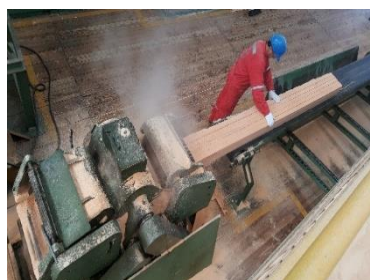


BRECHAS TECNOLÓGICAS - PRODUCTIVAS EN LA PYME DE ASERRÍO DE LAS REGIONES DE MAULE, ÑUBLE, BIO BIO, LA ARAUCANÍA, LOS RÍOS Y LOS LAGOS



**BRECHAS TECNOLÓGICAS - PRODUCTIVAS EN LA PYME DE ASERRÍO DE LAS
REGIONES DE MAULE, ÑUBLE, BIO BIO, LA ARAUCANÍA, LOS RÍOS Y LOS
LAGOS**

Marco Fernández, Gonzalo Hernández,
Leonardo Troncoso, y Patricio Elgueta¹

Trabajo desarrollado en el marco del proyecto:

Fortalecimiento de las Capacidades Tecnológicas del Instituto Forestal para el Desarrollo de la
Industria Secundaria de La Madera, a Través de Bienes Públicos, Orientados al Sector de la
Construcción

Financiado por:



**INSTITUTO FORESTAL
2019**

¹ Investigadores del Área de Tecnología y Productos de la Madera, Instituto Forestal



INFOR

INSTITUTO FORESTAL

Sucre 2397, Ñuñoa

Santiago – Chile

F 56 2 23667115

www.infor.cl

ISBN N° 978-956-318-160-9

Registro Propiedad Intelectual N° 2020-A-731

Se autoriza la reproducción parcial de esta publicación siempre y cuando se efectuó la cita correspondiente.

Fernández, Marco; Hernández, Gonzalo; Troncoso, Leonardo; Elgueta, Patricio, 2019.
Brechas Tecnológicas - Productivas en la Pyme de Aserrío de las Regiones de Maule, Ñuble, Bio Bio, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Instituto Forestal, Chile. Informe Técnico N° 223.
P. 52

PRÓLOGO

La industria del aserrío constituye, junto con las industrias de celulosa, tableros y chapas, astillas y postes y polines, lo que se conoce como la industria de transformación primaria de la madera. Sus procesos se inician con el procesamiento de trozas industriales de diferentes dimensiones, que permiten generar productos de una primera elaboración, comúnmente conocidos como *commodities*, siendo los principales la celulosa y la madera aserrada, de los cuales Chile es un importante exportador a nivel mundial.

La industria de transformación secundaria de la madera, en tanto, está conformada por aquellas instalaciones que procesan madera aserrada, dándole mayor grado de elaboración y valor agregado. Al inicio de la cadena se encuentran las barracas y las plantas de remanufactura, que producen madera aserrada en una variedad de escuadrías y elaboración, que a su vez son insumos para otras industrias que continúan agregando valor a la madera, en productos tales como puertas, ventanas, pisos, cerchas, vigas laminadas, entre otros. También se identifican otras empresas que producen partes y piezas de muebles, muebles, embalajes, entre otros productos.

Considerando la importancia que tiene la industria del aserrío en generar madera aserrada de calidad para la industria secundaria de la madera, y en especial para los productos que demanda la construcción con madera, INFOR dentro del marco del proyecto CORFO *Fortalecimiento de las capacidades tecnológicas del Instituto Forestal (INFOR) para el desarrollo de la industria secundaria (ISM)*, a través de bienes públicos orientados al sector de la construcción; desarrolló la presente investigación orientada a identificar las brechas tecnológicas y de gestión presentes en un estrato de la industria de aserrío, que considera todas sus etapas productivas, desde el abastecimiento de trozas hasta la generación de los productos terminados.

En el presente Informe Técnico tenemos el agrado de entregar los principales resultados y conclusiones de esta investigación, que esperamos sea de valor para la industria del aserrío y que permitirá orientar adecuadamente los programas de transferencia tecnológica de INFOR hacia la pyme maderera.

Fernando Raga Castellanos
Director Ejecutivo
Instituto Forestal

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS	1
3. METODOLOGÍA	1
3.1. Localización de los Aserraderos Encuestados	1
3.2. Descripción de la Encuesta	2
3.3. Tamaño de la Muestra y Error Muestral	3
4. RESULTADOS	4
4.1. Máquinas y Equipos	4
4.1.1. Descortezadores	4
4.1.1.1. Tipos de Descortezadores Utilizados	6
4.1.1.2. Disposición del Descortezador	7
4.1.2. Clasificador por Diámetro	9
4.1.3. Máquina Principal	12
4.1.4. Máquinas Canteadoras	18
4.1.5. Sistema de Empaquetado	20
4.2. Indicadores de Desempeño	21
4.2.1. Área Materias Primas, Clasificación y Descortezado	22
4.2.2. Área Aserradero	31
4.2.3. Área de Secado	39
4.2.4. Área de Clasificado y Cepillado Seco	41
4.2.5. Área de Mantención Planta	42
4.2.6. Área de Mantención Elementos de Corte	45
4.2.7. Área de Control de Calidad	46
4.2.8. Área de Planificación y Control de Producción	49
5. CONCLUSIONES	50
6. REFERENCIAS	52

1. INTRODUCCIÓN

En el año 2018 existía en el país un total de 984 aserraderos operando entre las regiones de Valparaíso y Magallanes. En su conjunto generaron 8.307.222 m³ de madera aserrada y entregaron empleo directo a 16.373 personas (INFOR, 2019).

La macrozona de Maule a Los Lagos aporta con el 88% y 93% de los aserraderos trabajando y el empleo que genera la industria, respectivamente (INFOR, 2019).

El presente estudio busca caracterizar la industria del aserrío de la macrozona de Maule a Los Lagos, con rango de producción entre los 10.000 y 120.000 m³/año, en los ámbitos de las máquinas y equipos, y las herramientas tecnológicas que utiliza para monitorear y controlar la gestión operacional de sus procesos.

Es de interés caracterizar la industria del aserrío ya que sus productos alimentan la producción de la industria secundaria, en particular de la relacionada con la construcción de viviendas con estructura de madera. Identificar sus brechas tecnológicas y de gestión contribuye a mejorar la calidad de la madera aserrada y la rentabilidad de la industria.

Se destaca que en el país hay 2 iniciativas que promueven el uso de la madera en la construcción. La primera de ellas, impulsada y liderada por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) que, a través de su Programa Estratégico Mesoregional “Madera de Alto Valor”, busca aumentar en un 30% el número de casas con estructura de madera al 2025. La segunda iniciativa, en tanto, se consigna en el eje estratégico 2, productividad y crecimiento, de la Política Forestal del Ministerio de Agricultura, que propone duplicar el número de casas con estructura de madera al 2035 (CONAF, 2015).

1. OBJETIVOS

Para aserraderos trabajando entre las regiones del Maule y Los Lagos, con rango de producción entre 10.000 y 120.000 m³/año, este estudio se plantea como objetivos los siguientes:

- Caracterizar las máquinas y equipos que utilizan para el procesamiento de la madera.
- Caracterizar las herramientas y metodologías que utilizan para monitorear y controlar la gestión operacional de sus procesos.

2. METODOLOGÍA

Se elaboró una encuesta que fue aplicada a los aserraderos trabajando en las regiones de Maule, Ñuble, Bio Bio, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos.

3.1. Localización de los Aserraderos Encuestados

La encuesta fue aplicada entre el 11 de marzo y el 12 de julio de 2019 a un total de 68 aserraderos, considerando la participación de propietarios, administradores y jefes de producción.

Cuadro N° 1
LOCALIZACIÓN DE ASERRADEROS ENCUESTADOS

Región*	Provincia*	Comunas
Maule (21)	Talca (18)	Talca, Pelarco, Constitución
	Cauquenes (1)	Cauquenes
	Linares (2)	Longaví, San Javier
Ñuble (12)	Diguillín (5)	Chillán Viejo,
	Itata (5)	Quirihue, Coelemu, Trehuaco, Ránquil
	Punilla (2)	San Carlos, San Nicolás
Bio Bio (17)	Bio Bio (15)	Los Ángeles, Cabrero, Mulchén, Yumbel
	Concepción (1)	Santa Juana
	Arauco (1)	Los Álamos
Araucanía (12)	Cautín (11)	Galvarino, Perquenco, Temuco, Freire, Padre Las Casas, Lautaro, Villarrica
	Malleco (1)	Traiguén
Los Ríos (3)	Valdivia (3)	Paillaco, Mariquina, Los Lagos
Los Lagos (3)	Osorno (3)	Osorno

*Entre paréntesis se indica el número de aserraderos encuestados por región/provincia.

2.1. Descripción de la Encuesta

Se consideraron preguntas asociadas a las máquinas y equipos, los indicadores de desempeño y las tecnologías de la información.

Se identificó el tipo y distribución de las máquinas principales utilizadas en los procesos de descortezado, clasificación de rollizos, aserrío, canteado y empaquetado.

Se cuantificó el nivel de aplicación de los indicadores de desempeño en los aserraderos, considerando las áreas productivas (Figuras N° 1) y transversales (Figuras N° 2), las tecnologías utilizadas en la captura de datos (manual, semiautomático, automático) y los sistemas de procesamiento (software).

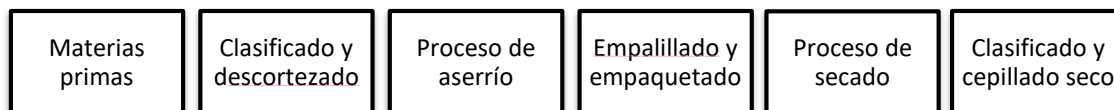


Figura N° 1
ÁREAS PRODUCTIVAS



Figura N° 2
ÁREAS TRANSVERSALES

2.2. Tamaño de la Muestra y Error Muestral

En el Cuadro N° 2 se indica, por región y rango de producción, los aserraderos trabajando y los encuestados, equivalente a 95 y 68 y unidades, respectivamente.

Cuadro N° 2
ASERRADEROS ENCUESTADOS SEGÚN REGIÓN Y RANGO DE PRODUCCIÓN

Rango Producción (m³/año)	Tamaño Universo (N°)	Tamaño Muestra (N°)
Maule		
100.000-120.000	2	1
50.000-100.000	5	6
20.000-50.000	9	9
10.000-20.000	22	5
Subtotal Maule	38	21
Ñuble		
100.000-120.000	2	2
50.000-100.000	-	
20.000-50.000	5	5
10.000-20.000	4	5
Subtotal Ñuble	11	12
Bío Bio		
100.000-120.000	-	
50.000-100.000	1	
20.000-50.000	10	10
10.000-20.000	11	7
Subtotal Bio Bio	22	17
Araucanía		
100.000-120.000	1	1
50.000-100.000	2	2
20.000-50.000	5	6
10.000-20.000	11	3
Subtotal Araucanía	19	12
Los Ríos		
100.000-120.000	-	-
50.000-100.000	-	-
20.000-50.000	1	2
10.000-20.000	2	1
Subtotal Los Ríos	3	3
Los Lagos		
100.000-120.000	-	-
50.000-100.000	1	1
20.000-50.000	-	-
10.000-20.000	1	2
Subtotal Los Lagos	2	3
Total	95	68

El error muestral se calculó a través de la siguiente expresión:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{N \cdot e^2 + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra
Z: nivel de confianza
p: probabilidad a favor
q: probabilidad en contra
N: tamaño del universo
e: error muestral

En este caso:

Z = 1,96 (de acuerdo a distribución normal con nivel de confianza del 95%)
p y q = 0,5 (valor utilizado cuando no hay información de ocurrencia del evento)
N = 95, total de aserraderos en el rango de producción de interés
n = 68, total aserraderos encuestados

El error muestral obtenido en esta encuesta fue 6,20%.

3. RESULTADOS

3.1. Máquinas y Equipos

3.1.1. Descortezadores

La corteza de los rollizos puede contener una variedad de impurezas, tales como piedras, clavos, alambres, entre otras, que afectan la integridad de los elementos de corte, disminuyen su vida útil, aumentan los costos de mantenimiento y generan mermas en la productividad del proceso de aserrío. Los aspectos mencionados resaltan la importancia de realizar una eficiente extracción de la corteza a través de máquinas especializadas (descortezador).

Una breve descripción de alternativas de descortezadores mecánicos, sus ventajas y desventajas, se presenta a continuación:

Abrasión (*eje-sprocket*)

Es un sistema mecánico conformado por ejes paralelos, que cuentan con piñones (*sprocket*) y una cadena transportadora central, que permiten realizar movimientos de giro y axiales al rollizo, respectivamente. Un motor eléctrico entrega fuerza de giro a los ejes, permitiendo a los piñones extraer la corteza por abrasión.

Ventaja:

Menor inversión, comparado con los del tipo anillo giratorio y brazo radial hidráulico.

Desventajas:

Baja calidad del descortezado.

Velocidad de avance variable.

Baja productividad (1-2 trozos/minuto).

Aumento de los costos de mantención de los elementos de corte.

Cabezal Radial Hidráulico

Es un sistema mecánico conformado por ejes paralelos que cuentan con piñones (*sprocket*) y un cabezal radial tipo piña (hidráulico) montado en un transportador móvil (carro) de avance axial. El mecanismo eje/piñón realiza el giro y el cabezal aplica presión sobre el rollizo para extraer la corteza sin dañar la madera. Su velocidad de avance dependerá del diámetro y morfología del rollizo.

Ventajas:

Versatilidad para procesar una amplia gama de diámetros.

Demanda menor inversión que el descortezador tipo anillo giratorio.

Buena calidad de descortezado.

Desventajas:

Velocidad de avance variable (en función del diámetro y forma del rollizo).

Baja productividad (1-3 trozos/minuto).

Anillo Giratorio

Son equipos que utilizan cadenas de arrastre, con velocidad de avance constante, y rodillos cargadores que evitan el giro de los rollizos. El proceso de descortezado se realiza mediante cuchillos giratorios dispuestos en forma de anillo. La presión aplicada al rollizo debe asegurar la extracción de la corteza sin dañar la madera.

Ventajas:

Buena calidad de descortezado.

Menor daño mecánico al rollizo, comparado con los descortezadores por abrasión.

Menores costos de mantención de los elementos de corte.

Maximiza la vida útil de los elementos de corte.

Mayor productividad (hasta 10 trozos/min).

Facilita la planificación (velocidad de avance constante).

Desventajas:

Hay limitación técnica para procesar algunos diámetros, entre 16 y 40 cm.

Demanda mayor inversión, respecto a los descortezadores tipo cabezal radial hidráulico y abrasión mecánica.

4.1.1.1 Tipos de Descortezadores Utilizados

En el Cuadro N° 3 muestran los tipos de descortezadores utilizados en los aserraderos encuestados.

Cuadro N° 3
DESCORTEZADORES SEGÚN TIPO Y REGIÓN

Tipo	Maule	Ñuble	Bio Bio	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	Total
Manual	-	1	2	-	1	1	5
Abrasión mecánica	-	1	1	-	-	-	2
Cabezal radial hidráulico	-	1	4	1	-	-	6
Anillo giratorio	21	9	10	11	2	2	55

Se observa que el descortezador anillo giratorio predomina en todas las regiones, destacando en Maule, donde todos los aserraderos lo utilizan. En la región del Bio Bio, en tanto, se encuentra el mayor uso del descortezador cabezal radial hidráulico.

En la Figura N° 3 se aprecian los porcentajes de participación de los tipos de descortezador identificados en los aserraderos encuestados.

El de anillo giratorio es el más utilizado, con un 81% del total. Esto se explica porque son máquinas que entregan una adecuada calidad de descortezado y se obtienen productividades superiores a las que se registran con otros tipos de descortezadores.

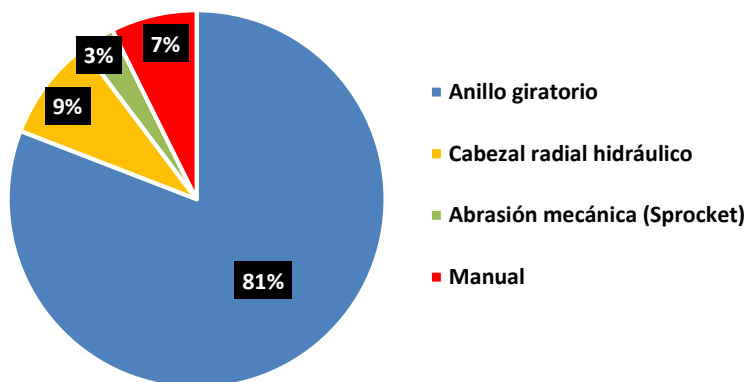


Figura N° 3
PARTICIPACIÓN DE LOS DESCORTEZADORES SEGÚN TIPO

En el Cuadro N° 4 se indican los tipos de descortezadores por rangos de producción en los aserraderos encuestados.

Se observa que el descortezado manual es utilizado en aserraderos con rango de producción entre 10 y 20 mil m³/año. Los de anillo giratorio están presentes en todos los rangos de producción considerados. Los de abrasión mecánica y cabezal radial hidráulico están presentes en el rango de producción entre 10 y 50 mil m³/año.

Cuadro N° 4
DESCORTEZADOR POR RANGO DE PRODUCCIÓN SEGÚN TIPO

Tipo	Rango de Producción (m ³ /año)			
	10.000 / 20.000	20.000 / 50.000	50.000 / 100.000	100.000 / 120.000
Manual	5	-	-	-
Abrasión mecánica	1	1	-	-
Cabezal radial hidráulico	4	2	-	-
Anillo giratorio	13	28	10	4

4.1.1.2. Disposición del Descortezador

La disposición del descortezador en el aserradero dependerá de múltiples factores, como por ejemplo el tipo de máquina principal, el diámetro y calidad de la materia prima, la superficie disponible para acopiar rollizos y la capacidad financiera, entre otros.

Una breve descripción de las alternativas de localización de los descortezadores, sus ventajas y desventajas, se presenta a continuación.

Integrado

Ventajas:

Menor inversión, no se necesita construir línea productiva adicional.
 Requiere menor superficie de terreno para la instalación de los equipos y para el almacenamiento de los rollizos.
 Menor costo por concepto de traslado de rollizos.
 Requiere menor stock de rollizos.
 Flexibilidad en la operación.

Desventajas:

No cuenta con clasificación diamétrica.
 Intermitencia en la alimentación del proceso de aserrío.
 Disminución de la productividad por aumento en los tiempos de ajuste de los equipos de corte en el aserrío.
 Menor rendimiento en el proceso de aserrío.

Línea Independiente

Ventajas:

Aumenta la productividad de la línea de aserrío y descortezado.
Evita procesar rollizos que no cumplen especificaciones de calidad y dimensiones.

Desventajas:

Menor flexibilidad en la operación.
Necesita un *stock* de rollizos mayor, para mantener un abastecimiento continuo.
Requiere terreno adicional, comparado con el descortezador integrado.
Aumento en los costos operacionales por concepto de traslado de rollizos.
Mayor inversión en equipos e infraestructura.

En los aserraderos encuestados se identificaron descortezadores integrados con el aserradero y en línea independiente (Cuadro N° 5).

Cuadro N° 5
DESCORTEZADORES SEGÚN DISPOSICIÓN

Tipo	Maule	Ñuble	Bio Bio	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	Total
Integrado	10	7	12	4	2	-	35
Línea Independiente	11	4	3	8	-	2	28

Es posible apreciar que predomina el uso de descortezadores integrados con la línea de aserrío. Se destaca la región del Bio Bio con un uso mayoritario de este tipo.

En la Figura N°4 se registra la participación porcentual de la disposición de los descortezadores en los aserraderos encuestados.

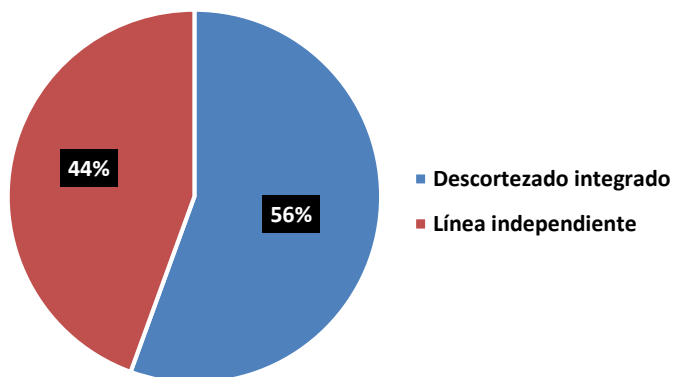


Figura N° 4
PARTICIPACIÓN DE LOS DESCORTEZADORES SEGÚN DISPOSICIÓN

4.1.2. Clasificador por Diámetro

El proceso de clasificación por diámetro consiste en agrupar los rollizos en bandas de diámetro y calidades, con el objetivo de optimizar el rendimiento de la materia prima y aumentar la productividad del proceso de aserrío.

Se utilizan equipos con diferentes niveles de automatización y precisión. A medida que aumenta el número de bandas de diámetro se generan aumentos en el rendimiento y productividad en el aserrío. Una breve descripción de los tipos de clasificadores de rollizos por diámetro, sus ventajas y desventajas, se presenta a continuación.

Equipos Rodantes

La clasificación es realizada por equipos rodantes directamente en la cancha de trozos. Los operadores identifican en forma visual los diámetros y le entregan una ubicación determinada a cada clase diamétrica. Se caracterizan por utilizar un número reducido de bandas diamétricas (con rangos entre 6-8 cm), con bajos niveles de acierto en la clasificación.

Ventajas:

Menor inversión, solo requiere disponer de equipos rodantes (no es necesaria la compra de maquinaria, infraestructura).

No requieren espacio físico para la instalación de buzones y maquinaria.

Disminución de los tiempos de ajustes en las máquinas del aserrío.

No requiere un alto stock de rollizos.

Desventajas:

Baja precisión en la clasificación.

Baja productividad del proceso.

Amplios rangos de diámetro.

Menor aprovechamiento volumétrico.

Aumento en el costo de transporte interno de los rollizos.

Aumenta la dispersión de medidas obtenidas en piezas laterales.

No se cuenta con un sistema de control de producción automático.

Semiautomático

Se utilizan sistemas mecanizados para la alimentación y evacuación de los rollizos. La estimación de la clase diamétrica es realizada por operadores en forma visual, quienes seleccionan en un panel de control el buzón de destino de cada rollizo. El panel controla una serie de actuadores hidráulicos con servo válvulas que se ubican en los buzones de clasificado.

Ventajas:

Menor inversión en equipos, comparado con clasificación automática.

Necesita menor espacio para la fundación de buzones.

Requiere menor superficie para la operación y almacenamiento de los rollizos.
Disminuye los tiempos de ajuste de los equipos en el aserrío.
Permite mejorar el rendimiento de rollizos de baja calidad y diámetros menores, comparado con no realizar clasificación diamétrica.
Permite rechazar rollizos que no cumplen especificaciones técnicas.

Desventajas:

Índice medio de acierto en la clasificación.
Utiliza amplios rangos de diámetro.
Se obtiene menor rendimiento en el proceso de aserrío, comparado con el sistema de clasificación automático.
Necesita disponer de rollizos en stock que permitan satisfacer los requerimientos de consumo en el aserrío.
Se producen una mayor dispersión de medidas laterales.
No necesariamente se cuenta con un registro automático del consumo de rollizos.

Automático

Se utiliza un escáner que cubica y rechaza los rollizos que no cumplen los requisitos de calidad (morfología). Tiene por característica clasificar por bandas de diámetro con una precisión del orden de los 2 cm y suministra información confiable y en tiempo real del consumo de rollizos. Sus componentes principales consideran un transportador de cadenas de arrastre y una serie de buzones o estructuras metálicas que reciben una determinada banda diamétrica y el rechazo por morfología del rollizo. El PLC del escáner envía señales hacia actuadores hidráulicos (controlados por electro válvulas), permitiendo direccionar el rollizo al buzón correspondiente.

Ventajas:

Disminuye los tiempos de ajuste de los equipos de aserrío.
Optimiza el rendimiento de los rollizos de baja calidad y diámetros menores.
Permite rechazar rollizos que no cumplen requisitos de calidad.
Facilita la planificación de la producción.
Alto índice de acierto en la clasificación.
Registro automático del consumo de rollizos.

Desventajas:

Requiere una mayor inversión en equipos e infraestructura.
Requiere disponer de un amplio espacio físico para operar y almacenar rollizos.
Requiere un alto *stock* de rollizos para asegurar el abastecimiento al aserrío.
Menor flexibilidad en la operación.

En el Cuadro N° 6 se cuantifican los tipos de clasificadores de rollizos en los aserraderos encuestados.

Se observa que en La Araucanía se concentra el mayor número de líneas de clasificación que cuentan con escáner.

Cuadro N° 6
CLASIFICADOR POR DIÁMETRO SEGÚN TIPO

Tipo	Maule	Ñuble	Bio Bio	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	Total
Sin clasificación	12	9	12	3	2	1	39
Equipo rodante	2	1	2	1	-	-	6
Semiautomático (operador)	3	-	2	2	-	1	8
Automático (escáner)	4	2	1	6	1	1	15

En la Figura N° 5 se registra la participación porcentual de los distintos equipos de clasificación de rollizos. Se observa que el 57% de los aserraderos encuestados no realiza clasificación de rollizos por diámetro, lo que se explica por el uso predominante de sierras huincha con carro como máquina principal, que no necesita agrupar por diámetro.

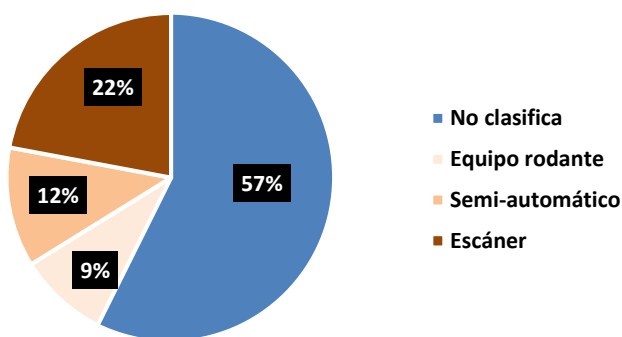


Figura N° 5
PARTICIPACIÓN DE LOS CLASIFICADORES POR DIÁMETRO SEGÚN TIPO

En el Cuadro N° 7 se cuantifican los tipos de clasificadores por diámetros en los aserraderos encuestados, según rango de producción.

Cuadro N° 7
CLASIFICADOR POR DIÁMETRO SEGÚN RANGO DE PRODUCCIÓN Y TIPO

Tipo	Rango de producción (m³/año)			
	10.000 / 20.000	20.000 / 50.000	50.000 / 100.000	100.000 / 120.000
Sin clasificación	18	18	3	-
Equipo rodante	4	2	-	-
Semiautomático	1	6	1	-
Automático (escáner)	-	5	6	4

Se observa que la mayoría de los aserraderos con producciones entre 10 y 50 mil m³/año no realiza clasificación de los rollizos por diámetro. El uso de los equipos rodantes está limitado

a los aserraderos con producciones entre 10 y 50 mil m³/año, mientras que los aserraderos con producciones entre los 20 y 100 mil m³/año utilizan principalmente equipos automáticos, y en menor medida equipos semiautomáticos.

4.1.3. Máquina Principal

Es la máquina encargada de realizar el primer corte en la línea de aserrío.

Una breve descripción de las alternativas de máquina principal, sus ventajas y desventajas, se presenta a continuación.

Sierra Huincha con Carro (SHC)

Es un sistema conformado por una sierra huincha vertical (con o sin inclinación) y un transportador móvil para la alimentación del rollizo. Permite efectuar un corte por pasada, cuyo número dependerá del diámetro del rollizo.

Es un equipo especializado que realiza un aserrío cualitativo, es decir, optimiza la obtención de piezas de alto valor, como por ejemplo trozos podados. Además, permite consumir un amplio rango de diámetros y calidades de rollizos.

Actualmente está siendo utilizado mayoritariamente en aserraderos que no cuentan con clasificación diamétrica y que manejan un bajo *stock* de rollizos. Estos equipos son utilizados en aserraderos que cuentan con 2 líneas de producción, una delgada y otra gruesa. En la línea gruesa es común el uso de SHC.

Ventajas:

Maximiza el aprovechamiento de rollizos de alto valor.

No requiere de clasificación diamétrica.

Puede consumir rollizos de grandes diámetros.

Permite procesar rollizos de baja calidad en cuanto a defectos morfológicos (ramas, curvatura, contrafuerte, conicidad).

Desventajas:

Baja productividad (1-5 trozos/min).

Menor aprovechamiento volumétrico.

Dificulta la planificación de la producción.

Mayor dispersión en la generación de medidas en piezas laterales.

Dificulta la preparación de carga hacia secado.

Sierra Huincha con Carro Bicorte (SHCB)

De características similares al SHC, sin embargo, tiene la cualidad de realizar un segundo corte en el retorno del carro.

Ventajas:

Maximiza el aprovechamiento de rollizos de alto valor.
No requiere de clasificación diamétrica.
Permite obtener dos piezas por pasada.

Desventajas:

Baja productividad (1-5 trozos/min).
Dificulta la planificación de la producción.
Mayor dispersión en la generación de productos laterales.
Dificulta la preparación de carga hacia secado.

Sierra Huincha Horizontal (SHH)

Es un equipo conformado por dos volantes dispuestos de manera horizontal que permite generar una cara plana en el rollizo, generando mayor estabilidad al corte en las máquinas secundarias. Su sistema de alimentación pueden ser cadenas transportadoras o carro (transportador móvil).

Ventajas:

No requiere de clasificación diamétrica.
Flexibilidad en la operación.

Desventajas:

Baja productividad (1-3 trozos/min).

Sierra Huincha Vertical Doble, Twin (SHVD)

Es un equipo conformado por dos máquinas sierras huincha vertical enfrentadas (mismo plano horizontal), que genera dos piezas laterales y una semibasa (dos caras planas paralelas). La velocidad de avance es constante y depende del diámetro de consumo. Requiere una clasificación diamétrica previa de los rollizos.

Ventajas:

Maximiza el rendimiento en el consumo de rollizos de baja calidad y menor diámetro promedio.
Aumenta la productividad en el procesamiento de rollizos de baja calidad y menores diámetros de consumo (1-10 trozos/min).
Se cuenta con información confiable de la productividad potencial del equipo.
Entrega mayor estabilidad del corte en los equipos secundarios.

Desventajas:

Requiere clasificación diamétrica previa, en caso que no sea autoajutable.
No permite realizar corte cualitativo.

No es posible observar la superficie de corte y defectos internos del rollizo.
La deformación axial de los rollizos afecta el aprovechamiento volumétrico y genera daños mecánicos en los equipos.
Requiere un sistema de centrado eficiente para obtener un mejor aprovechamiento
Requiere que el rollizo ingrese por el diámetro menor y con la curvatura hacia abajo para obtener un mejor aprovechamiento volumétrico.

Sierras Circulares Perfiladoras (SCP)

Es un equipo conformado por uno o dos ejes motrices en los que va montada una serie de sierras circulares que permiten generar 2 o más piezas laterales y una semibasa (dos caras planas paralelas). Utiliza sistemas de alimentación mecanizados cuya velocidad de avance depende de la clase diamétrica consumida. Se requiere una clasificación diamétrica previa de los rollizos para optimizar el rendimiento y aumentar la productividad (menores ajustes en máquinas secundarias).

Ventajas:

Maximiza el rendimiento de los rollizos de baja calidad y menor diámetro promedio.
Aumenta la productividad en el procesamiento de rollizos de baja calidad y menores diámetros de consumo (1-10 trozos/min).
Se dispone de información confiable de la productividad potencial del equipo.
Entrega mayor estabilidad de corte en los equipos secundarios.

Desventajas:

Requiere clasificación diamétrica previa.
No es posible observar la superficie de corte y los defectos internos de la troza.
La deformación axial de los rollizos afecta el aprovechamiento volumétrico y genera daños mecánicos en los equipos.
Requiere que el rollizo ingrese por el diámetro menor y con la curvatura hacia abajo para obtener un mejor aprovechamiento volumétrico.
Requiere un sistema de centrado eficiente.
Mayor pérdida del rendimiento por el ancho del corte (kerf).

Sierras Circulares con Carro (SCC)

Es un equipo conformado por una sierra circular y un transportador móvil para la alimentación del rollizo. Permite efectuar un corte por pasada. El número de pasadas dependerá del diámetro del rollizo.

Ventajas:

No requiere de clasificación diamétrica.
Flexibilidad en la operación.

Desventajas:

Baja productividad (1-3 trozos/min).

Menor aprovechamiento volumétrico.
Mayor pérdida del rendimiento por el ancho del corte (kerf).

Cabezales Astilladores Perfiladores (*Chipper Canter*)

Es un equipo que genera una semibasa con dos caras paralelas y convierte las piezas laterales en astillas, disminuyendo los tiempos improductivos provocados por la evacuación de dichas piezas hacia los astilladores.

Ventajas:

Maximiza el rendimiento de los rollizos de baja calidad y menor diámetro promedio.
Aumenta la productividad en el procesamiento de rollizos de baja calidad y menores diámetros de consumo (1-10 trozos/min).
Se cuenta con información confiable de la productividad potencial del equipo.
Disminuye la generación de piezas laterales (lampazos) que causan congestión y atascamientos en los procesos posteriores.
Entrega mayor estabilidad del corte en los equipos secundarios.

Desventajas:

Requiere clasificación diamétrica previa, en caso que no sea autoajustable.
Elevado costo de inversión.
No es posible observar la superficie de corte y defectos internos del rollizo.
La deformación axial de los rollizos afecta el aprovechamiento volumétrico y genera daños mecánicos en los equipos.
Requiere que el rollizo ingrese por el diámetro menor y con la curvatura hacia abajo para obtener un mejor aprovechamiento volumétrico.
Requiere un sistema de centrado eficiente.

En el Cuadro N° 8 se cuantifica el tipo de máquina principal utilizada en los aserraderos encuestados. Se observa que la sierra huincha con carro se concentra mayoritariamente en las regiones del Maule y Bio Bio.

Cuadro N° 8
MÁQUINA PRINCIPAL SEGÚN TIPO Y REGIÓN

Tipo	Maule	Ñuble	Bio Bio	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	Total
Sierra circular c/ carro	1	-	-	-	-	-	1
Sierra huincha c/ carro	15	7	12	6	3	1	44
Sierra huincha c/ carro bicorte	-	-	2	-	-	-	2
Sierra huincha horizontal	-	2	2	-	-	2	6
Sierra circular perfiladora	1	1	1	-	-	2	5
Sierra huincha vertical doble	9	5	4	8	-	-	26
Cabezales astilladores	-	-	-	2	1	1	4

En la Figura N° 6 se indican los porcentajes de participación de los tipos de máquina principal.

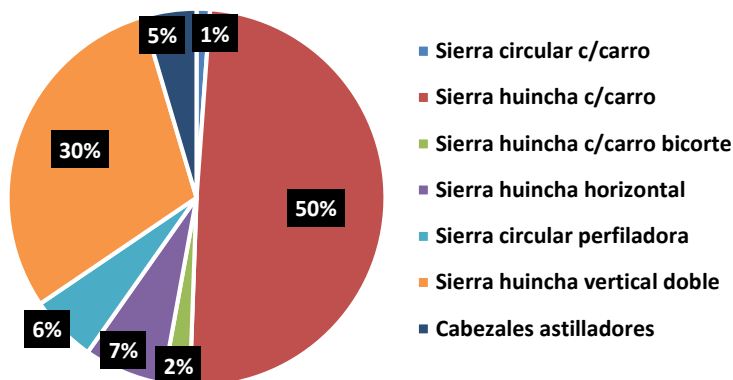


Figura N°6
PARTICIPACIÓN MÁQUINA PRINCIPAL SEGÚN TIPO

En los aserraderos encuestados predomina el uso de sierra huincha con carro (SHC) como máquina principal, seguida por la sierra huincha vertical doble “Twin” (SHVD), con un 49% y 30% de participación, respectivamente.

En el Cuadro N° 9 se cuantifica la producción promedio mensual (m^3/mes) estimada para cada máquina principal, de acuerdo con el volumen promedio informado por los aserraderos encuestados. En los aserraderos con dos líneas de producción, en los cuales no es posible diferenciar la producción por máquina principal, se asumió una distribución basada en la productividad característica del equipo.

Cuadro N° 9
RANGO DE PRODUCCIÓN SEGÚN MÁQUINA PRINCIPAL

Tipo	Producción por Tipo de Máquina Principal (m^3/mes)						
	Maule	Ñuble	Bio Bio	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	Total
Sierra circular c/carro	1.000	-	-	-	-	-	1.000
Sierra huincha c/carro	35.900	12.900	18.350	8.700	4.200	500	80.550
Sierra huincha c/carro bicorte	-	-	1.800	-	-	-	1.800
Sierra huincha horizontal	-	2.700	3.200	-	-	300	6.200
Sierra circular perfiladora	1.500	7.000	2.000	-	-	1400	11.900
Sierra huincha vertical doble	39.350	13.300	8.600	26.800	-	-	88.050
Cabezales astilladores	-	-	-	7.000	5.000	4.800	16.800

Se puede apreciar que en Maule la producción es generada principalmente por la sierra huincha con carro y la sierra huincha vertical doble. En Bio Bio y Araucanía predomina la producción con sierra huincha con carro y sierra huincha vertical doble, respectivamente.

En la Figura N° 7 se indican los porcentajes de producción estimada por máquina principal en los aserraderos encuestados.

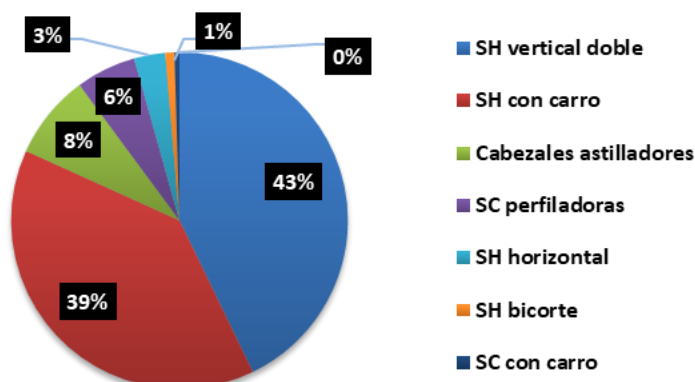


Figura N° 7
PRODUCCIÓN ESTIMADA DE MADERA ASERRADA SEGÚN MÁQUINA PRINCIPAL

Si se considera la producción estimada de madera aserrada por tipo de máquina principal, el 81% es generada con sierras huincha vertical doble (SHVD) y sierras huincha con carro (SHC), con una participación de 43% y 39%, respectivamente.

En la Figura N° 8 se indica la antigüedad de la máquina principal en los aserraderos encuestados. Se observa que el 63% de los casos tiene menos de 10 años.

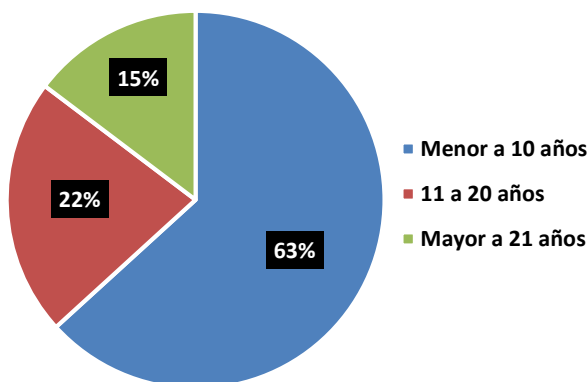


Figura N° 8
ANTIGÜEDAD DE LA MÁQUINA PRINCIPAL

Líneas de Producción

En los aserraderos encuestados se identifican unidades con una y dos líneas de producción.

En el Cuadro N° 10 se cuantifica la participación de ellas. Se observa que el 28% de los aserraderos encuestados considera dos líneas de producción.

Cuadro N° 10
LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Tipo	Maule	Ñuble	Bio Bio	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	Total
Una línea producción	16	9	13	8	2	1	49
Dos líneas producción	5	3	4	4	1	2	19

4.1.4. Máquinas Canteadoras

Son equipos conformados por sierras circulares montadas en un eje o árbol, las cuales dimensionan el ancho de la pieza de madera aserrada, en su sección longitudinal.

Una breve descripción de los tipos de canteadoras se presenta a continuación.

Manuales

Son equipos que requieren la intervención manual del operador en los sistemas de alimentación semimecanizados y en la fijación del ancho de la pieza (sierras fijas). Se obtienen menores rendimientos y productividades.

Semiautomáticas

Son equipos que utilizan sistemas de alimentación mecanizado, con distintos niveles de automatización. La fijación del ancho de la pieza es realizada por un operador asistido por elementos mecánicos y de electro control.

Automáticas

Son equipos que cuentan con sistemas mecanizados para la alimentación y evacuación de la madera, poseen un escáner que permite optimizar el rendimiento pieza a pieza. La lectura del escáner es enviada en forma automática a sierras autoajustables (móviles) para realizar el corte.

En el Cuadro N° 11 se indica el tipo de canteadora que utilizan los aserraderos encuestados.

Se observa que la semiautomática es la más utilizada en la macro región Maule/Los Lagos. Aunque en la región del Bio Bio predomina el uso de canteadoras manuales.

Cuadro N° 11
CANTEADORAS SEGÚN TIPO

Tipo	Maule	Ñuble	Bio Bio	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	Total
Manual	7	4	9	2	-	2	24
Semiautomática	9	7	8	7	3	-	34
Automática	5	2	2	3	-	1	13

En la Figura N° 9 se muestran los porcentajes de participación de los tipos de canteadoras identificadas en los aserraderos encuestados.

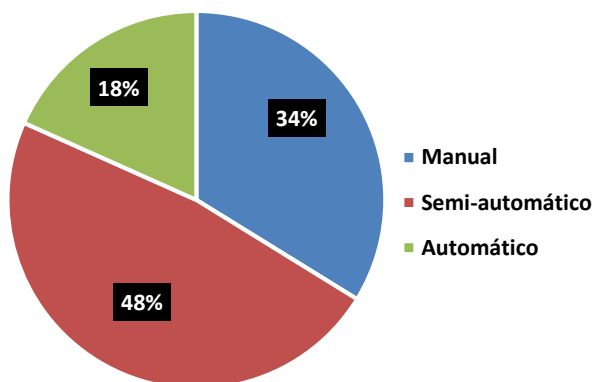


Figura N° 9
PARTICIPACIÓN DE LAS CANTEADORAS SEGÚN TIPO

En el Cuadro N° 12 se cuantifican los tipos de canteadoras por rango de producción de los aserraderos encuestados.

Se observa que las canteadoras manuales son utilizadas principalmente en aserraderos con producciones entre 10 y 50 mil m³/año, los equipos semiautomáticos están presentes en todos los rangos de producción, concentrándose en los aserraderos con producciones entre 10 y 50 mil m³/año, en tanto que las canteadoras con escáner se limitan a producciones mayores a 20 mil m³/año.

Cuadro N° 12
CANTEADORA POR RANGO DE PRODUCCIÓN SEGÚN TIPO

Tipo	Rango de Producción (m³/año)			
	10.000 / 20.000	20.000 / 50.000	50.000 / 100.000	100.000 / 120.000
Manual	10	13	1	-
Semi-automática (láser)	13	15	3	3
Automático (escáner)	-	5	6	2

4.1.5. Sistema de Empaquetado

En el proceso de empaquetado se utilizan sistemas manuales y mecanizados para la confección de paquetes en proceso y productos terminados.

Dentro de las máquinas utilizadas en los sistemas mecanizados existen diferentes niveles de automatización.

Una breve descripción de los sistemas de empaquetado se presenta a continuación.

Manual

Corresponde a líneas productivas que cuentan con mesas mecanizadas o semimecanizadas para el transporte de las piezas de madera. Su evacuación es realizada por operadores en forma manual hacia carros de empaquetado. La colocación de separadores o palillos es realizada manualmente por operadores.

Semiautomático

Corresponde a líneas productivas que consideran empaquetadoras automáticas (*stacker*) y empaquetado manual. Estas empaquetadoras permiten confeccionar las camadas de los paquetes y la colocación de los separadores en forma automática, mediante el uso de sistemas electro control neumático (sensores, servo válvulas, cilindros neumáticos, PLC).

Automático

Sistemas que consideran buzones y empaquetadoras automáticas para la confección de los paquetes, presentan un grado alto de automatización.

En el Cuadro N° 13 indica el tipo de empaquetadora utilizada en los aserraderos encuestados. Se observa que el empaquetado manual predomina en todos los casos.

Cuadro N° 13
EMPAQUETADORAS SEGÚN TIPO

Tipo	Maule	Ñuble	Bio Bio	Araucanía	Los Ríos	Los Lagos	Total
Manual	18	10	17	7	2	2	56
Semiautomática (<i>stacker</i>)	3	2	-	5	1	1	11
Automática (buzones)	-	-	-	0	-	-	0

En la Figura N° 10 se registra la participación de cada tipo de empaquetadora en los aserraderos encuestados.

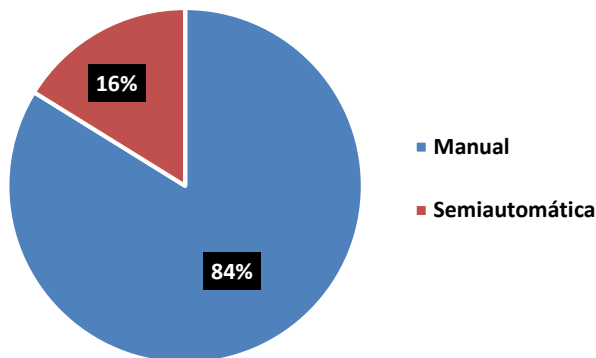


Figura N°10
PARTICIPACIÓN DE LAS EMPAQUETADORAS SEGÚN TIPO

En el Cuadro N° 14 se cuantifica el tipo de empaquetado por rango de producción en los aserraderos encuestados. Se observa que el empaquetado manual predomina en los aserraderos con producciones entre 10 y 50 mil m³/año, mientras que los *stacker* se concentran en los aserraderos con producciones entre 50 y 100 mil m³/año. Ambos sistemas de empaquetado están presentes en todos los rangos de producción.

Cuadro N° 14
EMPAQUETADORA POR RANGO DE PRODUCCIÓN SEGÚN TIPO

Tipo	Rango de Producción (m ³ /año)			
	10.000 / 20.000	20.000 / 50.000	50.000 / 100.000	100.000 / 120.000
Manual	22	29	4	2
Semiautomático (stacker)	1	2	6	2
Automático (buzones)	-	-	-	-

4.2. Indicadores de Desempeño

En este punto se caracterizan las herramientas y metodologías utilizadas en los aserraderos encuestados para monitorear y optimizar la asignación de los recursos.

Se utilizan indicadores que miden el desempeño de un proceso productivo o un área de gestión dentro de la organización. Estos indicadores cumplen los siguientes objetivos:

Medir la eficacia y eficiencia de un proceso o la gestión de un área de la empresa.

Comparar el comportamiento de una variable en el tiempo.

Analizar las mejoras en el proceso productivo.

4.2.1. Área Materias Primas, Clasificación y Descortezado

Se indican a en primer lugar las preguntas asociadas al uso de indicadores de desempeño en las áreas de recepción de rollizos, clasificado, descortezado y gestión de inventario, y en la Figura N° 11 se resumen las respuestas.

1.1	¿En la recepción de rollizos dispone de indicadores para el control de diámetro y longitud?
1.2	¿En la recepción de rollizos dispone de indicador para el control de hongos cromógenos y pudrición?
1.3	¿En la recepción de rollizos dispone de indicador de inspección de calidad?
1.4	¿En el proceso de descortezado dispone de indicador del consumo diario de rollizos? ¹
1.5	¿Cuenta con indicador que mida el porcentaje de rollizos por rango diamétrico? ²
1.6	¿Dispone de indicador de nivel de acierto en la clasificación de rollizos? ²
1.7	¿Dispone de indicador de rechazo de rollizos?
1.8	¿Dispone de indicador para monitorear la antigüedad del inventario de rollizos?

¹ Considera solo aserraderos que cuenta con proceso descortezado en línea independiente.

² Representa aserraderos que no clasifican por bandas de diámetro.

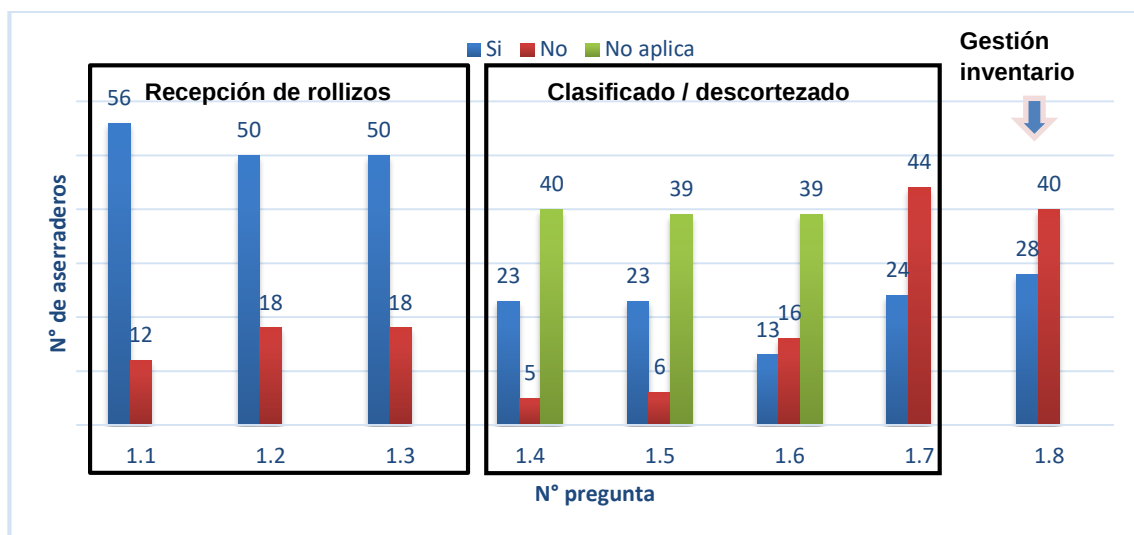


Figura N°11

INDICADORES DE DESEMPEÑO PROCESOS DE RECEPCIÓN, CLASIFICADO, DESCORTEZADO Y GESTIÓN DE INVENTARIO DE ROLLIZOS

- Preguntas 1.1, 1.2 y 1.3

En el área de recepción de rollizos hay un uso importante de indicadores de desempeño referidos a la verificación de cantidades y dimensiones, control fitosanitario e inspección de calidad.

En la Figura N° 12 se indican los porcentajes de participación de los sistemas de adquisición de datos utilizados en el área recepción de rollizos.

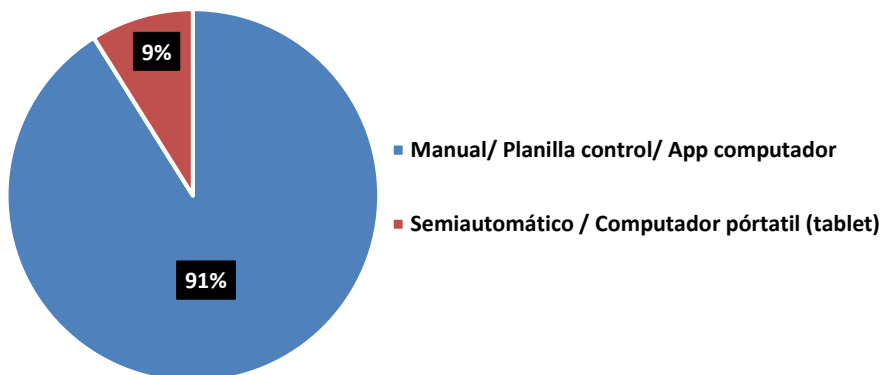


Figura N° 12
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ADQUISICIÓN DE DATOS ÁREA RECEPCIÓN DE ROLLIZOS

Se observa que predomina el uso de planillas de registro manual en la captura de los datos y la posterior digitalización en computadoras, con un 91% de participación. El 9% de los aserraderos han integrado tecnologías de la información (TI) en el proceso de adquisición de datos, a través del desarrollo de formularios digitales en computadoras portátiles (tablet), que permite una captura semiautomática de datos.

En la Figura N° 13 se registran los porcentajes de participación de los sistemas de almacenamiento y procesamiento de los datos.

Se observa que predomina el uso de hojas de cálculo en MS Excel, con un 73%, y en menor proporción el uso de software especializado, con un 27%.

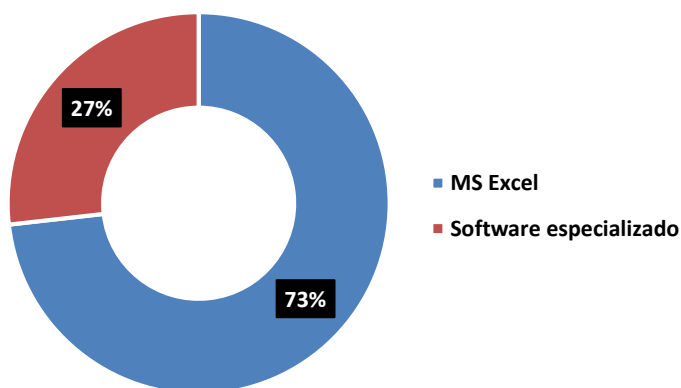


Figura N° 13
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ALMACENAMIENTO/PROCESAMIENTO
ÁREA RECEPCIÓN DE ROLLIZOS

- Pregunta 1.4

El 82% de los aserraderos con proceso de descortezado en línea independiente cuenta con indicadores de desempeño para medir la productividad de consumo de rollizos.

La productividad en el proceso de descortezado cuantifica las unidades o volumen de rollizos consumidos por unidad de tiempo. Es un indicador clave para determinar la eficiencia de la línea de producción. Se define según la siguiente fórmula:

$$Productividad_i = \frac{\sum Volumen\ producción}{Unidad\ de\ tiempo} \left[\frac{Trozos}{h} \right]$$

En la Figura N° 14 se muestran los porcentajes de participación de los sistemas de adquisición de datos utilizados para registrar el consumo de rollizos en el proceso de descortezado en línea independiente.

Se observa que predomina el uso de escáner, con 57% de participación. Este sistema de adquisición suministra información confiable y en tiempo real del consumo de rollizos, permitiendo estimar el volumen y la distribución volumétrica de consumo.

El 17% de los descortezadores en línea independiente cuentan con contadores electrónicos de trozos que cuantifican la cantidad de rollizos consumidos. Estos dispositivos no entregan información sobre el diámetro de consumo. Algunos aserraderos al no contar con esta información realizan estudios para estimar el consumo histórico.

El 26% de los aserraderos utilizan planillas de registro manual que posteriormente son digitalizadas en aplicaciones de computadoras. Este sistema de adquisición de datos entrega información poco fiable o incompleta sobre el consumo de rollizos, además del aumento en los tiempos de registro y digitalización.

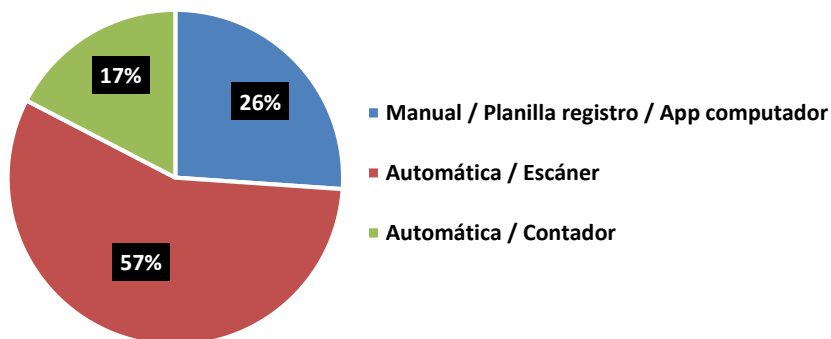


Figura N° 14
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ADQUISICIÓN DATOS
CONSUMO DIARIO DE ROLLIZOS, DESCORTEZADO

En la Figura N°15 se indican los porcentajes de participación de los sistemas de almacenamiento y procesamiento utilizados en los descortezadores de línea independiente.

Se observa que predomina el uso de software especializado, con un 61% de participación. El 39% de los aserraderos restantes utilizan hojas de cálculo MS Excel.

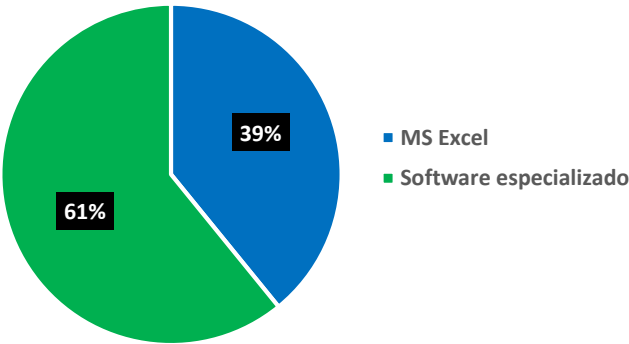


Figura N° 15
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ALMACENAMIENTO/PROCESAMIENTO
CONSUMO DIARIO DE ROLLIZOS, DESCORTEZADO

En el Cuadro N° 15 se cuantifica la participación de softwares usados para el almacenamiento/procesamiento de datos, según el tipo de adquisición de datos. Se observa que los sistemas manuales de consumo de rollizos utilizan exclusivamente planillas MS Excel. En cambio, en los sistemas automáticos predomina el uso de software especializado, con un 82% de participación.

Cuadro N° 15
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE CONSUMO

Tipo	MS Excel	Software Especializado
Sistema manual (%)	100	0
Sistema automático (%)	18	82

- Pregunta 1.5

El 79% de los aserraderos que clasifican rollizos cuenta con indicadores de distribución por clase diamétrica.

Separar físicamente los rollizos según su calidad y dimensiones permite optimizar el rendimiento de materias primas y aumentar la productividad en aserradero. La planificación de la producción necesita utilizar información diaria confiable del inventario de rollizos por rango de diámetro ($\varnothing_i$). Este indicador se define como la proporción de cada clase respecto del total de rollizos en cancha, según la siguiente fórmula:

$$Inventario\ distribución\ clase_{\varnothing_i}(\%) = \frac{Volumen\ \varnothing_i}{\sum Volúmen\ cancha\ de\ trozos} * 100$$

En la Figura N° 16 se muestran los porcentajes de participación de los sistemas de adquisición de datos en la clasificación por rango de diámetro.

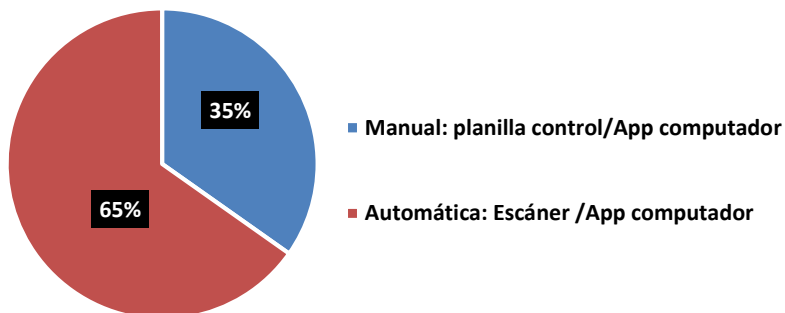


Figura N°16
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ADQUISICIÓN DATOS CLASIFICACIÓN DE ROLLIZOS
POR RANGO DE DIÁMETRO

Se observa que el 65% de los aserraderos que clasifican cuentan con escáner que registra la dimensión del rollizo en forma automática suministrando información con un alto grado de precisión y confiabilidad. El 35% utiliza planillas de registro manual y digitalizado en aplicaciones de computadoras, suministrando información incompleta y con bajo nivel de confiabilidad.

En la Figura N° 17 se indican los porcentajes de participación de los sistemas de almacenamiento y procesamiento de datos utilizados en el proceso de clasificación por rango de diámetro. Se observa que predomina el uso de softwares especializados proporcionados por el proveedor del escáner, con un 70% de participación.

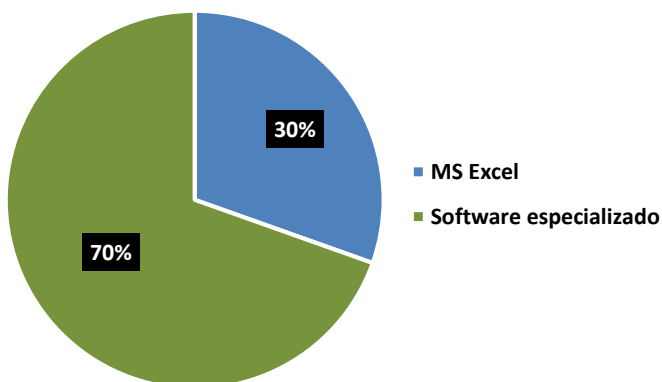


Figura N°17
PARTICIPACIÓN SISTEMA ALMACENAMIENTO/PROCESAMIENTO
CLASIFICACIÓN DE ROLLIZOS POR RANGO DE DIÁMETRO

En el Cuadro N° 16 se puede apreciar los softwares usados para el almacenamiento/procesamiento de datos, según el tipo de adquisición de datos.

Se observa que el MS Excel predomina en los sistemas de adquisición manual, con un 75% participación. En los sistemas automáticos predomina la utilización de softwares especializados, con un 93% de participación.

Cuadro N° 16
SISTEMA ALMACENAMIENTO/PROCESAMIENTO, CLASIFICACIÓN POR RANGO DIÁMETRO

Tipo	MS Excel	Software Especializado
Sistema manual (%)	75	25
Sistema automático (%)	7	93

- Pregunta 1.6

El 45% de los aserraderos que clasifican rollizos realiza estudios para medir su efectividad.

El índice de acierto en el proceso de clasificado y descortezado mide el grado de efectividad en la clasificación de rollizos por dimensiones y calidad. Consiste en realizar un muestreo aleatorio de “n” unidades (rollizos) provenientes de una clase diamétrica determinada y calcular el porcentaje de trozos bien clasificados.

Es importante considerar que una clasificación eficiente tendrá una incidencia positiva en el rendimiento y productividad del aserradero. El índice de acierto se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Índice Acierto}_{CD}(\%) = \frac{\text{Número de trozos bien clasificados}}{\text{Tamaño muestra}} * 100$$

El sistema de adquisición de datos se realiza a través del uso de planillas de registro manual y posteriormente digitalizadas en planillas de MS Excel.

- Pregunta 1.7

El 83% de los aserraderos cuenta con el indicador índice de rechazo de calidad de los rollizos, IRC.

El índice de rechazo de calidad (IRC) representa la proporción de rollizos clasificados que no cumplen con las especificaciones de calidad, respecto al total de la producción en un periodo determinado.

El IRC se calcula con la siguiente fórmula:

$$\text{Ind Rechazo Calidad IRC}(\%) = \frac{\sum \text{rechazo calidad} + \sum \text{rechazo diámetro} + \sum \text{rechazo largo}}{\sum \text{Total de producción}} * 100$$

Los aserraderos que no cuentan con verificación de rechazo de calidad de los rollizos adoptaron la política del consumo total de los rollizos recibidos, es decir, si la carga no es rechazada en el proceso de recepción será consumida en su totalidad.

La mayoría de estos aserraderos consumen rollizos de baja calidad, provenientes de bosques sin manejo silvícola, bosques siniestrados o desclasificaciones de otras empresas. Por lo tanto, hay bajo interés en monitorear y controlar la calidad de la materia prima.

En la Figura N° 18 se muestran los porcentajes de participación de los sistemas de adquisición de datos utilizados en la captura de registros de desclasificaciones de rollizos.

Se observa un predominio en el uso de planillas de registro manual, que posteriormente son digitalizadas en aplicaciones de computadoras, con un 83% de participación.

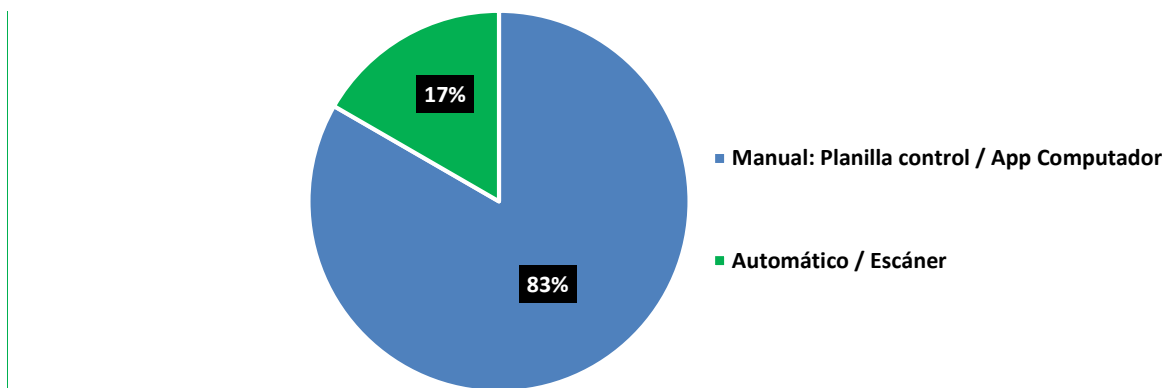


Figura N° 18
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ADQUISICIÓN DE DATOS
REGISTRO DE DESCLASIFICACIONES ROLLIZOS

El 17% de los aserraderos que clasifican por diámetro utilizan un escáner para la adquisición automática de las desclasificaciones producto de las dimensiones y morfología del rollizo.

Los rollizos sobretamaño, o con alguna característica que pueda dañar los equipos (ramas, contrafuertes), se registran en forma manual ya que son rechazados antes de ingresar al descortezador y clasificador de trozos.

En la Figura N° 19 se señalan los porcentajes de participación de los sistemas de almacenamiento y procesamiento de datos utilizados para monitorear la desclasificación de rollizos.

Se observa que predomina el uso de MS Excel para controlar los IRC de rollizos, con un 72% de participación. El 28% utiliza software especializados entregados por el proveedor del escáner.

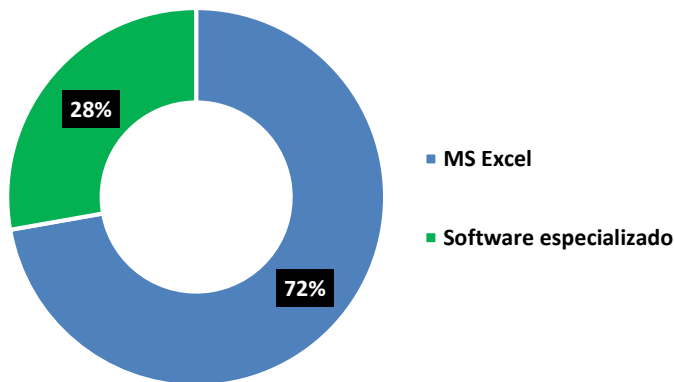


Figura N° 19
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ALMACENAMIENTO/PROCESAMIENTO
REGISTRO DE DESCLASIFICACIONES DE ROLLIZOS

- Pregunta 1.8

El 41% de los aserraderos cuenta con indicadores documentados sobre la antigüedad de su materia prima en stock.

La madera es un material biodegradable, por lo que una correcta gestión de inventario es primordial para evitar la proliferación de hongos de pudrición y cromógenos. Esta gestión se evalúa a través de un indicador de gestión denominado “rotación de inventario”, el cual registra la antigüedad de rollizos almacenados en cancha, desde la creación de una ruma hasta la fecha actual. La rotación de inventario se calcula con la siguiente fórmula.

$$\text{Rotación Inventario} = \text{Fecha actual} - \text{Fecha creación ruma}(\text{días})$$

Se debe considerar que la mayoría de los aserraderos encuestados maneja *stocks* de seguridad bajos (horizonte semanal de abastecimiento), por lo que no consideran relevante este indicador. Por ello la rotación del inventario de rollizos se realiza utilizando la regla de consumo FIFO (*first in first out*), el primero en entrar es el primero en salir, que se aplica en forma empírica por la experiencia del personal.

En la Figura N° 20 se indican los porcentajes de participación de los sistemas de adquisición de datos utilizados para monitorear la antigüedad de los rollizos.

Se observa que predomina el registro manual, con el 93% de participación. Se utilizan planillas de control que permiten contabilizar el número de rollizos e indican la fecha de creación de cada ruma. Luego, esta información es digitalizada en aplicaciones de computadoras.

El 7% de los aserraderos han incorporado tecnologías de la información que les permite la captura semiautomática de la antigüedad de rollizo en el inventario, para ello, desarrollaron formularios digitales en aplicaciones compatibles con computadoras portátiles que les permiten optimizar los tiempos de registro del control y disminuir los errores de digitalización.

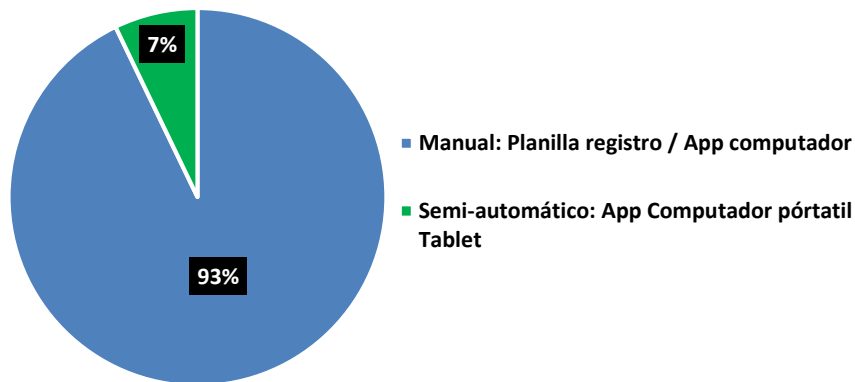


Figura N° 20
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ADQUISICIÓN DATOS
ANTIGÜEDAD DEL INVENTARIO

En la Figura N° 21 se indican los porcentajes de participación de los sistemas de almacenamiento y procesamiento utilizados para monitorear la antigüedad de los rollizos.

Se observa que predomina el uso de MS Excel, con 79% de participación. El 21% ha desarrollado aplicaciones o comprado licencia de software especializado.

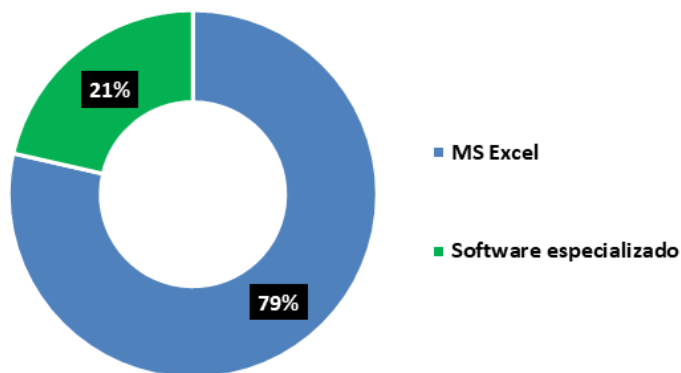


Figura N° 21
PARTICIPACIÓN SISTEMA ALMACENAMIENTO/PROCESAMIENTO
ANTIGÜEDAD DEL INVENTARIO

En el Cuadro N° 17 se cuantifican los softwares usados para el almacenamiento/procesamiento de datos, según el tipo de adquisición de datos.

Se observa que en los sistemas de adquisición manual predomina el uso de MS Excel, con un 85% de participación.

Cuadro N° 17
SOFTWARE POR TIPO DE SISTEMA DE ADQUISICIÓN DE DATOS

Tipo	MS Excel	Software Especializado
Sistema manual (%)	85	15
Sistema semiautomático (%)	0	100

4.2.2. Área Aserradero

Se indican en primer lugar las preguntas asociadas al área de aserradero y en la la Figura N° 22 se resumen las respuestas relacionadas con el uso de indicadores de desempeño en el área.

2.1	¿Dispone de indicador del consumo diario de rollizos?
2.2	¿Dispone de indicador para controlar la productividad de madera aserrada?
2.3	¿Dispone de indicador de rendimiento (consumo rollizos/madera aserrada)?
2.4	¿Dispone de indicador de pérdidas operativas de su línea de producción (factor de uso)?
2.5	¿Conoce la productividad potencial de sus equipos (factor operación/ritmo de producción)?
2.6	¿Dispone de indicadores relacionados con la calidad del empalillado?
2.7	¿Dispone de indicadores relacionados con la inspección de paquetes terminados y proceso?

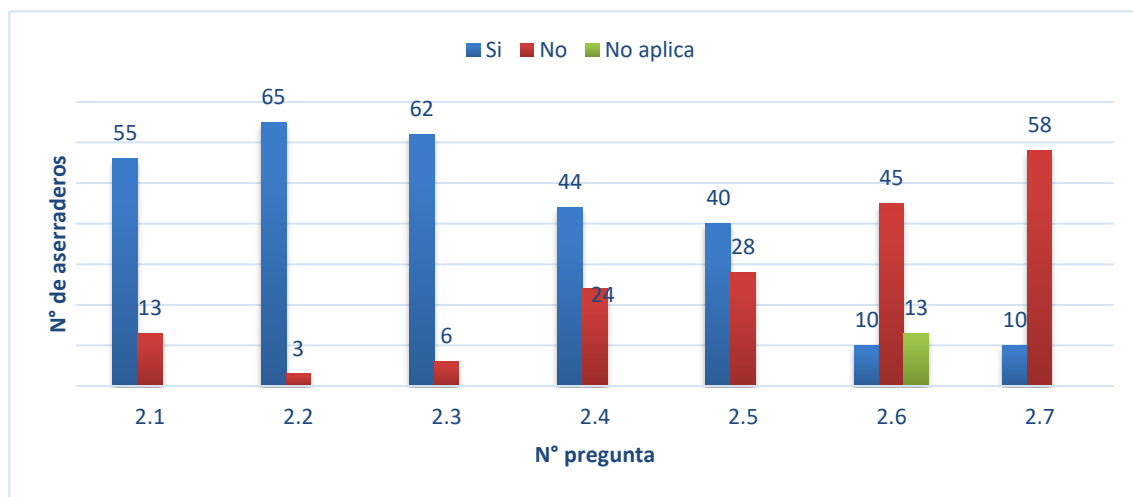


Figura N° 22
INDICADORES DE DESEMPEÑO PROCESO DE ASERRÍO

Pregunta 2.1

El 80% de los aserraderos utiliza indicadores de desempeño para monitorear el consumo diario de rollizos.

Este indicador es la base para generar otros indicadores, tales como ritmo de producción (rollizos potenciales/unidad de tiempo), productividad, consumo y rendimiento. Para la adquisición de datos se utilizan una serie de herramientas, con distintos niveles de confiabilidad y funcionalidad.

En la Figura N° 23 se registran los porcentajes de participación de los sistemas adquisición de datos utilizados en el consumo de rollizos en el proceso de aserrío.

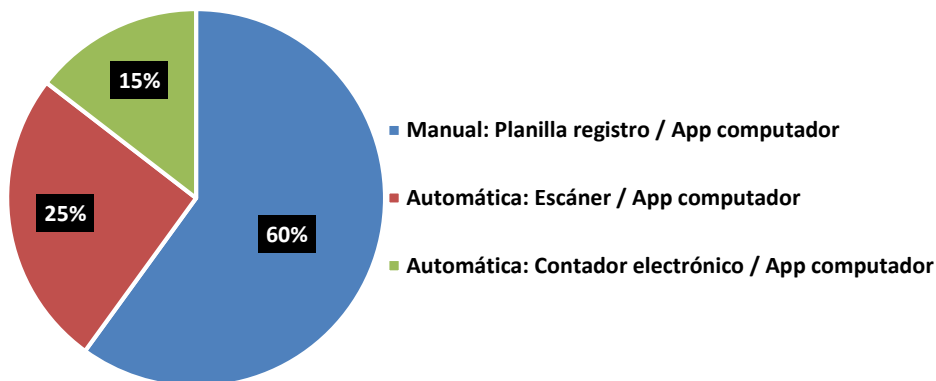


Figura N° 23
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ADQUISICIÓN DATOS
CONSUMO DE ROLLIZOS

Se observa que en los aserraderos que controlan el consumo de rollizos predomina el uso de planillas de registro manual, que posteriormente son digitalizadas en aplicaciones de computadoras, con un 60% de participación. Este mecanismo suministra información poco confiable (errores de registro y digitación), información del diámetro de consumo incompleta y aumento en los tiempos de registro y digitalización.

Otros aserraderos han incorporado tecnologías de la información que permiten la adquisición de datos automática, a través del uso de escáner o contadores electrónicos.

El 25% de los aserraderos que controlan el consumo de rollizos cuenta con un escáner, que realiza el conteo y estima el volumen. El 15% de los aserraderos cuenta con contadores electrónicos, dispositivo que no entrega información respecto al diámetro de consumo. El rendimiento se calcula a través de estimaciones de diámetros promedios, por lo tanto, la confiabilidad de la información es baja.

- Pregunta 2.2

El 96% de los aserraderos monitorea la productividad de salida del aserradero.

Este indicador es determinado por el sistema de control de producción con el que cuenta el aserradero. El sistema de control de producción suministra una gran cantidad de información que es utilizada en la gestión interna de los procesos, como son cuantificar la producción diaria

del proceso aserrío, calcular el rendimiento, realizar la trazabilidad de los paquetes en proceso y terminados, además de información para la gestión de inventario y otros aspectos.

En el 4% de los aserraderos encuestados que no cuenta con tecnologías de información para realizar control de la producción (Figura N° 22), la producción es informada al momento de emitir una factura de venta, una vez que el paquete esté en bodega de productos terminados listo para su despacho. En consecuencia, no se dispone de información que permita generar indicadores relacionadas a la gestión interna de los procesos productivos.

En la Figura N° 24 se indican los porcentajes de participación de los sistemas de control de producción identificados en los aserraderos encuestados.

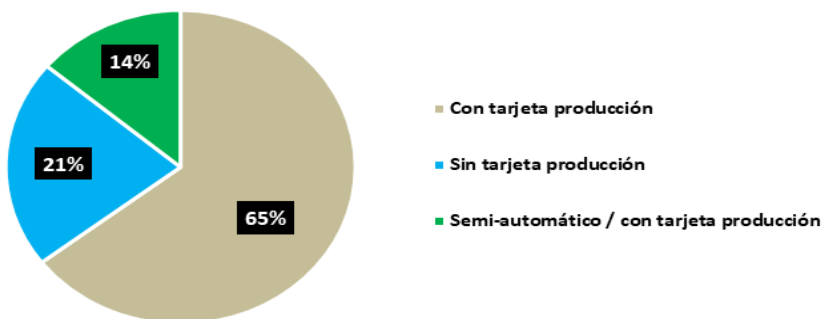


Figura N° 24
PARTICIPACIÓN SISTEMA ADQUISICIÓN DATOS
PRODUCTIVIDAD MADERA ASERRADA

Se observa que en los aserraderos que cuentan con un sistema de control de producción predomina el uso de tarjetas para identificar cada paquete, con un 65% de participación. Una vez adherida la tarjeta en el paquete, se registran sus antecedentes en una planilla de control, para luego digitalizarla en un computador. Este sistema tiene la característica de incorporar información complementaria a cada unidad producida, como por ejemplo, trazabilidad, antigüedad, condición superficial, identificación del producto, otras. Tiene como desventaja que necesita realizar el proceso de digitalización en un computador de oficina, por lo que no se cuenta con información en tiempo real.

El 20% de los aserraderos que cuentan con un sistema de control de producción utiliza planillas de registro manual en las cuales los operadores registran datos productivos diarios de cada proceso. Estos datos posteriormente son digitalizados en una aplicación en un computador. Es el sistema de control de producción más básico y considera información sobre la producción en un periodo determinado y no considera información complementaria necesaria para una correcta gestión de inventarios y trazabilidad, entre otros aspectos. Adicional a lo anterior, aumenta la incertidumbre en la calidad de la información, debido a posibles errores en el proceso de digitalización.

Algunos aserraderos han implementado sistemas de adquisición semiautomáticos, los cuales permiten informar los paquetes de madera en tiempo real, disminuyendo los tiempos de digitalización. Estos sistemas integran tecnologías que facilitan el proceso de adquisición de

datos, a través del uso de códigos de barras y QR integrados con tecnologías de la información, como se indica en Figura N° 25. Al comparar estas herramientas tecnológicas, predomina el uso del smartphone, debido a su adaptabilidad al trabajo en terreno (tamaño, peso) y precio. La pistola láser permite controlar paquetes a una mayor distancia, sin embargo, su inversión es considerablemente más alta.

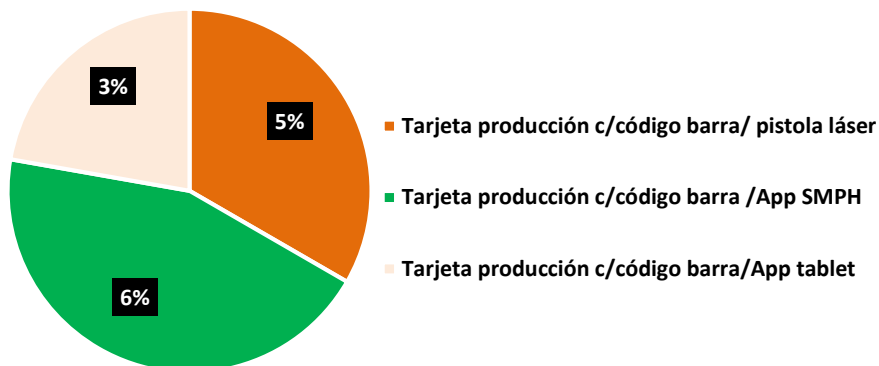


Figura N° 25
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ADQUISICIÓN DATOS EN
CONTROL DE PRODUCCIÓN

En la Figura N° 26 se muestran los porcentajes de participación de los softwares utilizados en el sistema de control producción.

Se observa que los aserraderos que cuentan con un sistema de este tipo, predomina el uso de MS Excel, con un 69% de participación. Debido a que se trata de un programa versátil, que no requiere grandes inversiones en desarrollo y en capacitación del personal, y sus costos de licencia son bajos. Sin embargo, sus hojas de cálculo tienen una serie de limitantes, algunas de las cuales se detallan a continuación.

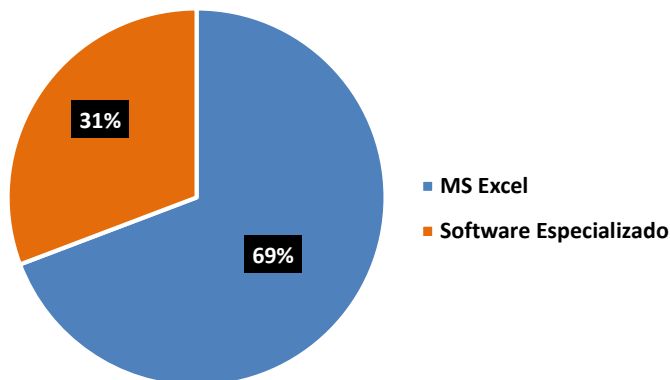


Figura N° 26
PARTICIPACIÓN DE SOFTWARES EN CONTROL DE PRODUCCIÓN

Limitantes respecto de la confiabilidad:

No permiten realizar un correcto historial de los movimientos o transacciones realizadas a cada paquete (trazabilidad).

Falta de estandarización en el proceso de registro genera un alto porcentaje de errores en la digitación.

Limitantes respecto de la funcionalidad:

No se cuenta con información de producción centralizada.

Se encuentra expuesta a modificaciones que afecten su operatividad.

El manejo de grandes bases de datos afecta su eficiencia.

No se cuenta con información en tiempo real.

Limitantes respecto de su facilidad de uso:

No se cuentan con interfaz amigable para el proceso de digitalización.

El 31% de los aserraderos utilizan softwares especializados para el control de la producción.

Estas herramientas computacionales permiten controlar la información de consumo y producciones en una base de datos centralizada, que es compatible con la creación de multiusuario (creación de perfiles) y de guardar el historial de movimientos.

Pregunta 2.3

El 91% de los aserraderos controla el rendimiento en su línea de aserradero.

Pregunta 2.4

El 65% de los aserraderos controla el “factor de uso” con diversos sistemas de adquisición y análisis de datos, con diferentes grados de confiabilidad y desempeño.

El nivel de confiabilidad de la información depende del sistema de control de producción y de las tecnologías de la información utilizadas.

Es importante monitorear la confiabilidad y disponibilidad de las máquinas que componen la línea de producción, para ello se definen diferentes indicadores de desempeño que permiten realizar una gestión sobre las pérdidas operativas en el proceso productivo.

El factor de uso (FU) representa el tiempo efectivo en el cual los equipos se encuentran operando en un periodo determinado. Es un indicador que permite medir el grado de utilización de los equipos. Se define como la relación entre el tiempo total del turno y el total de detenciones (tiempos muertos operacionales y mantención) y se calcula con la siguiente fórmula:

$$FU (\%) = \frac{\text{Tiempo Trabajado}}{\text{Tiempo Real}} = \frac{\text{Tiempo Real} - \sum \text{Tiempos Muertos}}{\text{Tiempo Real}}$$

En estos sistemas se registra y procesa información sobre los tipos de detenciones y su duración, realizando análisis estadísticos, información útil para la toma de decisiones.

En la Figura N° 27 se indican los porcentajes de participación de los sistemas de adquisición de datos utilizados en el control de pérdidas operativas que han implementado los aserraderos encuestados.

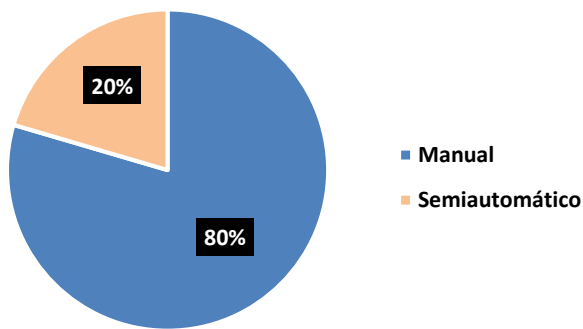


Figura N° 27
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ADQUISICIÓN DATOS
PÉRDIDAS OPERATIVAS ASERRADERO

Se observa que el 80% de los aserraderos que registran las detenciones lo realiza en planillas de control manual, información que es digitalizada en aplicaciones de computadoras. El 20% utiliza sistemas de adquisición semiautomáticos, es decir, registra en forma directa las detenciones en algún computador de escritorio o portátil.

En la Figura N° 28 se indican los porcentajes de participación de los sistemas de almacenamiento y procesamiento de datos para el control de pérdidas operativas que han implementado los aserraderos encuestados.

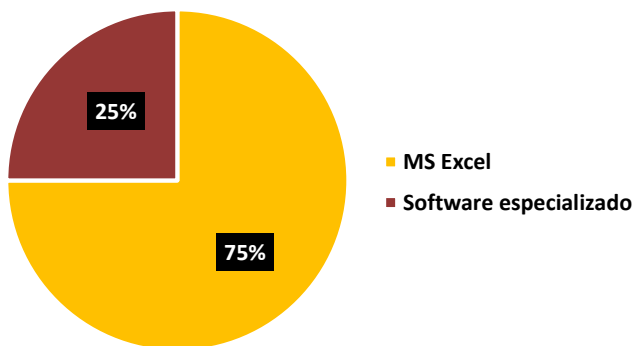


Figura N° 28
PARTICIPACIÓN SISTEMA ALMACENAMIENTO/PROCESAMIENTO
PÉRDIDAS OPERATIVAS ASERRADERO

Se observa que en los aserraderos que controlan las pérdidas operativas predomina el uso de hojas de cálculo MS Excel. Esta herramienta computacional se caracteriza por requerir un bajo costo en licencia, tiempos y recursos de desarrollo y capacitación del personal. Además, entrega escalabilidad para agregar o modificar requerimientos. Sin embargo, existen falencias en su facilidad de uso (interfaz poco amigable) y en la confiabilidad (falta de estandarización, información no centralizada, sin cuentas de usuarios). Respecto a la estabilidad, es de fácil manipulación.

El 25% de los aserraderos que registran las pérdidas operativas ha desarrollado o comprado alguna licencia de un software especializado. Comparativamente entregan una funcionalidad y usabilidad más eficiente que utilizar hojas de cálculo en MS Excel, sin embargo, requiere de tiempos de desarrollo más elevados.

- Pregunta 2.5

El 59% de los aserraderos ha realizado estudios para medir la capacidad productiva de sus líneas de producción (productividad diseño base, factor de servicio y ritmo de producción).

Estos indicadores permiten medir la eficiencia en el uso de la línea de producción.

En la Figura N° 29 se indican las fuentes de desarrollo para la determinación de indicadores de las capacidades productivas en los aserraderos encuestados.

Entre los que han realizado estudios para determinar los indicadores de capacidades instaladas de sus líneas de producción, el 80% ha sido realizado por el personal operativo del aserradero, un 15% provienen de trabajos efectuados en conjunto con la academia y el 5% ha contratado asesores externos para hacer el levantamiento de información. Se identifica como una oportunidad de mejora establecer vínculos con la academia para realizar este tipo de estudios, con el objeto obtener resultados aún más confiables.

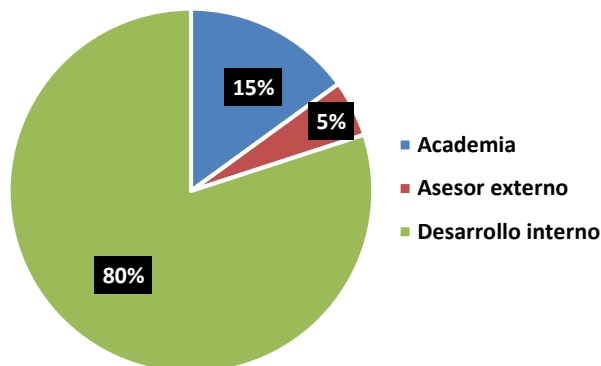


Figura N° 29
FUENTE DE DESARROLLO INDICADORES DE CAPACIDADES POTENCIALES

Realizar planes de muestreo a paquetes de madera, ya sea en producto terminado o en proceso (empalillado), favorece el aseguramiento de la calidad. Estos planes de muestreo consideran la estandarización de las actividades y generan información relevante para la toma de decisiones.

El incumplimiento de las especificaciones técnicas requeridas se denomina “no conformidad”, que identifica una causal de rechazo, la fecha de ocurrencia y la identificación del paquete (código verificador, centro productor, mercado).

Con esta información la empresa puede gestionar sus procesos y seguir en el tiempo la ocurrencia de las no conformidades detectadas.

El proceso de empalillado es una variable clave para obtener resultados satisfactorios en el proceso de secado.

Un buen empalillado permite controlar las grietas, alabeos y desviaciones de humedad. Es importante inspeccionar los siguientes puntos:

Posicionamiento y alineamiento vertical de los separadores.

Cobertura de separadores en la extensión de cada camada (corrida).

Variación dimensional en el espesor de las piezas de madera.

Estado de conservación de los separadores: uniformidad en espesores, separadores cortos o quebrados.

- Pregunta 2.6

El 18% de los aserraderos utiliza procedimientos documentados para el monitoreo y control del empalillado.

Otro indicador relevante es documentar los planes de muestreo en paquetes terminados, que consiste en inspeccionar lotes para cuantificar el porcentaje de piezas defectuosas, comparando este resultado con el AQL (*límite de calidad aceptable*).

Las variables más importantes a controlar son la mancha azul, la variación dimensional (sub y sobre dimensión), y las piezas quebradas o “picadas” por la grúa horquilla.

Además, se pueden controlar otras variables relacionadas con el cumplimiento de especificaciones en el empaquetado, donde se destacan las siguientes:

Tipo de material de embalaje (con o sin tratamiento térmico).

Cuadro de empaque (números de piezas, cantidad y posición de los interventores).

Revisión de zunchos, interventores y tacos (alineamiento y estado)

Cuadratura de cabezales y costado.

Interventores largos o dañados.

Cumplimiento especificaciones en el largo de las piezas.

Piezas sin despuntar (puntas negras).

Especificaciones técnicas del pintado de paquete (color de la pintura, marca del cliente, logo empresa productora, u otras marcas, nitidez del pintado).

El objetivo del monitoreo y control de paquetes es disminuir índices de rechazo, reprocesamientos y generación de producciones defectuosas, y fomentar una mirada empresarial hacia la satisfacción de sus clientes internos y externos.

- Pregunta 2.7

El 15% de los aserraderos cuenta con actividades de monitoreo de paquetes en proceso o terminado.

El 15% de los aserraderos encuestados cuenta con planes de muestreo estandarizado y documentado de paquetes terminados.

Para ello utilizan planillas de control que son digitalizadas en aplicaciones de computadoras.

Se aprecia una baja absorción de tecnologías de información para el proceso de adquisición y análisis de la información en la realización de control visual de paquetes.

Se propone desarrollar aplicaciones en computadoras portátiles (tablet), con el objetivo de optimizar el sistema de adquisición de datos, y plataforma web o de escritorio, para generar información relevante para la toma de decisiones.

4.2.3. Área de Secado

Se indican a continuación las preguntas asociadas al área de secado y en la Figura N° 30 se resumen las respuestas relacionadas con los indicadores de desempeño en el área.

3.1	¿Dispone de indicador para controlar la productividad en el proceso de secado?
3.2	¿Planifica considerando los ciclos potenciales en un periodo de tiempo determinado?
3.3	¿Dispone de indicador para determinar la capacidad de secado disponible?
3.4	¿Conoce la productividad potencial del proceso de secado (factor operación/ritmo)?
3.5	¿Dispone de indicador de pérdidas operativas en el proceso de secado (Factor de uso)?
3.6	¿Dispone de indicadores de reprocesamiento por contenido de humedad fuera rango?

El 76% de los aserraderos encuestados cuentan con proceso de secado en cámara.

Debido a que los equipos cuentan con sistemas de control automatizados, el nivel de incorporación de tecnología de información es mayor que en otras áreas operativas.

Lo anterior, se traduce en mayor uso de indicadores de desempeño para controlar la operación del proceso de secado.

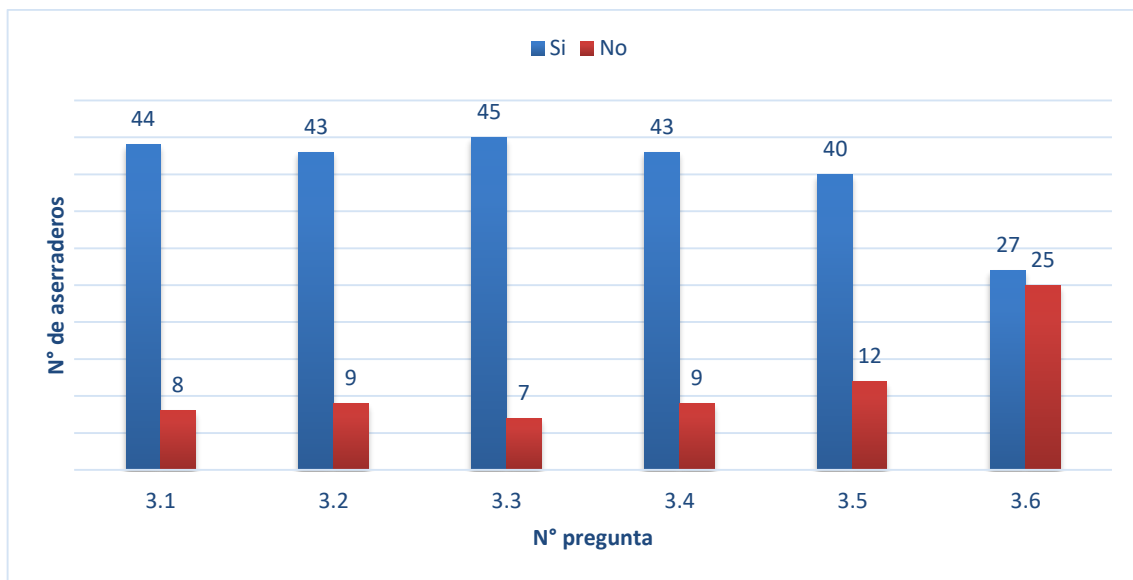


Figura N° 30
INDICADORES DE DESEMPEÑO EN PROCESO DE SECADO

- Pregunta 3.1

El 85% de los aserraderos maneja información de la productividad asociada a cada cámara.

- Pregunta 3.2

El 83% de los aserraderos ha determinado los ciclos potenciales a secar considerando su gama de productos.

- Pregunta 3.3

El 87% de los aserraderos cuenta con información sobre su capacidad de secado disponible en un periodo determinado.

- Pregunta 3.4

El 83% de los aserraderos cuenta con indicadores de productividad potencial. Estos indicadores suministran información relevante al área de planificación de la producción y permiten evaluar la eficiencia del área.

- Pregunta 3.5

El 77% de los aserraderos cuenta con un sistema de registro para el control de pérdidas operativas de su planta de secado.

De los aserraderos que cuentan con sistema de control de pérdidas operativas, el 68% utiliza sistemas de adquisición de datos semiautomáticos, que consiste en formularios digitales donde los operadores ingresan las detenciones directamente a una aplicación instalada en un computador.

El 32% registra las detenciones en una planilla de control manual que luego es digitalizada en aplicaciones de computadoras (Figura N° 31).

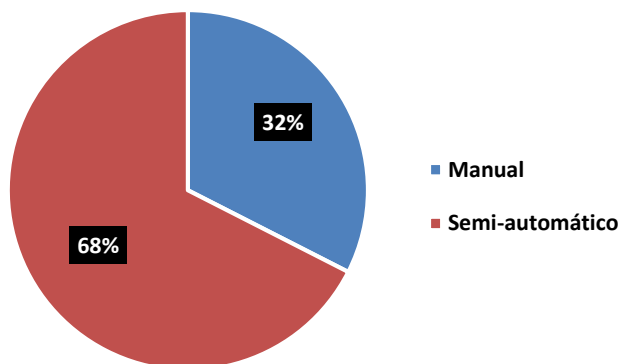


Figura N° 31
PARTICIPACIÓN SISTEMAS ADQUISICIÓN DATOS EN SECADO

- Pregunta 3.6

El 52% de los aserraderos lleva un registro del reproceso de madera rechazada por incumplimiento de especificaciones en el contenido de humedad.

4.2.4. Área de Clasificado y Cepillado Seco

A continuación, se muestran las preguntas asociadas al uso de indicadores de desempeño en el área de cepillado y clasificado, y en la Figura N° 32 son resumidas las respuestas obtenidas.

4.1	¿Dispone de indicador para controlar la productividad en el proceso de clasificado, cepillado seco?
4.2	¿Dispone de indicador para controlar el rendimiento (consumo/producción) de madera aserrada?
4.3	¿Dispone de indicador de pérdidas operativas en el proceso de clasificado y cepillado seco?
4.4	¿Conoce la productividad potencial del área (factor operación/ritmo)?

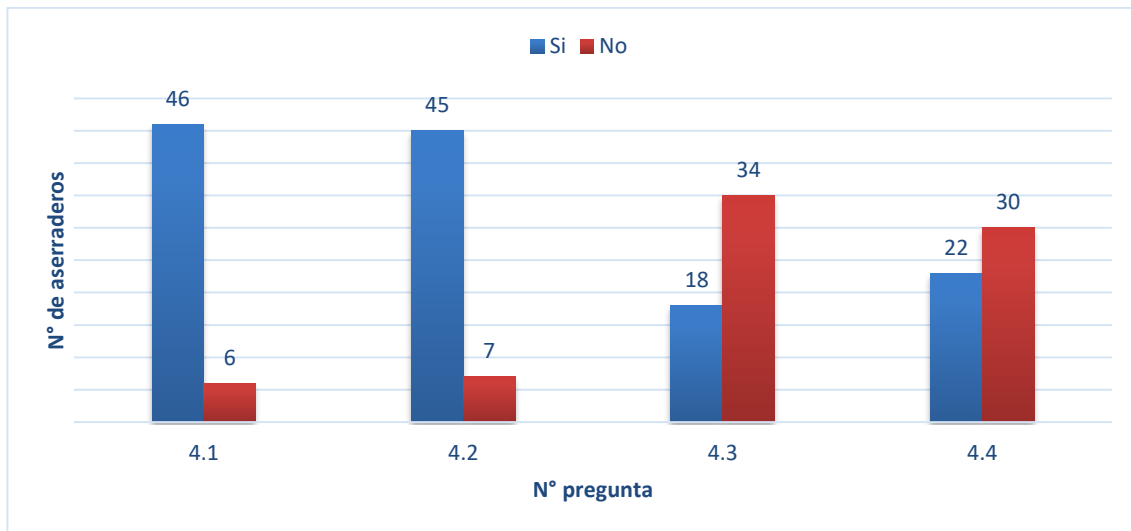


Figura N° 32
INDICADORES DE DESEMPEÑO ÁREA DE CLASIFICADO Y CEPILLADO DE SECADO

- Pregunta 4.1

El 88% de los aserraderos controla la productividad.

- Pregunta 4.2

El 87% de los aserraderos maneja indicadores de rendimiento por proceso.

- Preguntas 4.3 y 4.4

Hay un bajo uso de tecnologías de información referidas al control de pérdidas operativas y escaso estudio para calcular la productividad potencial del área, con un 35% y 42%, respectivamente.

4.2.5. Área de Mantenimiento Planta

Se muestran a continuación las preguntas asociadas al uso de indicadores de desempeño en el área de mantenimiento planta y en la Figura N° 33 son resumidas las respuestas.

5.1	¿Cuenta con indicador para el control de la disponibilidad de sus equipos?
5.2	¿Realiza mantenimiento preventivo a sus equipos?
5.3	¿Dispone de indicador que mida el cumplimiento de tiempo de entrega trabajos programados?
5.4	¿Dispone de costos unitarios de mantención industrial de sus equipos?
5.5	¿Dispone de stock de repuestos críticos?

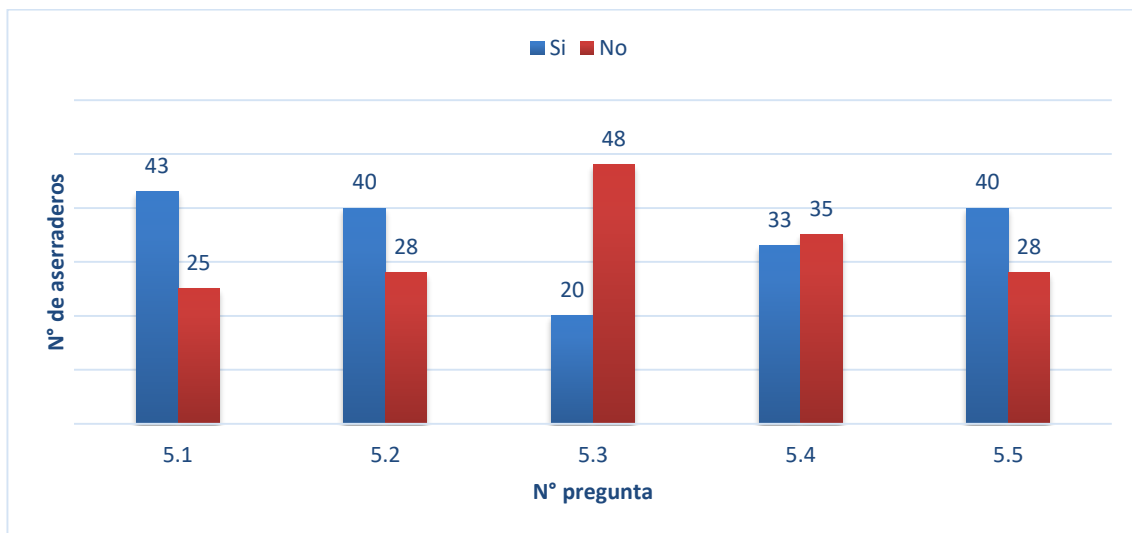


Figura N° 33
INDICADORES DE DESEMPEÑO ÁREA MANTENCIÓN PLANTA

El 4% de los aserraderos no cuentan con un área de mantención (servicio externo).

- Pregunta 5.1

El 63% cuenta con indicador de disponibilidad de los equipos.

El indicador más relevante del área de mantención está referido al nivel de confiabilidad y disponibilidad de las máquinas. Para determinar el indicador de confiabilidad (FD) se deben registrar y digitalizar las detenciones ocurridas dentro de un turno productivo (tiempos muertos), que se produzcan por razones de fallas eléctricas, electrónicas, mecánicas, hidráulicas o neumáticas.

El FD se calcula considerando la siguiente fórmula:

$$FD (\%) = \frac{\text{Tiempo Trabajado}}{\text{Tiempo Planificado}} = \frac{\text{Tiempo Plan} - \sum \text{Tiempos Muertos de Mantención}}{\text{Tiempo Plan}}$$

Otros indicadores utilizados para medir la eficiencia del mantenimiento son el tiempo medio entre falla y reparación, lo cual se definen a continuación:

Tiempo medio entre fallas: En inglés es conocido como *Mid time between failure* y es la relación entre el número total de horas y el número de averías ocurridas en el período analizado.

Este índice permite conocer la frecuencia de ocurrencia de averías.

Se calcula considerando la siguiente fórmula:

$$MTBF \left(\frac{h}{un} \right) = \frac{N^{\circ} \text{ de horas periodo}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

Tiempo medio de reparación: En inglés es conocido como *Mid time to repair*. Es la relación entre el número total de horas de detenciones por averías y el número total de mantenimientos no programados ocurridas en el período analizado.

Este índice permite conocer el nivel de criticidad de las averías que se producen en un equipo.

El MTTR se calcula considerando la siguiente fórmula.

$$MTTR \left(\frac{h}{un} \right) = \frac{N^{\circ} \text{ total de horas detenciones por avería}}{N^{\circ} \text{ de averías}}$$

- Pregunta 5.2

El 59% de los aserraderos realiza mantenimiento preventivo a sus equipos.

En la Figura N° 34 se indican los niveles de adopción de mantenimiento preventivo de máquinas y equipos en los aserraderos encuestados.

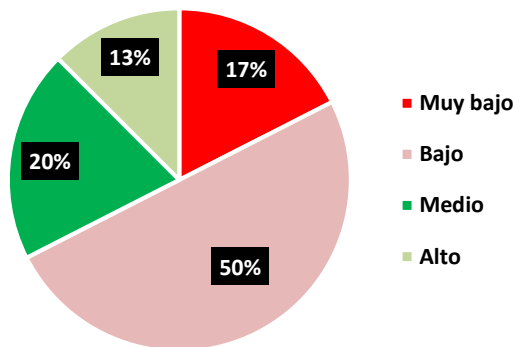


Figura N° 34
NIVEL MANTENCIÓN PREVENTIVA

El 67% de los aserraderos encuestados declara un nivel de mantenimiento preventivo “bajo” o “muy bajo”. Es importante desarrollar herramientas de gestión de mantenimiento para

mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos, y la calidad de los productos, reducir índices de rechazo, entre otros aspectos.

- Pregunta 5.3

El 29% de los aserraderos cuenta con tecnología de información (TI) para medir la eficiencia del indicador.

- Pregunta 5.4

El 49% de los aserraderos cuenta con un sistema para el control de costos de mantenimiento de equipos.

- Pregunta 5.5

El 59% de los aserraderos ha determinado el *stock* de seguridad en repuestos críticos.

4.2.6. Área de Mantenimiento Elementos de Corte

Se indican a continuación las preguntas asociadas al uso de indicadores de desempeño en el área de mantenimiento de elementos de corte y en la Figura N° 35 se resumen las respuestas.

6.1	¿Realiza trazabilidad de mantenciones por elemento de corte?
6.2	¿Cuenta con indicador en el consumo de insumos para el mantenimiento de elementos de corte? ¹
6.3	¿Registra pérdidas operativas provocadas por fallas o falta de disponibilidad del elemento de corte?
6.4	¿Dispone de costos unitarios en la mantención de elementos de corte?

¹ Aserraderos que contratan el servicio de mantención de elementos de corte.

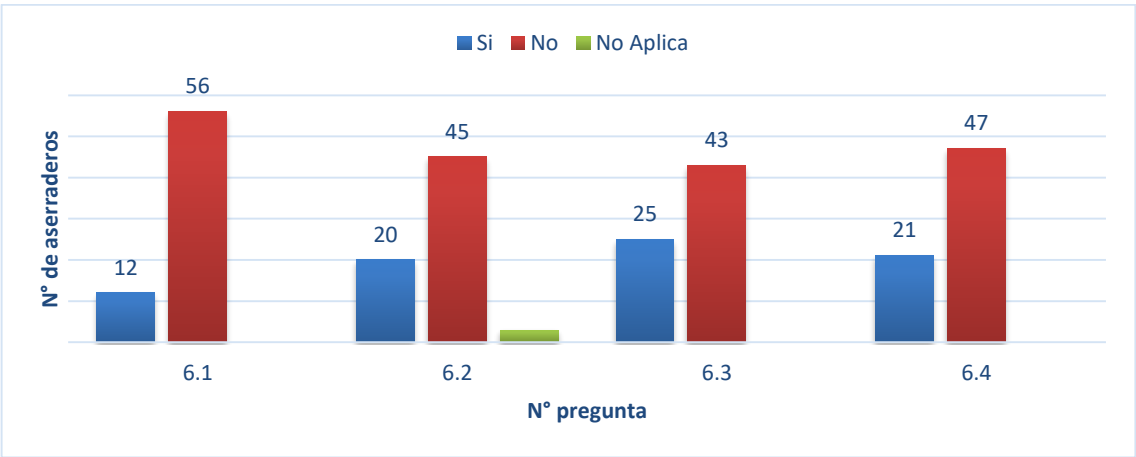


Figura N° 35
INDICADORES DE DESEMPEÑO ÁREA MANTENCIÓN DE ELEMENTOS DE CORTE

El 4% de los aserraderos encuestados contrata un servicio externo para realizar la mantención de los elementos de corte.

- Pregunta 6.1

El 18% de los aserraderos realiza seguimiento documentado de la trazabilidad de cada elemento de corte, es decir, registra antecedentes de las mantenciones; número de mantenciones, grietas, vida útil, consumo de material en cada rectificado, horas de uso, entre otras.

- Pregunta 6.2

El 31% de los aserraderos cuenta con herramientas que les permite generar indicadores referentes al consumo de insumos, tales como líquido refrigerante, piedras abrasivas, soldaduras, entre otras.

- Pregunta 6.3

El 37% de los aserraderos cuenta con una herramienta de control de pérdidas operativas que les permite identificar las detenciones operacionales producto de fallas en el mantenimiento o abastecimiento de elementos de corte.

- Pregunta 6.4

El 31% de los aserraderos cuenta con planillas de registro para el monitoreo y control de costos operacionales del taller.

En los aserraderos que realizan mantención a sus elementos de corte existe una baja utilización de tecnologías de información aplicadas al control del proceso, planificación, costos operativos del área y necesidades de insumos.

4.2.7. Área de Control de Calidad

Se indican a continuación las preguntas asociadas al uso de indicadores de desempeño en el área de control calidad y en la Figura N°36 se resumen las respuestas obtenidas.

7.1	¿Realiza caracterización de rechazo por tipo de causal en producto terminado y en proceso?
7.2	¿Mide la eficiencia de acierto en la clasificación de madera realizada por sus clasificadores?
7.3	¿Realiza control documentado de la variación dimensional del corte en su proceso productivo?
7.4	¿Realiza estudio de optimización del corte en equipos con ajuste por láser?
7.5	¿Realiza control documentado del contenido de humedad en proceso de clasificado y cepillado?
7.6	¿Dispone de indicadores de causales de rechazo en paquetes producto terminado y en proceso?

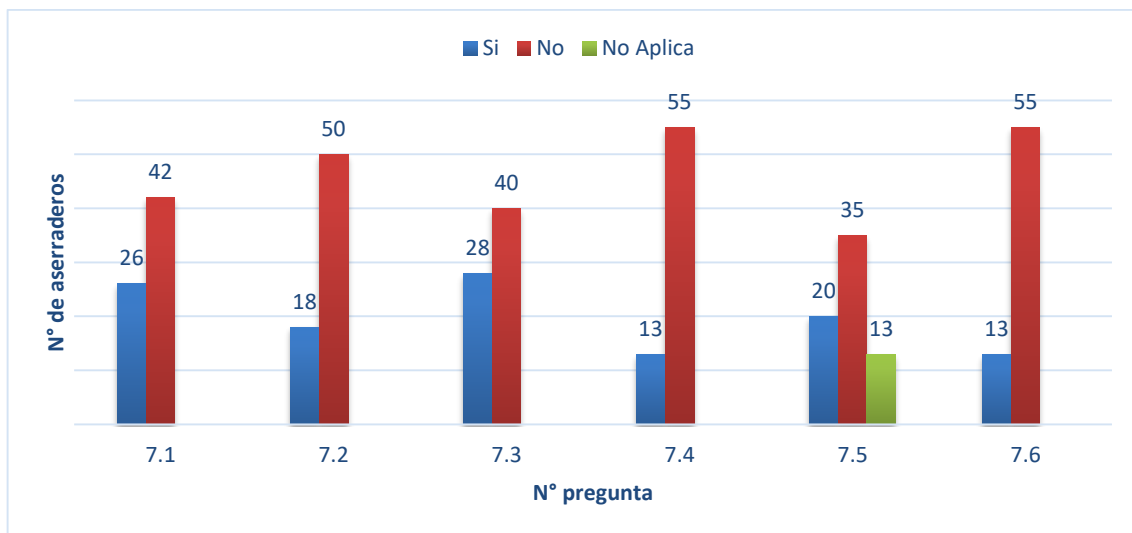


Figura N° 36
INDICADORES DE DESEMPEÑO ÁREA CONTROL DE CALIDAD

El 38% de los aserraderos encuestados dispone de un área de control calidad.

- Pregunta 7.1

El 38% de los aserraderos realiza una caracterización del rechazo por atributo.

- Pregunta 7.2

El 26% de los aserraderos cuenta con herramientas para evaluar el acierto en la clasificación de madera.

- Pregunta 7.3

El 41% de los aserraderos realiza control dimensional en su proceso productivo y cuenta con planes de muestro y procedimientos.

La variación dimensional de corte es una variable crítica en el cumplimiento de las especificaciones técnicas del producto terminado y es un factor clave en la generación de defectos en los procesos posteriores. El control dimensional permite disminuir los índices de rechazo y reprocesamiento de madera. Es un mecanismo que entrega información relevante para priorizar trabajos de mantenimiento en los equipos.

En la Figura N° 37 se señalan los porcentajes de participación de los sistemas de adquisición de datos utilizados en los aserraderos encuestados para controlar la variación dimensional del corte.

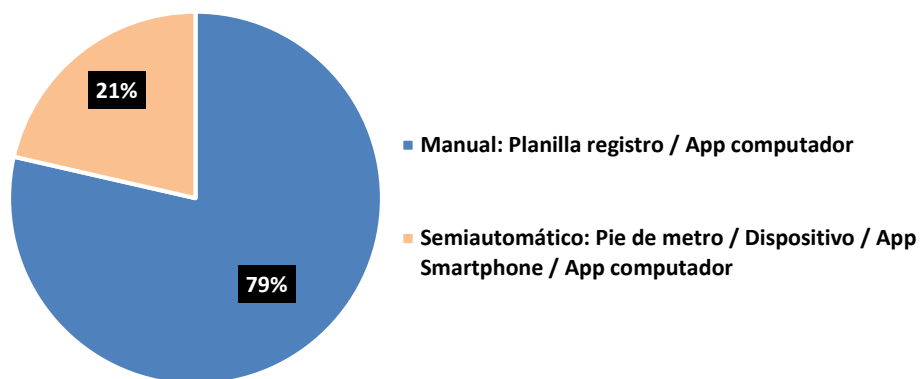


Figura N° 37
PARTICIPACIÓN SISTEMA ADQUISICIÓN DE DATOS EN CONTROL DIMENSIONAL

Se observa que predomina el uso planillas de registro manuales, con un 79% de participación. Las mediciones se realizan con un pie de metro digital tradicional, que son digitalizadas en aplicaciones instaladas en computadoras. Se trata de un proceso lento y expuesto a errores de captura y digitalización.

El 21% de los aserraderos han incorporado tecnologías de información para facilitar el proceso de adquisición de datos, mediante el uso de pie de metro con dispositivo bluetooth que permite enviar las mediciones e información complementaria en forma semiautomática desde un smartphone.

Actualmente existen en el mercado xilohigrómetros portátiles que cuentan con dispositivo bluetooth permitiendo la adquisición de datos de manera automática, a través del uso de aplicaciones proporcionadas por el proveedor del equipo.

Sin embargo, estas aplicaciones cuentan con un formulario deficiente (falta incorporar más requerimientos) y no se encuentran disponibles en español, dificultando su operación.

- Pregunta 7.4

El 19% de los aserraderos realiza estudios para evaluar la calibración de sus canteadoras.

- Pregunta 7.5

El 36% de los aserraderos realiza un control documentado del contenido de humedad en el proceso de clasificado y cepillado seco.

Las mediciones son registradas en una planilla de registro en forma manual y posteriormente los datos son digitalizados en una aplicación de escritorio.

- Pregunta 7.6

El 19% de los aserraderos dispone de indicadores de causales de rechazo en paquetes de producto terminado y en proceso.

4.2.8. Área Planificación y Control de la Producción

En primer lugar, se muestran las preguntas asociadas al uso de indicadores de desempeño en el área de planificación y control de la producción, y en la Figura N° 38 se resumen las respuestas.

8.1	¿Dispone de indicador del cumplimiento en fecha entrega de pedidos?
8.2	¿Dispone de indicador de la antigüedad en paquetes terminados y en proceso (rotación)?
8.3	¿Realiza periódicamente inventarios y lleva indicador de diferencia de inventario?
8.4	¿Dispone de indicador para el control de las sobreproducciones?
8.5	¿Realiza diariamente balances de consumos y producciones por cada línea de producción?

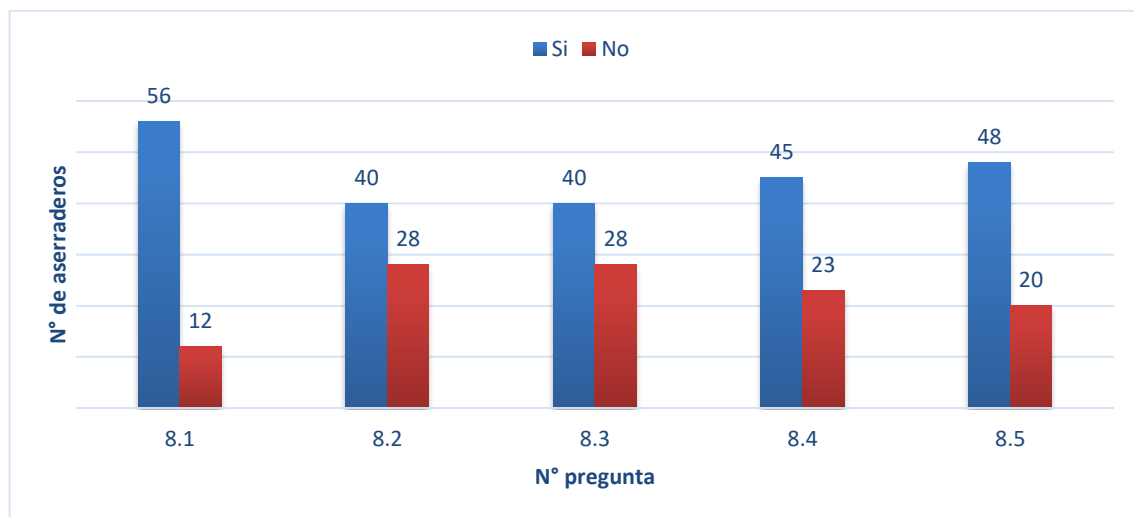


Figura N° 38
INDICADORES DE DESEMPEÑO ÁREA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL PRODUCCIÓN

- Pregunta 8.1

El 82% de los aserraderos cuenta con un indicador para controlar el cumplimiento de la fecha de entregas de los pedidos.

- Pregunta 8.2

El 59% de los aserraderos cuenta con un indicador para controlar la antigüedad de los paquetes, en proceso y terminados, y realiza periódicamente inventarios de la madera.

- Pregunta 8.3

El 59% de los aserraderos cuenta con un indicador que le permite controlar las sobre producciones, es decir, producir lo justo para completar los pedidos.

- Pregunta 8.4

El 66% de los aserraderos cuenta con sistemas de control de producción que les permite realizar balances de consumos y producciones en cada proceso.

En la planificación de la producción predomina el uso de hojas de cálculo MS Excel para administrar el cumplimiento de los pedidos, los niveles de inventario, y la generación de sobreproducciones, entre otras.

- Pregunta 8.5

El 71% de los aserraderos cuenta con balances de consumo y producciones por línea de producción.

5. CONCLUSIONES

El descortezador tipo anillo mecánico es el más utilizado, debido a sus ventajas competitivas con otras tecnologías de descortezado, referidas a la productividad y calidad del descortezado.

El rendimiento y productividad del aserradero obedece en gran medida a la cantidad de clases de diámetro y la precisión de la clasificación, lo que se encuentra ligado al tipo de tecnología utilizada. La decisión de clasificar los rollizos por diámetro, depende en gran medida de las máquinas principales que posee el aserradero.

La producción de madera aserrada proviene mayoritariamente de líneas productivas que consideran la sierra huincha con carro y sierras huincha vertical enfrentadas (*Twin*) como su máquina principal, con un 83% de participación en conjunto. La sierra huincha con carro es la tecnología más utilizada, normalmente son plantas que no cuentan con clasificación diamétrica y es común encontrar el equipo descortezador integrado con el aserradero. Por otro lado, en aserraderos que utilizan *Twins* normalmente se considera algún tipo de clasificación diamétrica, con distintos niveles de automatización.

El proceso de empaquetado y empalillado es realizado mayoritariamente en forma manual. Son los operadores los encargados de sacar las piezas de madera y ubicar los separadores o palillos. En los paquetes con destino a secado hay baja calidad del empalillado, deficiente preparación de la carga, baja o nula inspección a los palillos (deformaciones axiales,

variación dimensional longitud) y tampoco se verifica el alineamiento espacial de los palillos. En general, se puede concluir que no se realizan verificaciones documentas del proceso.

Hay un bajo desarrollo de estudios para determinar las capacidades potenciales de las líneas productivas, posiblemente por la baja integración con centros especializados.

El mantenimiento industrial en un gran porcentaje pertenece al tipo correctivo. Existe una baja adopción de planes de inspección preventiva, análisis sintomático (análisis vibración), metrología (alineamiento de equipos), rutas de lubricación, rectificado de volantes de las sierras huinchas, entre otros.

Hay un importante desafío en la digitalización aplicada al control de procesos y de calidad. Es necesario incorporar tecnologías de información que permitan simplificar y automatizar la adquisición de los datos, y desarrollar herramientas para el análisis más eficiente de la información. Con el objeto de optimizar la asignación de los recursos es trascendental avanzar a la estandarización de las actividades de control de calidad y procesos, mediante la elaboración de instructivos y procedimientos.

En el monitoreo y control de calidad se observa un deficiente uso de controles documentados, además de una baja absorción tecnológica para incorporar sistemas de adquisición de datos automáticos. El 43% de los aserraderos está interesado en incorporar soluciones tecnológicas para un control de calidad más eficiente.

Los propietarios muestran interés en el control dimensional y de contenido de humedad mediante la absorción de tecnologías que permitan automatizar el proceso de adquisición de datos y contar con un sistema de análisis que suministre información confiable y con un nivel de detalle acorde a sus necesidades.

Con el objetivo de minimizar los impactos económicos provocados por la generación de productos de bajo valor comercial, se aconseja disminuir la generación de reprocesamiento de productos en proceso y terminados y minimizar los reclamos de clientes por no conformidades, entre otras.

La mayoría de los aserraderos cuenta con un sistema de control producción, sin embargo, la funcionalidad y confiabilidad de los softwares utilizados no satisfacen todos sus requerimientos. Lo anterior se traduce en una gestión de inventarios deficiente, dificultad para realizar trazabilidad a sus productos, incompatibilidad con el registro de transacciones y con cuentas de usuario, suministro de información en tiempo no real, errores de digitalización, entre otros. En el 28% de los aserraderos están interesados en incorporar tecnologías de la información que automaticen la adquisición de datos y migrar a software especializados en plataformas web o de escritorio.

Existe un control deficiente en la medición del uso de máquinas y equipos. La mayoría de los aserraderos no cuenta con información sobre las detenciones operacionales y la mantención en sus líneas productivas; o sus sistemas actuales de registro y análisis de información es deficiente y no satisface sus requerimientos. En el 25% de los aserraderos declaran la necesidad de desarrollar softwares especializados para el monitoreo y control de pérdidas operativas en aplicaciones de escritorio o web.

6. REFERENCIAS

CONAF, 2015. Ministerio de Agricultura de Chile. Política Forestal 2015-2035 (v1).

INFOR, 2019. Anuario Forestal 2019. Instituto Forestal de Chile. Boletín Estadístico N° 168.



INFOR

www.infor.cl