

Educación Media Técnico-Profesional  
Sector Maderero

Especialidad:  
Celulosa y Papel

---

Módulo

---

PULPAJE QUÍMICO

---

Horas sugeridas para desarrollar las actividades orientadas a conseguir los aprendizajes esperados y evaluar su logro:

240 horas



GOBIERNO DE CHILE  
MINISTERIO DE EDUCACION

## Introducción

Este módulo está asociado al área de competencia “Obtención de pulpa química”. Es de carácter obligatorio y para su desarrollo se requiere de 240 horas.

El pulpaje químico es una de las fases o etapas más importantes del proceso de elaboración del producto final, constituyéndose en la base de la especialización que consiste en la transformación de la madera en pulpa celulósica mediante un tratamiento químico.

El objetivo central del módulo es que los estudiantes comprendan las transformaciones que se producen en la madera en contacto con reactivos químicos, en condiciones apropiadas de temperatura hasta producir una pulpa celulósica. Además, se complementa con el aprendizaje de técnicas de acopio, cuantificación y preparación de la madera antes de entrar al proceso químico, lo que es relevante para optimizar el abastecimiento a la unidad productora.

Debido a que estas operaciones se llevan a cabo en ambientes en que hay equipos y reactivos químicos de alto riesgo y su funcionamiento se realiza a altas temperaturas y presiones, es indispensable que los estudiantes aprendan y apliquen medidas de trabajo seguro.

Las operaciones iniciales de acopio y cuantificación de la madera, así como la preparación mediante los procesos de descortezado y astillado deben manejarse para optimizar el abastecimiento de la madera a la unidad productora.

Los Objetivos Transversales de la Formación Diferenciada Técnico-Profesional relacionados con este módulo son: ejecutar trabajo con planificación y control de calidad; manejar tecnología computacional a nivel de usuario, en especial, sistemas modernos de control de procesos; leer, interpretar y elaborar informes técnicos; preservar y respetar el medio ambiente y utilizar racionalmente la energía; aplicar normas de prevención de riesgos para resguardar la vida propia y la ajena.

Para concretar los objetivos de este módulo, el estudiante deberá tener una base importante de conocimientos de Química y Matemática, específicamente poniendo énfasis en contenidos de: procesos químicos, materiales, química orgánica, disoluciones químicas, reactividad y equilibrio químico-orgánico; y contenidos específicos de funciones, estadísticas y probabilidades.

## Orientaciones metodológicas

En el desarrollo de los aprendizajes relacionados con el proceso de pulpaje químico se sugiere establecer la importancia de las variables que lo controlan y analizar el efecto que tienen sus desviaciones. Al efecto, también se deberían analizar las condiciones de trabajo que se aplican para maderas de diferentes procedencias (raleos, desechos de aserreo, especies forestales).

En el caso de los términos técnicos utilizados durante el proceso, pueden ser objeto de investigación por parte de los alumnos y las alumnas, al igual que los detalles de los equipos utilizados y de las propiedades requeridas de las pulpas para la fabricación del papel.

El desarrollo óptimo de este módulo requiere que lo anterior sea complementado, estrechamente, con prácticas de laboratorio y visitas industriales, de manera que los estudiantes establezcan una relación directa entre la teoría y la realidad industrial. La simulación del proceso industrial a escala de laboratorio es de gran importancia para complementar el aprendizaje.

## Aprendizajes esperados y criterios de evaluación

Aprendizajes esperados	Criterios de evaluación
Maneja equipos y aplica metodologías para determinar pesos y volúmenes de madera que ingresan a la planta.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Revisa, de acuerdo a pautas establecidas, equipos de medición de volúmenes y pesos.</li><li>• Aplica procedimientos normalizados para determinar volúmenes y pesos.</li><li>• Planifica y ejecuta muestreos de la carga de camiones en la recepción para determinar volúmenes de madera.</li><li>• Realiza el control de calidad del proceso.</li><li>• Elabora registros o informes de fuentes remotas de información obtenidas a través de redes, manejando tecnología computacional a nivel de usuario.</li></ul>
Distribuye las cargas de madera recibidas en función de características preestablecidas.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elabora y mantiene actualizados informes técnicos de inventarios del volumen de la madera en canchas de acopio.</li><li>• Entrega madera de las pilas, de acuerdo a las exigencias del proceso.</li><li>• Controla el período de estacionamiento de la madera para evitar pérdidas o descalificación de la madera por biodeterioro.</li><li>• Sugiere mezclas alternativas de madera para obtener la calidad programada de celulosa.</li></ul>
Supervisa el funcionamiento normal y las capacidades de los equipos de acopio de madera, descortezado, astillado y harneo.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Opera equipos de las áreas de acopio de madera, descortezado, astillado y harneo.</li><li>• Mantiene supervigilancia sobre el funcionamiento y mantenimiento de los equipos de carga en los patios de acopio de madera.</li><li>• Controla eficiencia del descortezado y recircula material deficiente.</li></ul>

## Aprendizajes esperados

## Criterios de evaluación

### Continuación

- Controla calidad del astillado después de la clasificación por tamaño en los harneros.
- Aplica normas de prevención de riegos y medidas de seguridad en las faenas de acopio de madera, descortezado, astillado y harneo.
- Elabora registros o informes, utilizando tecnología computacional a nivel usuario.

Opera el proceso de transformación de la madera en pulpa en digestores discontinuos y continuos, considerando las variables de operación y la calidad de la pulpa.

- Controla y registra la carga de astillas y reactivos al digestor.
- Supervisa el desarrollo de la digestión de la madera, de acuerdo al programa estándar de tiempo y temperatura.
- Controla y registra la recuperación de trementina de los gases de salida de la cocción.
- Inicia el proceso de descarga del digestor y registra los tiempos de la operación.
- Aplica normas de prevención de riegos y cumple las medidas de seguridad establecidas para el proceso.
- Opera y controla las variables de operación para obtener una pulpa de características prefijadas.
- Sugiere modificaciones conducentes a asegurar el buen resultado del proceso.
- Elabora informes, utilizando tecnología computacional requerida.

## Aprendizajes esperados

## Criterios de evaluación

Maneja el sistema de lavado de pulpa.

- Revisa continuamente el caudal de agua y la descarga de pulpa desde los filtros para detectar anomalías.
- Muestra pulpa lavada para enviar a análisis de laboratorio.
- Mantiene el sistema de filtros para su óptima operación.
- Realiza el manejo de los residuos obtenidos en el proceso de lavado de pulpa, cumpliendo las exigencias medioambientales.

Aplica métodos estandarizados que permiten evaluar las propiedades de la pulpa.

- Selecciona y opera instrumental para la medición de propiedades ópticas y de resistencia mecánica de la pulpa.
- Ejecuta ensayos de propiedades ópticas y de resistencia mecánica de la pulpa.
- Analiza las propiedades de la pulpa y decide su calificación.
- Registra el resultado y elabora informes técnicos de calificación.

# Contenidos

- **Clasificación de los procesos de pulpaje:**
  - Procesos mecánicos.
  - Procesos químicos.
  - Procesos semiquímicos.
  - Otros procesos.
- **Debilitamiento de los enlaces interfibra.**
- **Proceso kraft:**
  - Desarrollo histórico.
  - Terminología utilizada.
  - Definiciones de la nomenclatura específica.
- **Variables del proceso de cocción:**
  - Efecto del tamaño de las astillas en la cocción.
  - Efecto de la carga y concentración de reactivos.
  - Efecto del tiempo y la temperatura de cocción.
- **Procesos modificados:**
  - Deslignificación con carga de aditivos.
  - Deslignificación extendida.
- **Equipos utilizados.**
- **Lavado de la pulpa cruda:**
  - Lavado por difusión.
  - Lavado continuo en filtros rotatorios con vacío.
- **Control de calidad de la pulpa, estándares utilizados:**
  - Resistencia mecánica.
  - Composición química.
  - Estándares utilizados.
- **Otros procesos de pulpaje químico.**