente ítem y sustancias que segregan tales como látex, gomas y resinas.

1.2.1.3 El árbol y su estructura

El árbol es una planta superior y está compuesto por las raíces, el tronco o fuste y la copa, a continuación se describen los componentes:

- **Tronco o fuste:** Su función es el sostén, conducción y almacenamiento de sustancias de reserva. Se describe la altura y el diámetro del tronco que usualmente es tomado a la altura del pecho (aproximadamente a 1.3m en el caso de la madera Ojénaco). Del tronco se obtiene materia prima para la producción de madera aserrada, perfiles, tableros contrachapados, etc.
- **Raíces:** Su función es absorber agua, nutrientes minerales y fijar el árbol al suelo.
- **Aletones:** Se denomina así a las raíces comprimidas lateralmente cuyas porciones superiores sobresalen considerablemente del suelo, también son llamadas bambas, gambas o contrafuertes.
- **Copa:** Conjunto de ramas y hojas que forman la parte superior del árbol, en ella se efectúa el proceso de fotosíntesis.

- **Hojas:** Es el principal órgano sintetizador de alimento de los vegetales.
- **Flores:** Son de gran importancia para el reconocimiento de cada especie
- **Frutos:** Constituido por la semilla o las semillas y una envoltura más o menos compleja, la flor origina al fruto.

1.2.2 Nomenclatura botánica del árbol

Cada especie forestal está debidamente identificada botánicamente con ayuda de la Taxonomía. La Taxonomía es la ciencia de la clasificación y proviene del griego taxis (ordenamiento), y nomos (norma). Para entender la nomenclatura botánica, es preciso aclarar antes unos conceptos importantes. A los grupos vegetales sin clasificar se les llama estirpes y cuando se clasifican las estirpes en categorías taxonómicas lo que se hace es situar la estirpe en un sistema jerárquico, es decir que cada grupo está dentro de un nivel de categoría.

En relación con esto un taxon es el bloque que forma la estirpe dentro de su categoría, es decir, un taxon es un grupo vegetal clasificado jerárquicamente. Los taxones botánicos son los siguientes (en orden de mayor a menor):

- Reino
- División, (sub-)
- Clase, (sub-)
- Orden (sub-)
- Familia (tribu)
- Género (sección)
- Especie
- Subespecie (variedad), (forma)

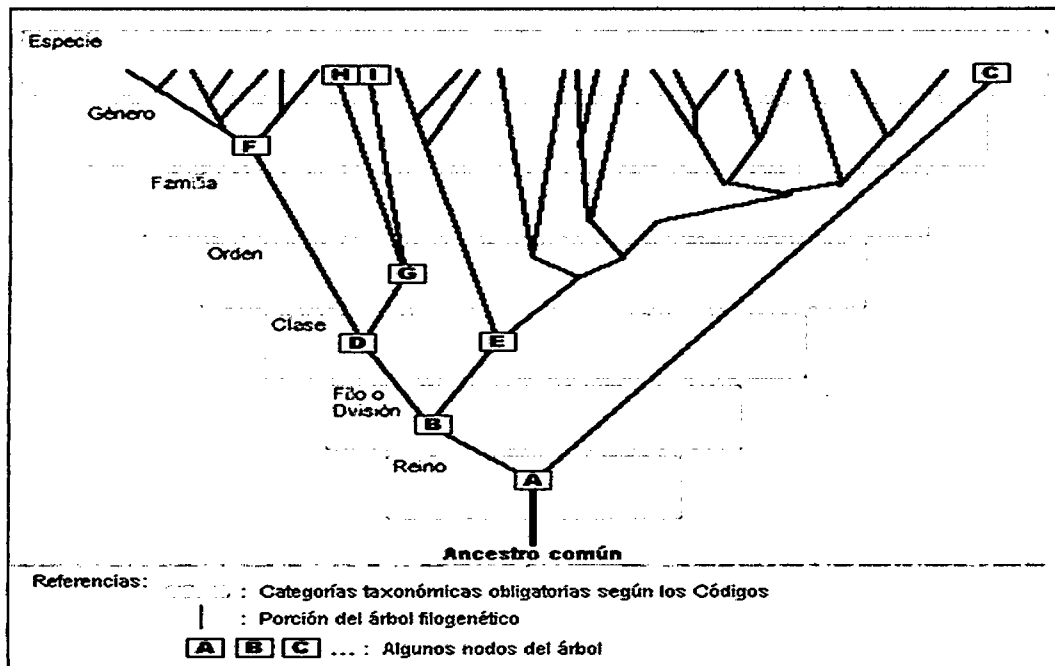


Figura 1.5 Estructura y ordenamiento al cual se somete una especie maderable
Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/taxonomía>

1.3 AGENTES QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO DE LA MADERA

Como elemento de origen orgánico, la madera se encuentra sometida a una permanente interacción con los elementos del medio que la rodean.

En principio, si la interacción con el medio se reduce al mínimo, la madera como material valdría considerarse como extraordinariamente durable. De hecho no son raros los restos arqueológicos de piezas de madera, encontrados con miles de años de antigüedad en un impecable estado de conservación. Lo único que requiere es encontrarse en unas condiciones ambientales adecuadas.

La degradación de madera se puede deber a diferentes causas y agentes causantes de dicha destrucción, por esa razón debemos observar el entorno y las condiciones en que se encuentra la madera. Lo que permitirá saber en cada caso, el principal daño y elegir el método más adecuado de proteger la madera.

Tradicionalmente se han clasificado a los distintos agentes de estas alteraciones de la madera en dos grandes grupos:

- Agentes abióticos (no vivos)
- Agentes bióticos (vivos).

1.3.1 Agentes abióticos

- **Degradación por la luz solar**

El espectro ultravioleta de la luz descompone la celulosa de la madera produciendo su degradación. La acción de la luz es lenta y a medida que transcurre el tiempo la degradación no aumenta, dado que los primeros milímetros afectados sirven de protección al resto. Así, los efectos de la luz se hacen visibles entre el primer y el séptimo año y la madera cambia de color, oscureciéndose o aclarándose, según el grado de exposición en que se encuentre. Cuanto mayor sea su exposición al sol y más oscura sea. Este calor puede producir secado y con ello merma de la madera, y por ende, agrietamientos en dirección de las vetas por las cuales penetra la humedad, favoreciendo la invasión de los hongos xilófagos.

- **Humedad atmosférica**

La humedad atmosférica produce deterioro por los repetidos cambios de dimensiones que se producen en las capas superficiales de las piezas que se encuentran a la intemperie. En todo caso, la penetración de agua por las razones expuestas es relativamente lenta y no se producen cambios en el contenido de humedad o en el volumen de la pieza, siempre que no haya una condición especial, en que el estado de humedad o sequedad se exceda de lo normal. Se puede concluir que el daño esperado se concentra en las capas externas de la madera, ya que se producen tensiones alternas de compresión y dilatación que se traducen en una desintegración mecánica de las capas superficiales.

- **Efecto hielo – deshielo**

La humedad contenida en las cavidades celulares se transforma a estado sólido, aumentando el volumen (anomalía del agua) de las fibras leñosas de la madera en estado verde, produciendo un daño en la integridad física del material, lo que puede traducirse en la destrucción de las células ubicadas en la superficie. Si este fenómeno es repetitivo puede afectar la resistencia de la pieza.

1.3.2 Agentes bióticos

- **Hongos cromógenos**

Estos hongos se caracterizan por alimentarse de las células vivas de la madera. El efecto importante que producen es un cambio de coloración, la madera toma un color azulado, pero en general no afecta a su resistencia, dado que no altera la pared celular. Una madera azulada no debería depreciarse más que por su aspecto, pero la realidad es que el hecho de presentar dicha coloración, es signo de que la madera ha estado expuesta a condiciones favorables para el desarrollo de hongos de pudrición, y si bien todavía es visible su ataque, probablemente éste se ha producido en alguna medida.

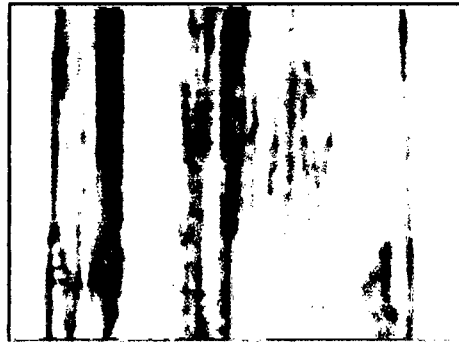


Figura 1.6 Cambio de coloración de la madera producida por el efecto de los hongos.

- **Mohos**

Esos hongos tienen una apariencia de algodón fino. La extensión de estos depende fundamentalmente de la temperatura y de una humedad abundante. Afectan a la madera en su aspecto superficial y se pueden eliminar cepillando la pieza, no causan daños a la resistencia ni a otras propiedades. Si no se eliminan oportunamente puede que la pieza de madera sea fácilmente atacada por hongos de pudrición, ya que el crecimiento de mohos estimula su desarrollo.

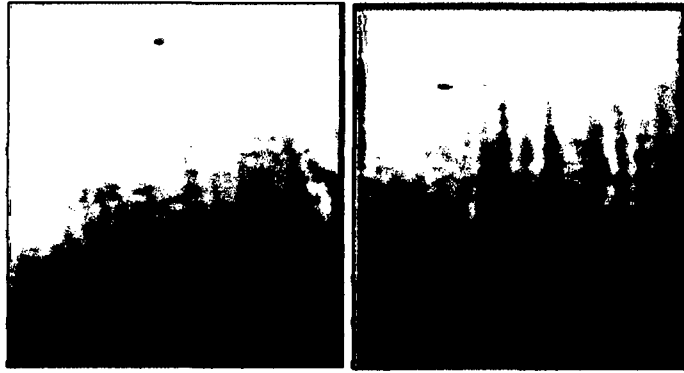
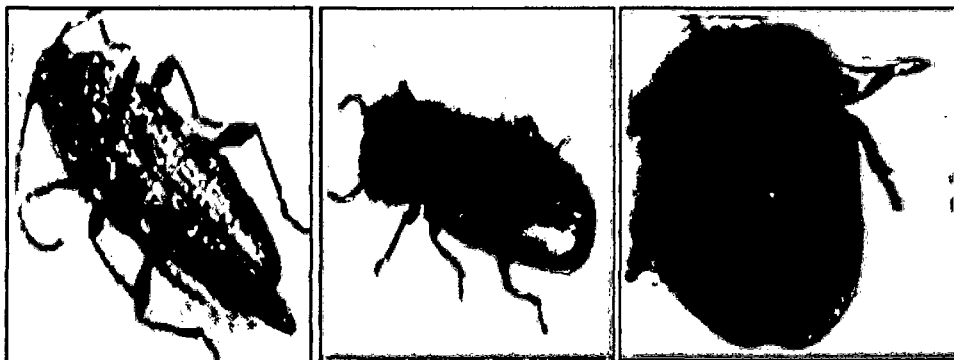


Figura 1.7 Madera atacada por hongos debido al contacto con la humedad.

- **Insectos**

Gran cantidad de insectos usan la madera para reproducirse y vivir, se alimentan de la celulosa que ésta contiene. El daño se produce debido a que sus larvas, orugas y adultos abren galerías en la madera para obtener alimento y protección. Dentro de estos insectos figuran los siguientes:



1) CERAMBICO

2) LICTIDO

3) ANOBIDO

Figura 1.8 Tipos de insectos que atacan a la madera en estado seco o húmedo

-Termitas Existen termitas endémicas, muy reconocidas, que construyen sus nidos dentro de la madera a la cual atacaron, alimentándose principalmente en su estado larvario. Estos insectos requieren de humedad para poder vivir, elementos que se

encuentran en el suelo y las áreas húmedas de la estructura, pero atacan maderas secas.



Figura 1.9 Termitas alimentándose de la madera, produciendo disminución de su propiedad de resistencia.

1.4 ASERRADO, SECADO Y PROTECCIÓN DE LA MADERA

1.4.1 Aserrado

Como paso previo al aserrado de los troncos es necesario cortar éstos a la medida adecuada en cuanto a su longitud, y que dependerá de las instalaciones del aserradero. Esta labor se realiza mediante sierras circulares y es el denominado trozado. Tras esta operación, los troncos cortados son llevados a hornos de secado y posteriormente se pasan por la cepilladora para eliminar cualquier irregularidad y darles un buen acabado. El objetivo prioritario en el aserrado es la obtención de la mayor cantidad de maderas de un tamaño y características determinadas. Las dimensiones de las piezas a obtener dependen de las necesidades de su uso posterior que están recogidas en las medidas normalizadas, y de las características del tronco como el diámetro, defectos estructurales, etc.



Figura 1.10 Proceso de aserrado de la madera Oje renaco(aserradero Almansa) Satipo

1.4.2 Secado

El secado consiste en extraer el agua de la madera. En el proceso de secado sólo se extraen el agua libre y el agua de saturación. Extraer el agua de constitución, implicaría la destrucción de la madera.

Otro aspecto importante para el secado de la madera es definir el porcentaje final de humedad dependiendo del uso que se le va a dar. El secado de la madera puede ser realizado a través de dos métodos:

- **Secado al Aire**

Se efectúa simplemente encastillando la madera bajo cubiertas protectoras contra el sol directo, permitiendo la circulación de aire en forma expedita y, según las condiciones de temperatura y humedad relativa del ambiente, el secado de la madera. Tiene la desventaja de ser un proceso lento y poco efectivo. Los principales factores que influyen en un buen secado al aire son:

- Disponer de una cancha o patio que permita exponer la madera al aire y que el encastillado sea efectuado de modo que el aire circula envolviendo cada una de las piezas de la madera.
- El mejor sistema de encastillamiento para un secado rápido con el mínimo de agrietamiento y torceduras es el apilado plano.

- **Secado convencional en horno**

Consiste en secar la madera en cámaras especiales (hornos), en los cuales se manejan variables de presión, humedad y temperatura (60 a 80°C). Este proceso tiene la ventaja de ser rápido, además de establecer el grado de humedad deseado

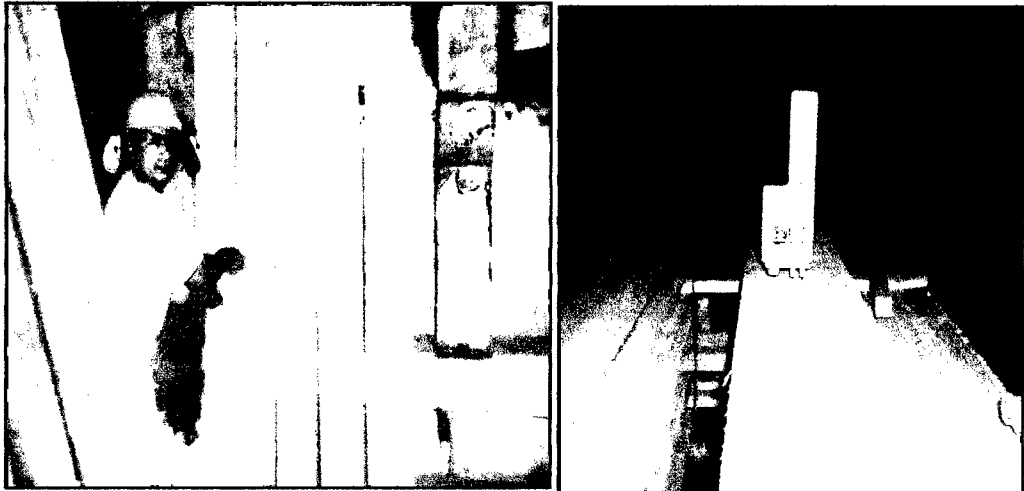


Figura 1.11 Secado artificial de la madera Oje renaco
(Cámara de tratamiento térmico)

1.4.2.1 Ventajas del secado de madera:

- mayor resistencia mecánica
- mayor aislación térmica, acústica y eléctrica
- mayor estabilidad dimensional
- menor posibilidad de ataque por hongos e insecto

Cuadro 1.2 Muestra el porcentaje final de humedad para su mejor aplicación en la construcción.

Ítem	Uso de la Madera	Humedad Final (%)
1	Para la construcción	18 a 20%
2	Objetos colocados al exterior	18 a 20%
3	Ventanas y puertas exteriores	12 a 15%
4	Elementos de construcción en habitaciones	8 a 12%
5	Muebles	8 a 10%
6	Muebles en habitaciones calefactadas	6 a 8%
7	Suelos de parquet	8%
8	Tarimas	12 a 14%
9	Instrumentos musicales	6 a 8%
10	Plafones y recubrimientos de las paredes	5 a 7%

Fuente: http://www.secadomadera.com/el_proceso_de_secado.htm

1.4.2.2 Defectos originados por el secado

La humedad de la madera, no está uniformemente repartida, es máximo en el centro y mínima en las capas externas, esto origina en la madera que se seca, que la humedad circule del centro hacia la periferia, con una velocidad que es función de la diferencia del C.H. entre las dos zonas.

1.4.3 Protección de la madera

La madera, como cualquier otro material, tiene sus limitaciones, una de ellas, quizás la más importante, es la probabilidad de sufrir ataque de los insectos y hongos, o de ser afectada por el fuego, desgaste mecánico y otros, por lo que será necesario preservarla.

1.4.3.1 Preservación de la madera

Es la aplicación de productos químicos (pesticidas) que le permiten a la madera incrementar su vida útil, Estos se pueden clasificar en dos grandes grupos dependiendo de la solución que utilicen para disolverse, los que usan aceitesolvente orgánico, identificándose los preservantes creosotados y los en

base a clorofenoles, mientras que el segundo grupo correspondiente a los hidrosolubles.

Existen diferentes procesos de preservación como: manuales e impregnación.

1.4.3.2 Ventajas de la preservación

- Protección de la madera del ataque de los insectos, hongos y agentes climático.
- Permite dar un tiempo más de vida útil a la madera.
- Evita la corta indiscriminada de las especies del bosque.
- Permite introducir al mercado nuevas especies forestales poco conocidas y darle alternativas en los diferentes usos.

1.4.3.3 Tipos de preservantes

- **Preservantes creosotados**

Son preservantes que contienen alquitrán o provienen de la destilación de alquitrán de hulla, es una mezcla compleja de hidrocarburos aromáticos policíclicos y se encuentran entre otros:

- Creosota
- El aceite de alquitrán

Hay que tener mucho cuidado al momento de seleccionar este tipo de preservante ya que la creosota ha tenido un rechazo por parte de algunas instituciones, declarando que tiene efectos nocivos para la salud por ser cancerígeno entre otros males. También así lo indican los productos que contienen creosota, para el control de infestaciones de la madera por termita y que el fabricante ha tenido a bien indicar los efectos nocivos a los que se estaría expuesto.

- **Preservantes solubles en líquidos orgánicos**

Consiste en soluciones de un preservante en un solvente volátil tal como la parafina o turpentina mineral, entre los cuales se pueden mencionar algunos preservantes solubles en líquido orgánicos:

- pentaclorofenol
- Naftetato de cobre

- **Preservantes Hidrosolubles**

Consisten en soluciones de sales simples o mezclas de ella, los preservantes más usados son:

- Cobre-cromo-arsénico
- Cobre cromo-boro

Estas últimas son más eficaces en la protección de la madera en contacto directo con el suelo y bajo las condiciones más desfavorables, como el agua de mar.

1.4.3.4 Métodos de preservación

Los métodos de preservación protegen a largo plazo y se pueden dividir en:

- **Tratamiento sin presión**

- *Brocha* Es el método más simple y más antiguo, pero el tratamiento brinda una protección muy limitada solo se emplea como mantenimiento o protección temporal

- *Pulverización* Es la aplicación superficial de un preservador mediante un pulverizador, con este procedimiento algo de líquido tóxico penetra en la madera por capilaridad, pero la penetración es muy escasa aunque se empape bien la superficie de la madera. Los preservadores que generalmente se emplea por brocha y pulverización son los solubles en aceite.

- *Inmersión* Consiste en sumergir la madera en una tina de tratamiento en donde se encuentra el preservador, La inmersión puede ser breve o prolongada pero siempre a temperatura ordinaria, terminado el tratamiento se deja escurrir y secar antes de poner la madera en uso. Cuanto más prolongado sea el tiempo de tratamiento mayor será la eficiencia del mismo dependiendo de las características de la madera. Los tratamientos por inmersión son los más recomendados para marcos de puerta y ventana así como para otros trabajos de carpintería.

- ***Tratamiento con presión***

En estos métodos, el preservador se aplica a la madera utilizando presiones distintas a la de la atmósfera dentro de un autoclave. Comprende los métodos de célula llena y célula vacía, estos métodos tienen una serie de ventajas sobre los métodos sin presión. En la mayoría de los casos, puede conseguir una penetración profunda y uniforme así como una mayor absorción con lo cual, se comunica a la madera una protección más eficaz. Por otra parte en estos métodos pueden regularse condiciones de tratamiento, de modo que es posible variar la penetración y retención de los preservadores, satisfaciendo así las exigencias de la utilización moderna de la madera. Finalmente los procedimientos a presión se adaptan mejor a la producción en gran escala de la madera preservada. Entre los inconvenientes que se presentan a estos métodos, está el valor elevado de las instalaciones.

CAPITULO II

USOS DE LA MADERA DE CONSTRUCCIÓN

2. USOS DE LA MADERA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

2.1 EL MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

La madera es fácil de ser trabajada, tiene un largo tiempo de vida útil y es posible emplearla en casi todas las áreas de aplicación. Ningún otro material de construcción como la madera, podrá ser conseguido y empleado con tan poco uso de energía y ser producido sin perjudicar el medio ambiente.

La madera, en comparación con otros materiales de construcción, tiene un peso inferior pero soporta mucha carga. Eso se comprueba a través del gran número de puentes, torres y construcciones de madera que existen por todo el mundo. Casas, cerchas, paredes, suelo y escaleras en madera duran generaciones.

Hoy en día la construcción moderna con madera exige materiales de construcción secos, con tamaños exactos y con características equilibradas y de confianza. Especialmente para este tipo de utilización, la industria de la madera ofrece productos cuyas características están acorde con las exigencias habituales.

2.2 MADERA DE CONSTRUCCIÓN NO ESTRUCTURAL

Las recomendaciones que se presentan a continuación son aplicables a toda aquella madera que NO forma parte de la estructura de la edificación y que requiere requisitos apropiados a su función.



Figura 2.1 Usos de la madera no estructural, siendo su característica principal es tener buena apariencia.

2.2.1 Clasificación general

La madera de uso NO estructural puede presentarse básicamente en dos formas dentro de una construcción.

a) Madera Vista

Cuyas características de calidad son más estrictas, de buena apariencia y en general limpia de defectos. Llevará un acabado transparente o al natural.

b) Madera Cubierta o No Vista

Será pintada o cubierta por barnices opacos, pintura u otros materiales tales como maderas y enchapes, por ello la madera puede ser de menor calidad por apariencia y se permiten algunos defectos.

2.2.2 Requisitos de calidad

2.2.2.1 Requisitos generales

Las maderas a ser usadas en construcción NO estructural y cuyo uso final va a ser madera vista o cubierta por pintura u otro material y que cumplan con los requerimientos anteriores deberían también cumplir con las condiciones siguientes:

Toda pieza de madera debe ser "sana"ó libre de ataque visible de hongos o pudrición alguna.

No debe provenir del centro, corazón o medula del árbol y no debe presentar rajaduras severas ni aristas faltantes.

La presencia de agujeros de insectos (de origen) está permitida siempre que los provenientes de ambrosia (menor que 3mm de diámetro) sean escasos y bien esparcidos (no más de 10 unidades por metro lineal) y los provenientes de insectos mayores no sean más de 2 unidades por metro lineal.

No se permiten nudos sueltos o libres, deberán ser sanos, firmes y no mayores que el 25% del ancho de la pieza, nunca mayores de 25mm de diámetro.

Los defectos de secado tales como grietas y arqueaduras, deberán ser leves, de tal suerte que puedan corregirse en la instalación con el acabado final de la pieza.

2.3 MADERA DE CONSTRUCCIÓN ESTRUCTURAL

Se llama así a aquella madera clasificada específicamente para uso estructural, cuya especie y origen tiene sus propiedades mecánicas determinadas por ensayos normalizados. Esta madera constituye el armazón estructural de la edificación. Es decir forma parte resistente de componentes como muros, paredes, pisos, techos, pies derechos, columnas, vigas, cerchas entre otros. La característica común a todos estos elementos es su función básicamente resistente.

El objetivo de la madera estructural en la construcción es como en el caso de los demás materiales, garantizar unas prestaciones mínimas relacionadas con los siguientes requisitos esenciales del Código Técnico de la Edificación.

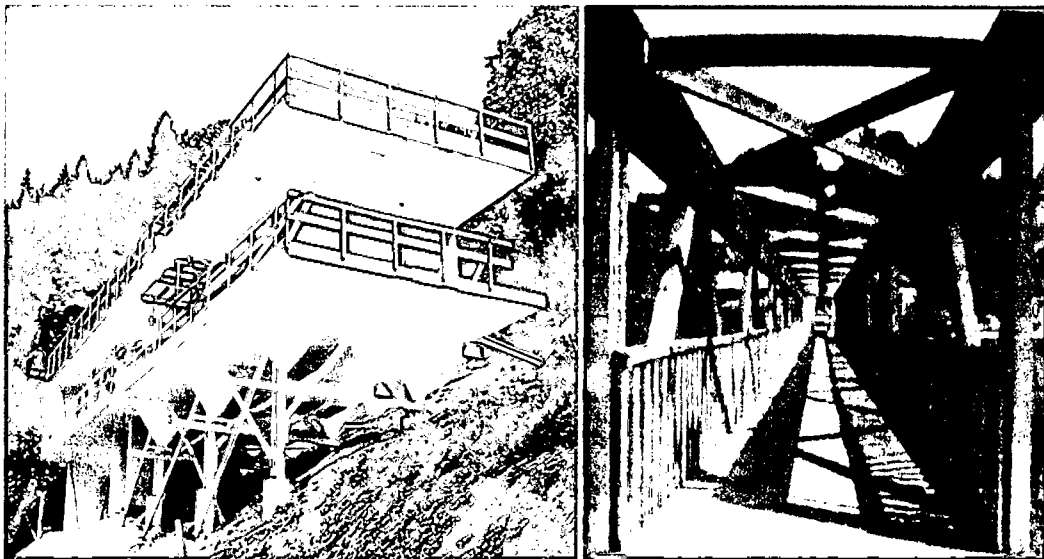


Figura 2.2 Usos de la madera estructural siendo su característica principal ser muy resistente.

2.3.1 Requisitos generales

Las condiciones que debe satisfacer este material son las siguientes:

a) Debe ser material clasificado como de calidad estructural, para lo cual debe cumplir con la norma de Clasificación Visual por Defectos. Esta clasificación "visual" implica una selección o verificación de las tolerancias por personal humano, entrenado y eventualmente certificado. Oficialmente siguiendo la aplicación de la norma se limita a madera aserrada y escuadrada.

Para facilitar la aplicación de la norma se presentan conjuntamente con las tolerancias y algunas recomendaciones para el reconocimiento de defectos. Se dispone también un "Manual de Clasificación Visual para Madera Estructural" editado por el PADT-REFORT de la Junta de Acuerdo de Cartagena.

Las especies que se presentan en los grupos son aquellas para las que se ha efectuado ensayo de vigas a escala natural, verificándose que las propiedades de la especie correspondan a las del grupo asignado.

Estos grupos no consideran muchas especies no estudiadas todavía, pero que también son aptas para construir. El uso de especies no agrupadas aún es posible si previamente se aplica la metodología para agrupar nuevas especies. Una vez identificado el grupo al que se le pueda asignar todas las propiedades del grupo son aplicables a esa nueva especie.

b) Deben ser piezas de madera dimensionadas de acuerdo a las escuadrías o secciones preferenciales PADT-REFORT (Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino).

2.4 CLASIFICACIÓN VISUAL POR DEFECTOS PARA MADERA ESTRUCTURAL

Cualquier irregularidad o imperfección que afecta las propiedades físicas, químicas y mecánicas de una pieza de madera puede considerarse como un defecto. La finalidad de la clasificación por defecto es limitar la presencia, tipo, forma, tamaño y ubicación de los mismos con la finalidad de obtener piezas de madera con características mínimas garantizadas. Variando la tolerancias pueden definirse un sin número de de clases, sin embargo a continuación se

propone una sola regla o norma para la clasificación de madera para uso estructural.

La clasificación mencionada es del tipo "visual" lo que implica una selección óverificación de las tolerancias por personal humano entrenado y eventualmente certificado oficialmente, siguiendo una comprobación visual, la aplicación de la norma se limita a madera aserrada y escuadrada.

La norma Técnica Peruana NTP 251.104 sobre "Clasificación visual y requisitos para madera de uso estructural", especifica valores e indica parámetros que se deben seguir al momento de realizar la clasificación.

Se espera que de la producción de un aserradero que funcione con criterios mínimos de eficiencia, del 40%-45% de la producción se clasificara en MADERA ESTRUCTURAL, es decir piezas que satisfacen los límites de defectos establecidos en la norma que aquí se presenta. La calidad de la madera es afectada por diversos agentes o factores.

CAPITULO III

PROGRAMA DE DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE

3. PROGRAMA DE DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE

3.1 INTRODUCCIÓN

El Desarrollo Forestal Sostenible es un proceso de mejoramiento económico y social que satisface las necesidades y los valores de todos los grupos interesados, manteniendo las opciones de los bosques del presente y futuro.

El desarrollo forestal sostenible implica la conservación de los recursos naturales en una economía de mercado, mediante la aplicación de políticas eficientes, tecnologías forestales e industriales adecuadas y la activa participación de los pobladores locales y empresas privadas. El Perú posee abundantes recursos forestales que ofrecen grandes posibilidades para el desarrollo nacional. Pero así como aprovechamos nuestros bosques, también debemos preservarlos y combatir los problemas para su explotación racional. Uno de los principales problemas es el alto costo de la producción forestal, debido a la falta de caminos y a la gran distancia en la que se encuentran las especies forestales.

Otra dificultad es la utilización de tecnología inadecuada para el trabajo en los bosques. Debemos evitar la extracción desordenada, llevada a cabo por miles de pequeños extractores que actúan sin planes de manejo y sin control alguno.

En nuestros bosques existen problemas con extractores ilegales de madera que comercializan sus productos de manera informal.

La deforestación es el principal problema que afecta los bosques peruanos. Casi 10 millones de hectáreas han sido deforestadas en el Perú y anualmente se pierden 250 mil hectáreas más. En la mayoría de los casos, la deforestación se debe a una mala práctica con fines agropecuarios, los campesinos no se quedan más de tres años en estas tierras deforestadas, porque al desaparecer la protección de los árboles, las lluvias erosionan rápidamente la tierra, volviéndola improductiva y entonces, los agricultores buscan nuevos bosques para quemar.

En vez de ser quemada, esta madera podría haber sido cortada, comercializada y el bosque reforestado, reportándole al país una ganancia de 2,500 millones de dólares anuales.

3.2 POTENCIAL ECONÓMICO DE LOS BOSQUES

En nuestro país tenemos 72 millones de hectáreas de bosques que cubren más del 56% del territorio nacional. De los cuales 67.8 millones se encuentran en la región de la selva, 3.2 millones en la costa, 1.0 millón en la sierra. Existen 52.3

millones de hectáreas con potencial actual y futuro para la producción forestal permanente, y ocupan el 42% de la superficie total del país.

Los bosques tienen una enorme capacidad de producción de bienes y servicios en forma sostenible, para lo cual se requiere de un manejo forestal integrado a industrias madereras eficientes y competitivas internacionalmente. Asimismo es imperativo promover el desarrollo forestal de productos no maderables y de los servicios ambientales.

Cuadro 3.1 Principales especies forestales en el Perú

Nombre Común	Nombre Científico	Nombre Común	Nombre Científico
1. Aguanomasha	<i>Paramachaerium</i>	18. Lupuna blanca	<i>Ceiba pentandra</i>
2. Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	19. Marupa	<i>Simarouba amara</i>
3. Azúcar huayo	<i>Hymenaeaoblongifolia</i>	20. Mashonaste	<i>Clarisiaracemosa</i>
4. Bolaina blanca	<i>Guazuma crinita</i>	21. Moena amarilla	<i>Aniba amazónica</i>
5. Cachimbo	<i>Carinianadomesticata</i>	22. <i>Ojérenaco</i>	<i>Ficus sp</i>
6. Caoba	<i>Swieteniamacrophylla</i>	23. Ojé rosado	<i>Ficus glabrata</i>
7. Capirona	<i>Calycophyllumspruceanum</i>	24. Palo sangre	<i>Pterocarpussp.</i>
8. Catahua	<i>Hura crepitans</i>	25. Panguana	<i>Brosimumutile</i>
9. Cedro	<i>Cedrelaodorata</i>	26. Pashaco	<i>Parkiapendula</i>
10. Congona/Manchinga	<i>Brosimumalicastrum</i>	27. Pumaquiro	<i>Aspidospermamacrocarpon</i>
11. Copaiba	<i>Copaiferaofficinalis</i>	28. Quinilla colorada	<i>Manilkarabidentata</i>
12. Cumala	<i>Virola sp.</i>	29. Requia	<i>Guarea sp.</i>
13. Estoraque	<i>Myroxylonbalsamum</i>	30. Shihuahuaco	<i>Coumarounaodorata</i>
14. Higuerrilla	<i>Cunuriaspruceana</i>	31. Tahuari	<i>Tabebuiaserratifolia</i>
15. Huayruro	<i>Ormosiasp.</i>	32. Tornillo	<i>Cedrelingacatananaeformis</i>
16. Ishpingo	<i>Amburanacearensis</i>	33. Ubos	<i>Spondiasmombin</i>
17. Lagarto caspi	<i>Calophyllumbrasiliensis</i>	34. Utucuro	<i>Septhotecatesmanii</i>

Fuente: Cámara Nacional Forestal. Utilización Industrial de Nuevas Especies Forestales en el Perú. Proyecto OIMT PD 37/88 Fases I y II.

Es necesario precisar que las cifras sobre producción forestal en el presente documento son cantidades y volúmenes controlados por los gobiernos regionales y por la administraciones técnicas forestales y de fauna y silvestre.

Cuadro 3.2 Producción de madera rolliza y aserrada por departamento
(Enero – Junio del 2011)*

DEPARTAMENTO	ROLLIZA (m ³)	ASERRADA (m ³)
AMAZONAS	287.71	6,773.17
ANCASH	31,557.41	1,312.82
APURÍMAC	13,149.02	7,693.51
AREQUIPA	78.45	278.17
AYACUCHO	1,150.00	731.2
CAJAMARCA	39,161.62	5,560.16
CUSCO	30,333.68	12,681.67
HUANCAVELICA	4,474.12	91.49
HUÁNUCO	21,358.48	4,239.62
ICA	87.31	
JUNÍN	61,853.49	29,224.52
LA LIBERTAD	72,817.82	3,881.10
LAMBAYEQUE	289.32	
LIMA	25.26	
LORETO	334,754.11	53,584.30
MADRE DE DIOS		35,818.90
MOQUEGUA	9.15	
PASCO	3,841.02	3,167.49
PIURA	2,330.15	4.5
PUNO	548.16	135.01
SAN MARTÍN	13,446.66	7,470.41
TACNA	154.86	
TUMBES	820	
UCAYALI	74,701.99	51,455.35
TOTAL	707,229.75	224,103.39

FUENTE : Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna Silvestre
ELABORACIÓN : MINAG-Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre

*Preliminar

3.2.1 Comercialización de la madera

La comercialización de los productos forestales, en particular de la madera, constituye sin lugar a dudas el problema más importante y complicado que enfrenta la industria forestal. La extracción y el procesamiento de los productos forestales están regidos por el mercado y deben ajustarse a las condiciones del mismo. Si bien los problemas son más de orden social que técnico o económico, pueden identificarse también algunos problemas técnicos. La madera se comercializa dos veces; en primer lugar, entre el bosque y la industria (rollizos), en segundo lugar, entre la industria y el consumidor. Ambas etapas sufren, por un lado, aumentos descontrolados de precio basados en una relación artificial entre la oferta y la demanda, por otro lado, una producción y desarrollo tecnológicos limitados.

La comercialización entre el bosque y la industria es el sistema más tradicional y complejo. Antes de la promulgación de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre el sistema típico, aunque no legalizado, era la habilitación. En este sistema, un intermediario paga, en dinero o en madera a otros intermediarios más pequeños y minoristas que compran la madera a pequeños extractores (nativos y pequeños agricultores) que cortan los árboles y los transportan a los ríos o carreteras. El proceso incrementa el precio de la madera 4 ó 5 veces antes de que la misma llegue al aserradero o planta industrial.

La comercialización entre la industria y el consumidor es más visible y abierta, la industria, que provee el capital, controla el producto hasta su destino final (el consumidor) y genera una serie de etapas que encarecen dos o tres veces el producto. Entre la fábrica y el consumidor, el proceso generalmente incluye un intermediario principal, los transportistas, los depósitos, los intermediarios menores, los minoristas y los artesanos.

A nivel nacional, los aserraderos adquieren el 65% de los rollizos de intermediarios y el 35% extrayéndolo directamente de sus propias parcelas o de parcelas de terceros. Venden el 85% de su producción a intermediarios, un 10% a través de los mercados, y un 5% a través de distribuidores. Un 20% del volumen es adquirido por grandes consumidores como las grandes empresas mineras, fábricas de muebles y empresas de transporte. El 10% es ofrecido en los mercados por negociantes a través de ofertas en los periódicos y otros medios de difusión, y un 70% se vende al por mayor o menor.

Los principales sectores consumidores son la construcción civil (55% del total), mueblerías y fábricas de artesanías (25%), minería (10%), transporte (5%) y otros (5%). Tanto en la construcción como en la industria de la mueblería los principales productos que compiten con la madera son el hierro y el aluminio.

La unidad de compra y venta comercial de madera en el mercado es el *pie tablar* (1pt), el cual es obtenido al multiplicar las siguientes dimensiones:

$$1\text{pt} = 1' \times 1' \times 1'$$

Equivalencias:

- 1 Pie tablar (1pt) = 2360 cm³
- 1m³ = 424 pt.
- 1pie = 12" = 30.48 cm

Medidas de comercialización de maderas

PRODUCTO	ESPESOR (pulg)	ANCHO (pulg)	LARGO (pies)
Madera comercial	2", 3" y 4"	< 5"	> 6'
Madera larga angosta	2" a 4"	< 5"	> 6'
Madera corta	> 2"	> 2"	< 6'

3.2.2 Principales mercados internacionales

Los principales mercados de destino para lo que va del año (2010) son China, México y Estados Unidos, quienes en total representan el 82% de participación de las exportaciones de este sector. En el mes de Marzo de 2010 el mercado Canadiense incrementó sus importaciones en 2725% respecto al mismo periodo en el año anterior. El mercado Sueco también presentó un incremento en sus compras respecto a Marzo del 2009. Entre los mercados que disminuyeron sus importaciones están Nueva Zelanda y Hong Kong, con 87% y 56% respectivamente. Nueva Zelanda Cuadro N° 6 principales mercados de destino del sector maderas.

Cuadro 3.3 Principales mercados de destino del sector maderas
Enero – marzo 2009 y 2010

	TOTAL	31,698,641	100	35,466,015	100		0.12
1	CHINA	14,180,021	44.73	18,065,626	50.94	50.94	27.40%
2	MEXICO	5,866,981	18.51	6,565,485	18.51	69.45	11.91%
3	ESTADOS UNIDOS	4,868,270	15.36	4,531,076	12.78	82.23	-6.93%
4	REPUBLICA DOMINICANA	915,802	2.89	1,677,368	4.73	86.96	83.16%
5	ITALIA	565,713	1.78	578,820	1.63	88.59	2.32%
6	HONG KONG	1,225,517	3.87	539,733	1.52	90.11	-55.96%
7	CANADA	18,394	0.06	519,629	1.47	91.57	2724.99%
8	SUECIA	0	0.00	368,851	1.04	92.61	
9	FRANCIA	253,973	0.80	302,759	0.85	93.47	19.21%
10	CHILE	398,457	1.26	279,627	0.79	94.26	-29.82%
11	AUSTRALIA	153,245	0.48	258,482	0.73	94.99	68.67%
12	ISRAEL	73,537	0.23	174,529	0.49	95.48	137.33%
13	REINO UNIDO	40	0.00	146,460	0.41	95.89	
14	COLOMBIA	37,963	0.12	141,370	0.40	96.29	272.39%
15	PUERTO RICO	260,159	0.82	137,632	0.39	96.68	-47.10%
16	PAISES BAJOS	141,690	0.45	136,523	0.38	97.06	-3.65%
17	NUEVA ZELANDA	848,687	2.68	111,644	0.31	97.38	-86.85%
18	TAIWAN (FORMOSA)	0	0.00	96,964	0.27	97.65	
	LOS DEMAS	1,890,193	5.96	833,440	2.35	99.73	-55.91%

FUENTE

: Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna Silvestre

ELABORACIÓN

: MINAG-Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre

Cuadro 3.4 Comparativo de las exportaciones de los principales rubros del sector maderas marzo 2009 y 2010

	Mar-09		Mar-10			
	FOB	%PAR	FOB	%PAR	%ACU	%VAR
MADERAS	31,698,642	100	35,466,015	100	100	11.88
PRODUCTOS SEMIMANUFACTURADOS	14,273,791	45.03	16,837,267	47.47	47.47	17.96
MADERA ASERRADA	10,502,892	33.13	11,177,941	31.52	78.99	6.43
MADERA CHAPADA Y CONTRACHAPADA	3,027,696	9.55	3,991,524	11.25	90.25	31.83
MUEBLES Y SU PARTES	1,748,290	5.52	1,407,113	3.97	94.21	-19.51
PRODUCTOS PARA LA CONSTRUCCION	1,112,668	3.51	900,279	2.54	96.75	-19.09

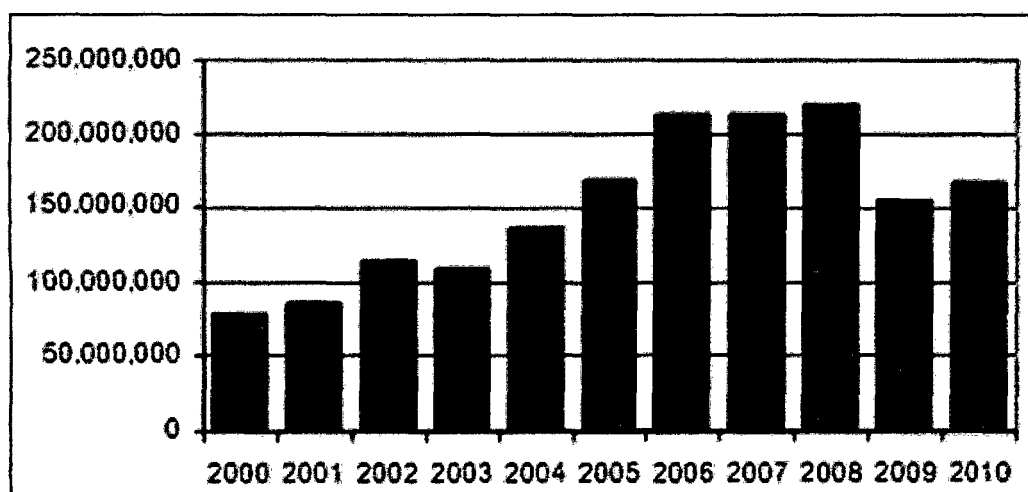
FUENTE
ELABORACIÓN

: Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna Silvestre
: MINAG-Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre

3.2.3 Exportación de sector maderas

Las exportaciones de diciembre del 2010 del sector madera fueron de us\$ FOB12 605 844, un decrecimiento de 31.58%comparando con el año 2009 que fue de us\$ FOB 18999 683 como se observa en el cuadro 3.5

Cuadro 3.5 Evolución de las exportaciones del sector maderas Enero – Diciembre 2000 al 2010 (us\$FOB)



FUENTE
ELABORACIÓN

: Administraciones Técnicas Forestales y de Fauna Silvestre
: MINAG-Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre

3.3 LINEAMIENTO PARA EL DESARROLLO FORESTAL SOSTENIBLE

El manejo forestal requiere de una política y legislación clara y estable en el largo plazo y del desarrollo de opciones participativas de los pobladores locales y empresarios privados, a partir de modelos que incorporen tecnologías adecuadas para productos de mayor valor agregado y que sean eficientes y competitivas en una economía globalizada. Los objetivos principales del desarrollo forestal sostenible son:

- Mejoramiento de la Calidad de Vida de la Población.
- Conservación de la Biodiversidad Amazónica.
- Producción Forestal Sostenible.

El reto del desarrollo institucional y participativo será crear sistemas eficientes en educación ambiental y forestal, transferencia de tecnologías y en oportunidades de los problemas que estos proyectos deben enfrentar incluyen los siguientes:

- la tala indiscriminada de bosques.
- la invasión organizada o no de las tierras privadas o del Estado.
- la erosión y destrucción de los taludes de las carreteras, ríos y cuencas altas de los ríos.
- el otorgamiento de tierras situadas en zonas de protección, en zonas forestales de comunidades nativas y en propiedades privadas.
- el desorden en el catastro y titulación de tierras y en el otorgamiento de concesiones forestales.
- la ausencia de viveros forestales.
- la falta de acciones inmediatas para manejar los parques nacionales y bosques de protección y la falta de capacitación y de equipo por parte de los campesinos.

3.4 PROPUESTA ESTRATÉGICA PARA EL DESARROLLO FORESTAL

El Perú comprometido con su desarrollo sostenible y sus bosques, asume el proceso de la Estrategia Nacional Forestal, que se explican a continuación:

a) La cultura y la conciencia forestal de la población promueven y orienta el buen uso del bosque.

Este objetivo estratégico está orientado a garantizar que los bosques en el Perú lleguen a tener asegurada su permanencia en el tiempo, como resultado de una

adecuada práctica de conservación y manejo. Esto será logrado como producto de la cultura forestal adquirida y practicada como parte de su vida cotidiana, por los habitantes del país.

Los resultados esperados que nos conducen al logro de este objetivo son:

- 1) Población con cultura y conciencia forestal.
- 2) Conocimiento tradicional incorporado en el desarrollo.
- 3) Actores integrados con equidad en el desarrollo forestal sostenido

b) Las instituciones ligadas al desarrollo forestal nacional, se han consolidado trabajando en estrecha relación en pro de la sostenibilidad forestal.

Este objetivo estratégico está estrechamente ligado a los actores institucionales, que tienen su principal razón de ser en la actividad forestal. Lo común a ellos es su compromiso con la sostenibilidad del recurso forestal y la construcción de una institucionalidad adecuada a los retos del sector y del país.

Los Resultados Esperados que nos conducen al logro de este Objetivo son:

- 4) Marco jurídico promotor y estable.
- 5) Financiamiento asegurado para el desarrollo forestal.
- 6) Institucionalidad pública y privada integrada, fortalecida y descentralizada

c) Las poblaciones ligadas a la actividad forestal tienen satisfechas sus necesidades básicas y acceden equitativamente a sus beneficios, a través del manejo sostenible de los bosques.

A partir del manejo forestal, en una primera etapa, se trata de generar bienes y servicios de los bosques, suficientes para atender, en principio, las necesidades básicas de las poblaciones y generar condiciones para el mejoramiento de la calidad de vida, sin discriminación alguna.

Los resultados esperados que nos conducen al logro de este objetivo son:

- 7) Manejo forestal sostenible.
- 8) Recursos forestales debidamente valorados.
- 9) Ordenamiento territorial como base para el Desarrollo Forestal Sostenible.

d) La diversificación, el uso de tecnologías limpias y la articulación con el mercado incrementan la actividad forestal.

Como complemento, el manejo forestal busca diversificar la producción, aplicar tecnologías limpias y de valor agregado para alcanzar productos competitivos a los mercados local, nacional y de exportación, sentando las bases de un sistema productivo que genere empleo digno y duradero.

Los resultados esperados que nos conducen al logro de este objetivo son:

- 10) Bienes y servicios forestales diversos posicionados en el mercado.
- 11) Industrias forestales desarrolladas competitivamente, generan valor agregado.
- 12) Tecnología apropiada y desarrollada para la actividad forestal.

e) La permanente actualización de conocimientos forestales está garantizada.

Se busca en principio, la recuperación de información y la validación de los conocimientos (incluyendo el tradicional), que sirvan de sustento para una gestión forestal eficiente; de otro lado, el logro de este objetivo permitirá la generación de nuevos conocimientos en función de la demanda y su disponibilidad para ser utilizados en los procesos productivos.

Los resultados esperados que nos conducen al logro de este Objetivo son:

- 13) Sistema de información confiable, actualizada y accesible.
- 14) Recursos profesionales y técnicos comprometidos, eficientes y competitivos.
- 15) Investigación integral del recurso forestal.

En el Perú contamos con diferentes instituciones que velan por el desarrollo forestal del país, entre los cuales encontramos:

FONDOBOSQUE Es una institución pública–privada creada por la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, Ley N° 27308, y su reglamento, aprobado por Decreto Supremo N° 014-2001-AG y modificatorias. Su creación está consolidada por la Ley de Promoción de la Inversión Privada en Reforestación y Agroforestería, Ley N° 28852. Nuestro propósito principal es promover el desarrollo forestal sostenible en el Perú.” Según como lo indica su portal web www.fondebosque.org.pe.

Cuyos objetivos son:

1. Lograr competitividad forestal.
2. Sostenibilidad del recurso forestal.

3. Promover inversiones con responsabilidad social y ambiental.
4. Apoyar la incorporación de la base social en la economía forestal.
5. Eficacia institucional.

WWF-Perú Es una de las organizaciones independientes de conservación más grandes y con mayor experiencia en el mundo y en el Perú está tomando acciones rápidas y eficientes concentrando sus esfuerzos en los siguientes objetivos:

Proteger, Creación y manejo efectivo de una red de áreas protegidas ecológicamente representativas de los bosques del país.

Importante información que se puede encontrar en su portal web:
www.wwfperu.org.pe

ADEFOR Es una asociación civil dedicada a la investigación y el desarrollo forestal, que ha sentado las bases de una forestación con enfoque comercial y ambiental, por considerarla una actividad económica, social y ecológicamente rentable, forjando una propuesta técnica-social, con visión empresarial, compatible con las políticas de desarrollo, teniendo como premisa y fundamento la participación activa de la población." Como lo indica su portal web:www.adefor.org

INRENA El Instituto Nacional de Recursos Naturales, es un organismo público descentralizado del Ministerio de Agricultura, creado por Decreto Ley N° 25902 el 27 de noviembre de 1992, encargado de realizar las acciones necesarias para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables, cautelar la conservación de la gestión sostenible del medio ambiente rural y la biodiversidad silvestre. Como autoridad nacional, debe realizar su trabajo en estrecha relación con gobiernos regionales y locales, sociedad civil organizada e Instituciones públicas y privadas. Como lo indica su portal web: www.inrena.gob.pe. Y juega un papel preponderante en la gestión regulación y manejo de los bosques.

CAPITULO IV

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MADERA OJE RENACO (*Ficus Schultesii* Dugand)

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA MADERA OJE RENACO

4.1 PROCEDENCIA

Esta especie forestal estudiada Oje renaco, se encuentra distribuido en la región amazónica peruana y brasilera, en cantidades regulares en los bosques primarios y secundarios, en suelos húmedos e inundados temporalmente hasta los 700 m.s.n.m. En el Perú se encuentra distribuido en los departamentos de Cuzco, Huánuco, Junín, Loreto, Madre de Dios, Pasco y Ucayali.

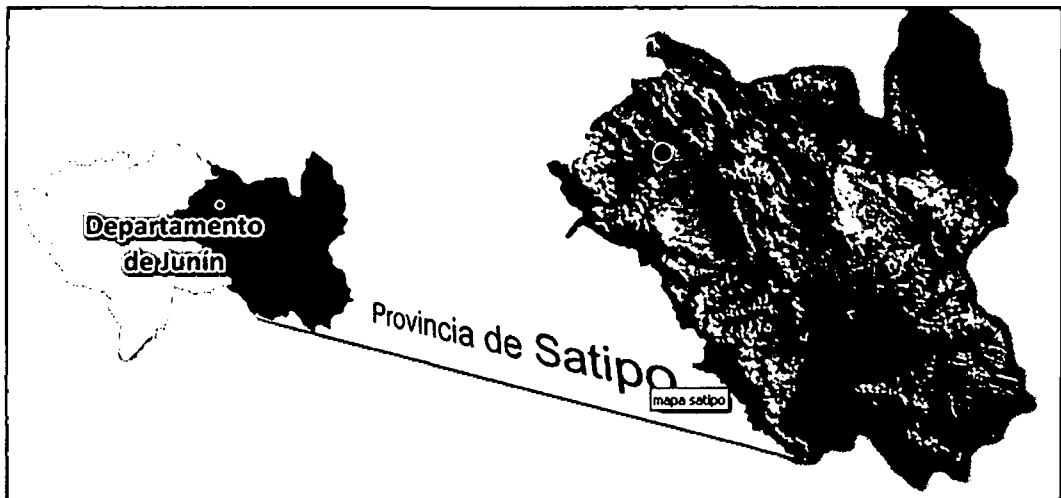


Figura 4.1 Las muestras de la madera oje renaco para los estudios de la presente tesis se extrajeron del distrito de Río Negro provincia de Satipo departamento de Junín.



Figura 4.2 La especie Oje renaco, tiene más de 30m de altura y unos 1.3m de diámetro, al hacerle un corte exuda rápidamente un látex blanco que se utiliza como medicina antiparasitaria.

El nombre científico de esta especie en estudio, de acuerdo al estudio anatómico que fue realizado en el Laboratorio de Anatomía de la Madera – Universidad Agraria La Molina (UNAM) es el siguiente:

NOMBRE CIENTIFICO: *Ficus Schultesii* Dugand.

FAMILIA: Moraceae

NOMBRE COMUNES: Perú: Oje renaco, renaco.

NOMBRE COMERCIAL INTERNACIONAL: Caxinguba.

4.2 DESCRIPCIÓN ORGANOLÉPTICA DE LA MADERA OJE RENACO

- **Color.** El tronco recién cortado presenta las capas externa de madera (albura) de color crema similar a las capas internas (duramen) y de forma regular, observándose entre ambas capas un gran contraste de color blanco y el duramen de color marrónpálido
- **Olor:** No distintivo
- **Lustre o Brillo:** Moderado a elevado.
- **Grano:** Entrecruzado
- **Textura:** Media a gruesa.
- **Veteado o Figura:** Bien definido con arcos superpuestos y bandas anchas, paralelas y satinadas.
- **Dureza y Peso:** La madera es blanda y liviana.

4.3 CARACTERES MACROSCÓPICAS DE LA MADERA OJE RENACO

- **Anillo de Crecimiento:** Son poco diferenciables en un promedio de 4 anillos en 2.5cm y rango de [2.0–5.0] cm

- **Poros:** Son visibles a simple vista grandes, muy pocos, aprox. 5 poros por mm², líneas vasculares visibles a simple vista, angostas, con prolongaciones cortas y largas
- **Parénquima axial o tejido claro:** Visibles a simple vista más o menos anchas.

4.4 CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE LA MADERA OJE RENACO

Las características microscópicas no se pueden observar a simple vista y se tiene que utilizar un microscopio de 10x aumentos como herramienta de observación.

La madera tiene una estructura anatómica heterogénea, constituida por diferentes células leñosas, tales como: los vasos o poros que tienen la función de conducción del agua y sales minerales. En el caso de la madera oje renaco por tratarse de una madera blanda estas células forman 30-40 por ciento de su volumen, también contiene fibras que son células adaptadas a la función mecánica y que forman aprox. el 50 por ciento o más del volumen de la madera, asimismo se observan células de parénquima que tienen la función de almacenamiento de sustancias de reserva y forman un tejido leñoso blando estimando un 50 por ciento del volumen total.

RADIOS O LINEAS HORIZONTALES: Visibles con lupa de 10x, notorios de 4 a 5 células de ancho, moderadamente numerosos: de 4-12 radios por mm lineal. Y radios contrastados visibles a simple vista.

4.5 VOLÚMENES DE LA MADERA OJE RENACO EN INVENTARIOS FORESTALES

El oje renaco en comparación con otras especies todavía no tiene un volumen de explotación considerable, como se puede ver en el siguiente cuadro.

Cuadro 4.1 Producción de madera rolliza y aserrada de la especie Oje renaco por departamento año 2010 - 2011

DEPARTAMENTO	ESPECIE	MADERA ROLLIZA (m ³)		MADERA ASERRADA (m ³)	
		2010	2011	2010	2011
UCAYALI	<i>Oje renaco</i>	812.96	1402.50	313.78	5130.41
LORETO	<i>Oje</i>	200.01	174.20	11.4	69.73
HUANUCO	<i>Oje renaco</i>	41.41	81.43	21.94	33.16
JUNIN	<i>Oje</i>	539.84	354.07	201.88	194.34
MADRE DE DIOS	<i>Oje</i>	1,269.18	341.43	655.93	177.54
CUZCO	<i>Oje</i>	-	260.90	140.73	135.67
PASCO	<i>Oje</i>	5.39	140.73	-	-
SAN MARTIN	<i>Oje renaco</i>	198.36	120.83	97.82	39.12
TOTAL		3067.15	2876.10	1443.48	5778.00

FUENTE: GOBIERNO REGIONAL Y ADMINISTRACIONES TECNICAS FORESTALES Y DE FAUNA SILVESTRE
ELABORACION : MINAG - DIRECION GENERAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE

4.6 COSTOS DE LA MADERA OJÉRENACO Y SU COMPARACIÓN CON OTRAS ESPECIES

Los costos de la madera Oje renaco se obtuvieron de la cartilla informativa de precios y servicios forestales, publicada por la cámara nacional forestal- Ministerio de agricultura, también en la cartilla se puede encontrar el precio de los servicios de actividades que se presta por el sector maderero.

Cuadro 4.2 Precio de la madera aserrada larga comercial en el departamento de Madre de Dios-Puerto Maldonado (Junio -2010).

Especie	Nombre científico	Precio* (S/. / pt)
Copaiba	<i>Copaifera sp.</i>	1.80
Huimba	<i>Ceiba samauma</i>	1.50
Ishpingo	<i>Amburana cearensis</i>	1.80
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>	1.60
Misa	Lecythidaceae	1.50 - 1.80
Moena	Lauraceae	2.20
Ojé	<i>Ficus sp.</i>	1.20
Pashaco		1.70 - 1.80
Quillobordón	<i>Aspidosperma sp.</i>	1.80 - 2.20
Shihuahuaco	<i>Dipteryx sp.</i>	2.00
Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2.80
*Exonerado de IGV		

FUENTE: GOBIERNO REGIONAL Y ADMINISTRACIONES TECNICAS FORESTALES Y DE FAUNA SILVESTRE
ELABORACION : MINAG - DIRECION GENERAL FORESTAL Y DE FAUNA SILVESTRE

Del cuadro mencionado podemos observar que el precio de la madera Oje renaco es el más barato en comparación a las maderas comerciales, esto se debe a que esta especie maderable no es muy comercial ya que se desconoce sus propiedades mecánicas.

Luego de el presente estudio podemos afirmar que la madera aserrada Oje renaco es de aceptable calidad y puede ser usada para estructuras livianas, machihembrados, carpintería de interiores, molduras, mueblería, en la industria de la madera laminada, enchapes decorativos, tableros contrachapados, triplay, obteniéndose buenos resultados en rendimientos, productividad y calidad de productos.

Sin embargo los pobladores de esta zona debido al poco conocimiento sobre las propiedades mecánicas de esta madera lo utilizan para la fabricación de cajones para fruta.

CAPITULO V

MÉTODOS Y NORMAS DE ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS

5. METODOS Y NORMAS DE ENSAYOS PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS

5.1 COLECCIÓN DE MUESTRAS

5.1.1 Procedencia de las muestras

La madera rolliza OJE RENACO (*Ficus schultesii* Dugand), proviene del distrito de RIO NEGRO provincia de SATIPO Departamento de JUNIN.

Esta provincia está ubicado a una altitud de 632 m.s.n.m. Tiene una superficie de 19 431 092 kilómetros cuadrados, alrededor de 93 685 habitantes, ocho distritos, 446 anexos y / o centros poblados y más de 200 comunidades nativas. Representa el 43.48% del territorio del departamento.

Asimismo cuenta con 58 ríos que representan un potencial hidrográfico e industrial incomparable.

Tiene clima típico de selva baja, húmedo y cálido, caracterizándose por presentar una temperatura media anual de 24.8°C.

5.1.2 Preparación de las muestras

Se vio la importancia de trasladarse a la misma zona de extracción, para poder visualizar directamente el crecimiento, tipo de terreno, clima, y el ambiente, donde se desarrolla esta especie maderable en estudio. Las muestras fueron colectadas directamente del bosque ubicada en el distrito Rio Negro, provincia de Satipo, para la identificación y verificación de la madera Oje renaco, se contó con el apoyo del Ingeniero Forestal Arturo Manrique.

Teniendo en cuenta las consideraciones y metodología indicadas en la Normas E-101, Agrupamiento de Maderas para Uso Estructural. Se seleccionó 5 árboles de la especie Oje renaco.

Luego de seleccionar las especies, se procedió a cortar en trozas cada árbol, para lo cual se codificó cada troza de manera que se pudiera identificar a cual árbol pertenecía.

Finalmente se trasladaron al aserradero "GRUPO ALMANSA S.A.C" para luego proceder a la habilitación de las muestras mediante el uso de maquinaria especial de corte, como:

- Sierra de cinta vertical, maquinaria con la cual se obtuvo los primeros cortes, dando dimensiones preliminares,
- Sierra de disco de banco, se usó para realizar cortes transversales y longitudinales.
- Cepilladora, se usó para llegar a las dimensiones dadas, antes del transporte, las cuales contienen un espesor de seguridad, ya que se encontraba en condición verde.
- La madera se traslado en estado verde C.H.aprox = 95% para luego proceder al secado artificial realizado en una cámara de tratamiento térmico, como se muestra en la foto, durante 20 días a una temperatura de 60°C llegando a un %C.H aprox. 18% para luego llevarlo al laboratorio de ensayo de materiales de la UNI-FIC para proceder a realizar los ensayos respectivos.

5.1.3 Número de muestras para el ensayo de flexión en vigas a escala natural

Para determinar el número de muestras y cuales son aptas para ser ensayadas se aplicó la Norma de Clasificación Visual por Defectos para Madera Estructural (NTP 251.104).

Quedaron aptas 30 vigas de 5cm. X 15cm. De sección transversal y una longitud promedio de 320 cm. La longitud libre para los ensayos fue de 300cm.

5.2 ENSAYO DE PROPIEDADES FÍSICAS

Para encontrar las propiedades físicas de la especie Oje renaco, se realizaron los ensayos según lo establecido en las Normas Técnicas Peruanas, básicamente son:

- Contenido de Humedad (NTP 251.010)
- Densidad Básica (NTP 251.011).

5.2.1 Contenido de Humedad (NTP 251.010)

El Contenido de humedad es el porcentaje en peso, que tiene el agua libre más el agua higroscópica con respecto al peso de la madera anhidra o seca, según Norma, se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$CH = \frac{W_h - W_s}{W_s} * 100$$

Donde:

CH%: Es el contenido de humedad, en porcentaje.

W_h: Es el peso de la muestra húmeda, en gramos.

W_s: Es el peso de la muestra anhidra o secada al horno, en gramos. El peso anhidro es conseguido mediante el uso de un horno a 103 ± 2 °C, llamado también peso seco al horno.

En las maderas el PSF (punto de saturación de las fibras) varía entre 25 – 30 %, pudiendo ser considerado igual a 30% (anexo 1), la madera sufre cambios estructurales al comenzar a secarse, cambiando también sus propiedades mecánicas que están relacionadas con el contenido de humedad.

Cuadro 5.1 Clasificación de la Madera según su contenido de humedad (JUNAC)

CONTENIDO DE HUMEDAD CH (%)	CLASIFICACIÓN
Menor a 20%	Seca al aire
Entre 20% y 30%	Húmeda
Mayor a 30%	Saturada o verde

5.2.1.1 Procedimiento para calcular el contenido de humedad

Para la obtención del contenido de humedad se utilizó la norma NTP 251.010, el método de secado en estufa.

Muestras:

- Inmediatamente después de cada ensayo de flexión en vigas a escala natural, se extraen dos muestras de cada una de ellas, de la parte no agrietada y cerca de la zona donde ocurre la falla, las muestras serán de 3cm x 3cm de sección transversal y una longitud de 10 cm. En total son 60 muestras.

Equipos:

Para la obtención del contenido de humedad se utilizaron los siguientes equipos:

- Horno (estufa eléctrica).
- Balanza de precisión con medida en gramos y precisión ± 0.5 gramos.

Procedimiento:

Para la obtención del contenido de humedad de las probetas, se deben seguir los siguientes pasos:

- Modelar probetas de 3cm x 3cm x 10cm.
- Se registra el peso de cada pieza, que será considerado como peso húmedo.
- Se introduce las probetas al horno y se procede al secado por un tiempo no menor de 24 horas ó hasta verificar que su peso es constante.
- Se registra el peso de la pieza en estado anhidro ó seco.
- Se realiza el cálculo del contenido de humedad.

RESULTADOS:

En el cuadro 5.2 se registran un resumen de los datos obtenidos en el laboratorio y el cálculo correspondiente al contenido de humedad de vigas a escala natural.

Cuadro 5.2 Resultados obtenidos de Contenido de Humedad de vigas ensayadas a flexión en escala natural.

MUESTRA	PESO HUMEDO (gr)	PESO SECO (gr)	CONTENIDO HUMEDAD (%)	HUMEDAD PROMEDIO (%)
M1	38.50	31.50	22.22	21.59
M2	37.50	31.00	20.97	
M1	38.50	32.00	20.31	19.53
M2	38.00	32.00	18.75	
M1	34.00	28.50	19.30	19.65
M2	36.00	30.00	20.00	
M1	39.00	31.50	23.81	22.05
M2	41.50	34.50	20.29	
M1	37.50	30.50	22.95	22.19
M2	34.00	28.00	21.43	
M1	42.00	32.50	29.23	18.72
M2	39.50	36.50	8.22	
M1	36.00	27.50	30.91	27.06
M2	34.50	28.00	23.21	
M1	37.50	30.50	22.95	20.07
M2	37.50	32.00	17.19	
M1	37.50	29.50	27.12	22.58
M2	36.00	30.50	18.03	
M1	39.50	30.00	31.67	25.99
M2	38.50	32.00	20.31	
M1	36.50	27.00	35.19	26.97
M2	38.00	32.00	18.75	
M1	36.50	30.00	21.67	19.29
M2	38.00	32.50	16.92	
M1	44.00	34.50	27.54	22.39
M2	34.00	29.00	17.24	
M1	38.50	31.00	24.19	21.05
M2	39.50	33.50	17.91	
M1	36.00	29.50	22.03	21.93
M2	33.50	27.50	21.82	
M1	40.00	33.00	21.21	20.90
M2	41.00	34.00	20.59	
M1	37.50	30.50	22.95	20.35
M2	36.50	31.00	17.74	
M1	37.50	29.50	27.12	23.73
M2	35.50	29.50	20.34	
M1	38.50	31.00	24.19	22.75
M2	37.00	30.50	21.31	
M1	39.00	31.50	23.81	20.24
M2	38.50	33.00	16.67	
M1	41.00	33.50	22.39	22.22
M2	41.50	34.00	22.06	
M1	37.00	31.00	19.35	19.05
M2	38.00	32.00	18.75	
M1	36.00	30.00	20.00	20.66
M2	37.00	30.50	21.31	
M1	40.00	33.00	21.21	21.21
M2	40.00	33.00	21.21	
M1	36.50	29.50	23.73	21.54
M2	37.00	31.00	19.35	
M1	40.00	32.00	25.00	23.27
M2	39.50	32.50	21.54	
M1	34.50	29.00	18.97	18.35
M2	36.50	31.00	17.74	
M1	35.00	29.00	20.69	19.51
M2	35.50	30.00	18.33	
M1	39.00	32.00	21.88	21.54
M2	40.00	33.00	21.21	
M1	37.50	30.50	22.95	22.24
M2	39.50	32.50	21.54	
PROMEDIO				21.62

5.2.2 Densidad Básica (NTP 251.011)

Para la obtención de la densidad básica (DB), se ha seguido lo establecido en la norma NTP 251.011, por la cual obtenemos la densidad básica, que es la relación entre el peso de la probeta seca al horno o anhidra y el volumen de la probeta en estado saturada. Según Norma, se calcula mediante la expresión siguiente:

$$D.B = \frac{W_s}{V_{sat}}$$

Donde:

W_s : Peso seco al horno o anhidra, en gramos.

V_{sat} : Volumen en estado saturado, en centímetros cúbicos.

Dependiendo de la densidad básica que presenta la muestra (según la JUNAC) se pueden clasificar en tres densidades según se muestra en el Cuadro

Cuadro 5.3 Clasificación de la Madera según su Densidad Básica (NTP E-101)

CLASIFICACIÓN POR DENSIDAD	D.B. (gr/cm³)
Alta	> 0.7
Mediana	[0.56 - 0.7]
Baja	[0.40 - 0.55]

Hay una relación entre la resistencia de la especie y su Densidad Básica, las especies que cuentan con un valor alto de densidad su resistencia es mayor que la de aquellas especies que tienen un valor bajo de densidad.

Equipos y Herramientas:

Para la obtención del contenido de densidad básica de las probetas se utilizaron los siguientes equipos y herramientas:

- Horno (estufa eléctrica).
- Balanza de precisión ± 0.5 gramos.
- Vasija con agua, para la saturación de las probetas
- Recipiente graduado para la medición del volumen (pipeta).

5.2.2.1 Procedimiento para calcular la Densidad Básica

Procedimiento:

Para la obtención del contenido de la densidad básica de las probetas, se deben seguir los siguientes pasos:

- Modelar probetas de 3cm. x 3cm. x 10cm. estas probetas son extraídas del las vigas ensayadas a flexión a escala natural, una de la parte no agrietada y una de la zona donde ocurre la falla.
- las muestras se sumergen hasta que logren saturarse de agua, el tiempo de sumergimiento de las probetas debe ser hasta que alcancen un peso constante, en este caso se saturó por 6 días.
- Se extrae la muestra saturada y luego se seca superficialmente con una franela.
- Se registra el peso de la pieza en estado saturado.
- Se registra el volumen en estado saturado de la probeta con ayuda de una pipeta graduada (recipiente de PVC graduado), se inserta el espécimen verticalmente, en su cara superior se insertará una fina aguja para mantenerla adherida al fondo del vaso, se vierte agua en el vaso hasta que el nivel del líquido sobrepase ligeramente la cara superior de la muestra y se toma la lectura del nivel del líquido con la graduación de la pipeta (L_1), se retira de inmediato la muestra y se lee nuevamente el nivel del agua con la graduación de la pipeta (L_2). La diferencia entre ambas lecturas L_1 y L_2 nos da el volumen saturado de la probeta (V_{sat}), es decir:

$$V_{sat} = L_1 - L_2$$

- Obtenido el volumen saturado se procede al secado de la muestra en la estufa hasta alcanzar los 103 ± 2 °C, por un tiempo no menor de 24 horas ó hasta verificar que su peso es constante.
- Se registra el peso de la pieza en estado anhidro.
- Se realiza el cálculo de la densidad básica.

Resultados:

En el cuadro 5.4 se presentan los resultados obtenidos sobre la Densidad Básica en los ensayos de flexión de viga a escala natural

Cuadro 5.4 Resultados obtenidos de Densidad Básica de vigas ensayadas a flexión en escala natural

VIGA	MUESTRA	PESO SECO (gr)	VOLUMEN SATURADO (cm ³)	DENSIDAD BASICA (gr/cm ³)	D.B. PROMEDIO (gr/cm ³)
1	M1	33.00	88	0.38	0.36
	M2	30.00	86	0.35	
2	M1	33.00	86	0.38	0.38
	M2	33.50	88	0.38	
3	M1	29.50	86	0.34	0.34
	M2	29.00	84	0.35	
4	M1	32.50	85	0.38	0.39
	M2	35.50	88	0.40	
5	M1	32.00	86	0.37	0.37
	M2	29.50	82	0.36	
6	M1	32.50	88	0.37	0.38
	M2	35.00	90	0.39	
7	M1	29.50	88	0.34	0.33
	M2	29.00	88	0.33	
8	M1	28.50	88	0.32	0.36
	M2	33.50	86	0.39	
9	M1	30.50	88	0.35	0.36
	M2	32.00	87	0.37	
10	M1	31.50	86	0.37	0.38
	M2	34.50	88	0.39	
11	M1	29.00	82	0.35	0.35
	M2	30.50	89	0.34	
12	M1	29.00	86	0.34	0.34
	M2	30.50	89	0.34	
13	M1	33.50	88	0.38	0.38
	M2	31.00	82	0.38	
14	M1	32.00	86	0.37	0.37
	M2	32.00	88	0.36	
15	M1	31.50	88	0.36	0.34
	M2	28.50	87	0.33	
16	M1	31.50	90	0.35	0.36
	M2	33.00	90	0.37	
17	M1	31.50	86	0.37	0.37
	M2	32.50	86	0.38	
18	M1	31.00	88	0.35	0.35
	M2	30.50	90	0.34	
19	M1	30.00	88	0.34	0.34
	M2	30.50	88	0.35	
20	M1	33.00	87	0.38	0.37
	M2	32.00	87	0.37	
21	M1	31.50	90	0.35	0.36
	M2	32.00	88	0.36	
22	M1	32.00	89	0.36	0.37
	M2	33.50	89	0.38	
23	M1	32.00	90	0.36	0.36
	M2	32.50	89	0.37	
24	M1	34.50	88	0.39	0.38
	M2	32.00	89	0.36	
25	M1	30.50	88	0.35	0.35
	M2	31.00	89	0.35	
26	M1	33.00	85	0.39	0.37
	M2	30.50	86	0.35	
27	M1	28.00	89	0.31	0.33
	M2	31.50	90	0.35	
28	M1	30.00	85	0.35	0.35
	M2	31.00	90	0.34	
29	M1	31.50	89	0.35	0.35
	M2	31.00	90	0.34	
30	M1	30.00	86	0.35	0.36
	M2	31.50	86	0.37	
PROMEDIO					0.36

5.3 ENSAYO DE PROPIEDADES MECÁNICAS

Cuando hablamos de las propiedades mecánicas de la madera, tenemos que tener presente su constitución anatómica. La madera es un material anisótropo formado por tubos huecos con una estructura ideal para resistir tensiones paralelas a la fibra. Según estudios anteriores se demostró que la madera tiene una muy elevada resistencia a la flexión es por eso que en este estudio se analizará esta propiedad mecánica para la especie Ojé renaco.

Cabe mencionar que la relación resistencia/peso propio de la madera es 1.3 veces superior al acero y 10 veces superior al hormigón. La resistencia a la tracción y compresión paralelas a la fibra es buena en la madera, asimismo las resistencias y módulos de elasticidad en la dirección paralela a la fibra son mucho más elevados que en la dirección perpendicular.

5.3.1 Esfuerzo de la fibra al límite proporcional (ELP)

El Esfuerzo de la Fibra al Límite Proporcional (ELP), es aquel esfuerzo que se genera debido a la carga que se encuentra en el límite de proporcionalidad y la expresión para su cálculo es la siguiente:

$$ELP = \frac{2P_{LP} L}{bh^2} \text{ Kg/cm}^2$$

Dónde:

ELP: Esfuerzo al límite proporcional, en Kg/cm^2 .

P_{LP}: Carga al límite proporcional, en kg.

L: Distancia entre los soportes, en cm.

b: Ancho de la viga, en cm.

h: Peralte de la viga, en cm.

Es importante mencionar la importancia de la geometría del elemento ensayado y que este guarde medidas cuidadosamente afinadas, ya que la fórmula utilizada tiene como elementos para el cálculo el ancho y el peralte de la viga.

5.3.2 Módulo de Rotura

El Módulo de Rotura (MOR), es el esfuerzo debido a la carga última o de rotura, la expresión para cálculo es la siguiente:

$$MOR = \frac{2P_{MÁX} L}{bh^2} \text{ Kg/cm}^2$$

Donde:

MOR: Modulo de rotura, en Kg/cm².

P_{MÁX}: Carga máxima, en kg

L: Distancia entre los soportes, en cm

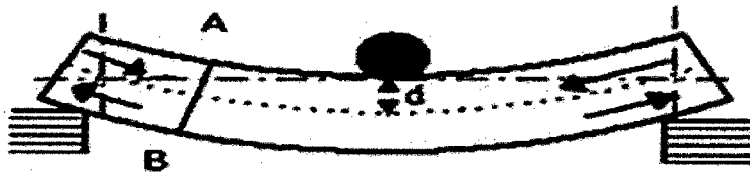
B: Ancho de la viga, en cm

H: Peralte de la viga, en cm

Igualmente es importante mencionar la importancia de la geometría del elemento ensayado y que este guarde medidas cuidadosamente afinadas, ya que la fórmula utilizada tiene como elementos para el cálculo el ancho y el peralte de la viga.

5.3.3 Módulo de Elasticidad

El Módulo de Elasticidad sin considerar deformación por corte (MOE s/c), es una expresión muy importante porque con ella se podrá realizar cálculos estructurales para el diseño de edificaciones.



La expresión para su cálculo es la siguiente:

$$MOE_{s/c} = \frac{23P_{LP}L^3}{648IY} = \frac{23L^3 \left(\frac{dp}{dy} \right)}{648I} \text{ Kg/cm}^2$$

Donde:

P_{LP} : Carga al límite proporcional, en kg.

L : Distancia entre los soportes, en cm.

Y : Deflexión en el centro de la luz, en cm.

$\frac{dp}{dy}$: Pendiente de zona elástica de la curva carga-deformación, en Kg/cm.

I : Momento de inercia de la viga, en cm^4 .

5.3.4 Módulo de Elasticidad considerando deformación por corte

El Módulo de Elasticidad considerando deformación por corte (MOE c/c), es ligeramente mayor en comparación con el (MOE s/c) o aparente, se dan las dos definiciones y la expresión para su cálculo se puede demostrar de la siguiente manera:

Deformación al centro de luz de la viga ($\Delta_{L/2}$):

$$\Delta_{L/2} = \frac{23 PL^3}{648 EI} + \frac{PL}{3GA_s} \quad \text{En cm}$$

Deformación al primer tercio de luz ($\Delta_{L/3}$):

$$\Delta_{L/3} = \frac{20 PL^3}{648 EI} + \frac{PL}{3GA_s} \quad \text{en cm}$$

Restando ambas ecuaciones:

$$\Delta_{L/2} - \Delta_{L/3} = \frac{PL^3}{216 EI}$$

Despejando:

$$E = \text{MOE c/c} = \frac{PL^3}{216 I (\Delta_{L/2} - \Delta_{L/3})} \text{ Kg/cm}^2$$

CAPITULO VI

ENSAYO A FLEXIÓN EN VIGAS A ESCALA NATURAL (NTP 251.107)

6. ENSAYO A FLEXIÓN EN VIGAS A ESCALA NATURAL (NTP 251.107)

6.1 COLECCIÓN DE MUESTRAS

Previamente recolectada las trozas de los 5 árboles como se indica en las normas N.T.P. 251.008, Se dio las medidas establecidas de las vigas aserradas y luego se procedió a la colección de muestras para realizar el ensayo de flexión en vigas a escala natural, este proceso se realizo en el aserradero "ALMANSA S.A.C." Que se encuentra ubicada en la carretera antigua Satipo a Mazamari Km 3.9 – Satipo, con la presencia del Ing. Forestal Arturo Manrique, de esta manera se permite obtener valores promedios de las propiedades físico-mecánicas y con una seguridad estadística al 95% a un intervalo de confianza de $\pm 10\%$.

Como se indico de acuerdo a la norma se verifico que las muestras ensayadas cumplieran con los requisitos de clasificación visual de maderas para uso estructural quedando seleccionadas 30 vigas.

6.2 CONDICIÓN DE HUMEDAD EN LAS VIGAS A ENSAYARSE

Las vigas se trajeron en estado verde aprox. C.H.= 95% para luego trasladarlo a un horno (cámara de tratamiento térmico) para su posterior secado artificial por un periodo de 20 días a una temperatura de 60°C, alcanzando un C.H._{prom}= 18°C. Seguidamente las vigas se almacenaron y se preservaron en el Laboratorio de Ensayos de Materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería, la disposición que se adoptó para el almacenaje fue apilarlas en forma horizontal conservando una separación adecuada entre ellas, con lo que se logró una buena circulación de aire.

El contenido de humedad de cada viga se encontró extrayendo inmediatamente después de realizado el ensayo, dos muestras de cada viga, tal como se indica en el capítulo 5, donde resultó un contenido de humedad promedio de 21.62%.

Cabe mencionar que la norma técnica peruana NTP 251.107, recomienda: para determinar los esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad el contenido de humedad de la madera debe estar próximo al 30% (estado húmedo) ya que en este estado no varían sus propiedades mecánicas significativamente en el tiempo que demora en realizar los ensayos.

6.3 REGISTRO DE DEFECTOS Y CLASIFICACIÓN VISUAL

Para el registro de defectos y clasificación de la madera de la especie oje renaco se tomó como guía la norma de clasificación visual. Algunas vigas presentaron defectos como arqueaduras y torceduras. de estas vigas solo se seleccionaron aquellas que cumplen con las tolerancias indicadas en la norma NTP 251.104 para obtener valores reales, de donde luego de una exhaustiva selección se obtuvo 30 vigas a escala natural para los ensayos a flexión.

6.4 MÉTODO DE ENSAYO DE FLEXIÓN SEGÚN NORMA

Para proceder a realizar el ensayo de vigas a escala natural se siguió las recomendaciones de la Norma Técnica Peruana NTP 251.107

6.4.1 Muestras utilizadas para el ensayo de flexión

Se ensayó 30 vigas, en condición secado artificial (horno), las cuales tenían como medida de sección transversal promedio 5,2cm x 15,2cm y como longitud total promedio de 320 cm.

6.4.2 Equipos utilizados para el ensayo de flexión

- Maquina Amsler, habilitada con arriostres laterales, preparado a fin de evitar el pandeo lateral.
- Regla graduada de acero.

En la Foto se observa la maquina Amsler utilizada para este ensayo y la disposición de la viga a escala natural en el momento que es ensayada.

6.4.3 Procedimiento del ensayo de flexión

El procedimiento seguido para realizar el ensayo de flexión de las vigas a escala natural fue el siguiente:

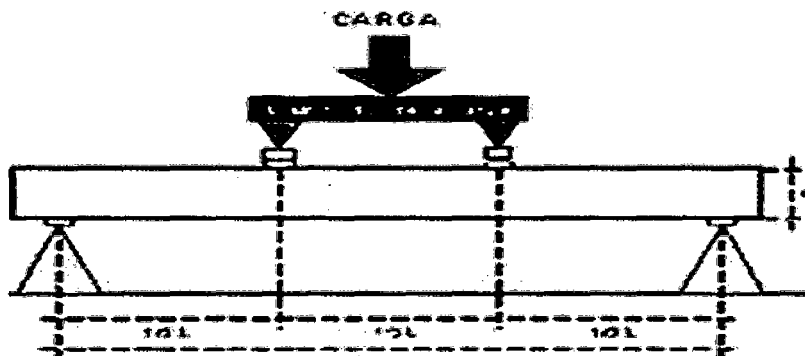
Se colocó y centró la viga simplemente apoyada en la máquina de ensayo la cual tiene una luz libre entre apoyos de 3.0m, además cuenta con 2 soportes

laterales ubicados a 1.0m de cada extremo, los cuales sirven para evitar esfuerzos de torsión y que el espécimen sea afectado por el efecto de flexión.

Se ajustan los 2 brazos metálicos de la máquina de ensayo, prensas que actúan a una velocidad aproximadamente constante no mayor de 0.28 mm/s, alcanzando la carga máxima en no menos de 6 ni más de 20 minutos, los cuales son los encargados de transmitir y distribuir la carga a los tercios de la Luz, es decir a $\frac{L}{3}$

=1.00m y a $2\frac{L}{3}=2.00\text{m}$ tal como se aprecia en la siguiente Imagen.

Figura 6.1 Esquema en ensayo de flexión de viga a escala natural



La carga es aplicada constantemente en intervalos de cada 100 kg, con lo cual registrará valores de carga-deformación, para cada ensayo y se podrá trazar la gráfica de curva-deformación y su respectiva regresión lineal para la parte elástica.

Adicionalmente se registra los valores de carga de rotura con la cual ocurre la falla, llamada también carga máxima, así como también la deformación producida para esta condición. Finalmente se describirá el tipo de falla producida al final de cada ensayo.

Inmediatamente después de realizado el ensayo se trasladó la viga a la carpintería de la UNI, para poder extraerle las probetas que servirán para conocer el contenido de humedad a la que fueron ensayadas.

6.5 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE FLEXIÓN

En el siguiente cuadro 6.1 se muestran las secciones reales medidas en el laboratorio y el cálculo del área de la sección transversal y la inercia de cada viga a escala natural utilizada para el ensayo de flexión.

Cuadro 6.1 Dimensiones de las vigas a escala natural Áreas, Inercias

VIGA N°	ANCHO "b" (cm)	ALTURA "h" (cm)	LUZ LIBRE "L" (cm)	AREA "A" (cm ²)	INERCIA "I" (cm ⁴)
1	5.10	15.10	300	77.01	1463.25
2	5.00	15.20	300	76.00	1463.25
3	4.80	15.40	300	73.92	1460.91
4	5.00	15.30	300	76.50	1492.32
5	4.80	15.30	300	73.44	1432.63
6	4.90	15.25	300	74.73	1448.19
7	5.00	15.60	300	78.00	1581.84
8	4.80	15.60	300	74.88	1518.57
9	5.00	15.30	300	76.50	1492.32
10	4.80	15.60	300	74.88	1518.57
11	4.90	15.60	300	76.44	1550.20
12	4.80	15.20	300	72.96	1404.72
13	4.90	15.70	300	76.93	1580.21
14	5.00	15.60	300	78.00	1581.84
15	4.80	15.70	300	75.36	1547.96
16	4.90	15.55	300	76.20	1535.35
17	4.80	15.40	300	73.92	1460.91
18	4.90	15.60	300	76.44	1550.20
19	4.80	15.40	300	73.92	1460.91
20	5.10	15.20	300	77.52	1492.52
21	4.90	15.40	300	75.46	1491.34
22	4.80	15.30	300	73.44	1432.63
23	5.20	15.10	300	78.52	1491.95
24	4.70	15.65	300	73.56	1501.27
25	4.90	15.40	300	75.46	1491.34
26	4.80	15.30	300	73.44	1432.63
27	5.00	15.40	300	77.00	1521.78
28	4.90	15.30	300	74.97	1462.48
29	4.80	15.60	300	74.88	1518.57
30	4.80	15.65	300	75.12	1533.21

En el Cuadro 6.2 se muestran los valores obtenidos del ensayo de flexión y el cálculo de los valores del Esfuerzo al Límite Proporcional y del Módulo de Rotura de cada viga a escala natural.

Cuadro 6.2 Resultados de Esfuerzo al Límite Proporcional (ELP) y Modulo de Rotura (MOR) del ensayo de flexión en vigas a escala natural.

VIGA Nº	LUZ LIBRE "L" (cm)	CARGA AL LIMITE PROPORCIONAL "PL" (Kg)	CARGA MAXIMA "P" (Kg)	ESFUERZO AL LIMITE PROPORCIONAL "ELP" (Kg/cm ²)	MODULO DE ROTURA "MOR" (Kg/cm ²)
1	300	300	700	154.79	361.18
2	300	300	750	155.82	389.54
3	300	300	550	158.12	289.89
4	300	300	630	153.79	322.95
5	300	400	850	213.59	453.89
6	300	300	700	157.96	368.56
7	300	300	620	147.93	305.72
8	300	300	750	154.09	385.23
9	300	300	700	153.79	358.84
10	300	300	720	154.09	369.82
11	300	400	800	201.26	402.53
12	300	400	750	216.41	405.77
13	300	400	800	198.71	397.42
14	300	400	700	197.24	345.17
15	300	400	650	202.85	329.63
16	300	400	800	202.56	405.12
17	300	400	850	210.83	448.01
18	300	400	730	201.26	367.31
19	300	400	730	210.83	384.76
20	300	300	650	152.76	330.98
21	300	300	840	154.89	433.70
22	300	400	850	213.59	453.89
23	300	400	860	202.42	435.20
24	300	400	720	208.49	375.28
25	300	300	760	154.89	392.40
26	300	400	780	213.59	416.51
27	300	350	730	177.10	369.37
28	300	350	750	183.08	392.31
29	300	350	800	179.77	410.91
30	300	350	750	178.63	382.77
PROMEDIO		353.33	742.33	182.17	382.82
DESV. ESTANDAR		47.22	75.14	25.13	41.71
COEF. VARIACION		13.36	10.12	13.80	10.90
PERCENTIL (5%)				154.29	297.80

De acuerdo al cuadro 6.2 $ELP_{promedio} = 182.17 \text{ kg/cm}^2$; $ELP_{minimo} = 154.29 \text{ kg/cm}^2$

$MOR_{promedio} = 382.82 \text{ kg/cm}^2$; $MOR_{minimo} = 297.80 \text{ kg/cm}^2$

En el siguiente cuadro 6.3 se muestran los valores del Módulo de Elasticidad, obtenido del ensayo a flexión de cada viga, sin considerar deformación por corte.

Cuadro 6.3 Resultados de Modulo de Elasticidad (MOE) sin considerar deformación por corte del ensayo de flexión en vigas a escala natural.

VIGA Nº	PENDIENTE ZONA ELÁSTICA "dp/dy" (kg/cm)	LUZ LIBRE "L" (cm)	INERCIA DE LA SECCIÓN "I" (cm ⁴)	MODULO DE ELASTICIDAD "MOE" s/c (kg/cm ²)
1	101.87	300	1463.25	66718.67
2	100.72	300	1463.25	65964.88
3	100.88	300	1460.91	66175.85
4	99.55	300	1492.32	63928.54
5	102.97	300	1432.63	68879.98
6	100.39	300	1448.19	66432.82
7	100.72	300	1581.84	61019.66
8	102.13	300	1518.57	64451.96
9	101.01	300	1492.32	64866.12
10	99.47	300	1518.57	62773.30
11	109.40	300	1550.20	67630.92
12	100.73	300	1404.72	68720.24
13	102.89	300	1580.21	62398.76
14	99.14	300	1581.84	60062.44
15	101.79	300	1547.96	63017.73
16	104.45	300	1535.35	65195.71
17	100.90	300	1460.91	66188.97
18	104.03	300	1550.20	64311.19
19	98.86	300	1460.91	64850.76
20	101.09	300	1492.52	64909.03
21	101.07	300	1491.34	64947.41
22	100.28	300	1432.63	67080.55
23	101.75	300	1491.95	65367.90
24	102.91	300	1501.27	65692.31
25	100.59	300	1491.34	64638.97
26	100.00	300	1432.63	66893.25
27	99.15	300	1521.78	62439.35
28	102.62	300	1462.48	67244.92
29	99.69	300	1518.57	62912.13
30	104.40	300	1533.21	65255.04
PROMEDIO				65031.98
DESV. ESTANDAR				2093.34
COEF. VARIACION				3.22
PERCENTIL (5%)				60541.05

De acuerdo al cuadro 6.3 MOEs/c promedio = 65031.98 Kg/cm²

MOEs/c mínimo = 60541.05 Kg/cm²

En el siguiente cuadro 6.4 se muestran los valores calculados del Módulo de Elasticidad del ensayo por Flexión, considerando deformación por corte de cada viga.

Cuadro 6.4 Resultados de Modulo de Elasticidad (MOE) considerando deformación por corte del ensayo de flexión en vigas a escala natural

VIGA Nº	LUZ LIBRE "L" (cm)	CARGA AL LIMITE PROPORCIONAL "PL" (Kg)	INERCIA "I" (cm ⁴)	DEFORMACION CENTRO DE LUZ "ΔL/2" (cm)	DEFORMACION TERCIO DE LUZ "ΔL/3" (cm)	MODULO DE ELASTICIDAD "MOE" c/c (kg/cm ²)
1	300	300	1463.25	2.92	2.62	84734.32
2	300	300	1463.25	2.91	2.58	76919.92
3	300	300	1460.91	2.99	2.68	83644.4
4	300	300	1492.32	3.08	2.79	86457.33
5	300	400	1432.63	3.94	3.55	89873.22
6	300	300	1448.19	3.09	2.78	82677.06
7	300	300	1581.84	3.05	2.74	77013.68
8	300	300	1518.57	3.07	2.77	82314.48
9	300	300	1492.32	3.06	2.74	78526.86
10	300	300	1518.57	3	2.69	79659.17
11	300	400	1550.2	3.76	3.41	92153.82
12	300	400	1404.72	4.01	3.62	91267.18
13	300	400	1580.21	3.87	3.5	85517.4
14	300	400	1581.84	3.98	3.6	83180.95
15	300	400	1547.96	3.83	3.48	92287.53
16	300	400	1535.35	3.83	3.46	88016.13
17	300	400	1460.91	3.94	3.53	83026.45
18	300	400	1550.2	3.84	3.47	85836.32
19	300	400	1460.91	3.97	3.6	92500.94
20	300	300	1492.52	2.97	2.67	83751.06
21	300	300	1491.34	4.06	3.76	83817.17
22	300	400	1432.63	3.98	3.5	72102.75
23	300	400	1491.95	3.95	3.56	85559.01
24	300	400	1501.27	4	3.55	74011.27
25	300	300	1491.34	2.95	2.66	86707.42
26	300	400	1432.63	4.01	3.61	87102.95
27	300	350	1521.78	3.45	3.14	92739.65
28	300	350	1462.48	3.36	2.97	77282.5
29	300	350	1518.57	3.45	3.09	80027.96
30	300	350	1533.21	3.33	2.97	80017.61
PROMEDIO		353.33				83957.55
DESV. ESTANDAR		47.22				5543.2
COEF. VARIACION		13.36				6.6
PERCENTIL (5%)						73057.01

De acuerdo al cuadro 6.4 $MOE_{c/c} \text{ promedio} = 83957.55 \text{ kg/cm}^2$
 $MOE_{c/c} \text{ mínimo} = 73057.01 \text{ kg/cm}^2$

CAPITULO VII

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

En el presente capítulo se presenta el análisis de los valores obtenidos de los ensayos físicos y mecánicos por flexión en vigas a escala natural de la especie forestal Ojé renaco. Posteriormente con el análisis de los resultados de los ensayos se procederá a la comparación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera Ojé renaco, con los valores de las propiedades de otras especies maderables que se encuentran en los grupos estructurales establecidos en la Norma Técnica de Edificación E-101.

El número de muestras tomadas permite obtener valores promedios de las propiedades físicos-mecánicas y tener una seguridad estadística del 95% y un intervalo de confianza de $\pm 10\%$.

7.1 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS FÍSICOS

En el Cuadro 7.1 se muestra el resultado del Contenido de Humedad promedio hallados en los ensayos a flexión en vigas a escala natural.

Cuadro 7.1 Contenido de Humedad promedio para la madera Ojé renaco

ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD
	C.H. %
Ensayo de flexión en vigas a escala natural	21.62

De este cuadro se observa que el contenido de humedad promedio calculado, es cercano al contenido de humedad del 30% que es lo que recomienda la NTP 251.107, para determinar los esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad mínimo y promedio.

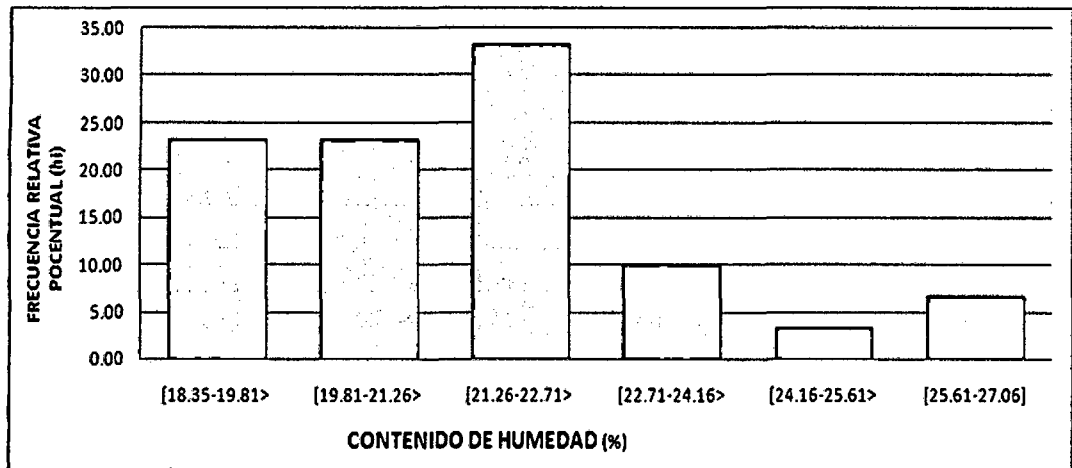
En el cuadro 7.2 se muestra el resultado de la densidad básica promedio hallado de los ensayos de flexión en vigas a escala natural.

Cuadro 7.2 Densidad Básica promedio para la madera Ojé renaco

ENSAYO	DENSIDAD BASICA
	D.B. gr/cm^3
Ensayo de flexión en vigas a escala natural	36

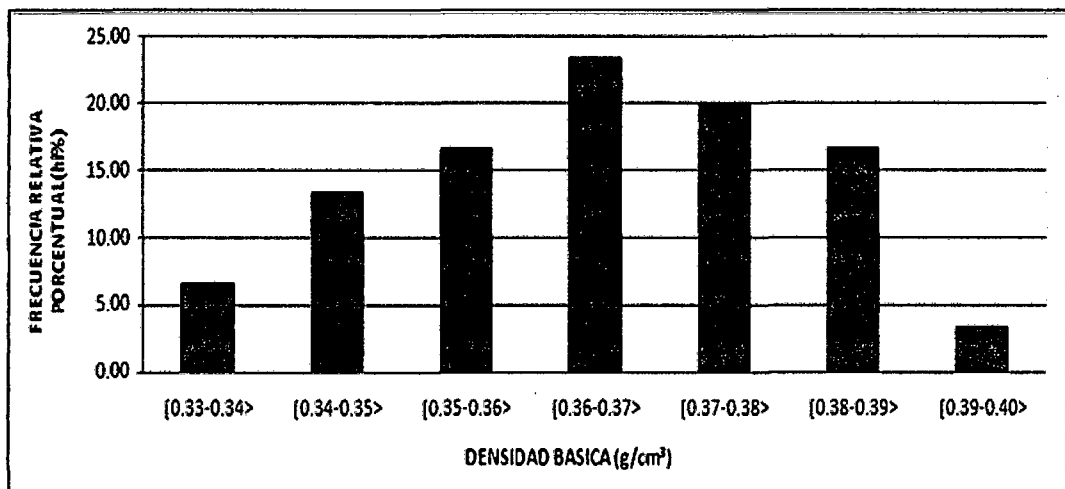
7.1.1 Análisis Estadístico de los Ensayos Físicos

Grafica 7.1 Diagrama de intervalo de Contenido de Humedad vs. frecuencia relativa porcentual en el ensayo de vigas a escala natural.



De la gráfica 7.1 se puede observar que las muestras ensayadas tienen valores que se encuentran en el rango [18.35 – 27.06] por debajo y cercanas al 30% del Contenido de Humedad, (lo que recomienda la NTP 251.107), por lo que podemos afirmar que las muestras se encuentran en estado húmedo y están aptas para ser ensayadas y obtener sus respectivos valores de sus propiedades mecánicas. Seguidamente podemos observar de la grafica que la frecuencia relativa más representativa del contenido de humedad se encuentra en el tercer intervalo [21.26-22.71>, siendo el valor promedio del CH=21.62%

Grafica 7.2 Diagrama de intervalos de Densidad Básica vs. frecuencia relativa porcentual en el ensayo de vigas a escala natural.



Del grafico 7.2 podemos observar que los valores obtenidos de Densidad Básica de las muestras ensayadas están en el rango [0.33 - 0.40], seguidamente podemos observar de la grafica que la frecuencia relativa más representativa se encuentra en el intervalo [0.36 – 0.37>, lo que nos indica que la madera Ojé renaco tiene una densidad baja.

7.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS MECÁNICOS POR FLEXIÓN EN VIGAS A ESCALA NATURAL

Cuadro 7.3 se muestran los resultados promedios obtenidos de los ensayos de flexión de vigas a escala natural.

PROPIEDADES MECANICAS	MADERA OJÉ RENACO RESULTADOS
ELP (kg/cm²)	182.17
MOR (kg/cm²)	382.82
MOE (kg/cm²)	MOE s/c = 65031.98
	MOE c/c = 83957.55

Donde:

ELP: *Esfuerzo al Limite Proporcional*

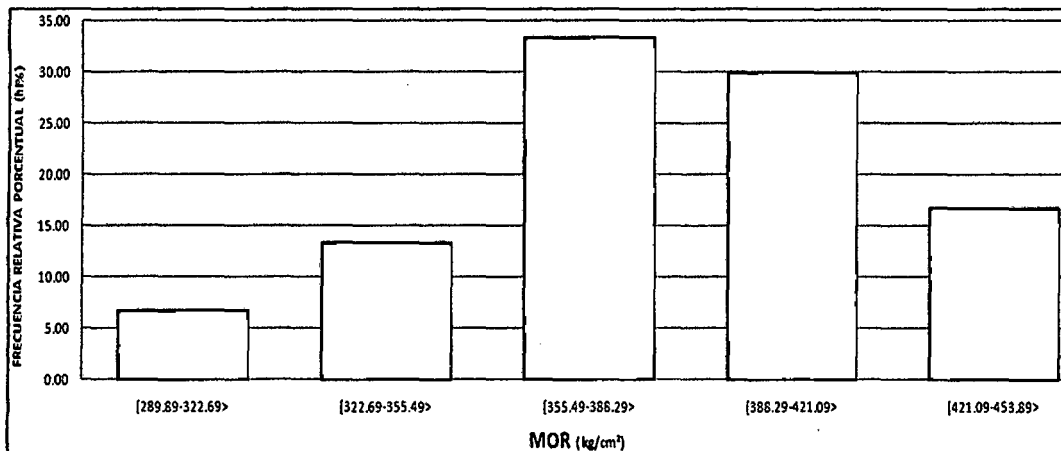
MOR: *Modulo de Rotura*

MOE s/c: *Modulo de Elasticidad sin considerar deformación por corte.*

MOE c/c: *Modulo de Elasticidad considerando deformación por corte.*

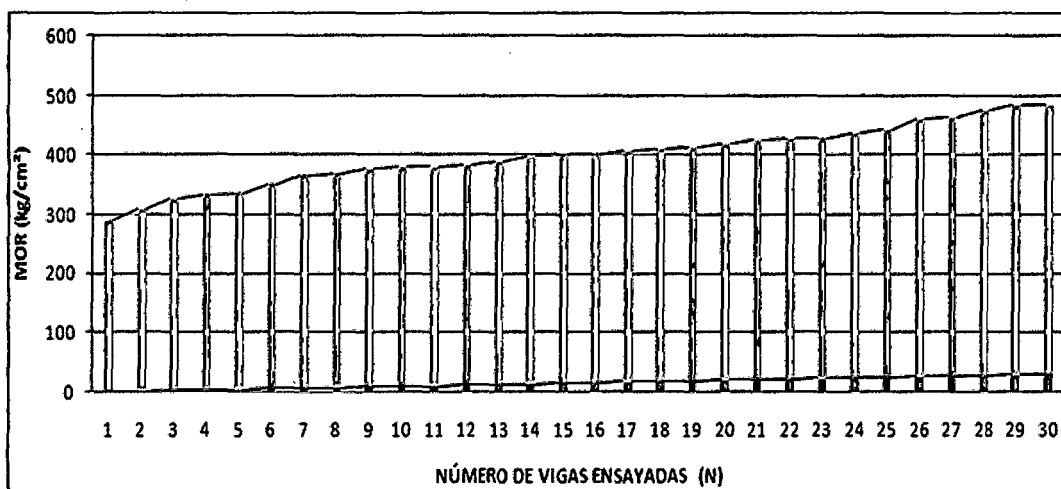
7.2.1 Análisis Estadístico de los Ensayos Mecánicos en Flexión

Grafica 7.3 Diagrama de intervalo de Modulo de Rotura vs. frecuencia relativa porcentual en ensayo de vigas a escala natural



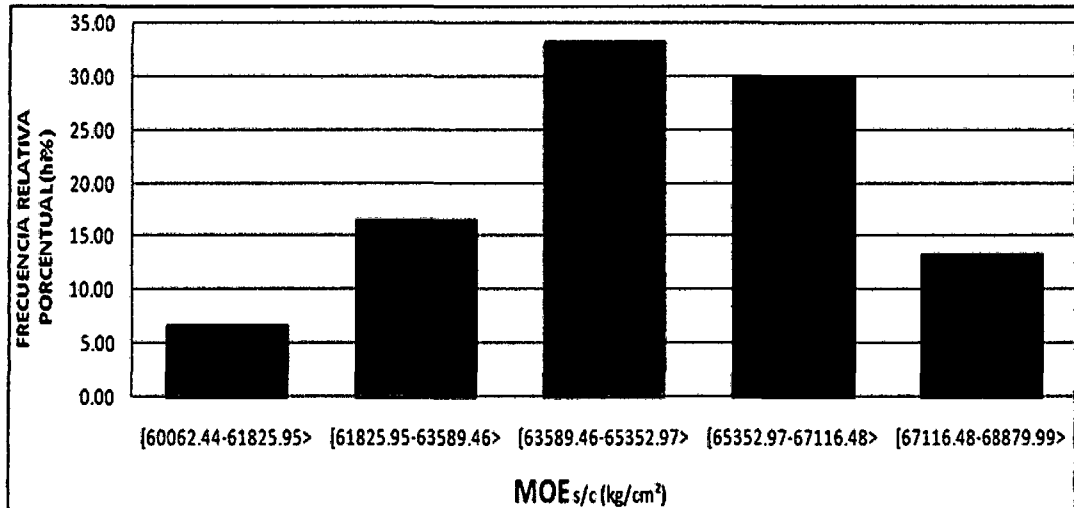
En el grafico 7.3 se muestran los valores obtenidos del modulo de rotura de las vigas ensayadas a flexión, de la cual podemos observar que la frecuencia relativa más representativa se encuentra en el tercer intervalo [355.49-388.29>.lo que nos indicara el valor promedio del modulo de rotura de la madera Ojé renaco (382.82kg/cm²).

Grafica 7.4 Diagrama que define el límite de exclusión del modulo de rotura en vigas



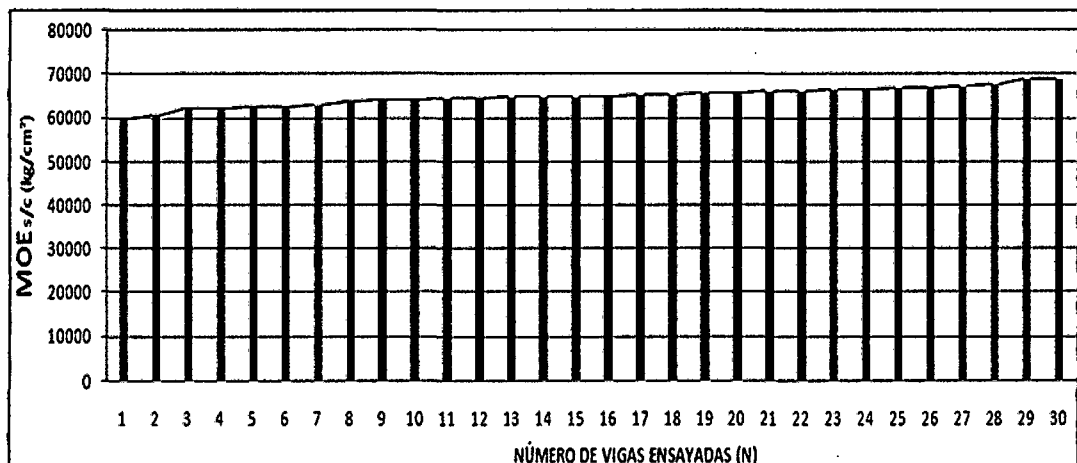
En el grafica 7.4 muestra los valores obtenidos del modulo de rotura de las vigas ensayadas a escala natural, en forma ordenada y ascendente de la cual podemos observar que el MOR 5° percentil (297.80 kg/cm²), se encuentra entre el primer y el segundo valor.

Grafica 7.5 Diagrama de intervalos de Modulo de Elasticidad vs. frecuencia relativa porcentual en el ensayo de vigas a escala natural sin considerar deformación por corte.



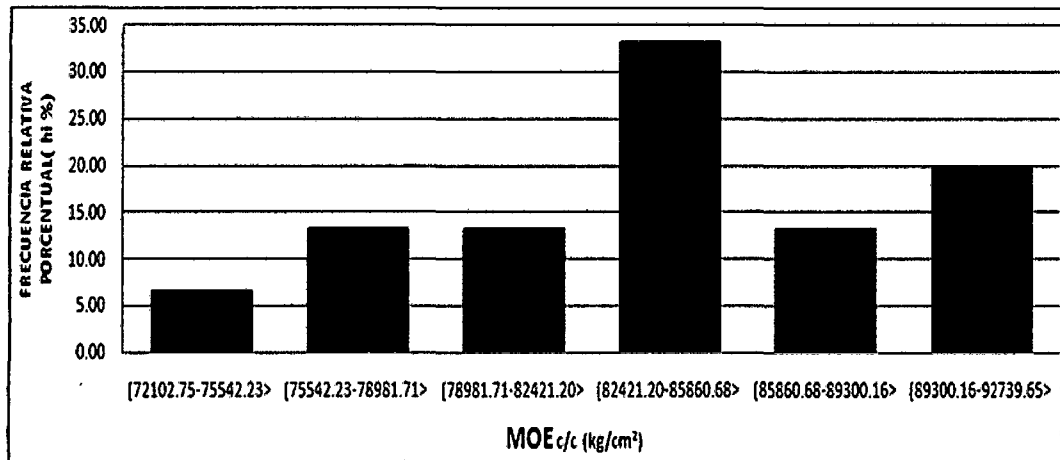
En el siguiente Gráfico 7.5 se muestra el histograma de valores obtenidos del Módulo de Elasticidad sin considerar deformación por corte de los ensayos de flexión en vigas a escala natural. En este Gráfico se observa que el tercer intervalo [63589.46 – 65352.97>.presenta una mayor frecuencia relativa, esto significa que hay un mayor porcentaje de vigas ensayadas que sus valores están dentro del mencionado intervalo siendo el $MOE_{promedio} = 65031.82 \text{ Kg/cm}^2$.

Grafica 7.6 Diagrama que define el límite de exclusión del módulo de Elasticidad sin considerar deformación por corte en vigas



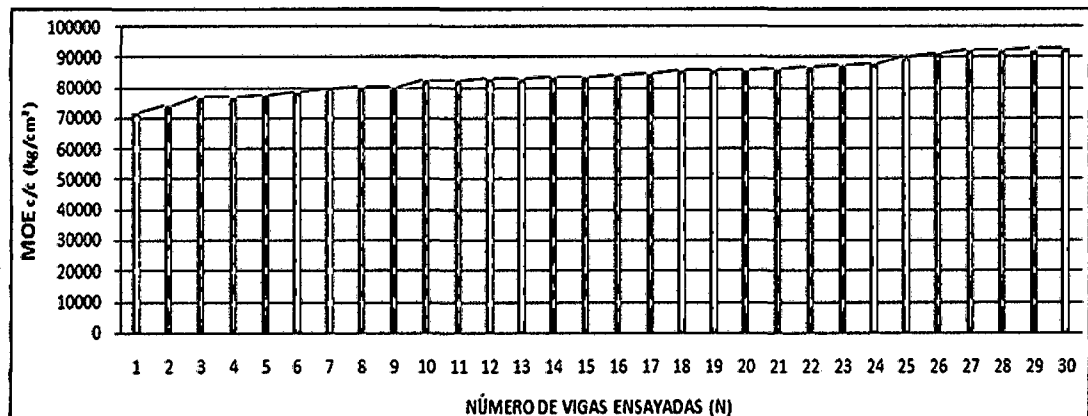
En la grafica 7.6 se muestra los valores obtenidos en forma ordenada y ascendente del ensayo de flexión de vigas a escala natural sin considerar deformación por corte, de la cual podemos observar el valor que define el límite de exclusión del 5% del modulo de elasticidad en donde el MOE 5° percentil (60541.05 kg/cm²). Se encuentra entre el primer y segundo valor.

Grafica 7.7 Diagrama de intervalos de Modulo de Elasticidad vs. Frecuencia relativa porcentual en el ensayo de vigas a escala natural considerando deformación por corte



En el siguiente Gráfico 7.7 se muestra el histograma de valores del modulo de Elasticidad considerando deformación por corte, los valores obtenidos de los ensayos de flexión en vigas a escala natural, en esta grafica podemos observar que el cuarto intervalo presenta una mayor frecuencia relativa, esto significa que hay un mayor porcentaje de vigas ensayadas cuyo MOE_{c/c} se encuentra en el intervalo [82421.20 – 85860.68>, siendo el valor promedio 83957.55Kg/cm².

Grafica 7.8 Diagrama que define el límite de exclusión del modulo de Elasticidad considerando deformación por corte en vigas



En la siguiente grafica 7.8 se muestra el valor que define el límite de exclusión del 5% del modulo de elasticidad en vigas considerando deformación por corte obtenidos de los ensayos de flexión de vigas a escala natural en donde el MOE 5º percentil es 73057.01 Kg/cm².

7.3 TABLA DE RESUMEN FINAL DE RESULTADOS OBTENIDOS EN EL LABORATORIO

Cuadro 7.4 Presenta los resultados obtenidos de los ensayos en vigas a escala natural

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS EN VIGAS A ESCALA NATURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO (<i>Ficus schultesii</i> Dugand)	PROMEDIO	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION	PERCENTIL (5 %)
PROPIEDADES FISICAS				
CONTENIDO DE HUMEDAD (C.H) %	21.62	2.20	10.17	18.54
DENSIDAD BASICA (D.B)gr/cm ³	0.36	0.02	4.35	0.34
PROPIEDADES MECANICAS POR FLEXION				
ESFUERZO AL LIMITE PROPORCIONAL (ELP)	182.17	25.13	13.80	154.29
MODULO DE ROTURA (MOR) gr/cm ²	382.82	41.71	10.90	297.80
MODULO DE ELASTICIDAD (MOE s/c) gr/cm ²	65031.98	2093.34	3.22	60541.05
MODULO DE ELASTIICIDAD (MOE c/c) gr/cm ²	83957.55	5543.20	6.60	73057.01

7.3.1 Comparación de los resultados obtenidos en la Presente tesis (vigas en escala natural) con otros estudios de la misma especie (probetas libre de defectos)

El Cuadro 7.5 compara los resultados de vigas a escala natural realizadas en la presente Tesis con resultados obtenidos en los ensayos de probetas libre de defectos presentados en los libros mencionados.

Cabe mencionar que los resultados observados de los libros consultados están ensayados en estado seco 12% y según NTP los ensayos para el agrupamiento de maderas se debe realizar en estado húmedo (revisar anexo3) influencia del contenido de humedad en la resistencia mecánica).

Cuadro 7.5 compara los resultados de vigas a escala natural realizadas en la presente Tesis con resultados obtenidos en los ensayos de probetas libre de defectos presentados en los libros mencionados

PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE LA MADERA OJÉ RENACO (<i>Ficus schultesii</i> Dugand)	VIGAS A ESCALA NATURAL	PROBETAS	
	TESIS UNI	Libro: MADERAS WOODS OF PERU	Libro: ATLAS DE MADERAS TROPICALES EN AMERICA LATINA
PROPIEDADES FISICAS			
CONTENIDO DE HUMEDAD (C.H) %	21.62	12	12
DENSIDAD BASICA (D.B)gr/cm ³	0.36	0.43	0.42
PROPIEDADES MECANICAS POR FLEXION			
ESFUERZO AL LIMITE PROPORCIONAL (ELP)kg/cm ²	182.17	-	-
MODULO DE ROTURA (MOR)kg/cm ²	382.82	470	571.12
MODULO DE ELASTICIDAD (MOE s/c)kg/cm ²	65031.98	70000	70380
MODULO DE ELASTIICIDAD (MOE c/c)kg/cm ²	83957.55	-	-

7.4 PROCESO DE AGRUPAMIENTO PARA USO ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO SEGÚN LA NORMA NTP ININVI E-101

7.4.1 Agrupamiento

El agrupamiento está basado en los valores de la Densidad Básica y de la resistencia mecánica.

Los valores de la densidad básica, modulo de elasticidad y esfuerzos admisibles para los grupos A, B y C se presentan a continuación en los respectivos cuadros dados por la Norma Técnica Peruana (NTP E-101).

7.4.2 Proceso de agrupamiento de la madera Oje renaco

La incorporación de especies a los grupos establecidos se hará en función de la Densidad Básica y de la resistencia mecánica obtenida mediante ensayos de flexión de vigas de madera en escala natural según la NORMA ININVI E-101. El procedimiento a seguir para el agrupamiento es la siguiente:

Paso 1: Se identifica la especie en forma botánica y se efectúa la descripción anatómica de la muestra de madera.

Identificación Anatómica La identificación Anatómica se realizó en el Laboratorio de Anatomía de la Madera-Universidad Nacional Agraria la Molina bajo la supervisión del Ing. Forestal Manuel Chavesta Custodio.

NOMBRE CIENTIFICO: *Ficus Schultesii* Dugand.

FAMILIA: Moraceae

NOMBRE COMUNES: Perú: Oje renaco, renaco.

NOMBRE COMERCIAL INTERNACIONAL: Caxinguba.

Descripción Anatómica

- **Color:** El tronco recién cortado presenta las capas externa de madera (albura) de color blanco amarillento, similar a las capas internas (duramen) y de forma regular, observándose entre ambas capas un gran contraste de color blanco y el duramen de color marrón pálido

- **Olor:** No distintivo
- **Sabor:** No distintivo
- **Lustre o Brillo:** Moderado a elevado.
- **Grano:** Entrecruzado
- **Textura:** Media a gruesa.
- **Veteado o Figura:** Bien definido con arcos superpuestos y bandas anchas, paralelas y satinadas.
- **Dureza y Peso:** La madera es blanda y liviana.

Paso 2: Se determina la Densidad Básica promedio de la especie y se compara con los valores establecidos según NT.P. Obteniéndose así su agrupamiento provisional.

La Densidad Básica de la madera Oje renaco-*Ficus schulteesii* Dugand, obtenido de las vigas ensayadas a flexión en escala natural es 0.36kg/cm³.

Cuadro 7.6 valores de densidad básica correspondiente a cada grupo estructural según NTP ININVI E-101

Grupo	Densidad Básica (g/cm ³)
A	> = 0.71
B	0.56 a 0.70
C	0.40 a 0.55

Comparando la densidad básica hallada 0.36kg/cm³. Con el cuadro 7.6 valores de densidad básica según NTP, podemos observar que la está por debajo de los valores del grupo estructural C. Por lo tanto podremos clasificarlo en un agrupamiento provisional Grupo D.

Paso 3: Se determinan los valores de la resistencia (Esfuerzo Admisible por Flexión), a partir de vigas a escala natural que cumplan con los requisitos de la NTP 251.104, ensayadas de acuerdo a la norma NTP 251.107

Los resultados obtenidos de los ensayos de flexión a escala natural son las siguientes:

MOR promedio	= 382.82 kg/cm ²
MOR mínimo	= 297.80 kg/cm ²

Según la norma ININVI E-101 Agrupamiento de Maderas para uso Estructural, los esfuerzos se determinan aplicando la siguiente expresión:

$$\text{Esfuerzo admisible} = \frac{F.C. \times F.T.}{F.S. \times F.D.C.} \times \text{Esfuerzo Básico}$$

Esfuerzos Admisibles Son los esfuerzos de diseño del material para cargas de servicio. Definido para los grupos estructurales.

Esfuerzo Promedio Es el valor promedio obtenido de los resultados de los ensayos de las vigas sometidos a flexión.

Esfuerzo Básico Es el esfuerzo mínimo obtenido de los ensayos de propiedades mecánicas que sirve de base para la determinación del esfuerzo admisible este mínimo corresponde a un límite de exclusión del 5% (5° percentil).

Donde:

F.C = Coeficiente de reducción por calidad (defectos). Es la relación entre el esfuerzo resistido por elementos a escala natural, vigas por ejemplo, y el correspondiente esfuerzo para probetas pequeñas libre de defectos. En una medida de la influencia de los defectos en la resistencia y rigidez de las piezas.

$$F.C. = \frac{MOR_{vigas}}{MOR_{probetas}}$$

F.T = Coeficiente de reducción por tamaño. Representa la reducción en los esfuerzos resistidos por una pieza en función de su altura.

$$F.T. = (50/h)^{1/9} \quad (h \text{ en mm})$$

Esta expresión está basada en información experimental.

Para la determinación del F.T se uso $h=290\text{mm}$. Para piezas de mayor peralte a 290mm deberá tomarse el factor de reducción correspondiente.

Para nuestro caso se realizo los ensayos con vigas de $h_{prom}=150\text{mm}$ por lo tanto se tomara el valor del coeficiente considerado en la Norma.

F.S. = Coeficiente de seguridad, este valor se tomara de la norma técnica.

F.D.C. = Coeficiente de duración de carga. Basada en la reducción observada en ensayos de viga a escala natural.

Cuadro7.7 Coeficientes considerados para la determinación de los esfuerzos admisibles según NTP ININVI E-101

	FLEXION	COMPRESION PARALELA	CORTE PARALELO	COMPRESION PERPENDICULAR
F.C.	0.80	*	*	*
F.T.	0.90	*	*	*
F.S.	2.00	1.60	4.00**	1.60
F.D.C.	1.15	1.25	*	*

(*) Incluido en F.S.

(**) Incluye un coeficiente por concentración de esfuerzos = 2.00 debido a la posible presencia de rajaduras por secado en los extremos de las piezas.

En el cálculo tomamos los valores respectivos:

$$\text{Esfuerzo admisible} = \frac{0.80 \times 0.90}{2.00 \times 1.15} \times 297.80 \text{ kg/cm}^2$$

Esfuerzo admisible = 93.22 kg/cm²

Comparando el valor calculado del Esfuerzo admisible de las vigas ensayadas en estudio con el presente cuadro de valores presentados en la norma.

Cuadro 7.8 Valores de esfuerzos admisibles según NTP ININVI E-101

Grupo	Esfuerzos Admisibles**MPa (kg/cm ²)				
	Flexión f _m	Tracción Paralela f _t	Compresión Paralela f _{c//}	Compresión Perpendicular f _{c⊥}	Corte Paralelo f _v
A	20.6 (210)	14.2 (145)	14.2 (145)	3.9 (40)	1.5 (15)
B	14.7 (150)	10.3 (105)	10.8 (110)	2.7 (28)	1.2 (12)
C	9.8 (100)	7.3 (75)	7.8 (80)	1.5 (15)	0.8 (8)

(**) Estos valores son para maderas húmedas también puede ser usadas para madera seca

Se puede observar que el Esfuerzo admisible calculado de los ensayos de flexión de vigas a escala natural está por debajo del grupo C ($93.22 \text{ kg/cm}^2 < 100 \text{ kg/cm}^2$)

Paso 4:

- a) En este paso se comparan los módulos de elasticidad hallados en los ensayos por flexión de vigas a escala natural con el cuadro presentado por la NTP. ININVI E- 101.

Los resultados obtenidos de los ensayos por flexión de vigas a escala natural son los siguientes:

MOE promedio	= 65031.98 kg/cm ²
MOE mínimo	= 60541.05 kg/cm ²

Cuadro 7.9 valores de módulos de elasticidad dados por la NTP ININVI E-101 correspondiente a cada grupo estructural

Grupo	Modulo de Elasticidad (E) MPa (kg/cm ²)	
	E mínimo	E promedio
A	9316 (95 000)	12748 (130 000)
B	7355 (75 000)	9806 (100 000)
C	5394 (55 000)	8826 (90 000)

Se puede observar comparando el $MOE_{promedio} = 65031.98 \text{ kg/cm}^2$, hallado de los ensayos de flexión en vigas a escala natural con los valores presentados por el cuadro 7.9, está por debajo del módulo de elasticidad del Grupo C y el $MOE_{mínimo} = 60541.05 \text{ kg/cm}^2$ hallado de los ensayos de flexión en vigas a escala natural con los valores presentados por el cuadro de 7.9 se encuentra dentro del Grupo C.

Paso 5:

Si los valores obtenidos son superiores a los del grupo provisional obtenido por la densidad básica se clasificara a la especie en dicho grupo.

Si los valores alcanzan los de un grupo más resistente se le clasificara en el grupo superior.

En caso contrario si los valores no alcanzan el grupo provisional, se clasificara en el grupo inferior.

De acuerdo al análisis realizado en este estudio podemos mencionar:

- La densidad básica de la madera Ojé renaco está por debajo del grupo C.
- El módulo de elasticidad promedio están por debajo de los valores establecidos del grupo C y módulo de elasticidad mínimo dentro del al valor establecido en el grupo C.
- El Esfuerzo admisible que presenta la madera Ojé renaco está por debajo de los valores establecidos del Grupo C

Conclusión:

Se puede concluir que la especie maderable Ojé renaco NO ha alcanzado los valores del grupo C, establecidos por la norma de maderas para uso estructural, por lo tanto se recomienda establecer un nuevo grupo D para poder incorporar nuevas especies maderables que puedan clasificar en dicho grupo para poder ser aplicadas para uso en la construcción.

7.5 COMPARACIÓN DE RESULTADOS DE LA MADERA OJE RENACO CON OTRAS ESPECIES DEL MISMO GRUPO

En el siguiente Cuadro 7.10 se observa, la comparación de resultados obtenidos en los ensayos a flexión de vigas a escala natural de la especie maderable oje renaco (*Ficus Schultesii* Dugand), con valores de otras especies que tienen baja densidad ensayados en probetas libre de defectos, mostrados en los respectivos libros mencionados a continuación.

Cabe mencionar nuevamente que los libros consultados nos muestran el resultado de **especies maderables ensayadas en probetas libre de defectos, en estado seco CH=12%** pero según NTP ININVI E-101, los ensayos para el agrupamiento de maderas se realizan en estado húmedo, CH < = 30% (revisar anexo 3) influencia del contenido de humedad en la resistencia mecánica.

Cuadro 7.10 Comparación de resultados obtenidos en los ensayos con otras especies maderables del mismo grupo.

ESPECIE MADERABLE	RESULTADOS OBTENIDOS	D.B kg/cm ³	C.H %	MOR kg/cm ²	MOE kg/cm ²
OJÉ RENACO (<i>Ficus schultesii</i> Dugand)	TESIS: UNI-FIC (2012)	0.36	21.62	382.82	65031.98
PINO PATULA	TESIS:UNI - FIC (2010)	0.42	22.68	199.09	52252.07
OJE BLANCO (<i>Ficus anthelmintica</i> Mart)	Libro: COMPENDIO DE INFORMACION TECNICA-32 ESPECIES FORESTALES	0.36	12	456	73000.00
HUAMANZAMANA	Libro: MADERAS WOOD OF PERU	0.31	12	62	89000.00
MAQUIZAPA ÑAGCHA	Libro: MADERAS WOOD OF PERU	0.29	12	278	50000.00
MARUPA	Libro: MADERAS WOOD OF PERU	0.36	12	427	77000.00
OJE RENACO <i>sp</i>	Libro: ATALAS DE MADERAS TROPICALES EN AMERICA LATINA	0.43	12	470	70000.00
UBOS	Libro: MADERAS WOOD OF PERU	0.35	12	400	80000.00

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. Las muestras de la especie maderera Oje renaco previamente fueron seleccionadas y ensayadas siguiendo las indicaciones de la norma E-101 para la clasificación estructural de la madera.
2. El resultado del contenido de humedad promedio calculado durante el ensayo de vigas a escala natural es de 21.62%. lo que nos indica que las muestras se ensayaron en estado húmedo, estado de humedad que recomienda la NTP E-101. para determinar sus propiedades mecánicas.
3. Respecto a su densidad básica el valor promedio calculado es de 0.36 kg/cm³ lo que nos indica que la especie maderable Oje renaco tiene una densidad baja y se encuentra por debajo del grupo estructural C, según NTP.E-101/ININVI
4. La metodología aplicada y el cuidado que se requiere durante el secado de la madera influirá en su resistencia y la prolongación de su vida útil.
5. Con respecto a la rotura de las vigas ensayadas a flexión en escala natural de la madera Oje renaco, se pudo observar que la mayor cantidad de vigas fallaron en la zona de tracción (tercio central) por lo que podemos deducir que los esfuerzos de compresión son mayores que los de tensión.
6. La cantidad de defectos en la madera depende directamente del plano de corte, en la habilitación de la madera.
7. El Modulo de rotura promedio calculado de los ensayos de flexión en vigas a escala natural es 382.82 kg/cm². y para el quinto percentil es 297.80 kg/cm².
8. El Modulo de Elasticidad promedio calculado de los ensayos de flexión en vigas a escala natural es 65031.82 Kg/cm². y el quinto percentil es 60541.05 kg/cm². no superando los valores del grupo estructural C.

9. Del análisis de los resultados de las propiedades físico-mecánico y comparando con los cuadros para clasificación de maderas dados por la norma técnica de edificación E-101, se deduce que los valores obtenidos de la especie maderera Oje renaco están por debajo del grupo C, de "agrupamiento maderas para uso estructural "

10. La madera Oje renaco (*Ficus schultesii* Dugand) se presenta como una madera de **propiedades mecánicas, medianas a bajas** presenta poca durabilidad natural frente al ataque de los hongos siendo necesario la aplicación de tratamientos fungicidas. Asimismo se observó que es fácil de aserrar, se puede considerar de buena apariencia y trabajabilidad.

RECOMENDACIONES

1. Se propone crear un nuevo "grupo D" donde se pueden agrupar especies maderables con densidades menores a 0.40 g/cm^3 , como es el caso de la especie maderable Oje renaco (*Ficus schultesii* Dugand) y de acuerdo a lo investigado hay mas especies con densidades bajas que pueden agruparse en este nuevo Grupo propuesto.
2. El secado de la madera debe tener un proceso cuidadoso, aplicando la metodología adecuada de acuerdo al requerimiento de contenido de humedad, a la cual va a utilizarse la madera. En cuanto a la madera Oje renaco presenta buen comportamiento al secado,
3. Para el secado artificial se recomienda un programa suave de 20 días, a una temperatura promedio de 60°C , para espesores de 2 pulgadas.
4. Se recomienda acortar el tiempo de almacenamiento y aplicarle un tratamiento de fungicida e insecticida.
5. Al momento de iniciar los tratamientos respectivos de la madera, se debe tener en cuenta las precauciones necesarias cuando use pesticidas, los fungicidas e insecticidas mal empleados pueden causar daños a los seres humanos y animales.
6. La madera aserrada Oje renaco es de buena calidad, para estructuras livianas, machihembrados, carpintería de interiores, molduras, mueblería; en la industria de la madera laminada, enchapes decorativos, tableros contrachapados, triplay, obteniéndose buenos resultados en rendimientos, y productividad. Es una de las especies más densas de *Ficus*.
7. Por experiencia, para la construcción de encofrados se deberá utilizar maderas que reúnan las características mínimas que se señalan a continuación:
 - Madera fina y sin repelo, de fibra larga regularmente abierta la cual la hace ser blanda. Conserva gran cantidad de humedad en su interior, lo que evita que al recibir la humedad del concreto se deforme y pueda aprovecharse varias veces.

- Madera semidura de fibras regularmente compactas.

De acuerdo a las características, propiedades estudiadas y ensayadas en la presente Tesis, la madera Oje renaco (*Ficus schultesii* Dugand) sería una alternativa para ser utilizada ya que cumple con las condiciones mencionadas.

8. Investigar nuevas especies maderables para su clasificación al “grupo de maderas para uso estructural”, de esta manera aumentar la oferta de estas nuevas especies y disminuir la explotación de las especies forestales conocidas.

BIBLIOGRAFIA

Bejarano Rivera Teddy, Tesis de Grado UNI-FIC "Estudio de las Propiedades Físico Mecánicas de la madera Catahua", Perú. 2003.

CORMA, "Manual de construcción de viviendas en madera" Capitulo I. Centro de transferencia tecnológica. Corporación chilena de la madera, Chile 202.

Confederación Nacional de la Madera, "Compendio de Información técnica de 32 Especies Forestales" CNM, Perú. 1996

Huaraz Del Castillo Eder Allen, Tesis de Grado UNI-FIC "Clasificación e Influencia del Contenido de Humedad y Efectos en las Propiedades Mecánicas de la Madera Capirona", Perú. 2005.

Instituto de investigación tecnológica industrial y de normas técnicas (ITINTEC), Madera aserrada Métodos de ensayo de flexión para vigas a escala natural INDECOPI, Perú.

Instituto Nacional de Investigación Agraria-Organización Internacional de las maderas tropicales (INIA-OIMT), Manual de identificación de especies forestales de la sub región Andina, INRENA, Perú. 1996.

Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la vivienda (ININVI E-101), Agrupamiento para Uso Estructural, Normas y Comentarios Perú, 1989.

Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda "Agrupamiento de Maderas para uso Estructural (Normas y Comentarios) ININVI E-101" Peru. 2000

Junta de Acuerdo de Cartagena (JUNAC)- Manual de diseño para maderas del grupo Andino, Perú, 1982.

Junta de Acuerdo de Cartagena (JUNAC), Proyectos Andinos de Desarrollo Tecnológico en el área de Recursos Forestales Tropicales (PAD-REFORT), Perú, 1984.

Mera Farías Luis Alberto, Tesis de grado UNI-FIC, "Clasificación Estructural de la Madera Capirona" Peru, 2002.

Miñano Suarez Vladimir Samuel Tesis de Grado UNI-FIC "Clasificación estructural de la madera Pino Patula". Perú, 2010.

Organización Internacional de las maderas Tropicales (OIMT) - Cámara Nacional Forestal (CNF)-Instituto Nacional de recursos Naturales (INRENA), utilización Industrial de Nuevas Especies Forestales en el Perú, 1986.

PROMPEX-WWF-USAID-INIA-ITTO "Maderas del Woods of Perú"- Proyecto de Nuevas Especies forestales del Perú en el comercio Exterior, Perú, 2010.

Sanchez Benites; Felix Santiago Tesis de grado UNI-FIC "Estudio de las propiedades físico-mecánicas de la madera "Huamanchilca", Perú, 2000.

Taboada Rodríguez Rodolfo, clasificación estructural de la especie forestal MACHINGA. Tesis de grado UNI-FIC Peru-2008

Vignote, S. Tecnología de la madera, Goopas, Madrid, España, 1996.

Viscarra, S. Guía para el secado de la madera en hornos. Proyecto de manejo forestal sostenible BOLFOR. Santa Cruz Bolivia, 1998.

Villanueva Peña Víctor, Tesis de Grado UNI – FIC "Clasificación Estructural de la Madera Cachimbo (Cariniana Domestica)", Perú.2005

Valderrama, F. Especificaciones para el Análisis y Evaluación de la Estructura Anatómica y Preparación de Probetas para los Ensayos Físico – Mecánicos en Maderas. UNAP – FIF. Laboratorio de Anatomía de Maderas y Tecnología de la madera. 1986

Páginas Web Consultadas

1) Perú Forestal en Números año 2010 - 2011

Publicación electrónica en línea:

http://dgffs.minag.gob.pe/pdf/estadistica_forestal/anuarios/ANUARIO_PERU_FORESTA_L_2010.pdf

2) Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA)

Centro de información forestal

Documento PDF en línea:

http://www.agrorural.gob.pe/dmdocuments/bnsf/plan_nacional_de_reforestacion.pdf

3)Prompex-Peru.

Documento web en línea:

www.prompex.gob.pe

4)Instituto Nacional de investigación Agraria (INIA)

Documento en línea:

www.inia.gob.pe

5)Atlas de Maderas Tropicales en América Latina

Documento en línea:

http://books.google.com.pe/books/about/Atlas_de_maderas_tropicales_de_Am%C3%A9rica.html?id=2AMq3umAx_kC&redir_esc=y

6) Defectos de la madera aserrada

Documento en línea:

<http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen6/losdefectos.pdf>

7) Descripción Organoléptica de la madera

Documento en línea:

http://www.citemadera.gob.pe/images/publicaciones/documentos/identificacion_Especies_7_nov.pdf

8) CITES (Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres, SU) consultado 2008.

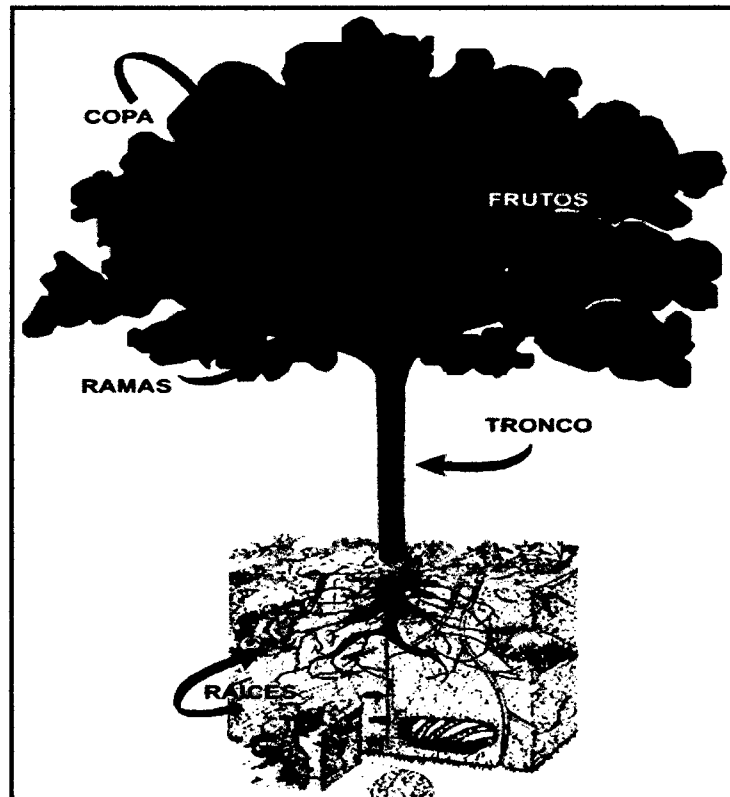
Disponible en:

<http://www.cites.org/esp/disc/text.shtml>

ANEXO N° 1

FIGURAS

Partes de un Árbol



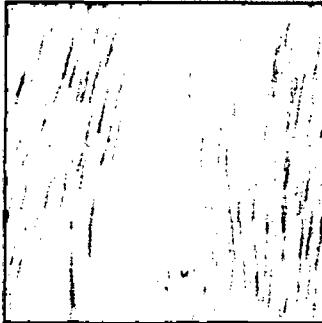
Fuente: <http://partesarbol.blogspot.com/2009/11/partes-de-un-arbol.html>

Estructura anatómica de la madera latifoliada

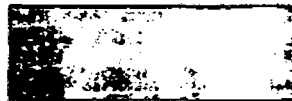


Fuente: http://www.laesferaverde.cl/ar_lm.htm#madera

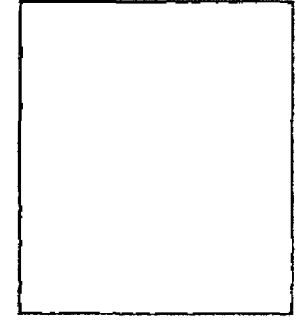
Característica organoléptica (textura) de la madera



Textura Gruesa



Textura Media

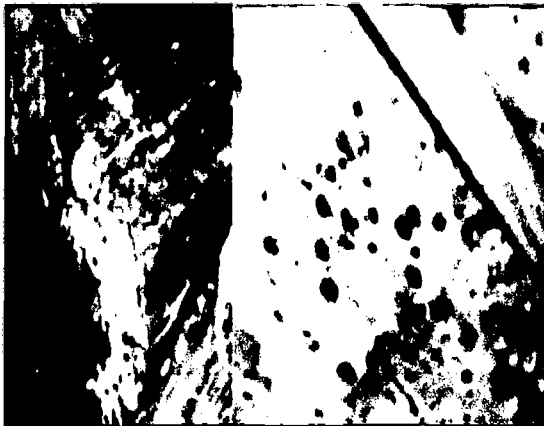


Textura Fina

Fuente: Chavesta C.M.(2006)

Agentes que afectan el comportamiento de la madera

Mohos



Insectos



Degradación solar



Hielo-deshielo

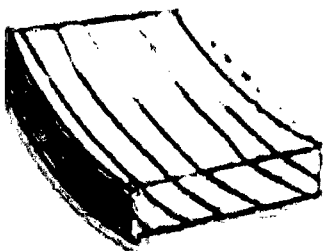


Protección de la madera aplicación de productos químicos que permite a la madera incrementar su vida útil.

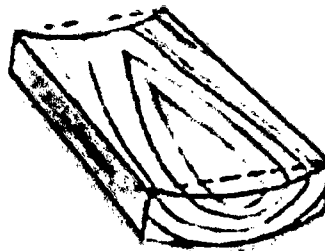


Deformaciones principales de la madera producidas por el secado

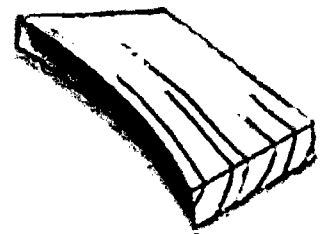
Alabeado



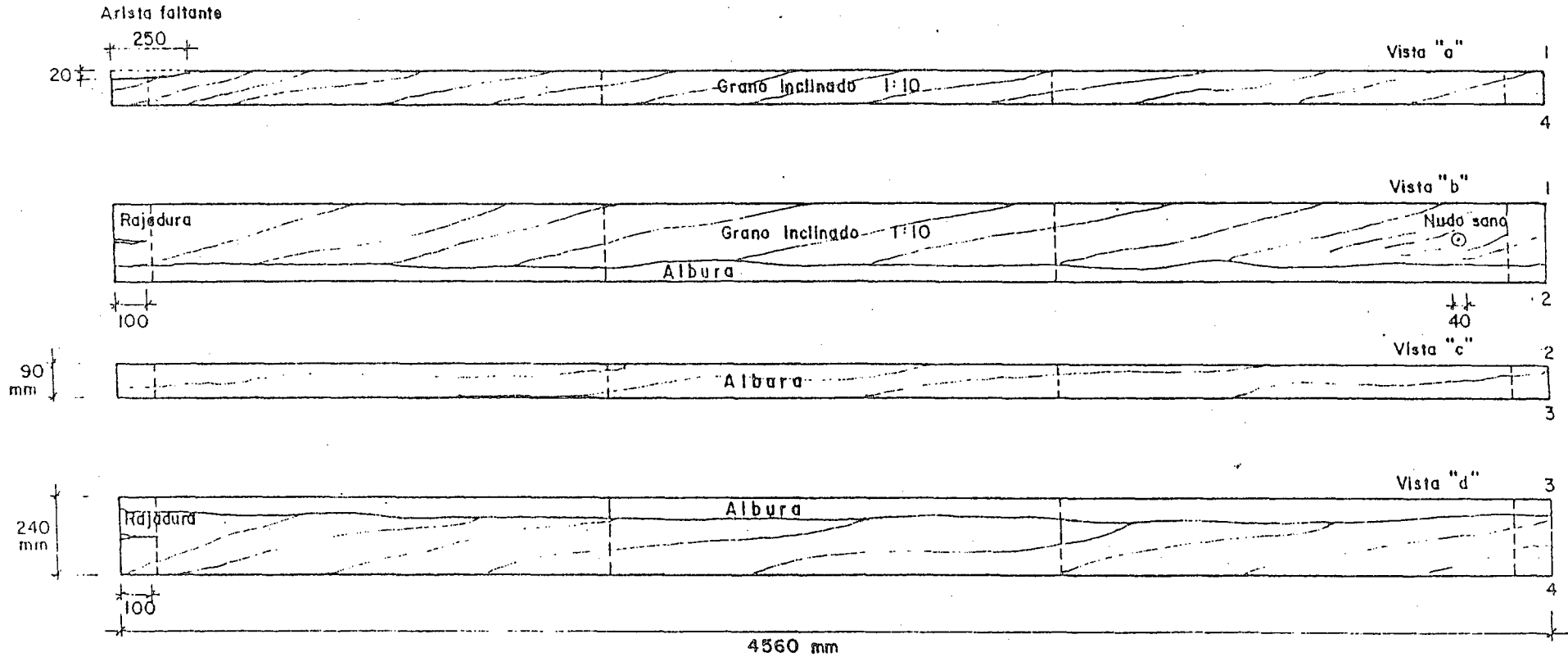
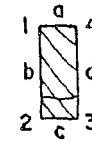
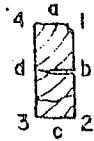
Abarquillamiento



Torcedura

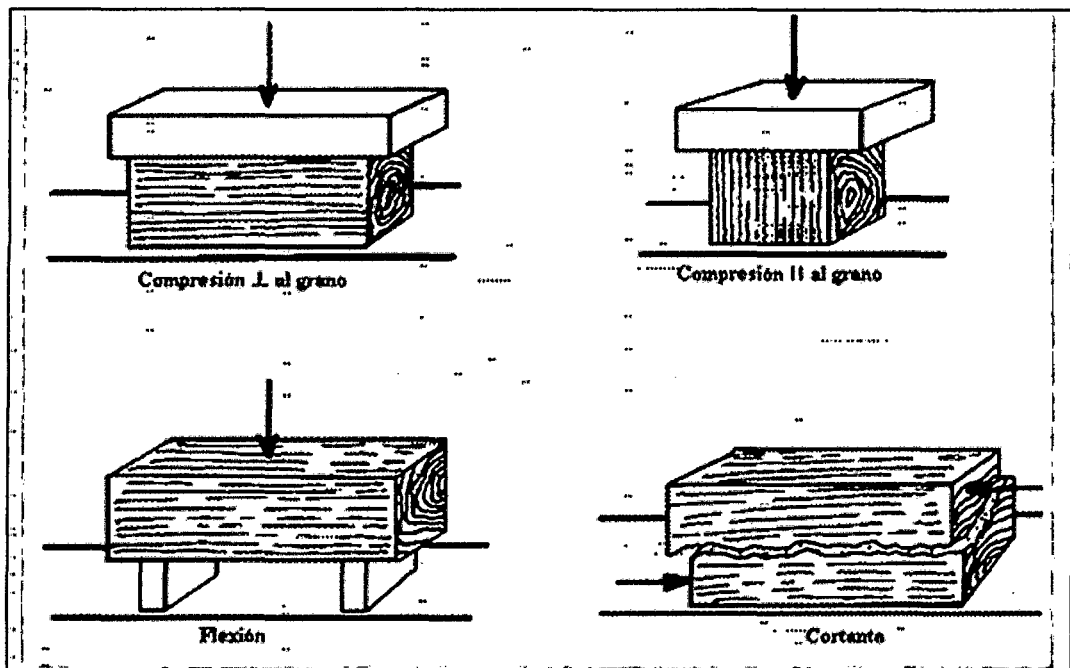


ANEXO A EJEMPLO DEL REGISTRO DE DEFECTOS



ESCALA 1:20

Evaluación de la Resistencia a Compresión, Corte y Flexión de la Madera.



En todos los casos la orientación de las fibras es determinante, en los resultados de las pruebas, así por ejemplo la madera posee una mayor resistencia a la compresión si la fuerza aplicada es paralela a las fibras. Si la carga es aplicada en forma perpendicular a las fibras la capacidad disminuye, en promedio este valor es de aproximadamente un 30 % de la resistencia obtenida cuando las fibras son paralelas a la carga. Por estas razones, los elementos estructurales sometidos a compresión deben ser fabricados atendiendo a la orientación correcta de las fibras. Si se desea conocer la capacidad a compresión de la madera en una dirección diferente a las anteriores, se puede emplear la fórmula de Hankinson que se define como sigue:

donde:

F_{θ} = resistencia a compresión en la dirección θ en grados, medidos con respecto a la posición de las fibras.

F_{\perp} = resistencia a compresión perpendicular o transversal a las fibras.

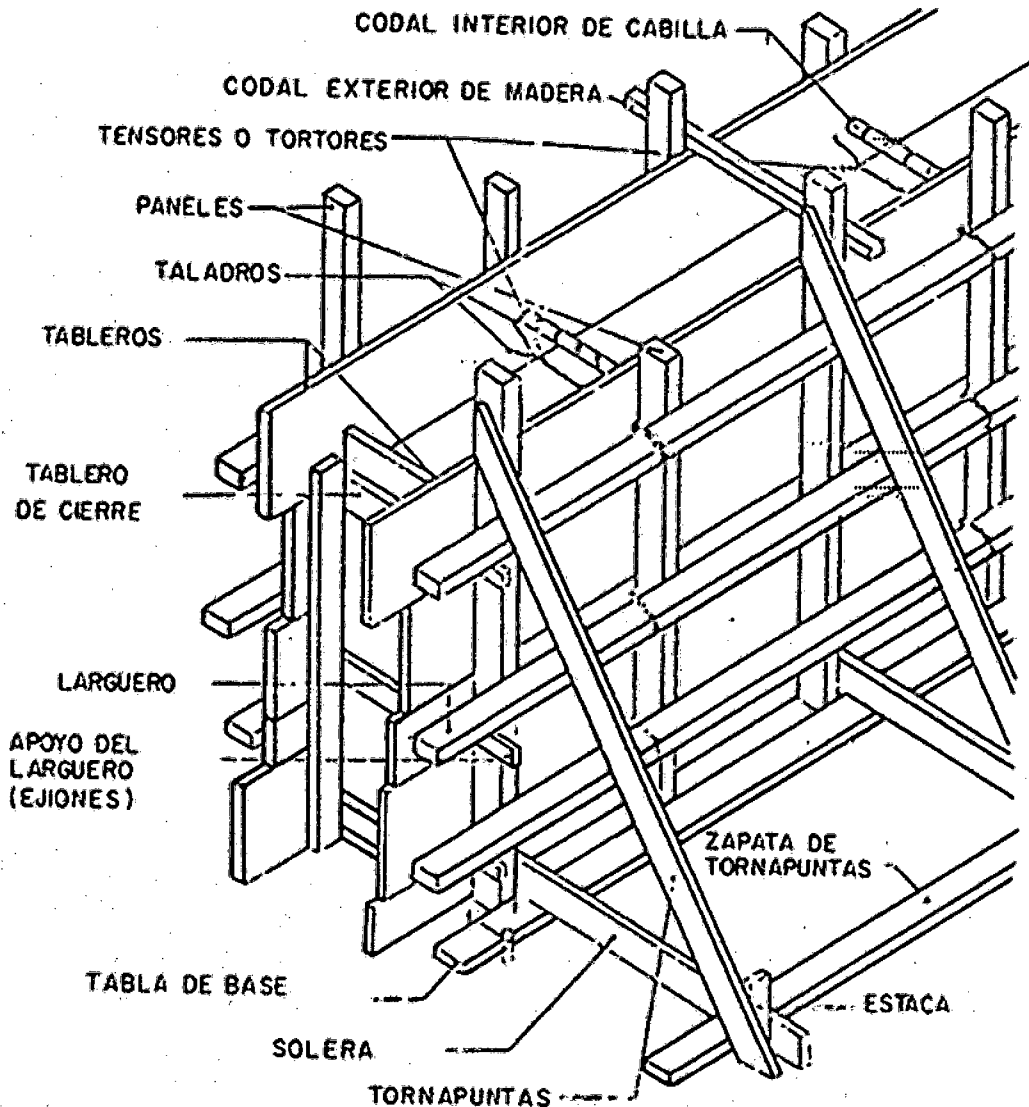
F_{\parallel} = resistencia a compresión paralela a las fibras.

F_{θ} = ángulo de inclinación de la carga aplicada con respecto a la posición de las fibras.

En el caso de la resistencia al esfuerzo cortante, la madera presenta una mayor resistencia cuando la fuerza cortante actúa en forma perpendicular a la orientación de las fibras. Todo mundo sabe que para hacer leña de un tronco de madera, el golpe del hacha debe ser paralelo a las fibras con el propósito de desgajarlo fácilmente. Aunque la madera posee una muy buena capacidad a la tensión (tres veces mayor que la compresión), siempre y cuando la fuerza se aplique en forma paralela a las fibras, usualmente no se le trabaja en este sentido en forma directa (una excepción son algunos elementos en las armaduras de madera). Casi por lo regular si un elemento estructural debe resistir alguna tensión lo hace como parte de los esfuerzos generados por la flexión, es decir, una parte de la sección transversal recibe tensiones mientras la otra recibe compresiones. La resistencia a la flexión se obtiene mediante una prueba de flexión en la cual un espécimen apoyado libremente se carga al centro (flexión de tres puntos) hasta hacerlo fallar, calculando de aquí el esfuerzo máximo a la flexión o módulo de ruptura

Fuente: <http://www.elconstructorcivil.com/2011/02/propiedades-de-la-madera-compresion.html>

Elementos del encofrado



Fuente: <http://www.sencamer.gob.ve/sencamer/normas/2244-91.pdf>

Por experiencia en la construcción de encofrados, se deberá utilizar maderas que reúnan las características que se señalan a continuación:

- Madera fina y sin repelo, de fibra larga regularmente abierta la cual la hace ser blanda. Conserva gran cantidad de humedad en su interior, lo que evita que al recibir la humedad del concreto se deforme y pueda aprovecharse varias veces.
- Madera semidura de fibras regularmente compactas.

De acuerdo a las característica y propiedades de la madera Ojé renaco sería una alternativa para ser utilizada ya que cumple con las condiciones mencionadas.

ANEXO N° 2

CUADRO DE ENSAYOS DE FLEXIÓN

EN

VIGAS A ESCALA NATURAL

ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJE RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJE RENACO	MUESTRA :	V-01
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{max})	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{1/2})	al LP**(Δ _{1/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{oc}
V-01	5.10	15.10	300	21.59	0.38	700.0	300.0	7.300	2.622	2.922	101.871	154.79	361.18	66718.67	84734.32

C.H. : CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. : DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{oc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

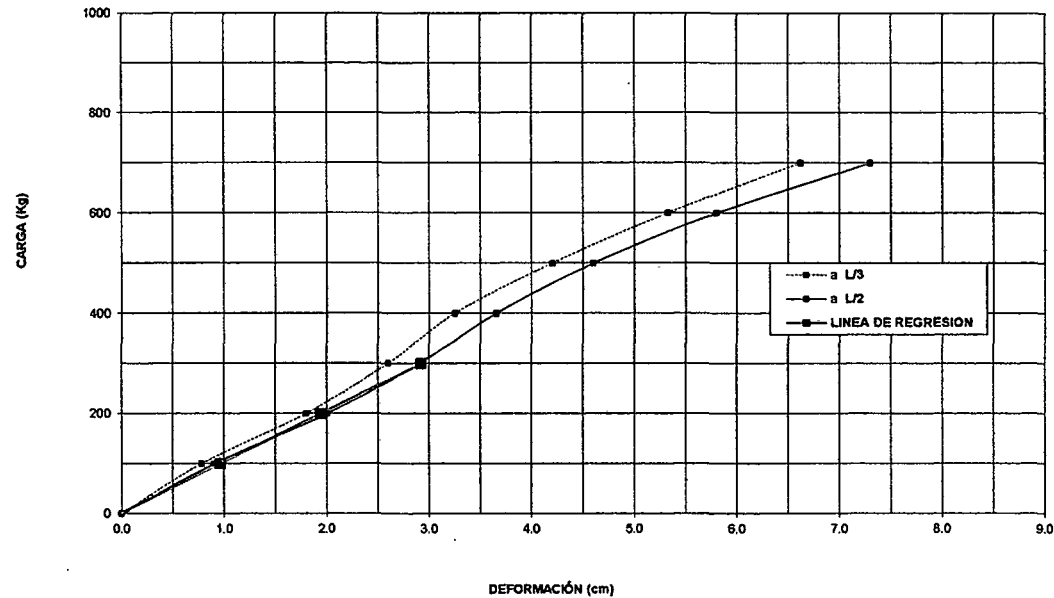
Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.78	0.90
200.00	1.80	2.00
300.00	2.60	2.90
400.00	3.25	3.65
500.00	4.20	4.60
600.00	5.33	5.80
700.00	6.62	7.30

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en kg
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	101.87	113.07
a	2.29	3.58
r ²	1.00	1.00
Δ	2.92	2.62



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESIS:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENAGO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENAGO	MUESTRA :	V-02
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{MAX})	LP* (P _P)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/2})	al LP**(Δ _{L/3})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{SC}	MOE _{CC}
V-02	5.00	15.20	300	19.53	0.38	750.0	300.0	8.100	2.576	2.909	100.718	155.82	389.54	65964.88	76919.92

C.H. : CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. : DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{SC}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{CC}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

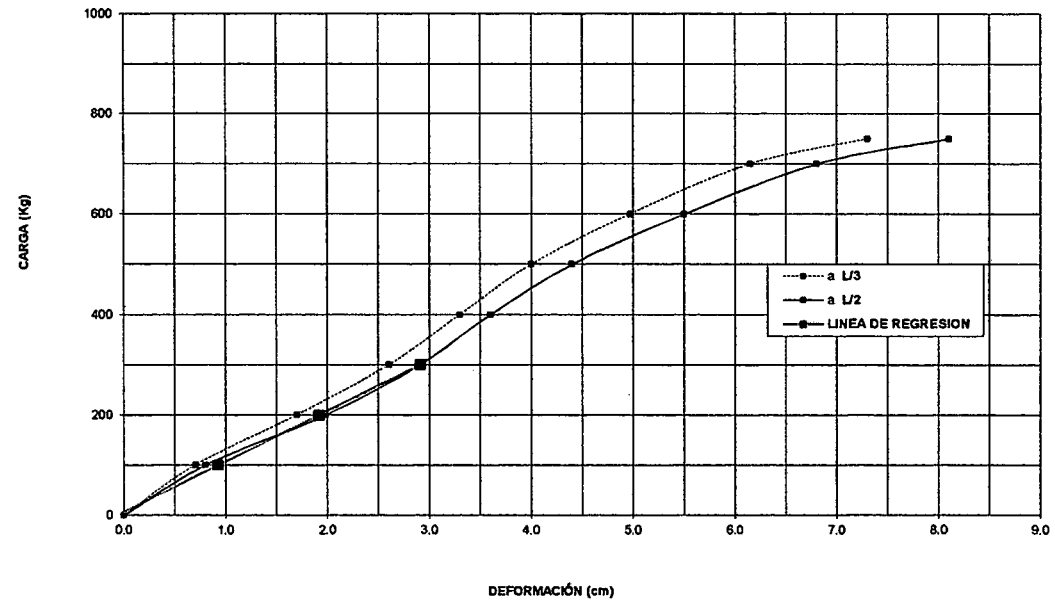
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.70	0.80
200.00	1.70	1.98
300.00	2.60	2.90
400.00	3.30	3.60
500.00	4.00	4.40
600.00	4.97	5.50
700.00	6.15	6.80
750.00	7.30	8.10

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en kg
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformación en el límite proporcional

	L/2	L/3
b	100.72	113.11
a	6.98	8.61
r ²	1.00	1.00
Δ	2.91	2.58



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-03
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

DATOS DE LA VIGA				RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
MUESTRA VIGA	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{rot})	LP* (P _{lp})	MÁXIMA	al LP** (Δ _{L/3})	al LP** (Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-03	4.80	15.40	300	19.65	0.34	550.0	300.0	7.300	2.683	2.987	100.882	158.12	289.89	66175.85	83644.4

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

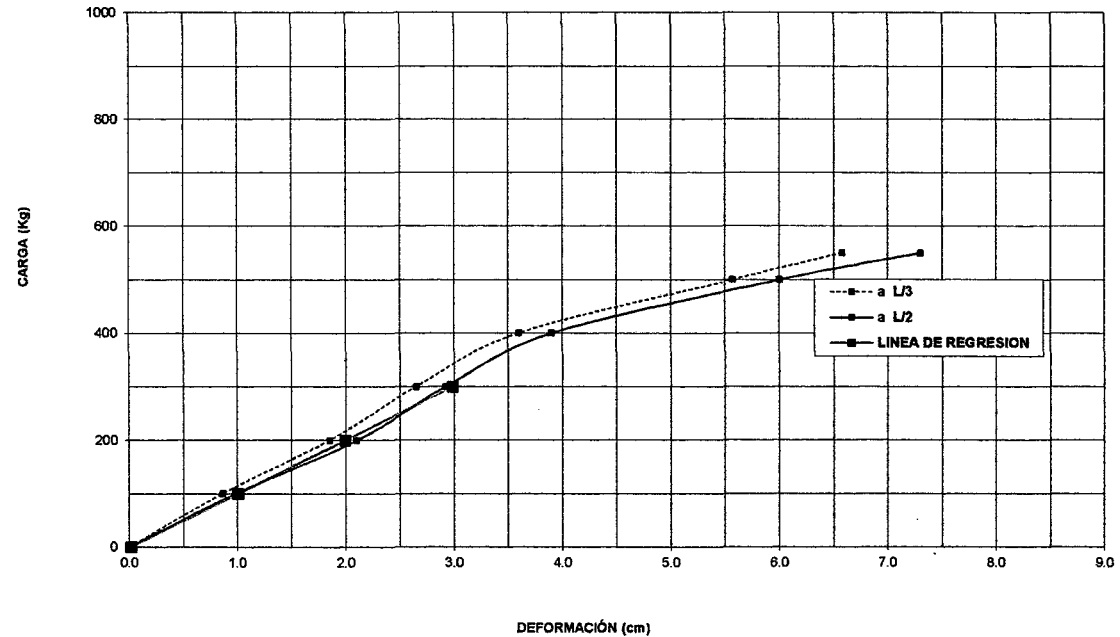
(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.86	0.98
200.00	1.85	2.10
300.00	2.65	2.92
400.00	3.60	3.90
500.00	5.57	6.00
550.00	6.58	7.30



APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

- y : Carga, en kg
- x : Deformación, en kg
- b : Pendiente
- a : Constante
- r : Coeficiente de correlación
- Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:

	L/2	L/3
b	100.88	111.69
a	-1.32	0.34
r ²	1.00	1.00

ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESIS:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-04
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg)		DEFLEXIÓN (cm)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{rot})	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/3})	al LP**(Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-04	5.00	15.30	300	22.05	0.39	630.0	300.0	7.200	2.791	3.082	99.552	153.79	322.95	63928.54	86457.33

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD

D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional

(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica

ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura

MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte

MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	1.00	1.15
200.00	1.91	2.15
300.00	2.75	3.00
400.00	3.40	3.75
500.00	4.20	4.80
600.00	6.04	6.80
630.00	6.50	7.20

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

y : Carga, en kg

x : Deformación, en cm

b : Pendiente

a : Constante

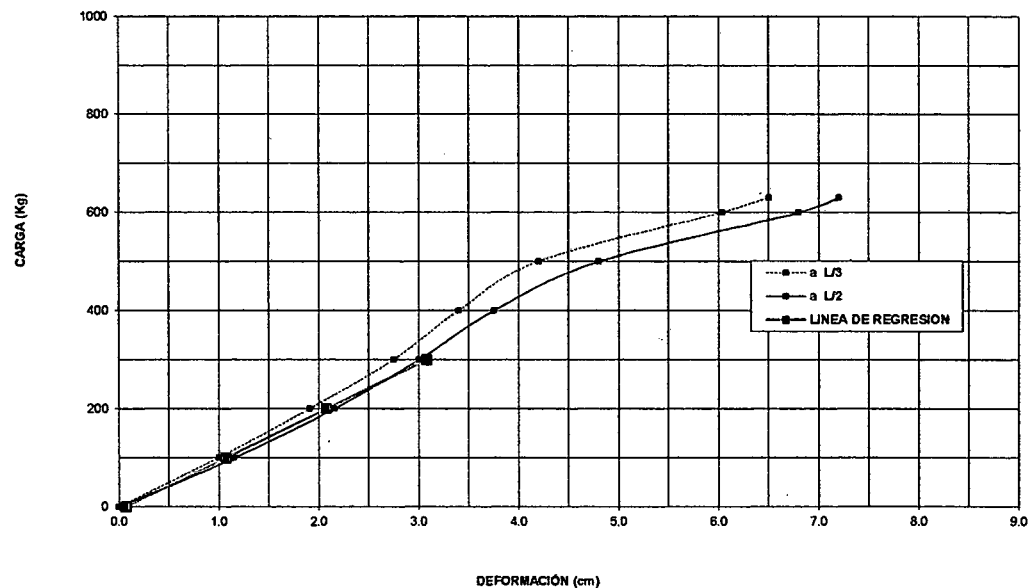
r : Coeficiente de correlación

Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:

	L/2	L/3
b	99.55	109.00
a	-6.79	-4.24
r ²	1.00	1.00
Δ	3.08	2.79

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA :	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-05
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA					RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION									
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{max})	LP [*] (P _p)	MÁXIMA	al LP ^{**} (Δ _{L/2})	al LP ^{**} (Δ _{L/3})	dp/dy (kg/cm)***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-05	4.80	15.30	300	22.19	0.37	850.0	400.0	8.200	3.575	3.938	102.969	213.59	453.89	68879.98	89873.22

C.H. : CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. : DENSIDAD BASICA

(*) Limite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elastica
ELP: Esfuerzo al limite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.90	1.10
200.00	1.70	1.98
300.00	2.72	3.00
400.00	3.60	3.90
500.00	4.20	4.60
600.00	4.80	5.20
700.00	5.42	6.00
800.00	6.28	7.00
850.00	7.34	8.20

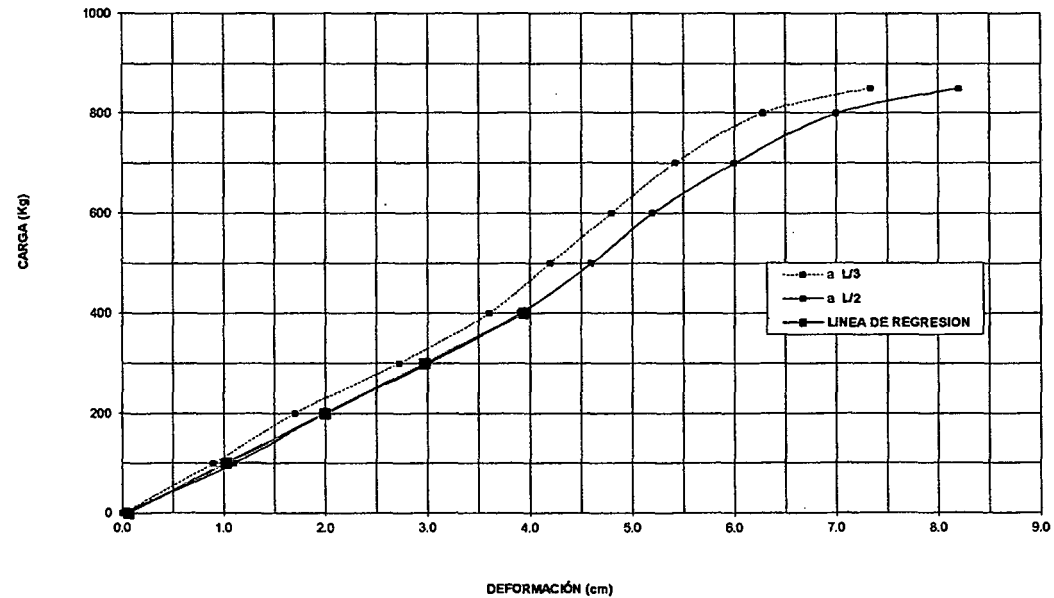
APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBRADA:

$$y = bx + a$$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en kg
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformacion en el limite proporcional

	L/2	L/3
b	102.97	111.37
a	-5.53	1.88
r ²	1.00	1.00
Δ	3.94	3.57

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-06
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

DATOS DE LA VIGA				RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
MUESTRA VIGA	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{RU})	LP* (P _{1p})	MÁXIMA	al LP** (Δ _{1p})	al LP** (Δ _{1p})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{SG}	MOE _{CG}
V-06	4.90	15.25	300	18.72	0.38	700.0	300.0	8.850	2.778	3.077	100.392	157.98	368.58	88432.82	82877.08

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

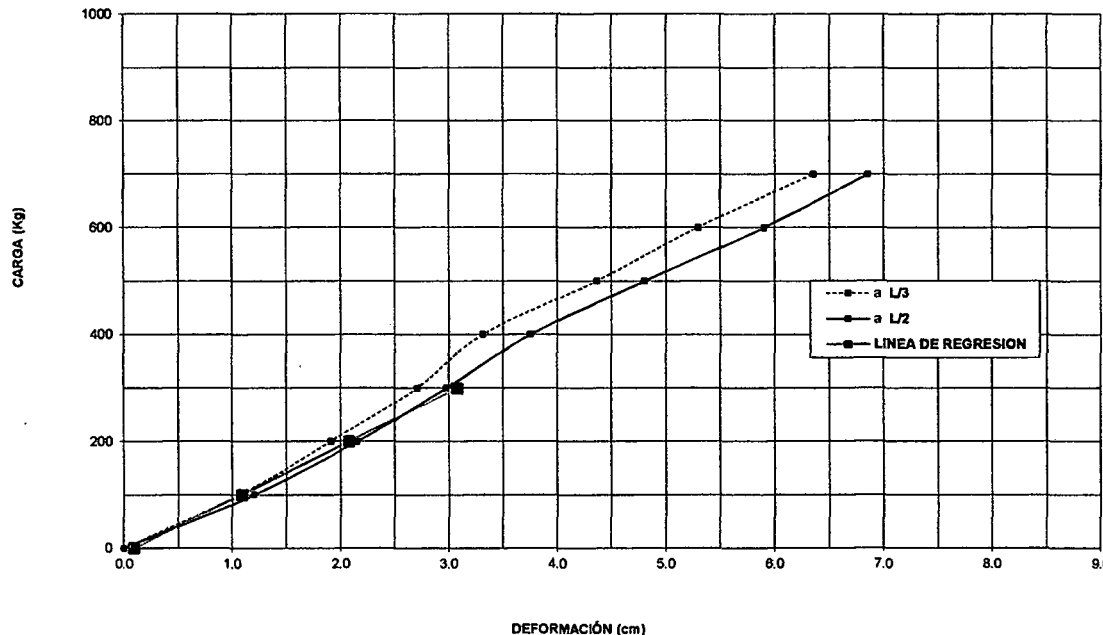
(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{SG}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{CG}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	1.08	1.20
200.00	1.91	2.15
300.00	2.71	2.98
400.00	3.31	3.75
500.00	4.36	4.80
600.00	5.30	5.90
700.00	6.35	6.85



APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBRADA:

$y = bx + a$

Donde:

- y : Carga, en kg
- x : Deformación, en kg
- b : Pendiente
- a : Constante
- r : Coeficiente de correlación
- Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	100.39	111.00
a	-8.87	-8.17
r ²	0.99	0.99
Δ	3.08	2.78

ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-07
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _u)	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/2})	al LP**(Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-07	5.00	15.60	300	27.06	0.33	620.0	300.0	6.500	2.742	3.047	100.719	147.93	305.72	61019.66	77013.68

C.H. : CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. : DENSIDAD BASICA

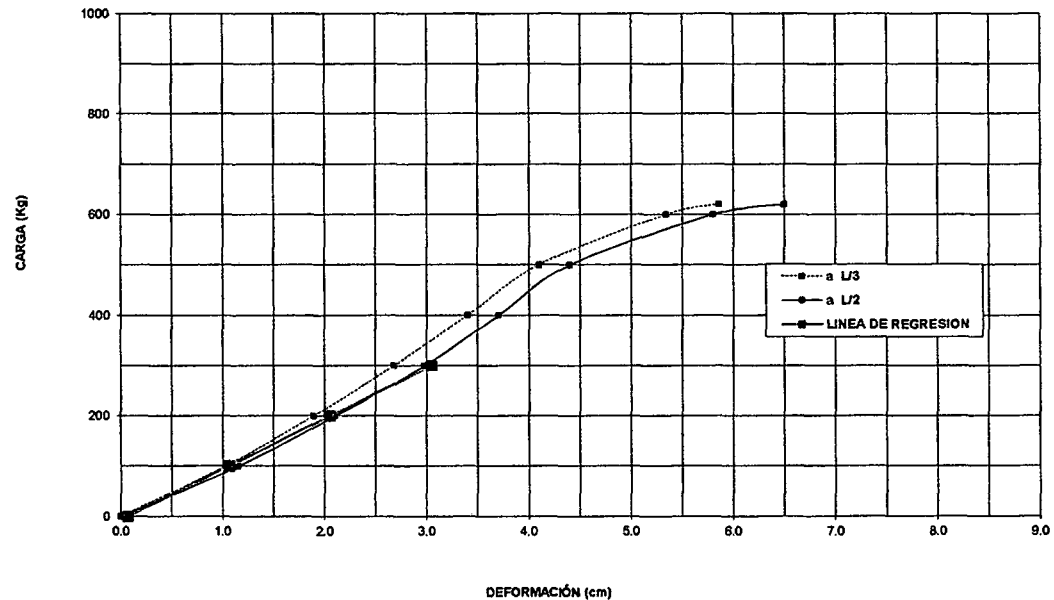
(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	1.03	1.15
200.00	1.90	2.10
300.00	2.68	2.98
400.00	3.40	3.70
500.00	4.10	4.40
600.00	5.34	5.80
620.00	5.86	6.50



APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBRADA:

$$y = bx + a$$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en kg
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	100.72	111.86
a	-6.87	-6.75
r ²	1.00	1.00
Δ	3.05	2.74

ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESIS:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-08
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{max})	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP**($\Delta_{L/2}$)	al LP**($\Delta_{L/3}$)	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-08	4.80	15.60	300	20.07	0.38	750.0	300.0	7.500	2.770	3.069	102.128	154.09	385.23	84451.86	82314.48

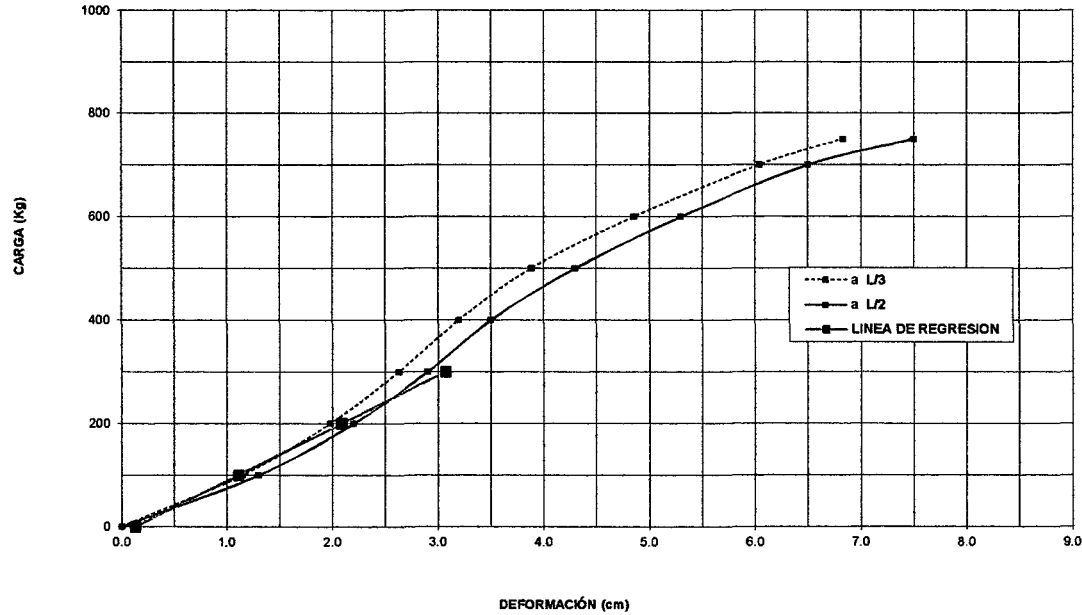
C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Limite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión
(***) Pendiente de la zona elastica
ELP: Esfuerzo al limite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	1.15	1.30
200.00	1.98	2.20
300.00	2.63	2.90
400.00	3.20	3.50
500.00	3.89	4.30
600.00	4.86	5.30
700.00	6.04	6.50
750.00	6.83	7.50



APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBRADA:

$y = bx + a$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en cm
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
 Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	102.13	112.80
a	-13.40	-12.43
r ²	0.98	0.98
Δ	3.07	2.77

ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-09
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA					RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION									
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLECCIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{rot})	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP** (Δ _{L/2})	al LP** (Δ _{L/3})	dP/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-09	5.00	15.30	300	22.58	0.36	700.0	300.0	7.200	2.745	3.055	101.010	153.79	359.84	64866.12	78526.88

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

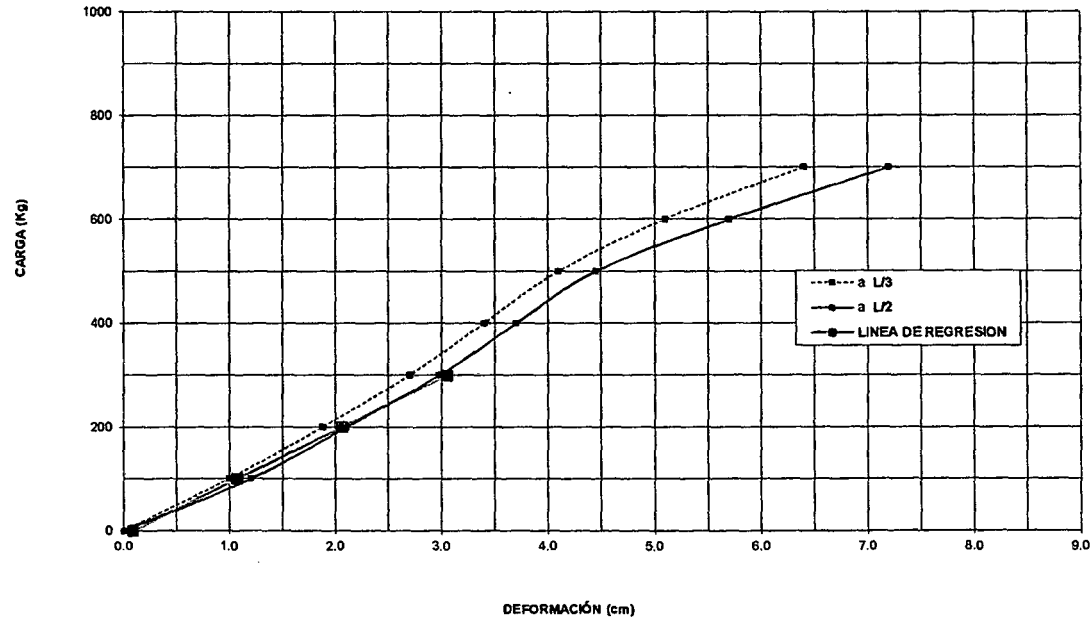
(*) Limite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elastica
ELP: Esfuerzo al limite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	1.00	1.20
200.00	1.88	2.10
300.00	2.70	2.98
400.00	3.40	3.70
500.00	4.10	4.45
600.00	5.10	5.70
700.00	6.40	7.20



APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBRADA:

$y = bx + a$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en cm
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	101.01	111.13
a	-8.59	-5.03
r ²	0.99	1.00
Δ	3.06	2.74

ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-10
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{MAX})	LP* (P _P)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/2})	al LP**(Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{SC}	MOE _{CC}
V-10	4.80	15.80	300	25.99	0.38	720.0	300.0	7.600	2.692	2.996	99.468	154.09	369.82	62773.30	79659.17

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{SC}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{CC}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.80	0.95
200.00	1.80	2.00
300.00	2.70	3.00
400.00	3.45	3.70
500.00	4.00	4.40
600.00	4.90	5.40
700.00	6.18	6.98
720.00	6.70	7.60

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

y : Carga, en kg

x : Deformación, en cm

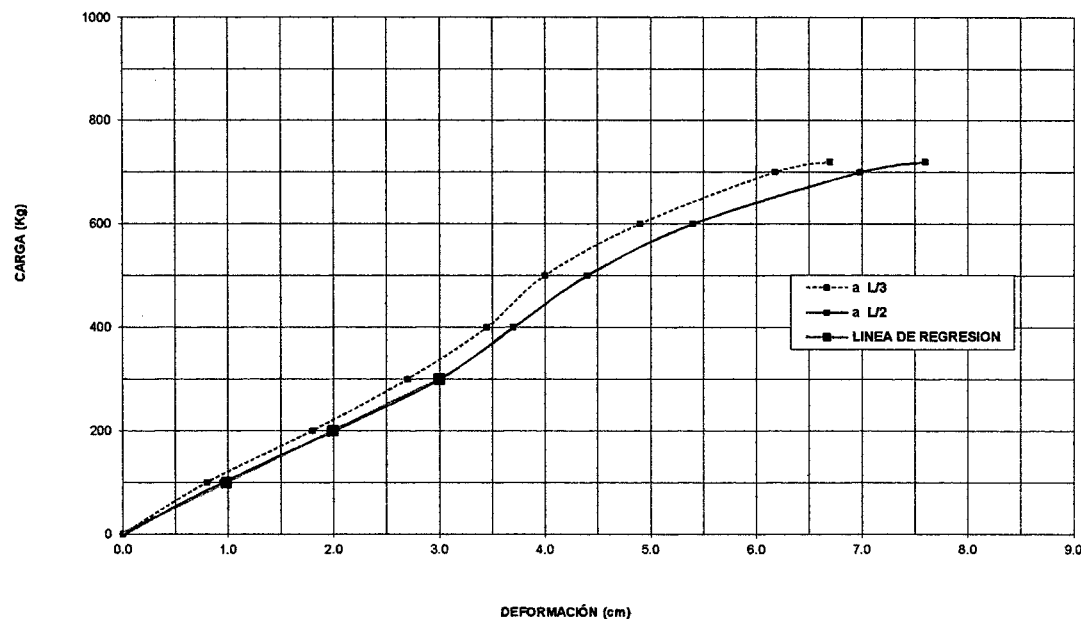
b : Pendiente

a : Constante

r : Coeficiente de correlación

Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	99.47	109.70
a	2.04	4.64
r ²	1.00	1.00
Δ	3.00	2.69



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-11
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA					RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION									
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{MAX})	LP* (P _{LP})	MÁXIMA	al LP** (Δ _{L/3})	al LP** (Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-11	4.90	15.60	300	26.97	0.35	800.0	400.0	6.900	3.414	3.758	109.401	201.26	402.53	67630.82	92153.82

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Limite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(**) Pendiente de la zona elastica
ELP: Esfuerzo al limite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.98	1.10
200.00	1.80	2.00
300.00	2.60	2.90
400.00	3.35	3.65
500.00	3.90	4.20
600.00	4.25	4.65
700.00	4.90	5.40
800.00	6.10	6.90

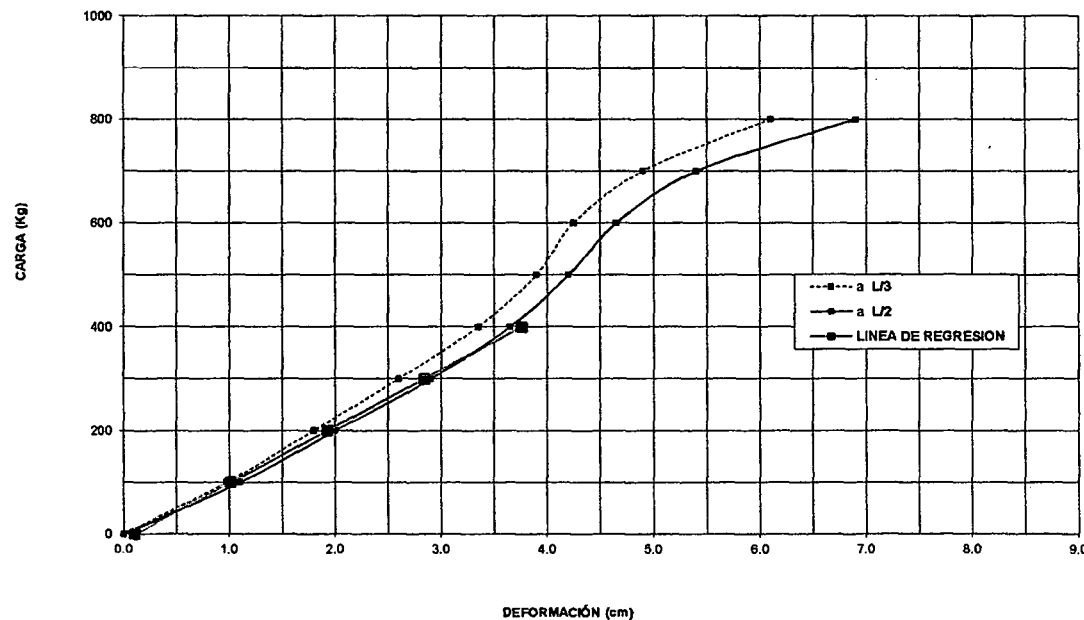
APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

- y : Carga, en kg
- x : Deformación, en kg
- b : Pendiente
- a : Constante
- r : Coeficiente de correlación
- Δ : Deformación en el limite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	109.40	119.88
a	-11.14	-9.31
r ²	1.00	1.00
Δ	3.76	3.41



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-12
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{max})	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP** (Δ _{L/2})	al LP** (Δ _{L/3})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{oc}
V-12	4.80	15.20	300	19.29	0.34	750.0	400.0	8.100	3.618	4.005	100.733	218.41	405.77	68720.24	91287.18

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión
(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{oc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

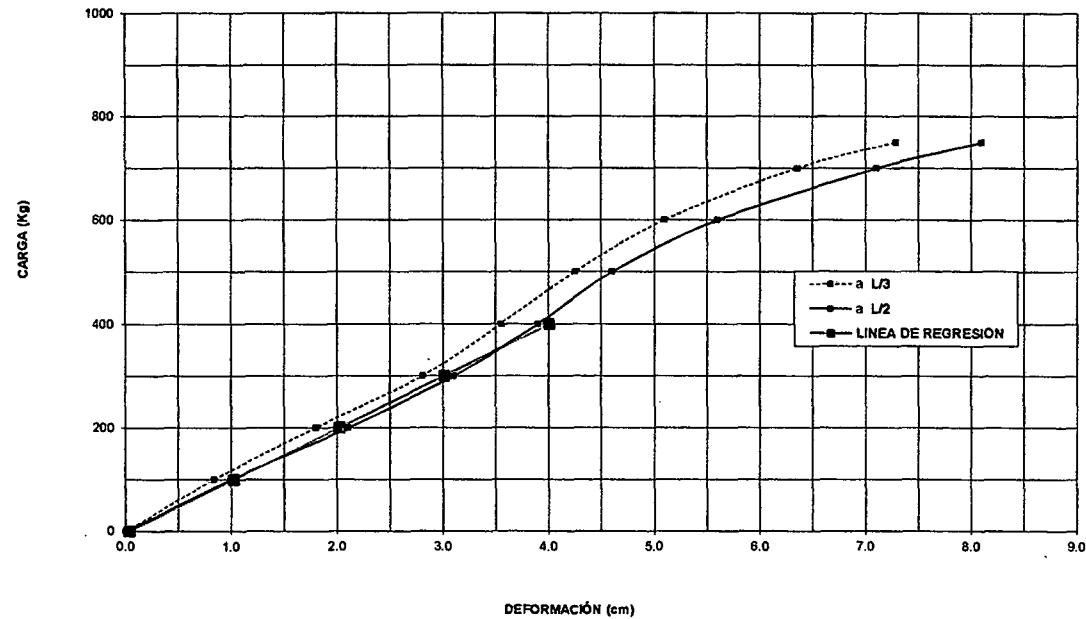
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.84	1.00
200.00	1.80	2.10
300.00	2.81	3.10
400.00	3.55	3.90
500.00	4.25	4.60
600.00	5.10	5.60
700.00	6.35	7.10
750.00	7.29	8.10

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBRADA:

$$y = bx + a$$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en cm
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformación en el límite proporcional

	L/2	L/3
b	100.73	110.02
a	-3.48	1.97
r ²	1.00	1.00
Δ	4.01	3.62



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACION ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-13
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLECCIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{max})	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/3})	al LP**(Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm)***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-13	4.90	15.70	300	22.39	0.38	800.0	400.0	7.500	3.500	3.874	102.885	198.71	397.42	62398.76	85517.4

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional

(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica

ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura

MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte

MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.80	0.90
200.00	1.62	1.95
300.00	2.68	3.00
400.00	3.50	3.80
500.00	4.10	4.40
600.00	4.70	5.15
700.00	5.60	6.20
800.00	6.80	7.50

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

y : Carga, en kg

x : Deformación, en cm

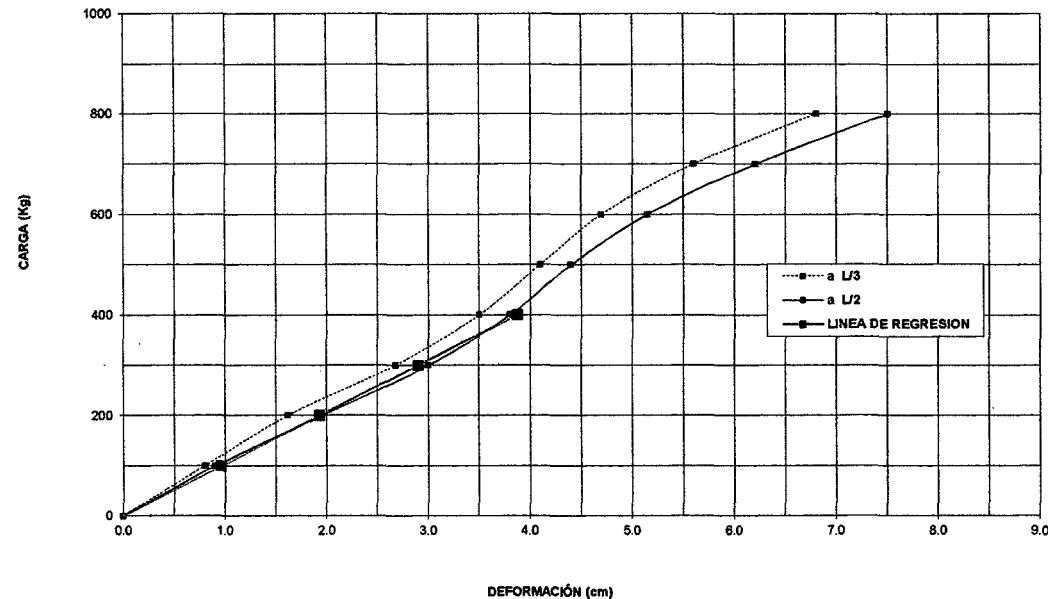
b : Pendiente

a : Constante

r : Coeficiente de correlación

Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	102.89	112.34
a	1.43	6.78
r ²	1.00	1.00
Δ	3.87	3.50



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-14
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{MAX})	LP* (P _{Lp})	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/3})	al LP**(Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-14	5.00	15.60	300	21.05	0.37	700.0	400.0	6.980	3.601	3.983	99.143	197.24	345.17	60062.44	83180.95

C.H. : CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. : DENSIDAD BASICA

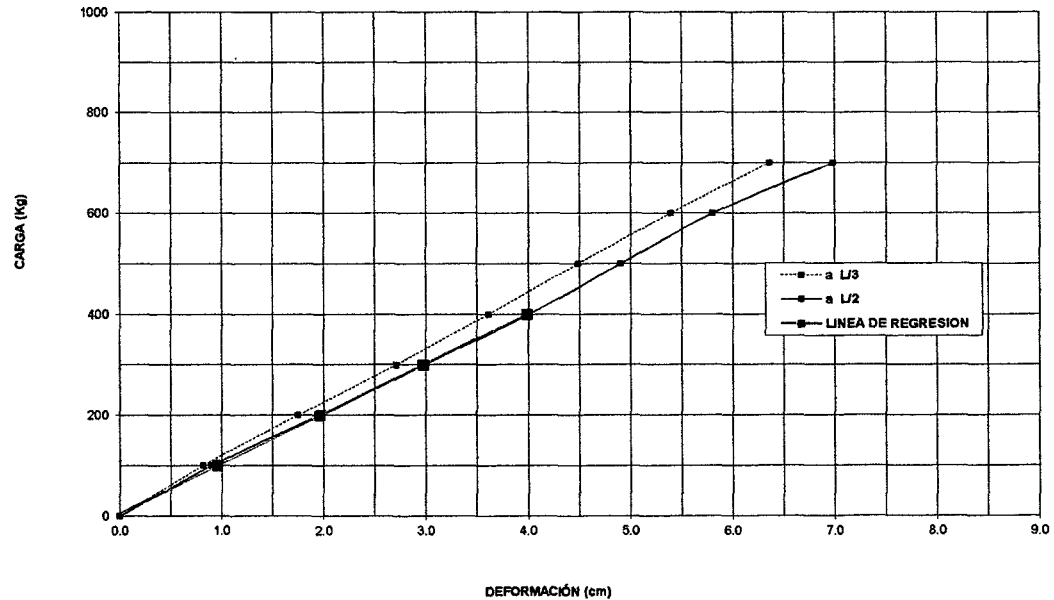
(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.82	0.90
200.00	1.75	1.95
300.00	2.71	2.98
400.00	3.61	4.00
500.00	4.49	4.90
600.00	5.39	5.80
700.00	6.36	6.98



APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBRADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

y : Carga, en kg

x : Deformación, en kg

b : Pendiente

a : Constante

r : Coeficiente de correlación

Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	99.14	109.68
a	5.08	5.00
r ²	1.00	1.00
Δ	3.98	3.60

ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-15
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLECCIÓN (cm.)			PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)				
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (grfcm ³)	ROTURA (P _{MAY})	LP* (P _{LP})	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/3})	al LP**(Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{SG}	MOE _{CG}
V-15	4.80	15.70	300	21.93	0.34	650.0	400.0	7.600	3.478	3.835	101.786	202.85	329.63	63017.73	92287.53

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional

(**) Calculado de la línea de regresión

(**) Pendiente de la zona elastica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{SG}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{CG}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.70	0.80
200.00	1.60	1.80
300.00	2.60	2.90
400.00	3.52	3.85
500.00	4.35	4.80
600.00	5.50	6.10
650.00	6.40	7.60

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

y : Carga, en kg

x : Deformación, en cm

b : Pendiente

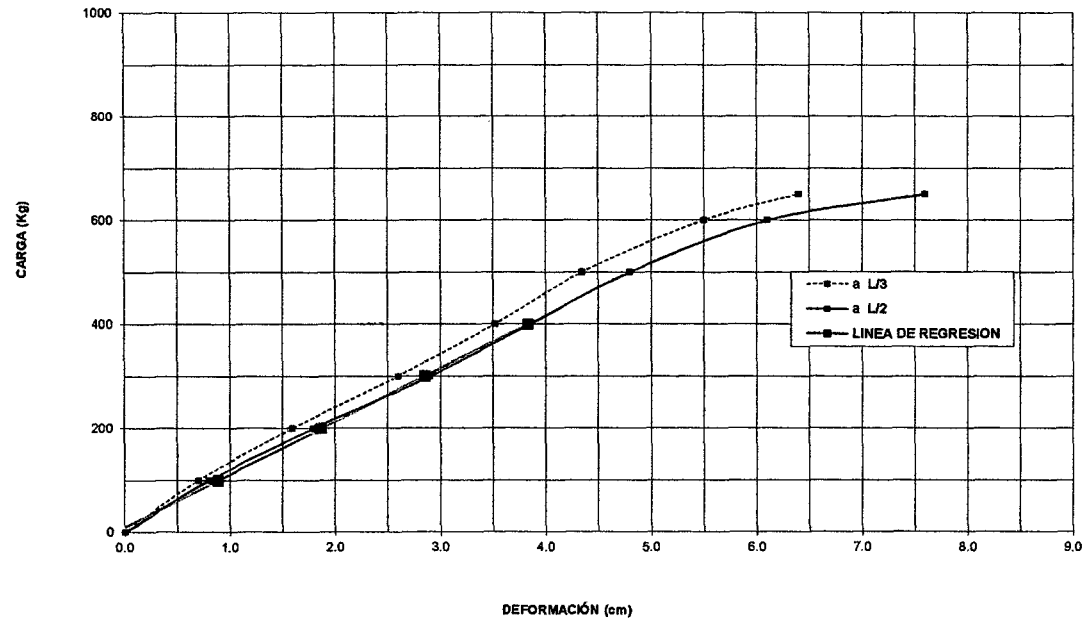
a : Constante

r : Coeficiente de correlación

Δ : Deformacion en el límite proporcional

Resultados:

	L/2	L/3
b	101.79	111.46
a	9.66	12.31
r ²	1.00	1.00
Δ	3.83	3.48



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-16
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{Mx})	LP* (P _{Lp})	MÁXIMA	al LP** (Δ _{L/3})	al LP** (Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm)***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-16	4,90	15,55	300	20,9	0,36	800,0	400,0	7,900	3,459	3,835	104,451	202,56	405,12	65195,71	88016,13

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional

(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica

ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura

MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte

MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.81	0.90
200.00	1.69	2.00
300.00	2.65	2.95
400.00	3.43	3.75
500.00	4.10	4.50
600.00	5.09	5.50
700.00	6.24	6.70
800.00	7.30	7.90

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

y : Carga, en kg

x : Deformación, en kg

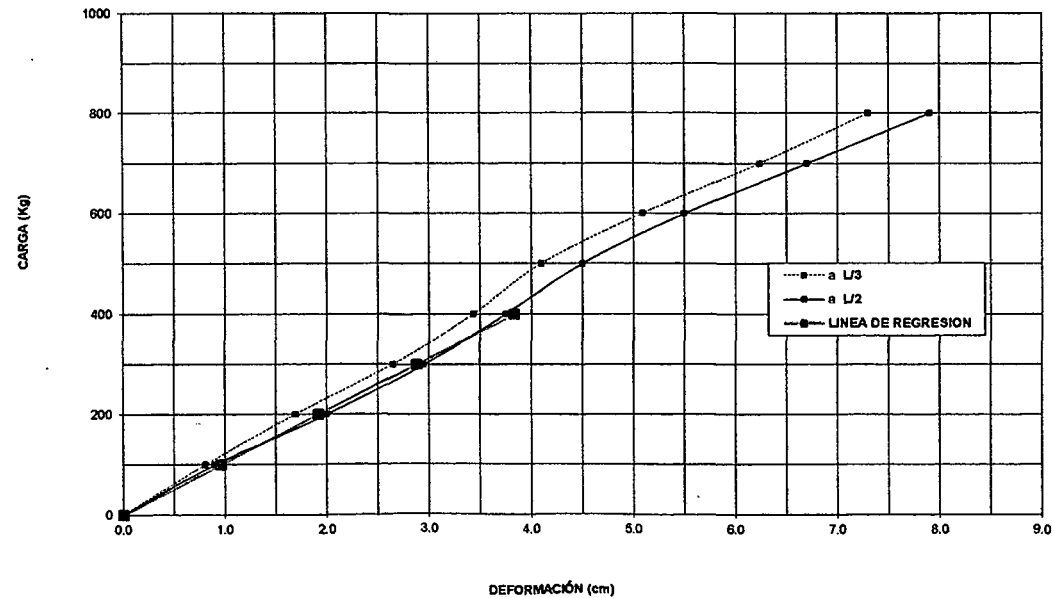
b : Pendiente

a : Constante

r : Coeficiente de correlación

Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	104,45	114,78
a	-0,55	2,94
r ²	1,00	1,00
Δ	3,83	3,46



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-17
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{MW})	LP* (P _P)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/2})	al LP**(Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-17	4.80	15.40	300	20.35	0.37	850.0	400.0	7.800	3.528	3.942	100.897	210.83	448.01	66188.97	83026.45

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(**) Pendiente de la zona elastica
ELP: Esfuerzo al limite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.000	0.00
100.00	0.78	0.90
200.00	1.74	2.00
300.00	2.62	3.00
400.00	3.55	3.90
500.00	4.20	4.55
600.00	5.00	5.35
700.00	5.83	6.30
800.00	6.90	7.40
850.00	7.20	7.80

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

y : Carga, en kg

x : Deformación, en kg

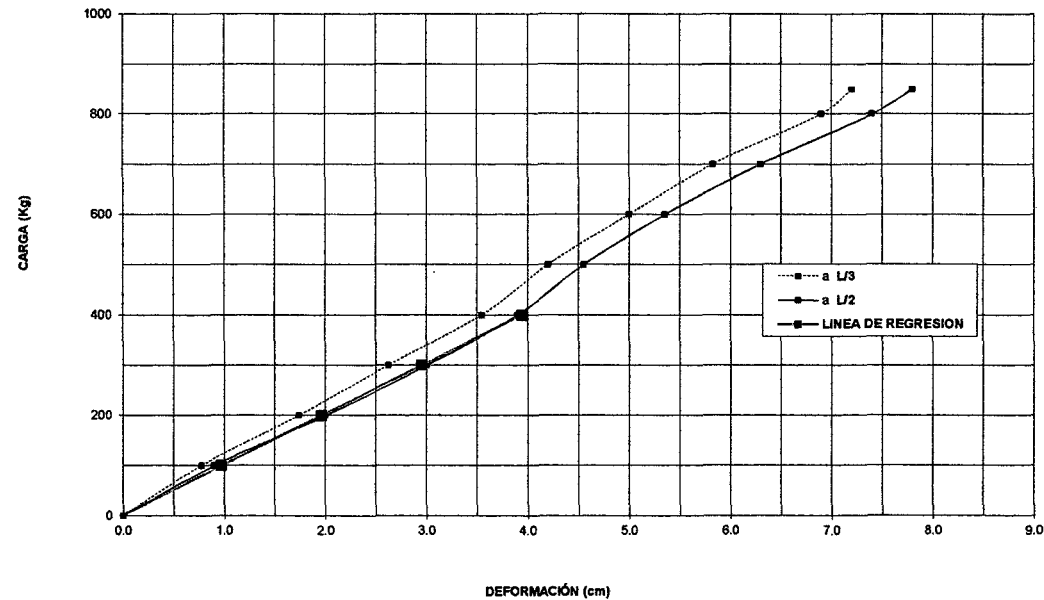
b : Pendiente

a : Constante

r : Coeficiente de correlación

Δ : Deformación en el límite proporcional

	L/2	L/3
b	100.90	111.70
a	2.24	5.96
r ²	1.00	1.00
Δ	3.94	3.53



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESIS:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-18
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (g/cm ³)	ROTURA (P _{MAX})	LP* (P _{Lp})	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/3})	al LP**(Δ _{L/2})	dptdy (kg/cm)***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-18	4.90	15.60	300	23.73	0.35	720.0	400.0	8.000	3.469	3.843	104.031	201.26	367.31	64311.19	85836.32

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

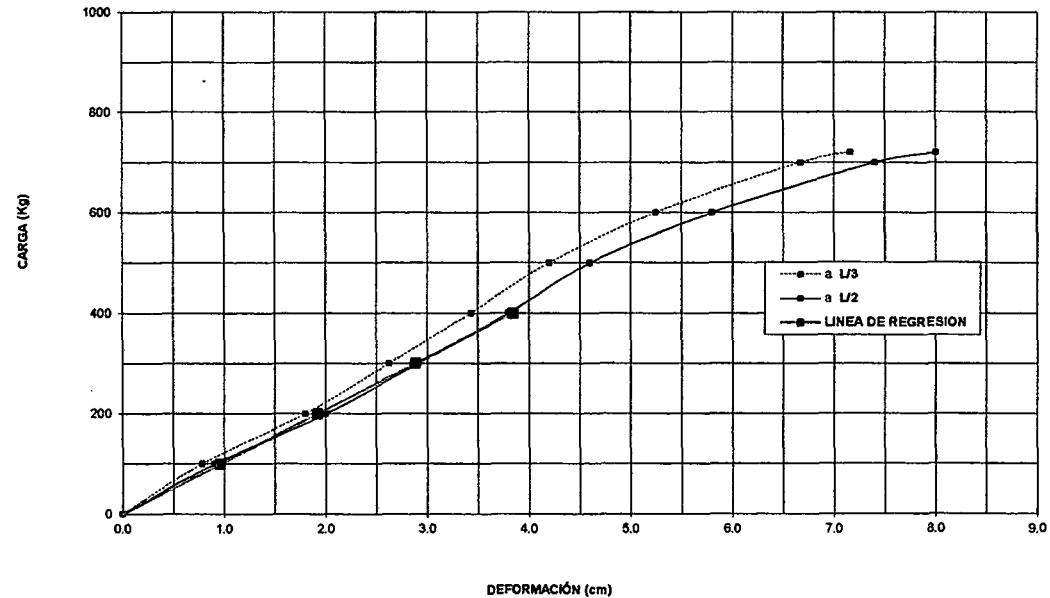
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.78	0.90
200.00	1.80	2.00
300.00	2.62	2.90
400.00	3.43	3.80
500.00	4.20	4.60
600.00	5.25	5.80
700.00	6.87	7.40
720.00	7.16	8.00

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBRREADA:

$y = bx + a$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en cm
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	104.03	114.74
a	0.26	1.96
r ²	1.00	1.00
Δ	3.84	3.47



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-19
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{rot})	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP** (Δ _{L/3})	al LP** (Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-19	4.80	15.40	300	22.75	0.34	730.0	400.0	7.800	3.599	3.965	98.862	210.83	384.76	64850.78	92500.94

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elastica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

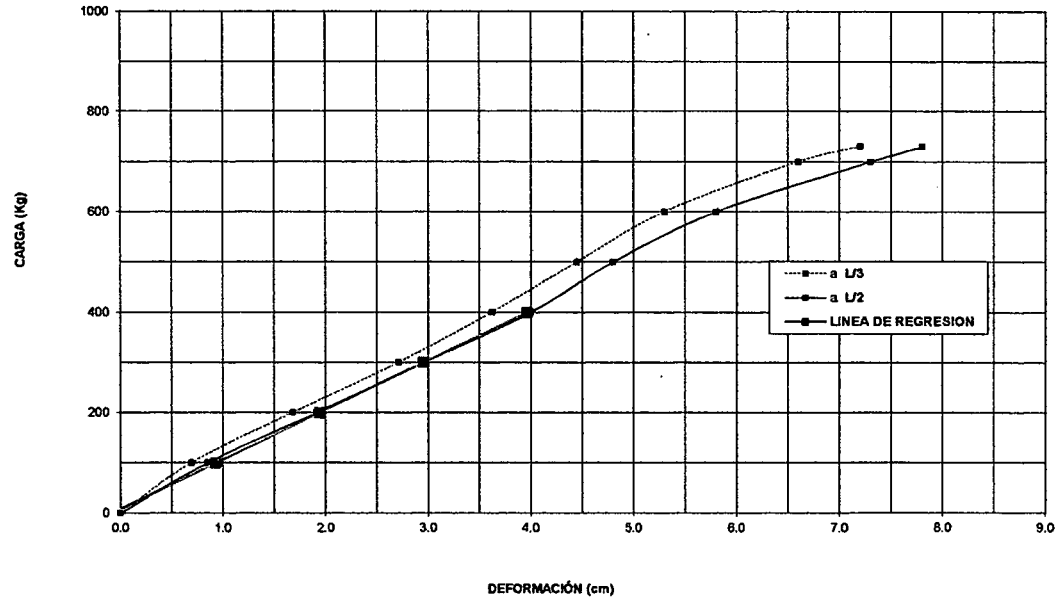
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.69	0.85
200.00	1.68	1.91
300.00	2.71	2.95
400.00	3.62	4.00
500.00	4.45	4.80
600.00	5.30	5.80
700.00	6.60	7.30
730.00	7.20	7.80

APLICANDO REGRESION LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRADA:

$$y = bx + a$$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en cm
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformacion en el límite proporcional

	L/2	L/3
b	98.86	107.56
a	8.01	12.84
r ²	1.00	1.00
Δ	3.97	3.60



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-20
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{max})	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/2})	al LP**(Δ _{L/3})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-20	5.10	15.20	300	20.24	0.37	650.0	300.0	7.000	2.667	2.971	101.090	152.78	330.98	64909.03	83751.06

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

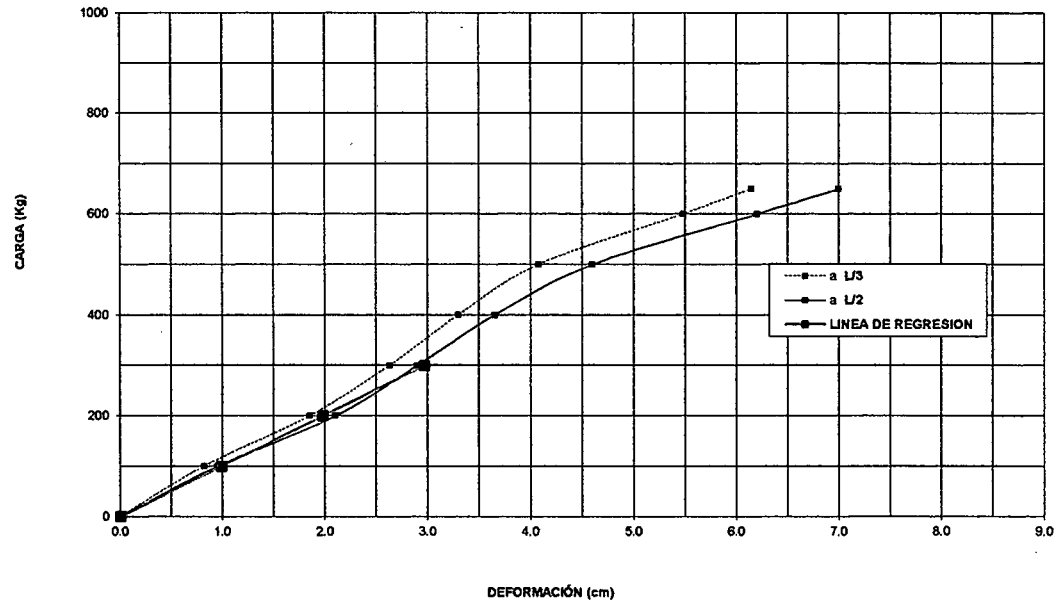
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.82	0.95
200.00	1.85	2.10
300.00	2.63	2.90
400.00	3.30	3.65
500.00	4.08	4.60
600.00	5.48	6.20
650.00	6.15	7.00

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en cm
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformación en el límite proporcional

	L/2	L/3
b	101.09	111.80
a	-0.37	1.87
r ²	1.00	1.00
Δ	2.97	2.67



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-21
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)			PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)				
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{MAX})	LP* (P _{LP})	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/2})	al LP**(Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm)***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-21	4.90	15.40	300	22.22	0.36	840.0	400.0	7.700	3.760	4.065	101.067	154.89	433.70	64947.41	83817.17

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

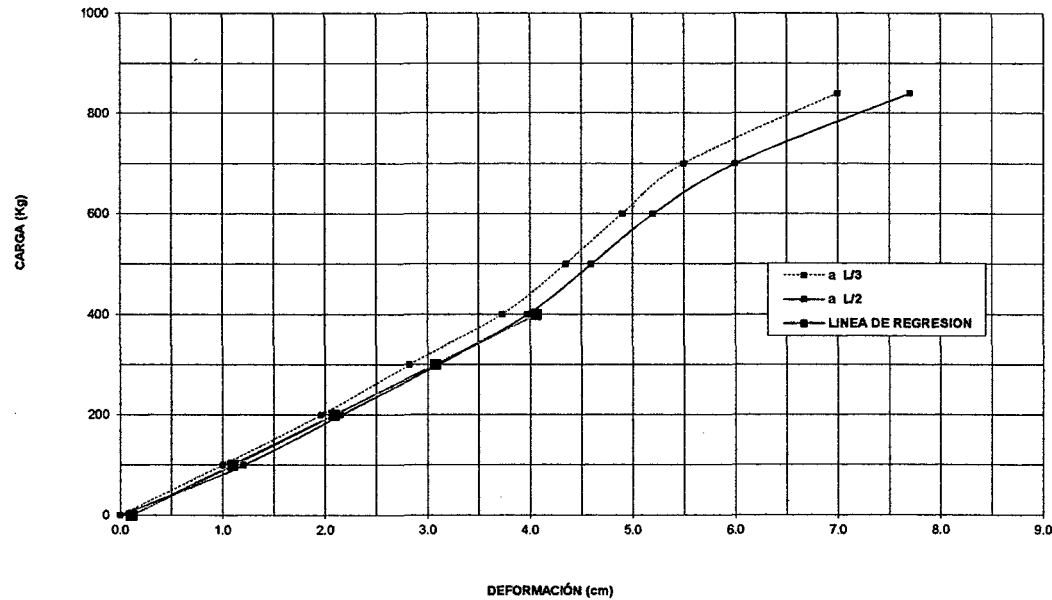
(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	1.00	1.20
200.00	1.96	2.15
300.00	2.82	3.10
400.00	3.73	3.98
500.00	4.35	4.60
600.00	4.90	5.20
700.00	5.50	6.00
840.00	7.00	7.70



APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBRADA:

$y = bx + a$

Donde:

- y : Carga, en kg
- x : Deformación, en kg
- b : Pendiente
- a : Constante
- r : Coeficiente de correlación
- Δ : Deformacion en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	101.07	107.67
a	-10.83	-4.79
r ²	1.00	1.00
Δ	4.06	3.76

ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDECENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-22
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA					RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN									
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)			PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)				
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (g/cm ³)	ROTURA (P _{MAX})	LP* (P _{Lp})	MÁXIMA	al LP** (Δ _{L/3})	al LP** (Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-22	4.80	15.30	300	19.05	0.37	850.0	400.0	7.850	3.497	3.984	100.282	213.99	453.89	67080.55	72102.75

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.79	0.95
200.00	1.74	2.00
300.00	2.62	3.10
400.00	3.50	3.90
500.00	4.15	4.50
600.00	4.95	5.30
700.00	5.85	6.30
800.00	6.85	7.35
850.00	7.30	7.85

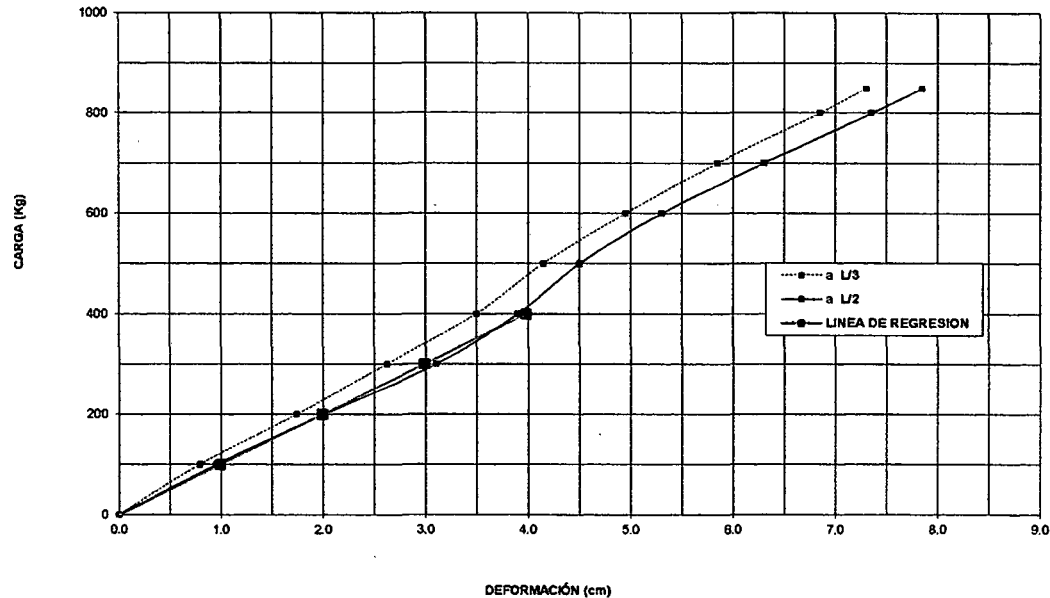
APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

- y : Carga, en kg
- x : Deformación, en cm
- b : Pendiente
- a : Constante
- r : Coeficiente de correlación
- Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	100.28	113.18
a	0.44	4.20
r ²	1.00	1.00
Δ	3.98	3.50



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-23
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{Máx})	LP* (P _{Lp})	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/2})	al LP**(Δ _{L/2})	dP/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-23	5.20	15.10	300	20.66	0.36	860.0	400.0	7.880	3.561	3.952	101.745	202.42	435.20	65357.90	89669.01

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.85	1.00
200.00	1.73	1.98
300.00	2.71	3.10
400.00	3.55	3.85
500.00	4.10	4.50
600.00	4.65	5.20
700.00	5.36	6.00
800.00	6.30	7.10
860.00	7.03	7.88

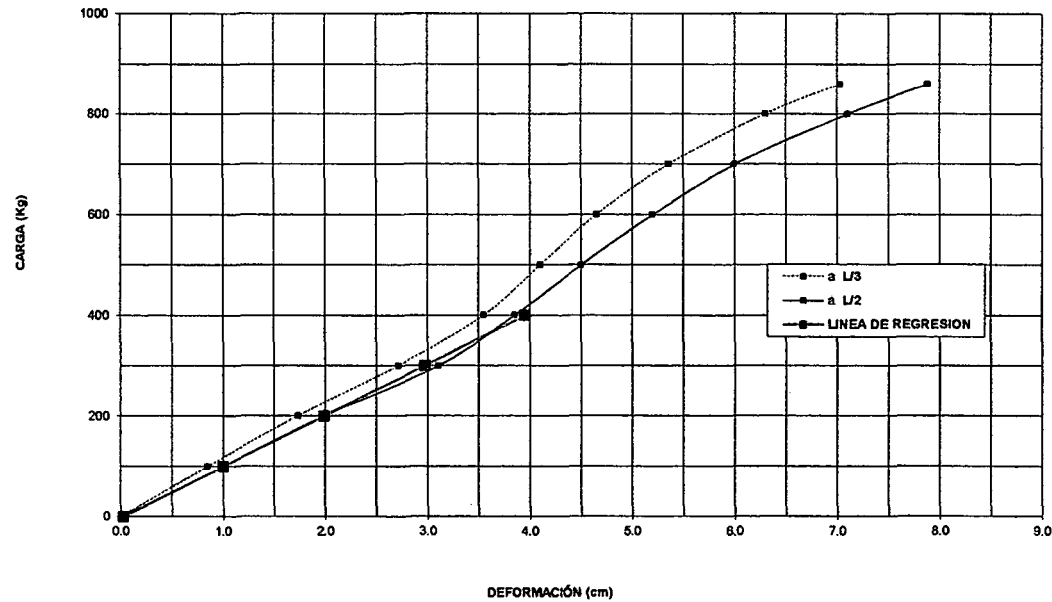
APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE A LA ZONA SOMBREADA:

$y = bx + a$

Donde:

- y : Carga, en kg
- x : Deformación, en cm
- b : Pendiente
- a : Constante
- r : Coeficiente de correlación
- Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	101.75	111.54
a	-2.07	2.79
r ²	1.00	1.00
Δ	3.95	3.56



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-24
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA				RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXIÓN										
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)			PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)				
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{rot})	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP*(Δ _{L/2})	al LP*(Δ _{L/3})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-24	4.70	15.65	300	21.21	0.38	720.0	400.0	7.700	3.552	4.003	102.911	208.49	375.28	65692.31	74011.27

C.H. : CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. : DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

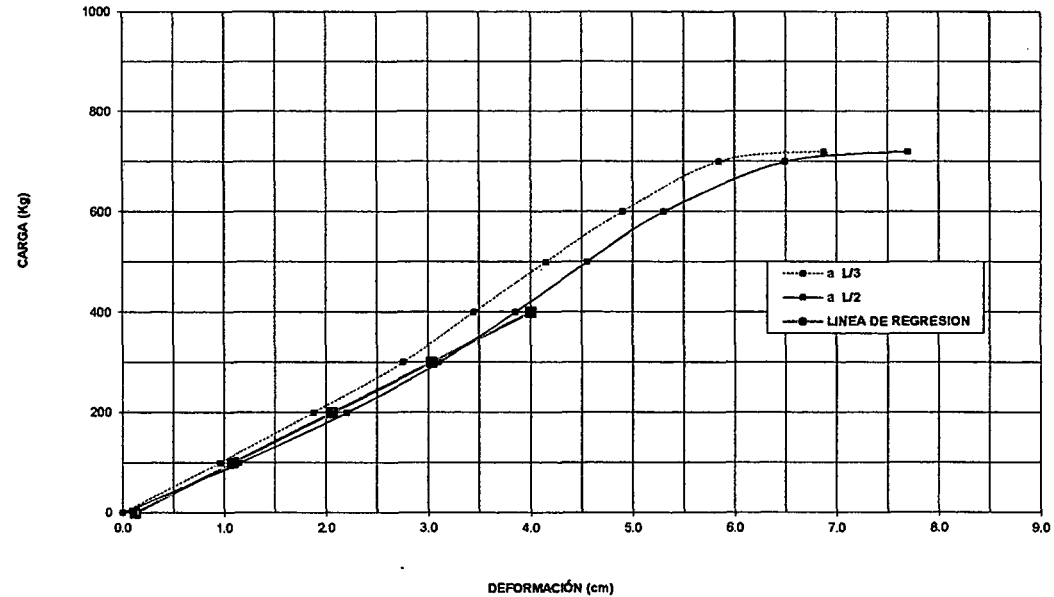
Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0	0.00	0.00
100.00	0.96	1.15
200.00	1.88	2.20
300.00	2.75	3.10
400.00	3.45	3.85
500.00	4.15	4.55
600.00	4.90	5.30
700.00	5.85	6.50
720.00	6.88	7.70

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRADA:

$$y = bx + a$$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en cm
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	102.91	114.69
a	-12.00	-7.37
r ²	0.99	1.00
Δ	4.00	3.55



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-25
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

Clasificación:
Bach.Ing.Hinc

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)			PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)				
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{MAX})	LP* (P _{LP})	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/3})	al LP**(Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm)***	ELP	MOR	MOE _{SC}	MOE _{CC}
V-25	4.90	15.40	300	21.54	0.35	760.0	300.0	7.300	2.663	2.949	100.594	154.89	392.40	64638.97	86707.42

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Limite proporcional
(**) Calculado de la linea de regresión

(***) Pendiente de la zona elastica
ELP: Esfuerzo al limite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{SC}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{CC}: Módulo de elasticidad con corte

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN

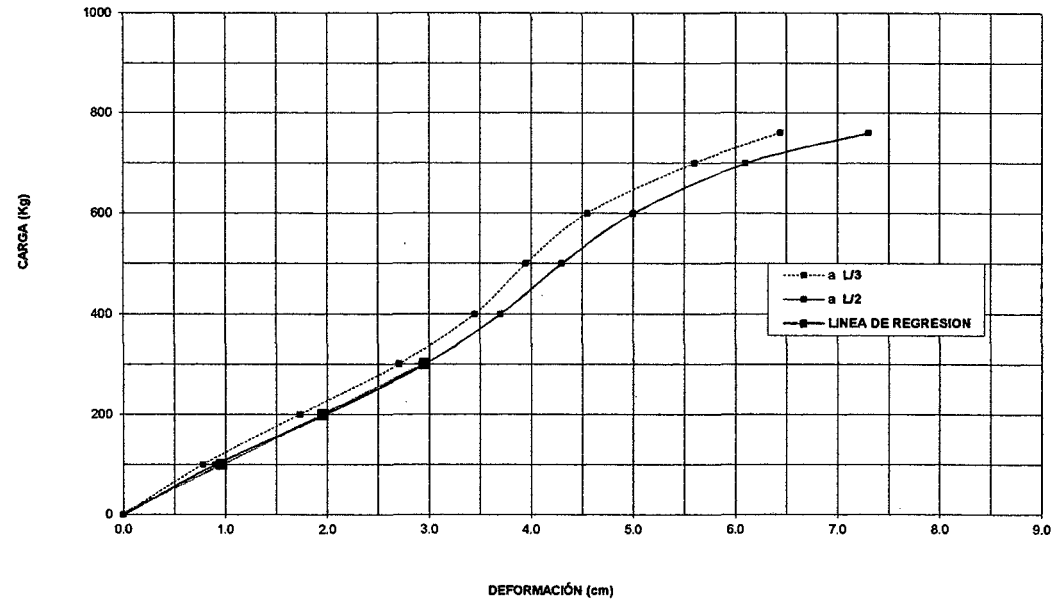
Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada (kg)	Deformación a "L/3" (cm)	Deformación a "L/2" (cm)
0.00	0.00	0.00
100.00	0.78	0.90
200.00	1.73	1.98
300.00	2.70	2.95
400.00	3.45	3.70
500.00	3.95	4.30
600.00	4.55	5.00
700.00	5.60	6.10
760.00	6.44	7.30

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en kg
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	100.59	110.22
a	3.38	6.43
r ²	1.00	1.00
Δ	2.95	2.66



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-26
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA					RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION									
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)			PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)				
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{MAX})	LP* (P _P)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/2})	al LP**(Δ _{L/3})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-26	4.80	15.30	300	23.27	0.37	780.0	400.0	7.600	3.610	4.009	99.997	213.59	416.51	66893.25	87102.95

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD

D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional

(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica

ELP: Esfuerzo al límite proporcional

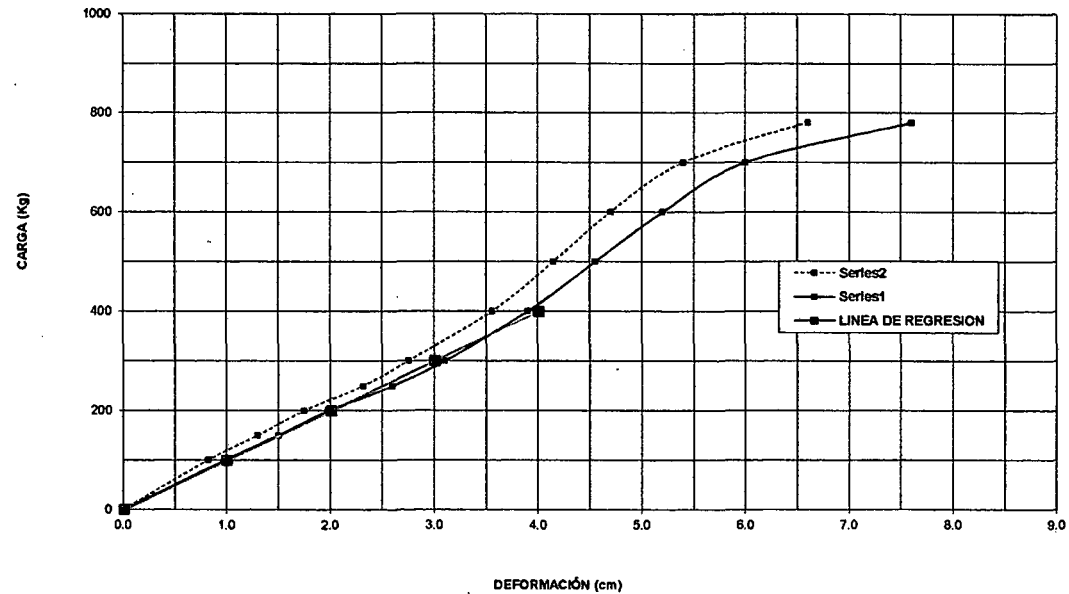
MOR: Módulo de rotura

MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte

MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

Carga Aplicada	Deformación a "L/3"	Deformación a "L/2"
0	0.00	0.00
100	0.82	0.98
150	1.30	1.50
200	1.75	1.98
250	2.32	2.60
300	2.75	3.10
400	3.56	3.90
500	4.15	4.55
600	4.70	5.20
700	5.40	6.00
780	6.60	7.60

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN



APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRREADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

y : Carga, en kg

x : Deformación, en kg

b : Pendiente

a : Constante

r : Coeficiente de correlación

Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	100.00	109.61
a	-0.85	4.27
r ²	1.00	1.00
Δ	4.01	3.61

ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-27
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

DATOS DE LA VIGA				RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
MUESTRA VIGA	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _u)	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{1/3})	al LP**(Δ _{1/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{SC}	MOE _{CC}
V-27	5.00	15.40	300	18.35	0.33	730.0	350.0	7.100	3.138	3.453	99.149	177.10	369.37	62439.35	92739.65

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{SC}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{CC}: Módulo de elasticidad con corte

Carga Aplicada	Deformación a "L/3"	Deformación a "L/2"
0	0.00	0.00
100	0.76	0.85
150	1.18	1.35
200	1.78	1.98
250	2.25	2.50
300	2.74	3.00
350	3.10	3.40
400	3.45	3.80
500	4.10	4.55
600	5.00	5.60
700	6.10	6.80
730	6.50	7.10

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRADA:

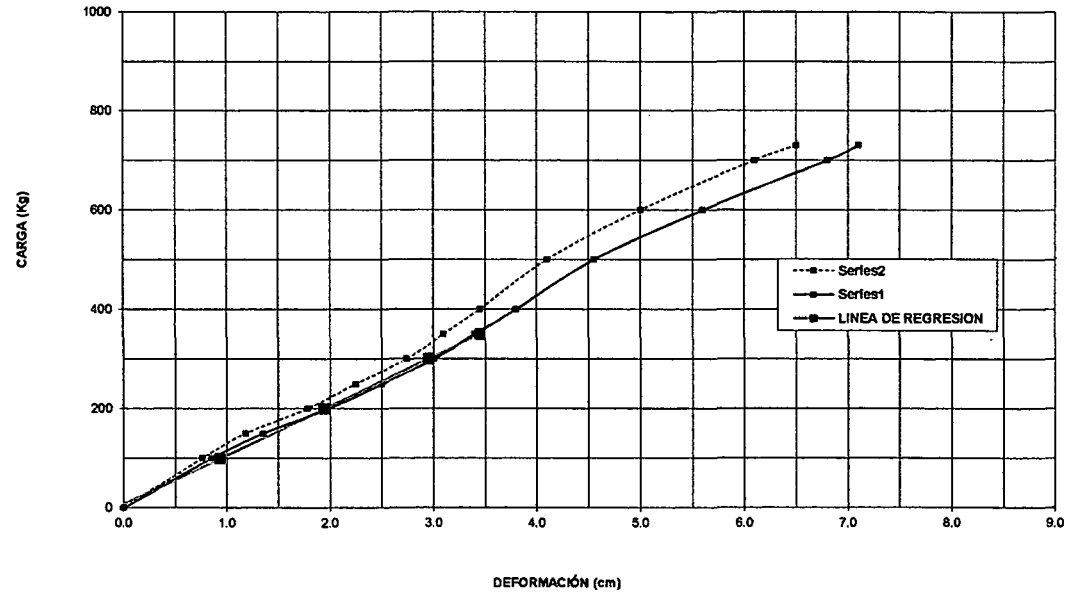
$$y = bx + a$$

Donde:

- y : Carga, en kg
- x : Deformación, en kg
- b : Pendiente
- a : Constante
- r : Coeficiente de correlación
- Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	99.15	108.35
a	7.59	10.02
r ²	1.00	1.00
Δ	3.45	3.14

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-28
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

DATOS DE LA VIGA				RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
MUESTRA VIGA	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)			PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)				
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (g/cm ³)	ROTURA (P _{MAX})	LP* (P _P)	MÁXIMA	al LP**(Δ ₁₀)	al LP**(Δ ₁₀)	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{SC}	MOE _{CC}
V-28	4.90	15.30	300	19.51	0.35	750.0	350.0	7.400	2.966	3.357	102.616	183.08	392.31	67244.92	77282.5

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional
(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{SC}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{CC}: Módulo de elasticidad con corte

Carga Aplicada	Deformación a "L/3"	Deformación a "L/2"
0	0.00	0.00
100	0.80	0.85
150	1.15	1.30
200	1.75	1.98
250	2.22	2.50
300	2.53	2.90
350	2.90	3.25
400	3.15	3.60
500	3.84	4.30
600	4.68	5.40
700	6.02	6.80
750	6.55	7.40

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBREADA:

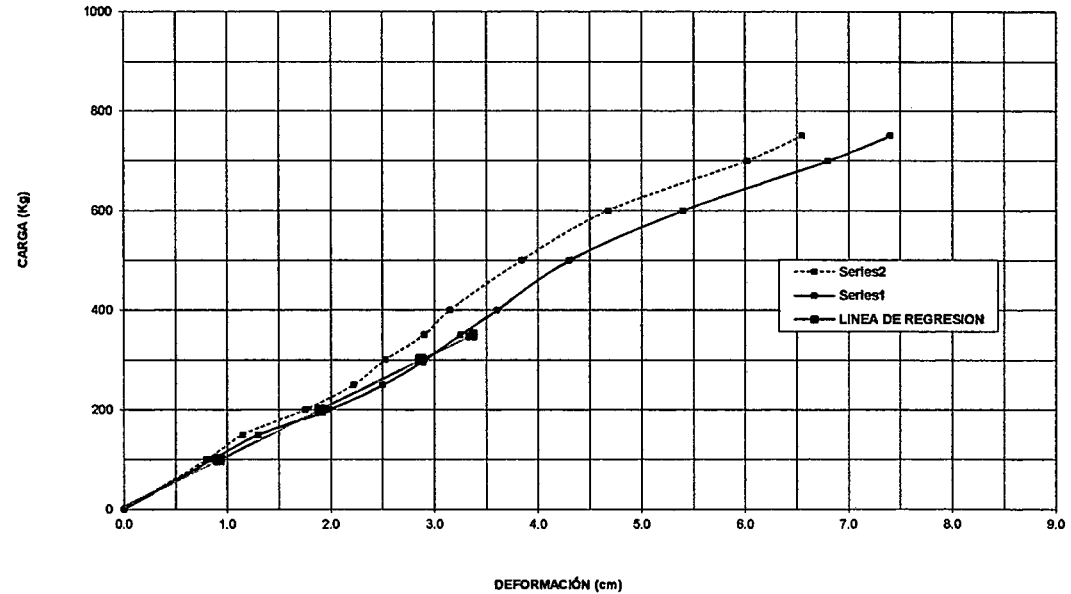
$$y = bx + a$$

Donde:

- y : Carga, en kg
- x : Deformación, en kg
- b : Pendiente
- a : Constante
- r : Coeficiente de correlación
- Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	102.62	116.81
a	5.51	3.51
r ²	0.99	0.99
Δ	3.36	2.97

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-29
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA					RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION									
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)			PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)				
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{rot})	LP* (P _p)	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/3})	al LP**(Δ _{L/2})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{sc}	MOE _{cc}
V-29	4.80	15.60	300	21.54	0.35	700.0	350.0	6.200	3.091	3.452	99.692	179.77	410.91	62912.13	80027.96

C.H. : CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. : DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional

(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{sc}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{cc}: Módulo de elasticidad con corte

Carga Aplicada	Deformación a "L/3"	Deformación a "L/2"
0	0.00	0.0
100	0.75	0.9
150	1.22	1.4
200	1.74	2.0
250	2.21	2.5
300	2.65	3.0
350	3.10	3.4
400	3.45	3.8
500	4.00	4.4
600	4.67	5.2
700	5.60	6.2

APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRADA:

$$y = bx + a$$

Donde:

y : Carga, en kg

x : Deformación, en kg

b : Pendiente

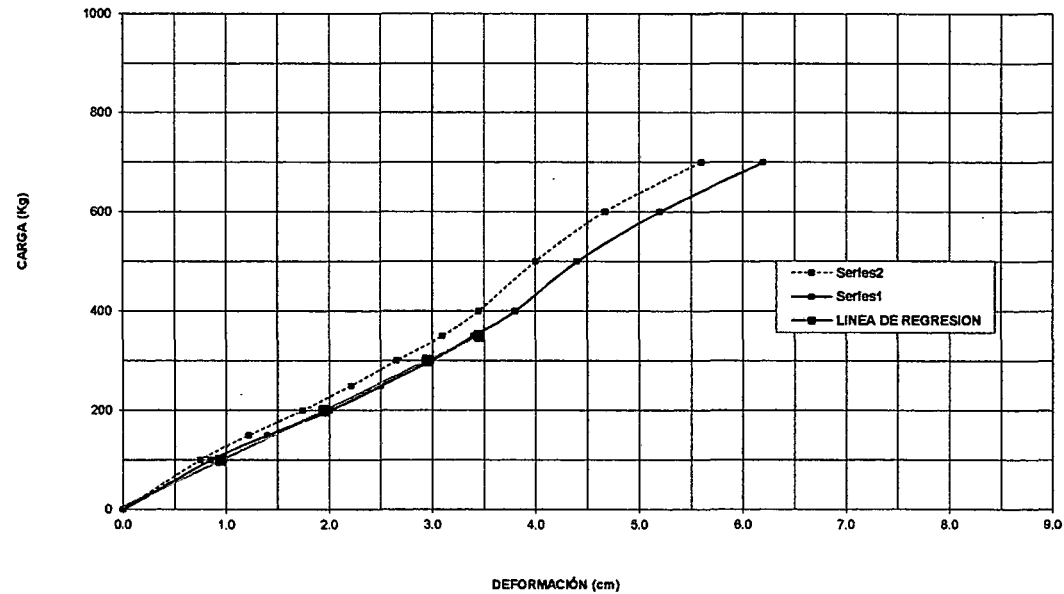
a : Constante

r : Coeficiente de correlación

Δ : Deformación en el límite proporcional

	L/2	L/3
b	99.69	110.35
a	5.86	8.89
r ²	1.00	1.00
Δ	3.45	3.09

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN



ENSAYO DE FLEXIÓN PARA VIGAS A ESCALA NATURAL

REALIZADO POR TESISISTA:	BACH. ING. RODRIGO HINOSTROZA CASO	ESPECIE DE MADERA :	OJÉ RENACO
ASESOR :	ING. ISABEL MOROMI NAKATA	PROCEDENCIA :	SATIPO-JUNIN
TESIS / PROYECTO :	CLASIFICACIÓN ESTRUCTURAL DE LA MADERA OJÉ RENACO	MUESTRA :	V-30
LUGAR DE ENSAYO :	LEM. - FIC. - UNI.	FECHA DE ENSAYO :	JULIO - 2011

MUESTRA VIGA	DATOS DE LA VIGA			RESULTADOS DEL ENSAYO DE FLEXION											
	DIMENSIONES (cm.)			PROPIEDADES FÍSICAS		CARGA (kg.)		DEFLEXIÓN (cm.)				PROPIEDADES MECÁNICAS (kg/cm ²)			
	BASE (b)	PERALTE (h)	LONGITUD (L)	CH (%)	DB (gr/cm ³)	ROTURA (P _{Máx})	LP* (P _{LP})	MÁXIMA	al LP**(Δ _{L/2})	al LP**(Δ _{L/3})	dp/dy (kg/cm) ***	ELP	MOR	MOE _{SC}	MOE _{CC}
V-30	4.80	15.65	300	22.24	0.38	750.0	350.0	7.80	2.966	3.327	104.402	178.63	382.77	65255.04	80017.61

C.H. :CONTENIDO DE HUMEDAD
D.B. :DENSIDAD BASICA

(*) Límite proporcional

(**) Calculado de la línea de regresión

(***) Pendiente de la zona elástica
ELP: Esfuerzo al límite proporcional

MOR: Módulo de rotura
MOE_{SC}: Módulo de elasticidad sin corte
MOE_{CC}: Módulo de elasticidad con corte

Datos registrado del ensayo		
Carga Aplicada	Deformación a "L/3"	Deformación a "L/2"
0	0.00	0.00
100	0.85	0.95
150	1.20	1.35
200	1.65	1.85
250	2.20	2.40
300	2.60	2.90
350	2.89	3.30
400	3.25	3.65
500	4.00	4.40
600	4.80	5.30
700	6.15	6.80
750	7.07	7.80

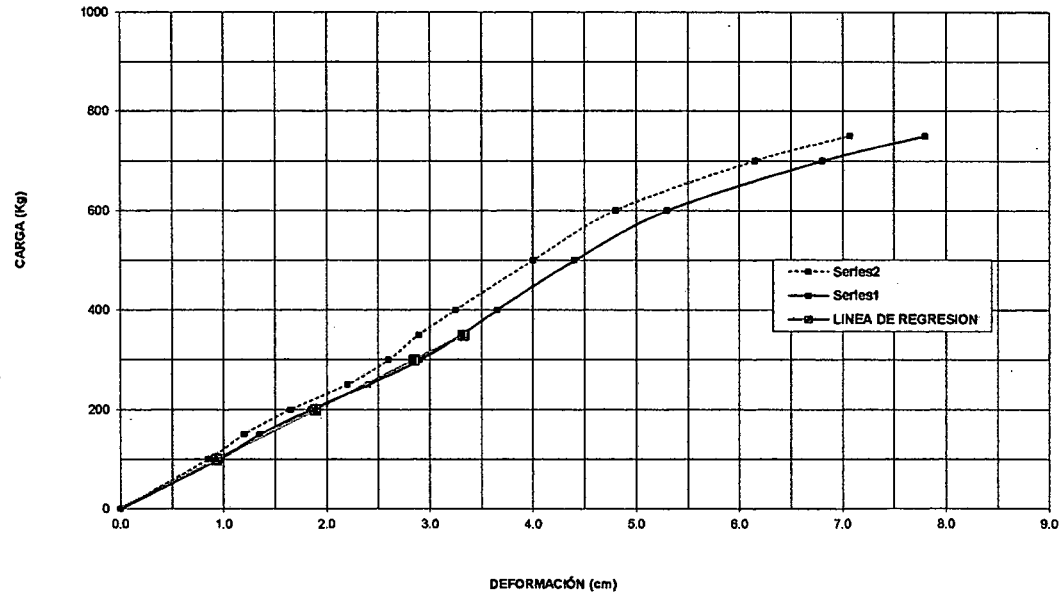
APLICANDO REGRESIÓN LINEAL SIMPLE
A LA ZONA SOMBRADA:

$$y = bx + a$$

Donde:
y : Carga, en kg
x : Deformación, en kg
b : Pendiente
a : Constante
r : Coeficiente de correlación
Δ : Deformación en el límite proporcional

Resultados:	L/2	L/3
b	104.40	117.36
a	2.70	1.89
r ²	1.00	1.00
Δ	3.33	2.97

CURVA CARGA-DEFORMACIÓN



ANEXO N° 3

REGISTRO FOTOGRAFICO



CONSTANCIA

El que suscribe, **JEFE DEL LABORATORIO DE ANATOMÍA DE LA MADERA**, deja constancia que, de acuerdo con el estudio anatómico efectuado, la muestra de madera proporcionada por el **Bach. RODRIGO HINOSTROZA CASO**, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, empleada en su trabajo de tesis titulado: **“Clasificación Estructural de la Madera Ojé Renaco”**; corresponde a:

<u>Muestra</u>	<u>Nombre Común</u>	<u>Nombre Científico</u>	<u>Familia</u>
1	Ojé, Ojé Renaco	<i>Ficus schultesii</i> Dugand	Moraceae

Atentamente,

Ing. Manuel Chavesta Custodio
Lab. Anatomía de la Madera



La Molina, 20 de Octubre de 2011

INDICE DE FOTOS

	Pagina
Foto N°1 Zona de extracción de la madera Ojé renaco Distrito de Rio Negro Provincia de Satipo - Departamento Junin-Peru.....	1
Foto N°2 En la presente foto se puede apreciar el tamaño del árbol Ojé renaco en comparación al de una persona.....	2
Foto N°3 Identificación de los árboles de especie Ojé renaco Ing. Forestal Arturo Manrique.....	2
Foto N°4 Se observa las muestras de trozas recolectadas luego de seleccionar los 5 árboles previamente codificados.....	3
Foto N°5 Traslado de las trozas de madera para luego aserrarlas.....	3
Foto N°6 Se observa el diámetro de las trozas de madera Ojé renaco aprox. 1.30m.....	4
Foto N°7 Instalaciones del aserradero ALMANSA S.A.C-SATIPO donde se aserró la madera Ojé renaco para transformarlo en vigas.....	4
Foto N°8 Instante en que la madera Ojé renaco será aserrada.....	5
Foto N°9 Instantes en que se realiza el proceso del cortado de la madera en forma de vigas con las dimensiones especificadas.....	5
Foto N°10 Traslado de las vigas de madera en estado húmedo 95%, hacia la ciudad de Lima.....	6
Foto N°11 El secado de las vigas de madera Ojé renaco se realizaron en una "cámara de tratamiento térmico".....	6
Foto N°12 Proceso de secado de las vigas de madera Ojé renaco, durante un periodo de 20 días (cámara de tratamiento térmico).....	7
Foto N°13 Entrevista al Ing. Forestal Custodio Chavesta M.- Jefe del laboratorio de Anatomía de la Madera-UNAM para la Identificación Anatómica de la madera Ojé renaco.....	7

Foto N°14	Identificación por Textura de la muestra en estudio Ojé renaco <i>sp</i> , Comparando con otras maderas de la misma Familia.....	8
Foto N°15	Laboratorio de ensayos de materiales LEM-UNI donde se realizaron los ensayos físico-mecánico de madera Ojé renaco.....	8
Foto N°16	Ensayo de Flexión de vigas a escala natural, Instante en que todavía NO se aplica la carga que produce la deformación de la viga.....	9
Foto N°17	Instantes en que la viga se va deflexionando debido a una carga aplicada.....	9
Foto N°18	Se observa el instante en que se produce la rotura de la viga.....	10
Foto N°19	Muestras extraídas (centro y extremo) de las vigas luego de ser ensayada a flexión.....	10
Foto N°20	Instantes en que se introduce una muestra en la bureta graduada para calcular el volumen de agua desplazado. Que nos servirá para calcular la Densidad Básica.....	11
Foto N°21	Realizando el proceso de secado artificial en el horno, de las muestras de madera Ojé renaco, para obtener el peso anhidro.....	11
Foto N°22	Tomando los valores de peso de las muestras en estado anhidro luego de ser secado durante 24 horas en el horno.....	12

Foto N°1: Zona de extracción de la madera Ojé renaco para el estudio de la presente tesis:

Distrito de Rio Negro - Provincia de Satipo - Departamento Junin-Peru.





Foto N°2: En la presente foto se puede apreciar el tamaño del árbol Ojé renaco en comparación al de una persona



Foto N°3: Identificación de los árboles de especie maderable, Ojé renaco Ing. Forestal Arturo Manrique



Foto N°4: Se observa las muestras de trozas recolectadas luego de seleccionar los 5 árboles previamente codificados.

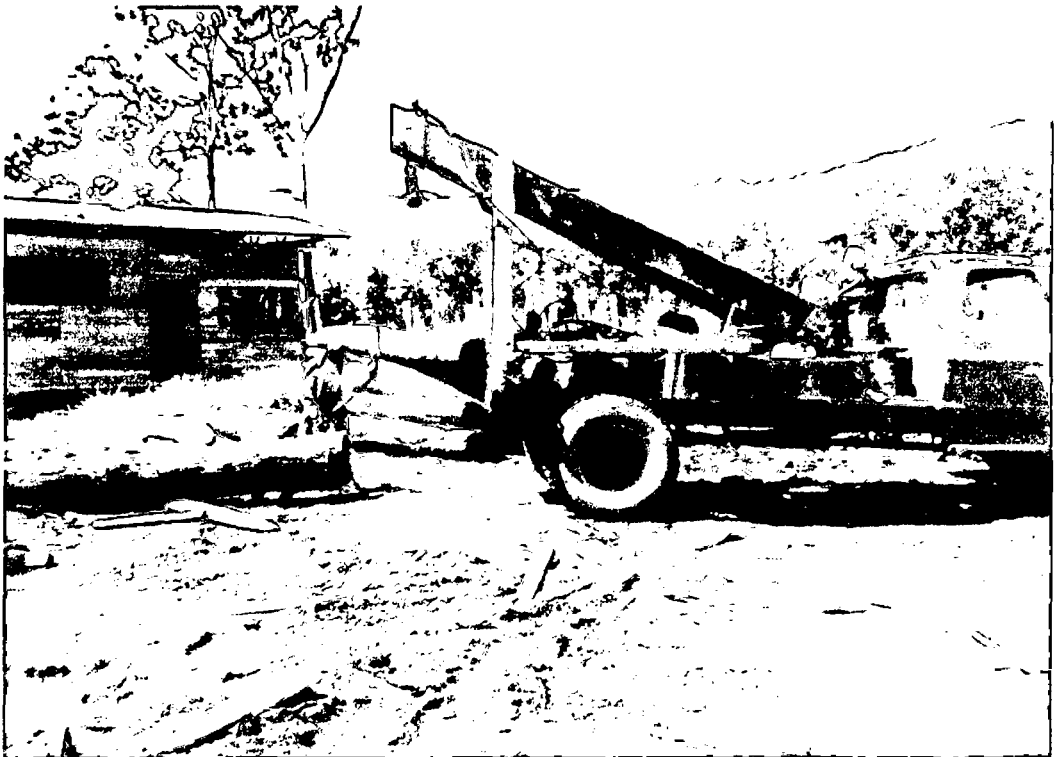


Foto N°5: Traslado de las trozas de madera, para luego aserrarlas



Foto N°6: Se observa el diámetro de las trozas de madera Ojé renaco aprox. 1.30m

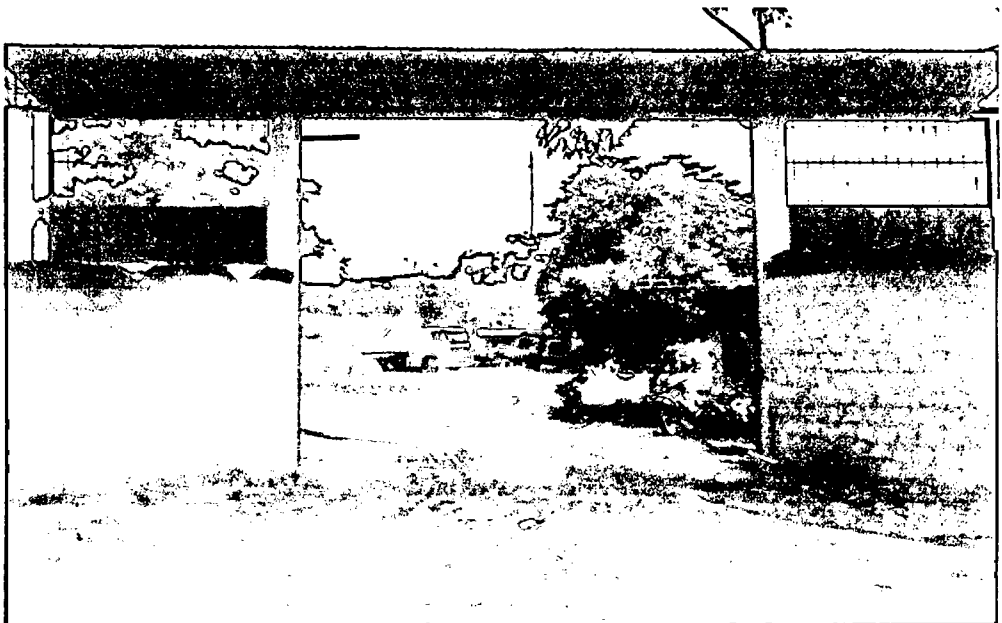


Foto N°7. Instalaciones del aserradero ALMANSA S.A.C-SATIPO donde se aserró la madera Ojé renaco para transformarlo en vigas.



Foto N°8: Instante en que la troza de madera Ojé renaco será aserrada.



Foto N°9: Instantes en que se realiza el proceso del cortado de la madera en forma de vigas, con las dimensiones especificadas.



Foto N°10: Traslado de las vigas de madera en estado húmedo 95%, hacia la ciudad de Lima.



Foto N°11: El secado artificial de las vigas de madera Ojé renaco se realizaron en una "cámara de tratamiento térmico"

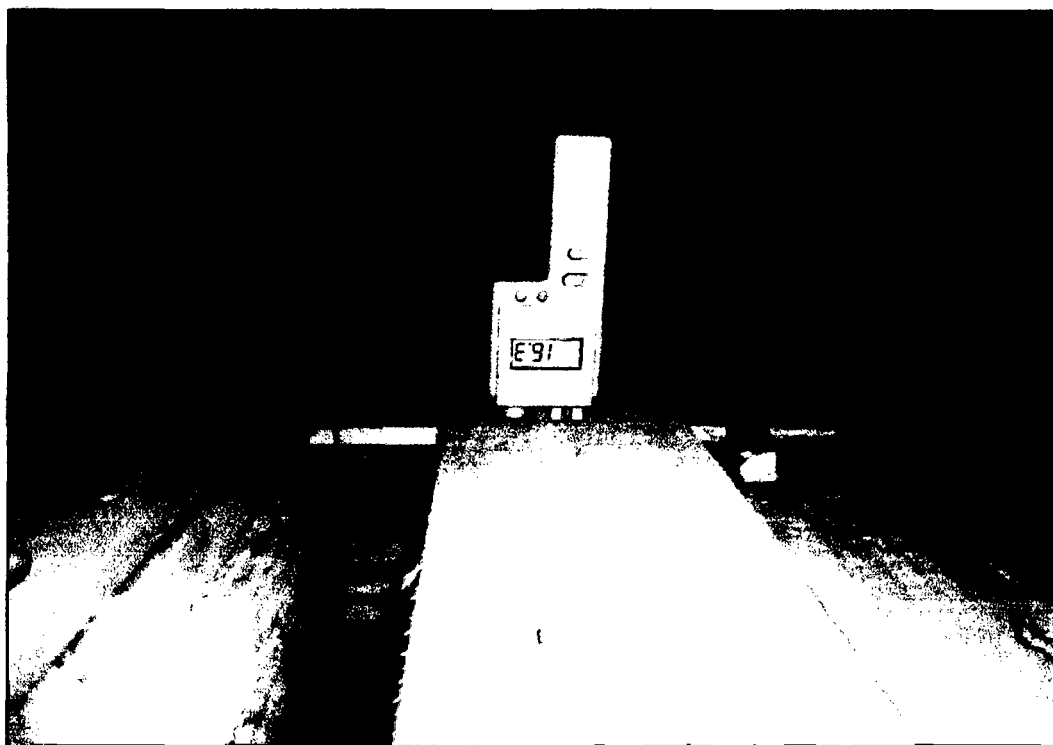


Foto N°12: Proceso de secado de las vigas de madera Ojé renaco, durante un periodo de 20 días (cámara de tratamiento térmico).



Foto N°13 Entrevista al Ing. Forestal Custodio Chavesta M.- Jefe del laboratorio de Anatomía de la Madera-UNAM para la Identificación Anatómica de la madera Ojé renaco.

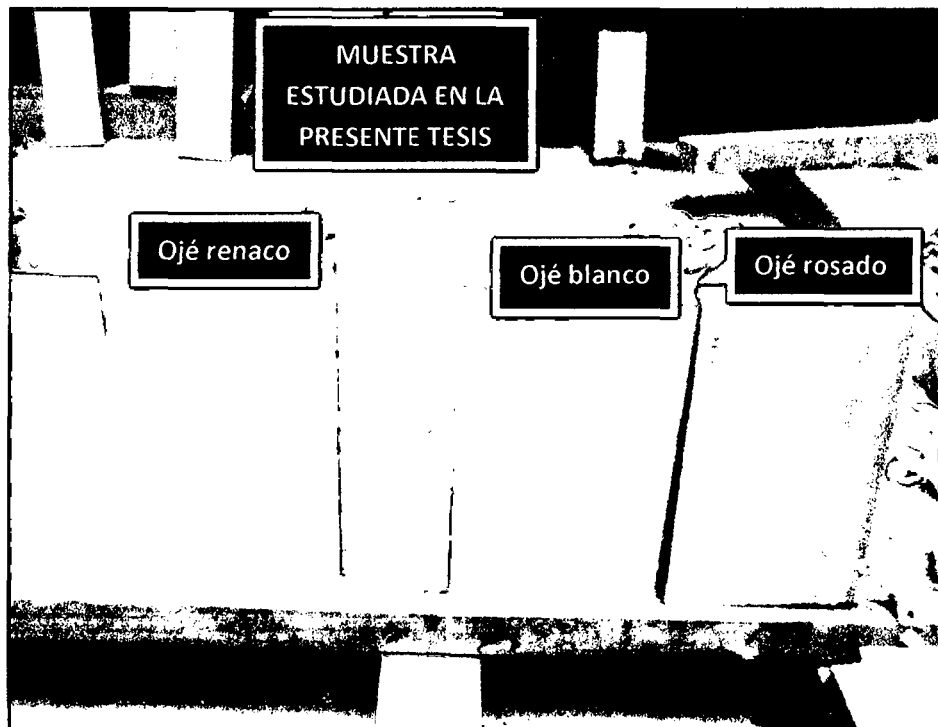


Foto N°14: Identificación por Textura de la muestra en estudio Ojé renaco *sp.*, Comparando con otras maderas de la misma Familia

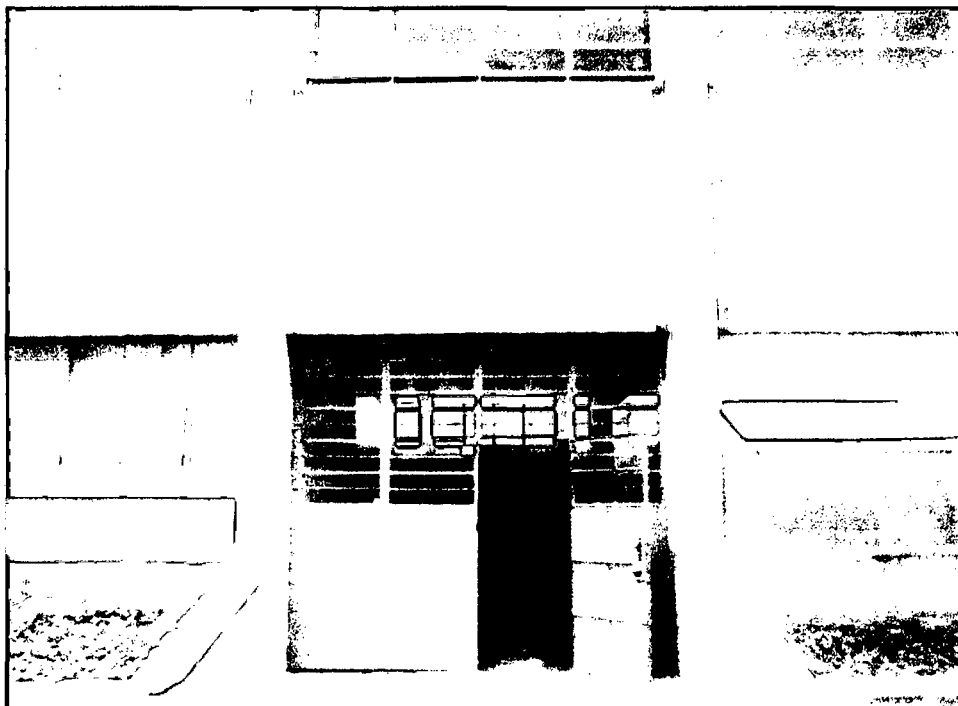


Foto N°15: Laboratorio de ensayos de materiales LEM-UNI donde se realizaron los ensayos físico-mecánico de madera Ojé renaco.



Foto N°16: Ensayo de Flexión de vigas a escala natural, Instante en que todavía NO se aplica la carga que produce la deformación de la viga.



Foto N°17: Instantes en que la viga se va deflexionando debido a una carga aplicada.



Foto N°18: Se observa el instante en que se produce la rotura de la viga

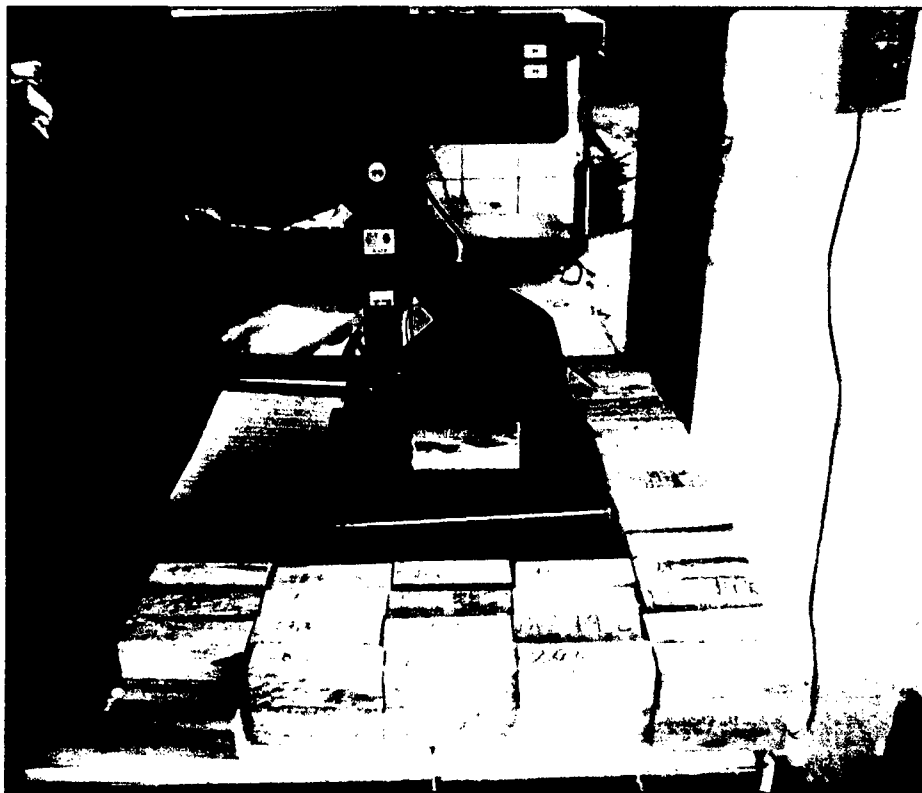


Foto N°19 Muestras extraídas (centro y extremo) de las vigas luego de ser ensayadas a flexión.



Foto N°20 Instantes en que se introduce una muestra en la bureta graduada para calcular el volumen de agua desplazado. Que nos servirá para calcular la Densidad Básica.



Foto N°21 Realizando el proceso de secado artificial en el horno, de las muestras de madera Ojé renaco, para obtener el peso anhidro



Foto N°22 Tomando los valores de peso de las muestras en estado anhidro, luego de ser secado durante 24 horas en el horno.



CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LA MADERA

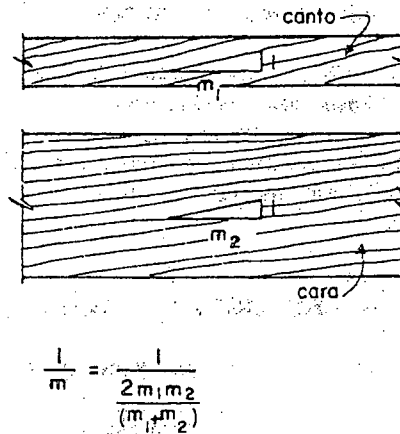
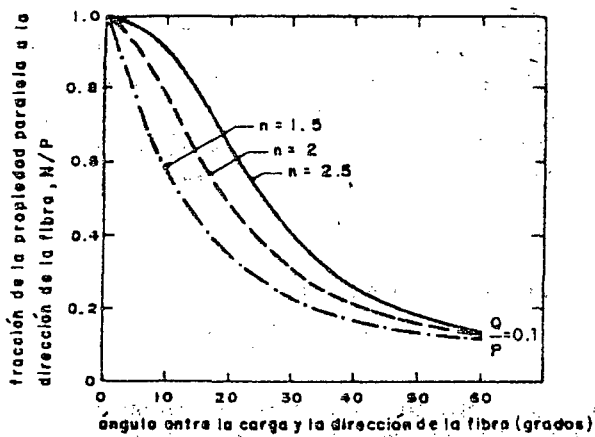


Figura 1.13 Influencia de la inclinación del grano

En la Fig. 1.13 se presentan curvas, para el valor de la propiedad N en función de θ .

Las fallas de compresión son zonas de la madera en que las fibras están interrumpidas. Esto significa que al momento de cargar las piezas no será posible transmitir esfuerzos a través de dichas secciones. Se deben tomar precauciones especiales para evitar clasificar piezas que incluyan este defecto ya que la resistencia en esas zonas es nula.

Las perforaciones son discontinuidades que aparecen en las piezas de madera que han sido atacadas antes de su aserrado por lo general. La magnitud y número de las mismas está limitada por la regla de clasificación (Cap. 3).

La médula excéntrica es consecuencia del crecimiento de árboles en condiciones adversas, tales como, la excesiva pendiente del terreno, la presencia de vientos dominantes en un solo sentido, luz intensa en un solo lado, etc. La médula excéntrica permite que se formen anillos angostos en un lado y anillos anchos en el lado opuesto del tronco, esto produce tensiones internas y una configuración oval de la sección transversal. Las tensiones así "almacenadas" se hacen presentes durante el secado, agrietando y deformando las trozas. Una buena técnica en el aserrado elimina en parte las tensiones y puede mejorar la calidad de la madera (Secc. 2.1).

1.6.2 Influencia del Contenido de Humedad

En la Fig. 1.14 se presenta una curva típica, que representa la variación de la resistencia con el contenido de humedad para probetas pequeñas libres de defectos. En ella se puede observar cómo la madera pierde resistencia cuando aumenta el contenido de humedad, se puede observar también, que la resistencia permanece constante cuando el contenido de humedad varía por encima del PSF. (Ver Secc. 1.3.1).

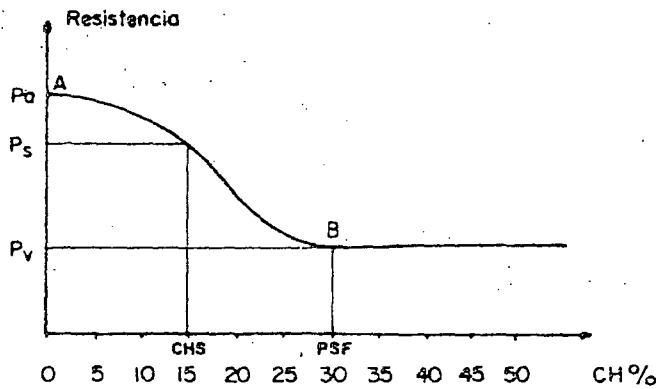


Figura 1.14 Influencia del contenido de humedad

La curva resistencia-CH, se idealiza por una expresión de tipo exponencial, que es la siguiente: (5)

$$P = P_s \left(\frac{P_s}{P_v} \right)^{-k} \quad (1.9)$$

$$k = \frac{CH - CHS}{PSF - CHS} \quad (1.10)$$

- en donde:
- P = valor de la propiedad a un CH dado
 - P_s = valor de la propiedad a un CHS
 - P_v = valor de la propiedad en estado verde
 - CH = contenido de humedad
 - CHS = contenido de humedad en estado seco
 - PSF = punto de saturación de las fibras

El valor de CHS, es generalmente el 12 por ciento considerado como el valor que define la madera seca al aire y el PSF se puede considerar igual al 30 por ciento. Por ejemplo: el valor de una propiedad a un CH del 12 por ciento es igual a 130 unidades, el valor de la propiedad en estado verde es 78 unidades, si el PSF de la especie es 27 por ciento, se desea conocer el valor de la propiedad a un CH del 15 por ciento.

De la Ec (1.10) se tiene que k es igual a $(15 - 12) / (27 - 12) = 0.2$, reemplazando en la expresión (1.9) se tiene:

$$P = 130 \left(\frac{130}{78} \right)^{-0.2} = 117 \text{ unidades}$$

Algunos autores, prefieren realizar una interpolación lineal entre dos valores extremos como A y B en la Fig. 1.14. Para maderas de la Subregión se han encontrado los valores indicados en la Tabla 1.7 (3).

c) Propuesta de conservación-restauración:

- Plano de ubicación. Planos de plantas, cortes y elevaciones indicando las intervenciones a efectuar, las soluciones estructurales a adoptar, y los acabados que se proponen.
- Plano de techos. Detalles constructivos y ornamentales de los elementos a intervenir, consignando las especificaciones técnicas necesarias (materiales, acabados, dimensiones)
- Planos de perfil urbano incluyendo la propuesta (escala 1/200)
- Planos de instalaciones sanitarias y eléctricas.
- Memoria descriptiva en la que se justifiquen los criterios adoptados en las intervenciones planteadas, el uso propuesto y las relaciones funcionales, así como las especificaciones técnicas necesarias.

Artículo 31.- Los proyectos de edificaciones nuevas en zonas monumentales, deberán tener, además de los requisitos establecidos en la Norma GE 020 del presente Reglamento, lo siguiente:

- a) Fotografías de los inmuebles colindantes;
- b) Fotografías de la calle donde se va a edificar; y
- c) Plano del perfil urbano de ambos frentes de la calle donde se ubica el predio, incluyendo la propuesta.

Artículo 32.- Los propietarios, inquilinos u ocupantes de los Monumentos y de los inmuebles en Ambiente Urbano Monumental o Zona Monumental, sean personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, son sus custodios y están en la obligación de velar por la integridad y conservación de su estructura, motivos arquitectónicos, ornamentación y demás elementos que forman parte del monumento.

Artículo 33.- No se permitirá dentro de las zonas monumentales la subdivisión ni la independización de la unidad inmobiliaria cuando su concepción original haya sido unitaria. En los casos en que la unidad inmobiliaria haya sido concebida en varias partes orgánicas y autosuficientes, estas pueden ser independizadas pero el inmueble no puede ser subdividido debiendo conservar sus características prediales originales.

En ningún caso los inmuebles declarados Monumentos deben ser subdivididos.

La independización de una unidad inmobiliaria considerada de valor monumental, solo puede realizarse, cuando la parte a independizarse no contenga valores monumentales, no sea necesaria para el servicio o puesta en valor del monumento, no establezca servidumbres, no cause daño o detrimento alguno a los valores culturales del inmueble y no forma parte de su concepción unitaria original.

En los casos de que las unidades inmobiliarias hayan sido objeto de subdivisiones del predio original, se promoverá su acumulación y la conformación de organizaciones asociativas con personería jurídica, que representen a los propietarios a través de condominios de propiedad.

En los monumentos declarados, la acumulación procederá cuando las unidades inmobiliarias originales hayan sido objeto de subdivisiones y en el caso de que el predio por acumular sea necesario para el servicio y puesta en valor monumental existente.

Artículo 34.- El uso que se de a los monumentos deberá ser decoroso y compatible con el respeto que merecen las obras por su categoría de Monumentos, asegurándose la conservación en toda sus partes, estructura, forme, motivos ornamentales y demás elementos tales como mobiliario y otros que forman parte integrante de su arquitectura.

Sea cual fuere el uso que se le de a un Monumento, no se permitirán transformaciones que vayan en menoscabo de su arquitectura y que adulteren su fisonomía original para los fines de su utilización.

Las Municipalidades no otorgarán licencia de apertura de establecimientos de ningún tipo a aquellos considerados monumentales sin la autorización del Instituto Nacional de Cultura.

Artículo 35.- Cuando el Instituto Nacional de Cultura no realice las obras directamente, es su función la supervisión de la ejecución de las mismas.

En el caso de estas obras de restauración y en aquellas de refracción, modificación y/o ampliación, la supervisión garantizara el estricto cumplimiento de lo contenido

en los planos, especificaciones y demás documentos que forman parte de los proyectos de restauración, modificación y/o ampliación aprobados por el Instituto Nacional de Cultura.

Artículo 36.- Los profesionales, contratistas u otros, ejecutores de las obras están obligados a cumplir lo que disponga el Instituto Nacional de Cultura, respecto a dichas obras.

Artículo 37.- Cuando sea imprescindible realizar trabajos de emergencia a fin de evitar pérdida o deterioro de un monumento, la persona o entidad propietaria del Monumento o responsable del mismo, dará cuenta inmediata del Instituto Nacional de Cultura, quien dictara las medidas preventivas correspondientes. Asimismo deberá comunicar de tales hechos a la Municipalidad Provincial o Distrital correspondiente.

Artículo 38.- En casos de desastres, el Instituto Nacional de Cultura, a fin de proteger, conservar y recuperar la identidad propia de los Centros Históricos, Monumentos, Zonas y Ambientes Urbano Monumentales afectados, dictara los lineamientos y orientaciones técnicas que deben ser observados para su restauración, recuperación y/o reconstrucción.

III.2. ESTRUCTURAS

NORMA E.010

MADERA

CAPITULO 1

AGRUPAMIENTO DE MADERAS PARA USO ESTRUCTURAL

ARTICULO 1: NORMAS A CONSULTAR

- ITINTEC 251.001 MADERAS. Terminología.
- ITINTEC 251.011 MADERAS. Método de determinación de la densidad.
- ITINTEC 251.104 MADERA ASERRADA. Madera Aserrada para Uso Estructural. Clasificación Visual y Requisitos.
- ITINTEC 251.107 MADERA ASERRADA. Madera Aserrada para Uso Estructural. Método de Ensayo de Flexión para Vigas a Escala Natural.

ARTICULO 2: OBJETIVOS

Este capítulo establece el agrupamiento de las maderas para uso estructural, en tres clases denominadas A, B y C y fija los requisitos y procedimientos que se deberá seguir para la incorporación de especies a los grupos establecidos.

ARTICULO 3: CAMPO DE APLICACIÓN

1.1. Los valores establecidos en este capítulo son aplicables a madera aserrada que cumple con los requisitos establecidos en la norma ITINTEC 251.104. Maderas coníferas de procedencia extranjera podrán agruparse siempre que cumplan con normas de calidad internacionalmente reconocidas y que resulten en características de resistencia mecánica similares a las de los grupos establecidos en esta Norma.

1.2. Los valores establecidos en este capítulo son aplicables a madera aserrada en condiciones normales. Para condiciones especiales los requisitos serán establecidos en las normas correspondientes.

ARTICULO 4: DEFINICIONES

Para los fines de este capítulo se define:

4.1. Densidad Básica.- Es la relación entre la masa anhidra de una pieza de madera y su volumen verde. Se expresa en g/cm³.

4.2. Esfuerzo Básico.- Es el esfuerzo mínimo obtenido de ensayos de propiedades mecánicas que sirve de base para la determinación del esfuerzo admisible. Este mínimo corresponde a un límite de exclusión del 5% (cinco por ciento).

4.3. Esfuerzos Admisibles.- Son los esfuerzos de diseño del material para cargas de servicio, definidos para los grupos estructurales.

4.4. Madera Estructural o Madera para Estructuras.- Es aquella que cumple con la Norma ITINTEC 251.104, con características mecánicas aptas para resistir cargas.

4.5 Madera Húmeda.- Es aquella cuyo contenido de humedad es superior al del equilibrio higroscópico.

4.6 Madera seca.- Es aquella cuyo contenido de humedad es menor o igual que el correspondiente al equilibrio higroscópico.

4.7 Módulo de Elasticidad Mínimo ($E_{\text{mínimo}}$).- Es el obtenido como el menor valor para las especies del grupo, correspondiente a un límite de exclusión del 5% (cinco por ciento) de los ensayos de flexión.

4.8 Módulo de Elasticidad Promedio (E_{promedio}).- Es el obtenido como el menor de los valores promedio de las especies del grupo. Este valor corresponde al promedio de los resultados de los ensayos de flexión.

ARTICULO 5: AGRUPAMIENTO

5.1. El agrupamiento está basado en los valores de la densidad básica y de la resistencia mecánica.

5.2. Los valores de la densidad básica, módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles para los grupos A, B y C serán los siguientes:

5.2.1. Densidad Básica

Grupo	Densidad Básica g/cm ³
A	≥ 0,71
B	0,56 a 0,70
C	0,40 a 0,55

5.2.2. Módulo de Elasticidad*

Grupo	Módulo de Elasticidad (E) MPa (kg/cm ²)	
	$E_{\text{mínimo}}$	E_{promedio}
A	9 316 (95 000)	12 748 (130 000)
B	7 355 (75 000)	9 806 (100 000)
C	5 394 (55 000)	8 826 (90 000)

Nota: el módulo de elasticidad (E) es aplicable para elementos en flexión, tracción o compresión en la dirección paralela a las fibras.

(*) Estos valores son para madera húmeda, y pueden ser usados para madera seca.

5.2.3. Esfuerzos Admisibles**

Grupo	Esfuerzos Admisibles MPa (kg/cm ²)				
	Flexión f_m	Tracción Paralela f_{\parallel}	Compresión Paralela f_{\parallel}	Compresión Perpendicular f_{\perp}	Corte Paralelo f_v
A	20,6 (210)	14,2 (145)	14,2 (145)	3,9 (40)	1,5 (15)
B	14,7 (150)	10,3 (105)	10,8 (110)	2,7 (28)	1,2 (12)
C	9,8 (100)	7,3 (75)	7,8 (80)	1,5 (15)	0,8 (8)

Nota: Para los esfuerzos admisibles en compresión deberán considerarse adicionalmente los efectos de pandeo

(**) Estos valores son para madera húmeda, y pueden ser usados para madera seca.

5.3. Los módulos de elasticidad y esfuerzos admisibles establecidos en 5.2 solo son aplicables para madera aserrada que cumple con lo establecido en 3.

ARTICULO 6: INCORPORACIÓN DE ESPECIES LOS GRUPOS A, B Y C

6.1. REQUISITOS

6.1.1. El procedimiento a seguir para la incorporación de especies a los grupos A, B y C deberá ser el establecido en el acápite 6.2 de esta Norma.

6.1.2. La incorporación de especies a los grupos establecidos se hará en función de la densidad básica y de la resistencia mecánica obtenida mediante ensayos de

flexión de vigas de madera de tamaño natural, según la norma ITINTEC 251.107. se deberá ensayar un mínimo de 30 vigas provenientes por lo menos de 5 árboles por especie.

6.1.3. La identificación de la especie y los ensayos estructurales deberán ser efectuados por laboratorios debidamente reconocidos, los que emitirán y garantizarán los resultados correspondientes, de conformidad con los requisitos exigidos por el Instituto Nacional de Investigación y Normalización - ININVI.

6.2. PROCEDIMIENTO

6.2.2. Se identifican las especies en forma botánica y se efectúa la descripción anatómica de las muestras de madera.

6.2.3. Se determina la densidad básica promedio de la especie (ITINTEC 251.011) y se la compara con los valores establecidos en 5.2.1, obteniéndose así un agrupamiento provisional.

6.2.4. Se determinan los valores de la rigidez (Módulo de Elasticidad) y de la resistencia (Esfuerzo Admisible por flexión), a partir de vigas a escala natural que cumplan con los requisitos de la norma ITINTEC 251.104, ensayadas de acuerdo a la norma ITINTEC 251.107.

6.2.5. Se comparan los módulos de elasticidad y los esfuerzos admisibles en flexión obtenidos según la norma ITINTEC 251.107 con los valores establecidos en 5.2.2 y 5.2.3.

6.2.6. Si los valores obtenidos son superiores a los valores del grupo provisional obtenido por la densidad, se clasifica a la especie en dicho grupo, si los valores alcanzan los de un grupo más resistente se la clasifica en el grupo superior. En caso contrario, si los valores no alcanzan a los del grupo provisional se la clasifica en el grupo inferior.

6.2.7. Agrupada la especie, podrán adoptarse para el diseño todos los esfuerzos admisibles indicados en 5.2.3.

ARTICULO 7: REGISTRO DE GRUPOS DE ESPECIES DE MADERA PARA USO ESTRUCTURAL

7.1. SENCICO mantendrá un Registro actualizado de los grupos de especies de madera aserrada para uso estructural.

7.2. La incorporación de especies que cumplan con lo establecido en este capítulo al Registro señalado en 7.1. será autorizada por el SENCICO.

ANEXO 1: COMENTARIOS A LA NORMA

ARTICULO 8: PROLOGO

El capítulo "Agrupamiento de Maderas para Uso Estructural", ha sido escrita en forma directa y concisa en virtud de su carácter reglamentario y no presenta detalles ni sugerencias para cumplimiento de sus exigencias. Consecuentemente los criterios y consideraciones en que se ha basado el Comité Especializado para su elaboración no son expuestos; por esta razón dicho Comité ha creído conveniente presentar estos Comentarios que aclaran dichos criterios y que en otros casos los complementan facilitando su aplicación.

La numeración de cada capítulo y sección de los Comentarios tiene correspondencia con los del primer capítulo.

ARTICULO 9: OBJETIVO

9.1. Se trata de establecer la normalización que permita la incorporación de las especies maderables de los bosques peruanos al mercado de madera aserrada para uso estructural, ofreciendo al usuario un mayor número de especies utilizables. Los bosques del País son en su mayoría bosques tropicales con un gran número de especies, siendo el volumen de madera por especie no tan abundante, de manera que una utilización racional se logra al agrupar las especies en función de sus características. Se espera así, promocionar nuevas especies con características similares o mejores a las actualmente comercializadas, lo que evitaría la extracción selectiva y la posible extinción de las más conocidas.

ARTICULO 10: CAMPO DE APLICACIÓN

10.1. La norma de clasificación visual ITINTEC 251.104, esta orientada a maderas latifoliadas y a las coníferas nativas.

10.2. Pueden existir condiciones extremas o internas que de alguna manera alteren las propiedades de la madera como temperatura, humedad; ambientes corrosivos y otras, que requieran especificaciones especiales o modificaciones de los valores de diseño; éstas serán establecidas por las normas de diseño aplicables en cada caso.

ARTICULO 11: AGRUPAMIENTO

11.1. El agrupamiento obedece solamente a un ordenamiento a base de la resistencia y no implica ventaja relativa de un grupo con respecto al otro, un grupo no es superior o inferior a otro sino de características deferentes.

11.2. En algunos casos las especies agrupadas podrían no corresponder estrictamente a estos límites. En un futuro podrá definirse un grupo de especies con densidades básicas por debajo de 0,4 g/cm³.

11.3. Los módulos de elasticidad mínimos y promedio fueron obtenidos en base a ensayos de flexión en probetas pequeñas libres de defectos, realizados en 104 especies del Grupo Andino, incluyendo 20 especies peruanas (Ref. 8.1, 8.2).

Adicionalmente se realizaron ensayos de vigas a escala natural de algunas de las especies estudiadas (Ref. 8.3, 8.4). Estos módulos pueden ser utilizados conservadoramente en tracción o compresión en la dirección paralela a las fibras.

11.4. Para el diseño estructural de elementos de madera, los valores establecidos en 5.2.2 y 5.2.3 no deben ser excedidos a menos que se demuestre de conformidad con establecido mediante ensayos de elementos de tamaño natural, realizados según las normas ITINTEC pertinentes, que se puedan usar valores superiores. Estos valores se usarán en conjunción con las limitaciones resultantes de consideraciones de estabilidad y posibles reducciones o modificaciones propias de la buena práctica de la ingeniería.

Los esfuerzos admisibles y los módulos de elasticidad fueron obtenidos en madera húmeda y pueden ser usados para madera seca, basándose en la hipótesis que la madera seca tiene igual o mayor resistencia que la húmeda. Por otro lado existen evidencias de que en la condición seca se observa por lo general un comportamiento más frágil (Ref. 8.4).

Los esfuerzos admisibles están basados en resultados de ensayos con probetas pequeñas libres de defectos de 104 especies del Grupo Andino, incluyendo 20 del Perú (Ref. 8.1, 8.2). Estos ensayos se realizaron según las normas ITINTEC (Ref. 8.5, 8.6, 8.7 y 8.8). Adicionalmente, se efectuaron ensayos a escala natural (Ref. 8.3, 8.4).

Para los esfuerzos de tracción no se aplico esta metodología, habiéndose considerado los esfuerzos admisibles como 70% de los correspondientes a flexión.

A diferencia del diseño en concreto armado y en acero donde se usan métodos de resistencia última, las estructuras de madera en la práctica mundialmente establecida se diseñan por métodos de esfuerzos admisibles, reduciendo la resistencia en vez incrementar las cargas.

Los esfuerzos admisibles se han determinado aplicando la siguiente expresión (Ref. 8.3, 8.9):

$$Esfuerzo\ admisible = \frac{F.C. \times F.T.}{F.S \times F.D.C} \times Esfuerzo\ Básico$$

donde:

FC = Coeficiente de reducción por calidad (defectos). Es la relación entre el esfuerzo resistido por elementos a escala natural, vigas por ejemplo, y el correspondiente esfuerzo para probetas pequeñas libres de defectos. En una medida de la influencia de los defectos en la resistencia y rigidez de las piezas (Ref. 8.3).

FT = Coeficiente de reducción por tamaño. Representa la reducción en los esfuerzos resistidos por una pieza en función de su altura.

$$F.T. = (50/h)^{1/9} \quad (h \text{ en mm})$$

Esta expresión ha sido tomada de la Ref. 8.10 y está basada en información experimental.

Para la determinación del F.T. se usó h = 290 mm. Para piezas de peralte mayor de 290 mm deberá tomarse el factor de reducción correspondiente.

F.S. = Coeficiente de seguridad.

F.D.C. = Coeficiente de duración de carga. Basada en la reducción observada en ensayos de vigas a escala natural (Ref. 8.11).

Coefficientes considerados para la determinación de los esfuerzos admisibles.

	FLEXIÓN	COMPRESIÓN PARALELA	CORTE PARALELO	COMPRESIÓN PERPENDICULAR
FC	0,80	*	*	*
FT	0,90	*	*	*
F.S	2,00	1,60	4,00**	1,60
FDC	1,15	1,25	*	*

(*) Incluido en F.S.

(**) Incluye un coeficiente por concentración de esfuerzos = 2,00 debido a la posible presencia de rajaduras por secado en los extremos de la piezas.

A medida que se incorporen más especies a los grupos A, B y C, los valores de las tablas 5.2.2 y 5.2.3 podrán ser reajustados.

ARTICULO 12: INCORPORACIÓN DE ESPECIES A LOS GRUPOS A, B Y C

12.1. Las propiedades mecánicas determinadas mediante ensayos de en probetas pequeñas libres de defectos no son suficientes para definir valores de diseño aplicables a elementos estructurales de tamaño natural, que incluyen defectos que alteran su rigidez y resistencia; por esta razón es necesario realizar ensayos de vigas.

12.2. Las propiedades mecánicas determinadas mediante ensayos de laboratorio en probetas pequeñas libres de defectos no son suficientes para definir valores de diseño aplicables a elementos estructurales de tamaño natural, que incluyen defectos que alteran su rigidez y resistencia; por esta razón es necesario realizar ensayos de vigas.

Para que los resultados sena confiables se requiere que las muestras sean representativas de las características de la especie. Considerando un coeficiente de variación de 0,22, se deben ensayar 30 vigas por especie, provenientes de 10 árboles y tres repeticiones por árbol para conseguir un intervalo de confianza del valor medio de ±10% con una seguridad estadística del 95% (Ref. 8.12, 8.13).

En vista de las dificultades para la colección de las muestras directamente del bosque por las condiciones de distribución, climáticas, transporte y otras, se ha considerado que provisionalmente se puede aceptar para estos propósitos un mínimos de 5 árboles.

ARTICULO 13: REFERENCIAS

13.1. PADT-REFORT/JUNAC, 1980. Tablas de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera de 20 especies del Perú. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima. Perú.

13.2. PADT-REFORT/JUNAC, 1980, revisado 1987. Estudio de las Propiedades Físicas y Mecánicas de 104 Maderas de los Bosques Tropicales del Grupo Andino. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima. Perú.

13.3. PIQUE J., TEJADA, M., 1982, Working Stresses for Tropical Hardwoods of the Andean Group Countries. PADT. RFT/dt 5. Junta del Acuerdo de Cartagena.

13.4. SCALETTI H., 1983. influencia de Defectos en la Rigidez y Resistencia de Vigas de 5 especies de la Subregión Andina. PADT-REFORT. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima. Perú.

13.5. ITINTEC 251.013-80 MADERAS. Método de Determinación del Cizallamiento Paralelo al Grano.

13.6. ITINTEC 251.014-80 MADERAS. Método de Determinación de la Compresión Axial o Paralela al Grano.

13.7. ITINTEC 251.016-80 MADERAS. Método de Determinación de la Compresión Perpendicular al Grano.

13.8. ITINTEC 251.017-80 MADERAS. Método de Ensayo de Flexión Estática.

13.9. PADT-REFORT/JUNAC, 1984. Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino. 3a. Edición preliminar. Junta del Acuerdo de Cartagena. Lima. Perú.

13.10 BOHANNAN, B., 1966. Effect of Size on Bending Strength of Wood Members. USDA Forest Service. Research Paper FPL 56. Forest Products Laboratory, Madison. Wisconsin. E.E.U.U.

13.11 ADSEN, B., 1972. Duration of Load Tests for Wet Lumber in Bending. Report N°4 Structural Research Series. Department of Civil Engineering. University of British Columbia, Vancouver, B.C., Canada.

13.12 NOACK, D., 1970. Evaluación de Propiedades de Maderas Tropicales. Trabajo presentado en la 1a Reunión del Grupo de Trabajo "IUFRO". Hamburgo. Traducción: OVERBEEK, A.

13.13 SCALETTI H., 1979. Consideraciones para Determinar el Número de Repeticiones por Árbol y por Especie para Ensayos de Vigas a Escala Natural. Documento Interno de Trabajo. PADT-REFORT/JUNAC. Lima. Perú.

CAPITULO 2

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON MADERA

ARTICULO 1: REQUISITOS GENERALES

1.1. ALCANCES

1.1.1. Esta Norma establece los requisitos mínimos para los materiales, análisis, diseño, construcción y mantenimiento de edificaciones de madera de carácter permanente.

1.1.2. La Norma se aplica tanto a edificaciones cuya estructura sea íntegramente de madera como a las construcciones mixtas, cuyos componentes de madera se combinen con otros materiales.

1.1.3. Excepcionalmente podrá utilizarse materiales, métodos de diseño o criterios constructivos no contemplados en esta Norma, bajo la responsabilidad del proyectista o constructor.

1.2. PROYECTO, EJECUCIÓN E INSPECCIÓN DE LA OBRA

1.2.1. Requisitos Generales.

1.2.1.1. Todas las etapas del proyecto, construcción e inspección de la obra deberán ser realizadas por personal profesional y técnico calificado en cada una de las especialidades correspondientes.

1.2.2. Proyecto.

1.2.2.1. La concepción estructural deberá hacerse de acuerdo a los criterios indicados en la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.

1.2.2.2. La determinación de las cargas actuantes se hará de acuerdo a la Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas y la Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente.

1.2.2.3. El proyectista puede elegir los procedimientos de análisis. El diseño de la estructura deberá cumplir con los requerimientos de esta Norma

1.2.2.4. Los planos del proyecto estructural deberán contener información completa de la ubicación, nomenclatura y dimensiones de los componentes, elementos y detalles. Los planos contendrán información para la fabricación de cada una de sus partes, así como vistas, ampliaciones y detalles necesarios.

1.2.2.5. Los planos indicarán también la calidad de los materiales, grupo estructural al que pertenece la madera, materiales de los elementos de unión, la capacidad portante del terreno y la sobrecarga de diseño.

1.2.3. Ejecución

1.2.3.1. El constructor ejecutará los trabajos requeridos en la obra de acuerdo a lo indicado en la presente Norma, los planos y las especificaciones técnicas.

1.2.4. Inspección

1.2.4.1. El inspector es seleccionado por el propietario y lo representa ante el constructor.

1.2.4.2. El inspector tiene el derecho y la obligación de hacer cumplir la presente Norma, los planos y las especificaciones técnicas.

1.2.4.3. El constructor proporcionará al inspector todas las facilidades que requiera en la obra para el cumplimiento de sus obligaciones.

1.2.4.4. El inspector podrá ordenar, en cualquier etapa de la ejecución del proyecto, ensayos de certificación de la calidad de los materiales empleados. El muestreo y ensayo de los materiales se realizará de acuerdo a las Normas Técnicas Peruanas correspondientes.

ARTICULO 2: LA MADERA

2.1: CONSIDERACIONES

2.1.1. Los proyectistas deberán tomar en cuenta los aspectos propios que presentan la madera como material natural ligno celuloso.

2.1.2. La madera aserrada deberá estar seca a un contenido de humedad en equilibrio con el ambiente donde va ser instalada y en ningún caso se excederá de un contenido de humedad del 22% (Norma ITINTEC 251.104).

2.1.3. En cualquier proceso de secado de la madera empleado, se evitará la aparición de defectos, para que no altere las propiedades mecánicas.

2.1.4. Las maderas estructurales de densidad alta y muy alta pueden ser trabajadas en estado verde para facilitar su clavado y labrado.

2.1.5. La madera si no es naturalmente durable o si siendo durable posee parte de albura, debe ser tratada con preservante aplicado con métodos adecuado, que garanticen su efectividad y permanencia (Norma ITINTEC 25.019 y 251.020).

2.2. MADERA ASERRADA DE USO ESTRUCTURAL

2.2.1. Se denomina así a la madera escuadrada cuya función es básicamente resistente.

2.2.2. Debe pertenecer a algún de los grupos definidos para madera estructural según la Norma Técnica de Edificación E.101 Agrupamiento de Madera para Uso Estructural. Podrá utilizarse otras especies siguiendo lo especificado en esta Norma.

2.2.3. Toda pieza de madera cuya función es resistente deberá ser de calidad estructural según la Norma ITINTEC 251.104.

2.2.4. La pieza deberá ser habilitada con las dimensiones requeridas según la Norma ITINTEC 251.103.

2.3. MADERA ROLLIZA DE USO ESTRUCTURAL

2.3.1. Se denomina madera rolliza a la madera utilizada en forma cilíndrica con o sin corteza.

2.3.2. La madera deberá corresponder a alguno de los grupos especificados en la Norma Técnica de Edificación E.101 Agrupamiento de Madera para Uso Estructural.

2.3.3. Para los elementos de madera rolliza podrán utilizarse los procedimientos de diseño y los esfuerzos admisibles indicados en la presente Norma. El diámetro considerado en el diseño, corresponderá al diámetro mínimo de los elementos en obra.

2.3.4. La Norma ITINTEC 251.104, podrá utilizarse como guía preliminar para la clasificación del material.

2.4. MADERA LAMINADA ENCOLADA

2.4.1. Se define como madera laminada al material estructural obtenido de la unión de tablas entre sí mediante el uso de adhesivos, con el grano esencialmente paralelo al eje del elemento y que funciona como una sola unidad.

2.4.2. Las tablas serán de la misma especie y de espesor uniforme, debiendo cumplir con la regla de clasificaciones de la Norma ITINTEC 251.104. El contenido de humedad promedio deberá ser entre 8 a 12%, no debiendo las tablas tener diferencias en su contenido de humedad mayores que el 5%.

2.4.3. Las colas a utilizar para la fabricación de elementos estructurales de madera deben ser lo suficiente