



ANEXO I

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

Asignatura:	Xilotecnología
Espacio Curricular:	Tecnologías Básicas
Carácter:	Obligatorio
Duración:	Trimestral
Carga Horaria Semanal:	5 hs.
Total:	60 hs.
Código:	838
Año de pertenencia:	Tercero
Mes de inicio:	Agosto



PROGRAMA DE XILOTECNOLOGIA

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
UNLP

1 - FUNDAMENTACIÓN

El curso de Xilotecnología está ubicada en el segundo cuatrimestre de tercer año de la carrera de Ingeniería Forestal y forma parte del eje tecnológico-industrial de la carrera de Ingeniería Forestal junto a los cursos de Aprovechamiento Forestal, Industrias de Transformación Mecánica e Industria de Transformación Química, constituyendo para el Ingeniero Forestal la base de formación sobre la madera y sus potencialidades.

Los conocimientos adquiridos por el estudiante aplicados directamente en esta asignatura se analizan principalmente en los cursos de Matemáticas, Física, Análisis Químico, Dendrología y Fisiología Vegetal; aportando los otros cursos de los primeros años de la Carrera informaciones puntuales.

En la primera parte del curso se analizan aspectos básicos de la madera como material y como materia prima de las Industrias de Transformación.

En la segunda parte del curso se analizan los temas relacionados a las características intrínsecas de la madera para su uso como tal y el espectro de mejoras tecnológicas posibles de aplicar a ella para mejorar su performance en la fabricación de variados productos.

En la primera unidad se trata de traer los conceptos principales de Dendrología, en lo referente a la estructura anatómica de la madera y Análisis Químico, en lo referente al estudio de la composición química de la madera, para, a partir de estos conceptos ya estudiados, entender el comportamiento del material.

Luego se comienzan a estudiar las propiedades físicas, analizando en profundidad las temáticas de contenido de humedad, cambios dimensionales y la densidad, haciendo un recorrido rápido en las características de conductibilidad de la madera.

Se finaliza la primer parte del curso con el estudio de las propiedades de resistencia mecánica de la madera, analizando en profundidad los principales ensayos que caracterizan a la madera para su uso estructural.

En la segunda parte de curso, y con los conocimiento básicos asimilados, se comienza el estudio de la tipificación de maderas, las formas de hacerlo y el estado actual de tema en el medio local y en el exterior.

Posteriormente se analiza profundamente la temática relacionada al secado y al tratamiento térmico de la madera, relacionado directamente con el uso del material

Se analizan los temas relacionados a la durabilidad de la madera, los factores biológicos y no biológicos que influyen en ella y las formas de determinar la durabilidad. Para finalmente abordar la temática de impregnación de las maderas de baja durabilidad natural con sustancias preservantes para aumentar su vida útil.



En la última unidad se pretende relacionar los usos más frecuentes de las maderas comerciales con los conceptos más importantes analizados a lo largo del curso en la unidad de Xilotecnología y Usos de la Madera.

2 – PROPOSITOS Y OBJETIVOS DEL CURSO

2.1. Propósitos

1. Contribuir para que el Ingeniero Forestal sea un promotor del desarrollo, entendido éste como un concepto amplio cuyo protagonista sea el hombre considerado como un ser individual y social.
2. Formar al estudiante, dentro de los lineamientos del perfil establecido por la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales en el Plan 8 de Estudio de la Carrera de Ingeniería Forestal, en lo concerniente a la comprensión de los fenómenos relacionados con el estudio, innovación y transferencia de tecnología vinculada con la madera como material y su aptitud para distintos usos.

2.2. Objetivos

1. Que los alumnos comprendan las características intrínsecas del material madera en comparación con otros materiales de uso en la construcción
2. Conozcan las particularidades de la madera como materia prima de las industrias de transformación mecánica y química.
3. Comprendan los fenómenos relacionados a las mejoras tecnológicas del material madera mediante la aplicación de técnicas de secado, preservación y otras.

3. DESARROLLO PROGRAMÁTICO

3.1. Unidades

Primera Parte. Introducción. Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera.

UNIDAD 1. Introducción. La madera como material. Usos y calidad.

UNIDAD 2. Propiedades físicas y mecánicas. Clasificación e importancia. Variabilidad.

UNIDAD 3. La humedad en la madera.

UNIDAD 4. Los cambios dimensionales en la madera.

UNIDAD 5. Densidades de la madera.

UNIDAD 6. Propiedades y ensayos mecánicos en madera.

Segunda Parte. Tipificación de la Madera.

UNIDAD 7. Tipificación de maderas.

UNIDAD 8. Anomalías en madera aserrada.

UNIDAD 9. Anomalías en madera redonda.

Tercera Parte. Secado y Tratamiento Térmico de la Madera.

UNIDAD 10. Importancia y bases teóricas del secado de la madera.

UNIDAD 11. Secado natural, al aire libre o estacionamiento de la madera.

UNIDAD 12. Secado técnico en hornos. Procesos especiales de secado.

UNIDAD 13. Tratamiento térmico de la madera. Tratamientos especiales.



Cuarta Parte. Durabilidad y Preservación de la Madera.

UNIDAD 14. Durabilidad natural, adquirida y degradación de la madera.

UNIDAD 15. Productos preservantes, erradicantes, ignífugos y endurecedores.

UNIDAD 16. Métodos y equipos para la impregnación de madera.

UNIDAD 17. Control de calidad en plantas de preservación industriales.

Quinta Parte. Xilotecnología y usos de la madera.

UNIDAD 18. Aptitud de la madera para diferentes usos según sus características xilotecnológicas.

3.2. Objetivos de las Unidades

UNIDAD 1

Conocer los principales aspectos que distinguen a la madera como materia prima frente a otros materiales y la concepción actual e histórica respecto de su empleo. Revisar conceptos referidos a los componentes químicos de la pared celular y a la estructura macro y microscópica de la madera, su origen y organización para poder analizarla en relación a sus propiedades tecnológicas. Resaltar los conceptos de calidad y usos.

UNIDAD 2.

Clasificar las propiedades físicas y mecánicas de las maderas, analizando la importancia que reviste cada una de ellas para la caracterización del material en relación a sus usos y aplicaciones. Analizar la variabilidad de las distintas propiedades dentro del árbol y entre individuos.

UNIDAD 3

Estudiar los distintos tipos de agua presentes en la madera, su importancia, las formas de medición del contenido de humedad, su relación con las condiciones del ambiente que la rodea y su influencia sobre otras características físicas y mecánicas de la madera en relación a su uso y aplicación.

UNIDAD 4

Estudiar los fenómenos de contracción e hinchamiento que se producen en la madera debido a los cambios en su contenido de humedad. Establecer formas de cuantificarlos y predecir sus efectos.

UNIDAD 5

Conocer los distintos conceptos de densidad real y aparente de la madera como un cuerpo poroso, conocer las formas de medición según normas y la importancia de su conocimiento en el uso y manipuleo de la madera.

UNIDAD 6.

Conocer las principales propiedades mecánicas de la madera, su determinación según normas, su cuantificación y el significado de los distintos parámetros en relación al uso de la madera estructural.



UNIDAD 7

Conocer las metodologías de mayor difusión aplicadas en la tipificación de maderas de acuerdo a su uso estructural y no estructural. Estudiar los principales factores a tomar en consideración para poder realizar la clasificación de la madera por calidades en relación a su uso.

UNIDAD 8

Conocer el origen, identificar y medir las principales anomalías que se encuentran en la madera aserrada como consecuencia de ser un material biológico de origen vegetal, condicionado a factores internos y externos a su desarrollo y posterior manipuleo.

UNIDAD 9

Identificar y cuantificar las principales anomalías que se encuentran en la madera rolliza empleada como producto para distintos usos.

UNIDAD 10

Conocer los fundamentos físicos sobre el movimiento del agua dentro de la madera y las condiciones del ambiente para la evaporación del agua desde la superficie de la madera.

UNIDAD 11

Estudiar los fenómenos que rigen el secado natural al aire libre de la madera y analizar las intervenciones posibles para acelerar el proceso sin afectar la calidad de la madera seca.

UNIDAD 12

Conocer los sistemas que forman parte de una cámara para el secado convencional por aire caliente y húmedo. Los fundamentos de las distintas etapas del secado y los controles de las variables de proceso y de la calidad de la madera seca. Analizar otros procesos de secado más allá del convencional por aire caliente húmedo, que se están aplicando.

UNIDAD 13

Conocer el funcionamiento y el equipamiento para la aplicación de los tratamientos a embalajes de madera en los Centros de Aplicación de Tratamientos a Embalajes de Madera (CATEM), Hornos Secaderos Tradicionales (HOSETRAM) y Fábricas de Embalajes de Madera, Maderas de Soporte y/o Acomodación (FEM), en relación a la aplicación local de la Norma Internacional de Medidas Sanitarias (NINF 15) de la FAO. Conocer el fundamento del tratamiento para uniformar el color de la madera.

UNIDAD 14

Estudiar los agentes destructores de la madera de origen biológico y no biológico y la durabilidad de la madera puesta en servicio con y sin tratamiento previo. Entender el concepto de biodegradación de la madera y conocer los métodos de laboratorio y a campo y su cuantificación para determinar la vida útil de la madera puesta en servicio.

UNIDAD 15

Conocer las características que deber reunir un preservante ideal y estudiar los principales productos preservantes, erradicantes, ignífugos, endurecedores existentes en el mercado local y las tendencias a nivel Mundial. Conocer los cuestionamientos ambientales y de salud de la población de los preservantes de mayor difusión actual.



UNIDAD 16

Clasificar y estudiar los métodos de impregnación actuales que se utilizan para preservar la madera con aplicación de presión externa y sin ella. Conocer los distintos equipos que forman parte de una planta de impregnación de maderas.

UNIDAD 17

Estudiar los parámetros que son necesarios para cuantificar el nivel de protección y la calidad de la impregnación. Conocer un manual de procedimientos a aplicar en el tratamiento de maderas en una planta industrial de preservación.

UNIDAD 18

Analizar la aptitud de las maderas comerciales para determinados usos relacionada con sus características anatómicas, químicas, físicas, mecánicas y la aplicación de tecnologías de secado, tratamiento térmico y preservación.

3.3. Desarrollo Analítico

UNIDAD 1. Introducción. La madera como material

La madera como materia prima. Comparación con otros materiales. Heterogeneidad del leño. Anisotropía. Higroscopicidad. Planos y direcciones de estudio. Composición y química de la pared celular. Generalidades sobre la caracterización xilológica de Gimnospermas y Angiospermas en relación a las propiedades tecnológicas.

UNIDAD 2. Propiedades físicas y mecánicas. Clasificación, importancia y variabilidad.

Clasificación de las propiedades de la madera. Propiedades físicas y mecánicas. Metodologías o normas para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas. Fundamento del empleo de los ensayos mecánicos en la determinación de las resistencias de la madera. Muestreo para la determinación de propiedades. Variabilidad de las propiedades generales.

UNIDAD 3. La humedad en la madera

Contenido de humedad. Métodos de determinación. Tipos de agua: libre, higroscópica y de constitución. Punto de saturación de las fibras. Contenido de humedad de equilibrio higroscópico. Gradiente de humedad.

UNIDAD 4. Los cambios dimensionales en la madera

Fenómenos de contracción e hinchamiento. Curva real y curva teórica. Fenómeno de histéresis. Anisotropía en contracción e hinchamiento. Contracción normal: cálculo y parámetros principales. Juego, trabajo o movimiento de la madera. Contracción anormal o colapso. Contracción axial, radial y tangencial. Contracción volumétrica. Contracción normal máxima. Contracción total. Coeficiente de contractibilidad. Relación T/R o coeficiente de anisotropía.

UNIDAD 5. Densidades de la madera

Densidades real y aparente. Densidad aparente. Densidad aparente relativa. Densidad: anhidra, normal, en húmedo, en seco y en el punto de saturación de las fibras. Densidad básica o peso seco volumétrico. Relación entre la densidad aparente, porosidad y penetrabilidad de las maderas.



Métodos de determinación. Clasificación de las maderas según su densidad aparente normal. Relación entre contenido de humedad, densidad aparente y el transporte de la madera. Variación e influencia en la densidad aparente de factores internos y externos. La densidad como indicadora de calidad de madera para un determinado uso final.

UNIDAD 6. *Propiedades y ensayos mecánicos*

Definiciones. Ensayos en probetas libres de defectos. Ensayos estructurales.

Normalización. Descripción de los principales ensayos mecánicos: compresión, tracción, dureza, corte, clivaje, flexión estática y dinámica, arrancamiento de clavos y tornillos. Interpretación de ensayos y fórmulas de cálculo de los parámetros más utilizados.

UNIDAD 7. *Tipificación de maderas*

Tipificación: definición. Tipificación de madera rolliza. Tipificación de madera aserrada por aspecto, por resistencia a rotura, por MOE dinámico, por MOE acústico. Determinación de calidades y normalización. Estructura y análisis de una norma de tipificación de maderas. Normas nacional, del MERCOSUR, de Estados Unidos, de los principales países de Europa. Importancia de la normalización en los mercados local e internacional. Estado actual en la Argentina.

UNIDAD 8. *Anomalías en madera aserrada*

Identificación de las partes de una pieza de madera aserrada. Definición y clasificación de anomalías. Origen de las anomalías. Defectos, deformaciones y alteraciones en madera aserrada. Determinación de presencia, frecuencia de aparición y magnitud de anomalías según norma.

UNIDAD 9. *Anomalías en madera redonda*

Identificación de las partes de una pieza de madera redonda. Defectos, deformaciones y alteraciones en madera redonda. Determinación de presencia, frecuencia de aparición y magnitud de anomalías según norma.

UNIDAD 10. *Importancia y bases teóricas del secado de la madera*

Propiedades del leño y su relación con el secado. Temperatura del aire. Humedad del aire. Circulación del aire. Gradiente de secado. Movimientos del agua en la madera: capilar, diferencias de presión de vapor y contenido de humedad, difusión. Curva de secado. Tensiones de secado dentro de la madera. La acción del aire. La velocidad del secado y los factores que la rigen. Tipos de secado. Contenido de humedad final de la madera.

UNIDAD 11. *Secado natural, al aire libre o estacionamiento de la madera*

Causas de deterioro en el secado natural. Las playas de secado. Preparación de la madera antes del secado. Clasificación de la madera para el secado natural. Apilado de la madera. Ventaja y limitaciones del secado natural. Duración del secado.

UNIDAD 12. *Secado técnico en horno. Procesos especiales de secado*

Secado convencional por aire caliente y húmedo. Diferentes tipos de hornos. Componentes de un secadero convencional. Determinación del tiempo y dimensionamiento de una cámara de secado. Cálculo del calor necesario. Selección y apilado de la madera. Programas de secado y su aplicación. Conducción del secado. Etapas del secado. Controles directo e indirecto de la marcha del secado. Defectos del secado: causas, control y corrección. Secado



a altas temperaturas. Secado por condensación. Secado solar. Métodos químicos. Secamiento en líquidos oleosos calientes. Secado por vacío. Secado con vapores orgánicos. Secado con la aplicación directa de la electricidad.

UNIDAD 13. Tratamiento térmico de la madera

Equipos para la aplicación de los tratamientos a embalajes de madera en los Centros de Aplicación de Tratamientos a Embalajes de Madera (CATEM), Hornos Secaderos Tradicionales (HOSETRAM) y Fábricas de Embalajes de Madera, Maderas de Soporte y/o Acomodación (FEM), en relación a la aplicación local de la Norma Internacional de Medidas Sanitarias (NINF 15) de la FAO. Curvas de temperatura. Isotermas de la madera. Sistemas de calentamiento, formas de hacer eficiente el proceso. Combustibles líquidos, sólidos y gaseosos. Funciones del Responsable técnico de CATEN, HOSETRAM, FEM según normativa del SENASA. Cámara de desaviado. Proceso de lixiviado o desaviado. Duración. Consumo de vapor. Precauciones.

UNIDAD 14. Durabilidad natural, adquirida y degradación de la madera

Agentes destructores de la madera de origen biológico: hongos, insectos, moluscos, crustáceos y bacterias. Agentes destructores no biológicos: desgaste mecánico, fuego, intemperismo o acción climática, agentes químicos. Concepto de durabilidad natural de la madera y ejemplos de maderas nativas y cultivadas. Concepto de durabilidad adquirida. Concepto de biodegradación de la madera. Métodos de laboratorio para determinar la durabilidad en maderas: descripción, instalación del ensayo y evaluación de la pérdida de peso según distintas metodologías. Clasificación de las maderas según el porcentaje de pérdida de peso. Métodos a campo para determinar la durabilidad de la madera: descripción, instalación y evaluación del deterioro. Ventajas y desventajas de cada método.

UNIDAD 15. Productos preservantes, erradicantes, ignífugos y endurecedores

Conceptos de sustancias preservantes, erradicantes, ignífugas y endurecedoras. Requisitos de un preservante ideal. Clasificación de preservantes para maderas: creosotas, productos orgánicos e inorgánicos. Cuestionamientos ambientales y de la salud de la población de los preservantes de mayor difusión. Nuevos preservantes de uso en los países desarrollados. Criterios para la clasificación de las maderas según su tratabilidad. Panorama actual de la preservación en la Argentina.

UNIDAD 16. Métodos y equipos para la preservación de maderas

Acondicionamiento de la madera para su preservación. Métodos de tratamiento sin presión. Tratamiento con presión. Tratamientos profilácticos para madera rolliza y recién aserrada. Preservación de la madera instalada. Acabados superficiales de protección: barnices, lacas y lasures. Autoclave. Tanques: de almacenamiento, de mezcla, de trabajo y/o medición. Bombas: de presión, de vacío y de circulación. Instrumental de medición: manómetro, vacuómetro, termómetro. Elementos auxiliares: radiadores, vías, vagonetas, sunchos, sistemas de recuperación del preservante, tinglados y/o galpones, playas de secado de madera verde y de almacenamiento de la madera impregnada.



UNIDAD 17. *Control de calidad en plantas de preservación industriales.*

Parámetros para determinar la efectividad del proceso. Penetración: formas y tipos, reactivos y determinación en fábrica. Absorción: bruta, neta, determinación por peso y por volumen. Retención: retención en función de la concentración del preservante y retención efectiva. Factor de conversión. Factor óxido. Control de calidad de la materia prima y del proceso. Certificados de calidad.

UNIDAD 18. Xilotecnología y usos de la madera

Propiedades y usos de la madera como material de la construcción. Propiedades de las maderas destinadas a distintos tipos de envases. Propiedades de las maderas con relación a su uso en tableros. Propiedades de las maderas destinadas a producción de pasta celulósica y papel, aptitud papelería de las principales especies implantadas. Propiedades de las maderas en relación con otros usos: pisos de madera, vigas laminadas, mueblería y productos menores.

3.4. Bibliografía

Primera Parte. Introducción. Propiedades físicas y mecánicas de la Madera.

- *Andía, I & G.D. Keil 2004. "Propiedades Físicas de la Madera". Cátedra de Tecnología de la Madera, Asentamiento Universitario San Martín de los Andes, Universidad Nacional del Comahue. Material diadático N° 01/04. 19 pag.
- Area, M. C. 1995. Materiales fibrosos: estructura y propiedades físicas. Programa de Investigaciones en celulosa y papel. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Misiones. Sin editar, 98 pp.
- Coronel E. O. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 1 Parte. Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Publicación ITM-UNSE, 187 pp.
- Coronel E. O. 1995. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 2 Parte. Fundamentos de las propiedades mecánicas de la madera. Publicación ITM-UNSE, 335 pp.
- Instituto Forestal. 1990. Propiedades y usos de especies madereras de corta rotación. Informe técnico N° 122. Santiago de Chile.
- Instituto Forestal. 1990. Manual de cálculo de construcciones en madera. Corporación de fomento a la producción. Aplicaciones. Vol 2. Santiago de Chile.
- Instituto Forestal. 1989. Uniones en la madera estructural, clavos y tirafondos. Corporación de fomento a la producción. Informe técnico N° 120, Santiago de Chile.
- Instituto Forestal. 1973. Contracción, colapso y juego de maderas chilenas. Boletín informativo N° 27. Santiago de Chile.



- Jane, F. W. 1970. The structure of wood. Adam & Charles Blach, London (2 edición).
- Junta del Acuerdo de Cartagena. 1989. Manual del Grupo Andino para el Secado de la Madera. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción.
- Kollman, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. IFIE. Madrid. España.
- Lastra Rivera, J. A. 1982. Relaciones entre el clima, agua y la madera. Vol I N° 3 (15:23). Bogotá, Colombia.
- Maximino, M. 2002. Química de las Materias Primas Fibrosas. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales, UNAM. Sin editar. 35 pp.
- Peraza Oramas, C. 1976. La madera y sus propiedades. AITIM N° 80 (2:16).
- Repetti, R. 1990. Relación entre las características de la madera y las propiedades del papel. Seminario sobre calidad de la madera en la producción forestal. CIEF. Pp 11-30.
- *Spavento E. & G. Keil. 2006. Propiedades Mecánicas de las Maderas. Curso de Xilotecnología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Sin editar. 23 pp.
- Tortorelli, L. 1956. Maderas y bosques argentinos. Ed. Acme, Bs. As. 910 pp, ilustr.
- Tuset, R. & Durán, F. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización (aserrado, secado, preservación, descortezado, partículas). Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay.

Segunda Parte. Tipificación de la Madera.

- Andía I. R. & Keil, G. D. 1996. Tipificación de la madera. Criterios y metodología. Clasificación por aspecto. Industrias Forestales I, Departamento de Tecnología e Industrialización de la Madera, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Sin editar, 51 pp.
- Brown, N. C. & Bethell, J. 1983. La industria maderera. Ed. Limusa. México.
- CITEMA-INTI. 1989. Determinación de grados de calidad en lenga fueguina. Informe de situación. Castelar
- IRAM, 1977. Postes de eucalyptus para líneas aéreas de energía. Medidas y defectos. Norma IRAM 9531.
- IRAM, 1981. Piezas de madera. Criterios de evaluación de defectos. Norma IRAM 9560.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. 1984. Manual de clasificación visual para madera estructural. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción.
- *Spavento E. & G. Keil. 2006. Tipificación de las Maderas. Curso de Xilotecnología. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Sin editar. 25 pp.
- Tuset, R. & Durán, F. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización (aserrado, secado, preservación, descortezado, partículas). Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay.



Tercera Parte. Secado y tratamiento térmico de la madera.

- Atencia, M. E. 2005. Secado de madera. Ed. RITIM, GTZ y ProWood. Buenos Aires, Argentina. 50 pp.
- Bramhall, G. & Wellwood, R. W. 1985. Kiln drying of western Canadian lumber. Fisheries and Environment. Environmental Mangment Service. Canadá.
- Herrero Ponce, R. & Tadashi Warai, L. 1985. Manual de secagem da madeira. IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de Sao Pablo.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. 1989. Manual del Grupo Andino para el Secado de la Madera. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción.
- SENASA. 2006. Curso sobre la implementación de los requerimientos de la Norma NINF N° 15. Para Responsables Técnicos de Centros de Aplicación de Tratamientos a Embalajes de Madera (CATEM). Buenos Aires, Argentina. 115 pp
- Tinto, J. C. 1980. Manual para estacionamiento de maderas misioneras. CFI.
- Tinto, J. C. 1980. Manual para el secado artificial de las maderas misioneras. CFI. Tomos I y II.
- Tuset, R. & Durán, F. 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización (aserrado, secado, preservación, descortezado, partículas). Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. Uruguay.

Cuarta Parte. Durabilidad y Preservación de la Madera.

- *Díaz, B.G.; L. Monelos; P. Peri; G.D. Keil; M. Otaño; M. Carranza, C. Baetti & M. Murace. (1999). Manual de Procedimientos par la preservación e instalación en parcelas permanentes de degradación (Cementerios), de madera de especies nativas y cultivadas en al Provincia de Santa Cruz, Argentina. Publicación Técnica Forestal N° 20. Convenio UNPA-INTA-CAP. Santa Cruz, For/29.
- Hunt, G. M. & Garrat, G. A. 1962. Preservación de la madera. Ed. Salvat. 486 pp.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. 1988. Manual del Grupo Andino para la preservación de la Madera. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción.
- *Keil G. (2005). Control de Calidad en la Industrias de Preservación. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. Sin editar. 10 pp.
- *Monelos L.; B. Díaz, P. Peri; G.D. Keil; M. Otaño; C. Baetti, M. Carranza & M. Murace. (2000). "Preservación y durabilidad de la madera de *Populus nigra* cultivado en la Provincia de Santa Cruz". Informe Final del Proyecto. PTF N° 18, INTA EEA Santa Cruz. Río Gallegos. 80 pp
- *Murace M & G. Keil. 2006. "Deterioro de la Madera". Xilotecnología. Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. 11 pag.



- *Murace M & G. Keil. 2006. "Durabilidad de las Maderas". Xilotecnología. Departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. 9 pag.
- Tinto, J. C. 1980. Manual para tratamientos protectores de los productos forestales. CFI.
- Tinto, J. C. 1989. Normalización en el empleo de la madera en la vivienda. Programa de procedimientos. S.V.O.A. Res. 1137/97. Tomos I y II.

Quinta Parte. Xilotecnología y usos de la madera.

- Castiglioni, L. Q. 1962. Iconografía anatómica de maderas argentinas. Rev. del Instituto Municipal de Botánica, Bs. As.
- Coronel E. O. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 1 Parte. Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Publicación ITM-UNSE, 187 pp.
- Coronel E. O. 1995. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 2 Parte. Fundamentos de las propiedades mecánicas de la madera. Publicación ITM-UNSE, 335 pp.
- Hanono, M. 2001. Construcción en Madera. Publicaciones Gráficas y Editoriales CIMA. 155 pp.
- Instituto Forestal. 1990. Propiedades y usos de especies madereras de corta rotación. Informe técnico N° 122. Santiago de Chile.
- Junta del Acuerdo de Cartagena. 1990. Manual del Grupo Andino de Diseño para Madera. Proyecto subregional de promoción industrial de la madera para construcción.

Nota I: La bibliografía explicitada se encuentra en la Biblioteca y en las oficinas del curso de Xilotecnología, ubicada en el edificio de Bosques de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

Nota II: El material marcado en negrilla se encuentra disponible en el Centro de Estudiantes de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, siendo de lectura obligatoria para los alumnos del curso.

Nota III: El material precedido por un asterisco se encuentra en versión electrónica.

4- METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Las unidades se desarrollarán en dos (2) clases teórico-prácticas semanales con una duración semanal de 5 horas, durante tres meses, lo que totalizan 60 horas.

Se realizará una breve introducción teórica del tema y luego una actividad práctica de resolución de problemas, mediciones específicas de algunas variables en estudio, observación de material macro y microscópico, lectura y discusión de bibliografía.



Al final de cada bloque temático se hará una síntesis del mismo, donde se hará referencia a los puntos más sobresalientes y a la interrelación con los temas vistos.

Para determinados puntos se realizará una actividad individual y/o grupal que tienda a relacionar algunos temas en conjunto.

Finalmente y con el último bloque temático cada grupo tendrá que exponer sus resultados obtenidos a lo largo del curso, cerrando el tema a través de una síntesis realizada por el personal docente.

5. ACTIVIDADES

Se realizarán visitas de estudio con el objetivo de completar aspectos de índole práctica para analizar a escala industrial los procesos de preservación, secado, tratamiento térmico y clasificación de maderas.

Serán organizadas charlas con Profesionales de otros Organismos Públicos y de Empresas Privadas para desarrollar distintos temas de sus especialidades.

Asimismo se mantiene una estrecha relación con Empresas privadas de fabricación e importación de productos impregnantes, de preservación industrial, de secado técnico de maderas y empresas mayoristas y minoristas que abastecen de madera al mercado; estas Empresas aportarán al curso de Xilotecnología a través de visitas de estudio a sus Establecimientos Industriales y de charlas sobre temas específicos de su personal Profesional.

La composición de la carga horaria total en las distintas actividades se especifican en la siguiente tabla:

CARGA HORARIA TOTAL EN RELACION A LA CARGA HORARIA DEL CURSO (60 horas)				
Tipo de actividad ¹	Lugar donde se llevan a cabo			
	Aula	Laboratorio/ gabinete de computación	Campo	Interacción con el medio productivo
Desarrollo teórico de contenidos	16			
Experimentales ²		4		3
Resolución de problemas	10	4		3
Proyectos ³				
Práctica de intervención profesional ⁴	10			10
Sumatoria	36	8		16

1- Completar lo que corresponda, según las características y modalidades de la asignatura.

2- Incluye a las prácticas que se realizan de acuerdo a un diseño experimental.

3- Se refiere al diseño y/o ejecución de proyectos.

4- Contempla el desarrollo de planes de acción orientados a la resolución de problemas vinculados al medio productivo.

6. RECURSOS DIDÁCTICOS

Se contará con material específico para cada trabajo práctico. Muestras macroscópicas de madera de las principales especies comerciales, muestras



microscópicas, colecciones, muestras para determinar anomalías, probetas de ensayo, madera impregnada y madera degradada.

El Departamento cuenta, en el Area Dendrología, con un Laboratorio de Xilología en el cual se realizarán las observaciones microscópicas y macroscópicas. Cuenta además con bibliografía específica y xilotecas macro y microscópicas.

En el Area de Industrias Forestales I se cuenta con un Laboratorio para la determinación de propiedades físicas y durabilidad de las maderas y una importante biblioteca sobre tecnología de la madera. Además se trabaja en relación con otras Unidades Académicas, técnicas y/o científicas como la Facultad de Ingeniería (UNLP), el LEMIT e INTI Maderas para la realización de prácticas y la utilización de los equipos para la determinación de las propiedades mecánicas de las maderas y análisis del control de calidad de distintos procesos tecnológicos.

7. EVALUACIÓN

El seguimiento de los alumnos se realizará en forma permanente y continua en cada teórico-práctico. Se corregirán informes técnicos individuales por clase de las actividades desarrolladas y de cada visita de estudio realizada, con el objetivo de que la devolución con correcciones aporten a la formación continua del alumno.

La aprobación del curso requerirá de la aprobación de dos (2) exámenes parciales escritos y un coloquio final, donde el personal docente evaluará al alumno individualmente en forma oral y/o escrita, con el objetivo de relacionar todos los conceptos desarrollados durante el curso.

El coloquio tendrá por objetivo evaluar la integración y aplicación de conceptos a situaciones reales, diferenciándose del examen final ya que no se evaluarán contenidos, ni cuestiones teóricas.

El mencionado Coloquio tendrá carácter individual y constará del planteo oral por parte de los docentes de una situación que el alumno podrá encontrarse en su futuro trabajo Profesional, y a partir de esa situación empleada como disparador, evaluar la forma que el alumno resuelve el tema aplicando los conocimientos integrados adquiridos durante el curso. Se implementarán clases de consulta y tutorías para los alumnos que requieran alguna instancia anterior al coloquio.

En el Coloquio el alumno tendrá la posibilidad de mejorar la nota promedio obtenida en los dos parciales, así como también, queda abierta la posibilidad al mantenimiento o a la disminución de la nota final con respecto a la obtenida por el promedio de los dos parciales, según el rendimiento del alumno en el Coloquio.

Aquellos alumnos que no promocionen la materia bajo la modalidad sin examen final, serán evaluados en un Examen final (evaluación de contenidos) con las características de aquellas evaluaciones finales tradicionales que actualmente se emplean para alumnos de Plan 6 de la Carrera de Ingeniería Forestal.

8. SISTEMA DE PROMOCIÓN



El sistema de promoción adoptado será "Promoción como alumno regular sin examen final" (Res. C. A. N° 287, art. 2°, inc. a). Donde el alumno deberá alcanzar un 80% de asistencia a las clases teórico prácticas y aprobar cada uno de los dos parciales con un mínimo de 7 en un puntaje ideal de 10 (Res. C. A. N° 287, art. 3°). Además deberá aprobar un coloquio final donde el personal docente evaluará al alumno individualmente en forma oral y/o escrita, con el objetivo de relacionar todos los conceptos desarrollados durante el curso.

Para los alumnos que no cumplan con alguna de las dos condiciones especificadas en el punto anterior se seguirá el "Régimen de promoción como alumno regular con examen final" (Res. C. A. N° 287, art. 2°, inc. a), siempre que alcance un 60% de asistencia a las clases teórico prácticas y apruebe cada uno de los dos parciales con un mínimo de 4 en un puntaje ideal de 10 (Res. C. A. N° 287, art. 5°).

9. EVALUACIÓN DEL CURSO

Al final de curso se realizará una evaluación, solicitando la opinión anónima de los alumnos a través de un cuestionario tipo, administrado en la última clase.

Por otro lado se solicitará la opinión tipo entrevista de los docentes del curso en al menos dos etapas, una promediando y otra al final de mismo. La primera para detectar falencias y poder solucionarlas durante la marcha del curso, la segunda para analizarla en conjunto con la opinión de los alumnos a fin de plantear mejoras para los cursos posteriores.

10. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

SEMANA	CLASE	CONTENIDOS PREVISTOS
1	1	Introducción. La madera como material
1	2	Propiedades físicas: contenido de humedad y contracción
2	3	Propiedades físicas: densidad y variabilidad del leño
2	4	Propiedades físicas: práctica en aula y laboratorio
3	5	Propiedades mecánicas: teoría
3	6	Propiedades mecánicas: práctica en laboratorio
4	7	Propiedades mecánicas: determinación de parámetros en aula
4	8	Tipificación de la madera: teoría
5	9	Clasificación por aspecto: práctica en establecimiento maderero



5	10	Clase de repaso y consultas
6	11	<i>1° Parcial</i>
6	12	Secado de la madera: bases teóricas
7	13	Secado de la madera: ventajas, tipos y tiempos
7	14	Secado al aire, bajo tinglado, con ventilación forzada y presecado
8	15	Secado técnico en hornos
8	16	Tratamiento térmico de la madera
9	17	Secado y tratamiento térmico: práctica en INTI Maderas
9	18	Durabilidad de la madera
10	19	Sustancias preservantes
10	20	Preservación: equipos y métodos
11	21	Preservación: control de calidad
11	22	Práctica en una planta de impregnación industrial
12	23	Xilotecnología y usos de la madera
12	24	2° Parcial

Nota: cada clase tendrá una duración de 2 horas y treinta minutos, se dictan 5 horas semanales durante 12 semanas totalizando las 60 horas previstas en el Plan de Estudios.