

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**Ciclo Optativo de Especialización y Profesionalización
en Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental**



**“PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE UNA EMPRESA MADERERA”**

Trabajo de Titulación para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Diego Armando Bobadilla Zárate

INGENIERO FORESTAL

Jorge Juan Cobián De Vinatea

Lima – Perú

2016

DEDICATORIA

*A mi madre Maritza Zárate, por todo su apoyo (y paciencia) durante este largo proceso, y a mi padre Armando Bobadilla, por todos sus sabios consejos y motivación, que me permitieron desde pequeño poder trazarme esta meta.
Comparto este gran logro con ustedes.*

Diego Armando Bobadilla Zárate

A mis padres Susana De Vinatea y Guillermo Cobián, a mi prima María Luisa y tía María Luisa, a mi hermano Guillermo, y a mi abuela María Luisa, que fue quien me apoyo en mi decisión para estudiar esta carrera, ¡misión cumplida!

Jorge Juan Cobián De Vinatea

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la empresa Bozovich, en especial a sus colaboradores Gustavo Tamariz y Juan Segura, por el apoyo brindado durante las visitas a sus instalaciones, lo cual facilitó el desarrollo de las actividades de campo así como también por la información que fue compartida para este trabajo.

Un agradecimiento especial a nuestro asesor Lawrence Quipuzco y al jurado evaluador, que contribuyeron con el presente trabajo, por el tiempo dedicado a su revisión y por sus buenos consejos.

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1	SITUACIÓN DEL SECTOR MADERERO EN EL PERÚ.....	3
2.2	PISOS DE MADERA.....	4
2.3	PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN PISOS DE MADERA.....	4
2.4	SUBPRODUCTOS DEL REASERRADO DE LA MADERA.....	5
2.5	RESIDUOS.....	6
2.5.1	CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS.....	6
2.5.2	RESIDUOS INDUSTRIALES.....	7
2.5.3	RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS.....	7
2.6	JERARQUÍA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS.....	9
2.7	TRABAJOS DE INVESTIGACIONES RELACIONADOS.....	9
2.8	MARCO LEGAL.....	11
2.9	NORMA ISO 14001:2004.....	12
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1	EQUIPOS.....	14
3.2	MATERIALES.....	14
3.3	METODOLOGÍA.....	14
3.3.1	FASE DE CAMPO.....	14
3.3.2	FASE DE GABINETE.....	26
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1	DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA.....	27
4.1.1	FLUJOGRAMA O MAPA DE PROCESOS.....	27
4.1.2	ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO.....	29
4.2	EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.....	31
4.3	CARACTERIZACIÓN.....	33
4.3.1	TOMA DE DATOS PARA MUESTRA PILOTO.....	33
4.3.2	DETERMINACIÓN DE NÚMERO DÍAS.....	34

4.3.3 CUANTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS.....	34
4.3.4 MEDICIÓN DE HUMEDAD DE RESIDUOS MADEREROS.....	46
4.3.5 CONTENIDO DE CENIZA EN ASERRÍN	48
4.3.6 DENSIDAD APARENTE.....	50
4.4 PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	51
4.4.1 INTRODUCCIÓN.....	51
4.4.2 ALCANCE	51
4.4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA EMPRESA	51
4.4.4 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	52
4.4.5 ROLES Y RESPONSABILIDADES	58
V. CONCLUSIONES	61
VI. RECOMENDACIONES	62
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
VIII. ANEXOS	67

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Definición de pisos de madera	4
Tabla 2: Definiciones de residuo	6
Tabla 3: Criterios de significancia cualitativa de los aspectos ambientales	16
Tabla 4: Distribución de contenedores	20
Tabla 5: Criterios para la validación del tamaño de la muestra	24
Tabla 6: Registro de entradas y salidas en los procesos productivos de la empresa	30
Tabla 7: Matriz de evaluación de los impactos ambientales identificados en el proceso de producción de Bozovich	32
Tabla 8: Generación de residuos durante la muestra piloto de 7 días	33
Tabla 9: Generación total de residuos del muestreo de 7 días	34
Tabla 10: Generación total promedio de residuos sólidos en la zona de producción.....	35
Tabla 11: Generación total promedio de residuos sólidos peligrosos	36
Tabla 12: Generación promedio semanal de residuos peligrosos en el área de almacén ...	37
Tabla 13: Generación promedio semanal de residuos peligrosos en el taller de mantenimiento	39
Tabla 14: Generación total promedio diaria de residuos sólidos no peligrosos	40
Tabla 15: Generación de residuos no peligrosos en el área de transformación secundaria	41
Tabla 16: Generación de residuos no peligrosos en el área de transformación avanzada..	42
Tabla 17: Generación de residuos no peligrosos en el área de almacén	43
Tabla 18: Generación de residuos no peligrosos en el patio de secado	44
Tabla 19: Generación de residuos no peligrosos en el taller de mantenimiento	45
Tabla 20: Medición de humedad de recortes de madera en las áreas de producción.....	47
Tabla 21: Contenido de humedad de aserrín de la operación de cepillado, moldurado y retestado.....	48
Tabla 22: Contenido de ceniza en aserrín de diferentes estudios	49
Tabla 23: Estimación de la cantidad de ceniza en la masa de aserrín en los calderos	49
Tabla 24: Densidad aparente de aserrín.....	50
Tabla 25: Disposición de residuos en contenedores de colores	54

Tabla 26: Rotulado y clasificación de colores de los contenedores	54
Tabla 27: Ingreso promedio mensual por venta de residuos de madera.....	57
Tabla 28: Inversión para la compra de contenedores de residuos sólidos.....	57
Tabla 29: Costo mensual por disposición de residuos sólidos	57

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Valores de exportación de principales empresas madereras del Perú (2011 – 2015).	4
Figura 2: Jerarquía de Gestión de Residuos	9
Figura 3: Fuentes para la cuantificación de residuos en Bozovich.	17
Figura 4: Diagrama de procesos del silo/caldero/cámara de secado	18
Figura 5: Distribución normal estándar con $1-\alpha$ de nivel de confianza.	22
Figura 6: Diagrama de flujo del proceso productivo de Bozovich.	29
Figura 7: Porcentaje de generación promedio diario de residuos sólidos industriales.....	35
Figura 8: Porcentaje de generación promedio diario de residuos peligrosos.....	36
Figura 9: Porcentaje de generación de residuos peligrosos en el área de almacén.....	38
Figura 10: Porcentaje de generación de residuos peligrosos en el taller de mantenimiento	39
Figura 11: Porcentaje de generación total promedio diaria de residuos sólidos no peligrosos	40
Figura 12: Porcentaje de generación promedio de residuos no peligrosos en el área de transformación secundaria.....	42
Figura 13: Porcentaje de generación promedio de residuos no peligrosos en el área de transformación avanzada	43
Figura 14: Porcentaje de generación de residuos no peligroso en el área de almacén.....	44
Figura 15: Porcentaje de generación de residuos no peligrosos en el patio de secado	45
Figura 16: Porcentaje de generación de residuos no peligrosos en el taller de mantenimiento	46
Figura 17: Ubicación de cilindros en las áreas de producción de la planta	53
Figura 18: Rutas de transporte para contenedores a almacenes de residuos.....	55

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación de la empresa.....	67
Anexo 2: Formulario de Preguntas	68
Anexo 3: Listado de medidas y selectores para el control de humedad Bollman, Wagner, Big on Dry	69
Anexo 4: Control de balanza y productos de la empresa transporte Pujalla.....	70
Anexo 5: Medición de tiempos de llenado y espera en los calderos y cálculo de aserrín consumido en calderos.....	71
Anexo 6: Análisis estadístico	75
Anexo 7: Formatos en el Manejo de Residuos Sólidos	77
Anexo 8: Panel Fotográfico	81
Anexo 9: Formato para la cuantificación de residuos sólidos por línea de producción.....	88
Anexo 10: Formatos para la caracterización de residuos sólidos	88

RESUMEN

El presente trabajo se llevó a cabo en la empresa Bozovich, cuya actividad principal es la elaboración de pisos de madera, y en donde se realizó la caracterización y cuantificación de los residuos generados en el proceso de producción. Se encontró que la mayor proporción de residuos generados fue el aserrín (89,29%) seguido de los recortes de madera (10,66%), mientras que, en menor cantidad, se halló residuos peligrosos (0,03%) como trapos industriales contaminados, envases de químicos, refrigerantes, entre otros y finalmente residuos no peligrosos diferentes de la madera (0,03%). Sobre la base de los resultados, se formuló un plan de manejo de residuos que abarca desde la generación de estos hasta su disposición final, en el cual se integran estrategias minimización, segregación y reaprovechamiento de los residuos.

ABSTRACT

This work was developed in the Bozovich company, whose main activity is the production of wooden floors, and wherein it was executed the characterization and quantification of waste generated in the production process. As an outcome, the main proportion of waste was sawdust (89.29 %) followed by wood chips (10.66%), while hazardous wastes (0.03 %) such as contaminated industrial rags, chemical containers, coolants, among others; and different non-hazardous waste timber (0.03 %) were generated in a minor quantity. Based on the results, a waste management plan was elaborated, considering from the generation to the final disposal of these wastes, containing strategies of minimization, segregation and reuse.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú cuenta con una amplia extensión de áreas boscosas, siendo el décimo país con mayor cobertura vegetal en el mundo según el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana [IIAP] (2009). Sus bosques naturales comprenden una superficie total de 78 800 000 ha, de las cuales 74 200 000 ha se encuentran en la región de la Selva, 3 600 000 ha en la región de la Costa y 1 000 000 ha en la región de la Sierra, sostiene la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2004).

La industria forestal genera productos maderables de transformación primaria (madera aserrada, triplay, postes y chapas decorativas) y secundaria (industria de muebles y parquet). Se estima que en las operaciones de aserrío se genera entre el 45 y 55 por ciento, y en la fabricación de tableros contrachapados (triplay) se genera entre 40 y 50 por ciento de residuos. (FAO, 2004). Lesme y Oliva (s.f.) concluyen que el volumen generado de residuos en la industria forestal es superior al volumen de madera elaborada, debido a que en los talleres de producción primaria se produce 0,5 m³ de residuo por metro cúbico de madera rolliza, mientras que en la elaboración secundaria se produce 1,5 m³ de residuos por metro cúbico de madera elaborada. Kollman (2001) y Zaror (1998) mencionan que la industria de la madera tiene la característica de generar un gran volumen de residuos durante el proceso de explotación y elaboración de la misma; esta generación ocurre antes de la madera ser introducida en el proceso propiamente dicho, hasta la obtención del producto final. Existen una serie de vías para el aprovechamiento de los residuos forestales y especialmente el aserrín, el cual es frecuentemente utilizado para la producción de pulpas, papel, tableros, fertilizantes etc., pero en los países que no cuentan con estas tecnologías su utilización como combustible es lo más corriente (FAO, 2004).

Por ello, es importante contar con un plan de manejo de residuos que permita hacer una gestión adecuada, así como un mejor aprovechamiento de sus recursos y disminuir los impactos en el medio ambiente y en la salud de las personas y así cumplir con la legislación ambiental relacionada. El objetivo del presente trabajo es formular una propuesta de plan de manejo para los residuos sólidos del proceso de producción de la empresa productora de pisos de madera Bozovich (en adelante Bozovich), que abarque desde su generación hasta su disposición final, el cual, además puede servir como modelo para empresas del mismo rubro en la gestión y manejo de sus residuos sólidos. Como objetivos específicos se tiene:

- Realizar un diagnóstico de las actividades que generan residuos sólidos y del actual manejo de residuos sólidos.
- Caracterizar y cuantificar los residuos sólidos generados en la empresa.
- Elaborar el Plan de Manejo de Residuos Sólidos el cual contenga estrategias minimización, segregación y reaprovechamiento de los residuos.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 SITUACIÓN DEL SECTOR MADERERO EN EL PERÚ

La industria de pisos en el Perú, siendo parte de la transformación secundaria de la madera, se encuentra atomizada, con un número muy elevado de unidades productivas (microempresas), las cuales representan el 90 por ciento de las empresas del sector, y que sólo utilizan el 50 por ciento de la capacidad instalada (IIAP, 2009).

La industria del parquet está conformada por dos tipos de empresas: las grandes, que cuentan con tecnología avanzada, y los pequeños establecimientos fabriles. En la fabricación de parquet se utilizan, principalmente, las siguientes especies: la quina quina, estoraque, quinilla y aguanomasha, las dos primeras se extraen principalmente en Ucayali y Huánuco, en tanto que las dos últimas abundan en San Martín (Proinversión, 2005).

En el año 2015 el valor de exportación de pisos fue de 47 801 miles de US\$, inferior al del año 2014, que reportó un valor de exportación de 49 227 miles de US\$, según cifras de Asociación de Exportadores [ADEX] (2015).

Bozovich se dedica principalmente a la exportación de madera, aunque también realiza ventas a nivel local. A través de los últimos años se ha posicionado como la primera empresa exportadora de madera en el Perú. Durante los últimos cinco años ha sido la empresa peruana con mayor valor de exportación de madera. En la figura 1 se muestra el valor de sus exportaciones durante el periodo 2011 – 2015, donde se observa que es el primer exportador de madera, por un margen amplio durante el periodo 2011 – 2013, y en los últimos dos años se mantiene en primer lugar, pero por un margen menor.

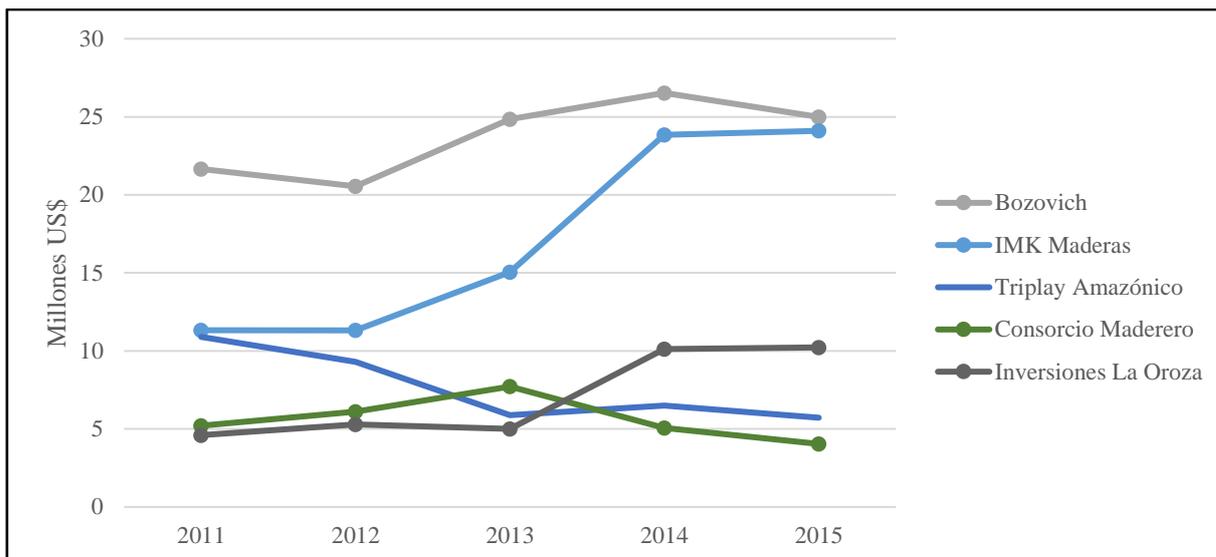


Figura 1: Valores de exportación de principales empresas madereras del Perú (2011 – 2015).

FUENTE: ADEX, Boletín informativo Comité Forestal, años 2013, 2014 y 2016.

2.2 PISOS DE MADERA

A continuación, en la tabla 1, se citan algunas definiciones de pisos de madera:

Tabla 1: Definición de pisos de madera

Término	Definición
Piso de madera*	Elementos individuales de madera colocados sobre estructura primaria o el falso piso
Pisos machiembrados**	piezas que van unidas entre sí mediante el encaje del encastre macho con el encastre hembra o del encaje de dos hembras unidas con una lengüeta
Pisos machiembrados flotantes *	Tablas pre ensambladas de revestimiento de piso compuesta por elementos individuales encolados por sus cantos y/o ensamblados de cabeza
Pisos parquetón*	Pieza alargada de madera maciza que cuenta con lados paralelos, elaborados con un grosor regular, perfil(es) constante(s) con cantos y cabezas machihembradas o no, que puede ensamblarse con otros elementos análogos

FUENTE: Elaboración en base a definiciones de *NTP 251.150:2004 y ** NTP 251.046:1980.

2.3 PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS EN PISOS DE MADERA

Para poder ser empleada en la elaboración de pisos de madera, esta debe cumplir con ciertas propiedades físico-mecánicas (Aróstegui, 1969):

- Baja o moderada contracción, la contracción y expansión son los cambios dimensionales tanto en el sentido radial, tangencial y longitudinal, por lo tanto, del volumen, que sufre

la madera como consecuencia del cambio de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras (30 %). Según ensayos se ha determinado que los cambios de volumen casi son proporcionales a los cambios del contenido de humedad de la madera. La contracción varía según la especie.

- Buena dureza, la resistencia de la madera está íntimamente relacionada con el peso específico. En el caso de la dureza se puede mencionar que con un incremento del peso específico aumenta la dureza casi proporcional. Se requiere de peso específico mayor de 0,5 y dureza mayor a 400 kg.
- Buen comportamiento al secado, cualquier cambio en el contenido de humedad por debajo del punto de saturación de las fibras produce cambios de dimensiones, presentándose fuerzas o tensiones internas variables según la dirección (tangencial, radial). Debido a estas tensiones es que se presentan defectos durante el secado de la madera. Una madera se comporta bien cuando el secado es uniforme en estas dos direcciones, lo cual sucede en maderas de baja relación tangencial / radial. Así cuando dicha relación es menor a dos, la madera se puede considera de buen comportamiento al secado.
- Buen comportamiento al trabajo con máquina de carpintería, referido a proceso de aserrado, cepillado, lijado, acabado.
- Buen veteado, referido a las figuras, vetas o diseños de diferentes colores que le dan a la madera una apariencia atractiva.

2.4 SUBPRODUCTOS DEL REASERRADO DE LA MADERA

Según FAO (2004), se tienen las siguientes definiciones:

- Aserrín o serrín: Partícula fina que se derivan del aserrado de la madera, con un tamaño de partícula de 1 a 5 mm.
- Aserrín de combustible: Biocombustible pulverizado con un tamaño típico de partícula de 1 a 5 mm. Ejemplos: madera en polvo, paja en polvo.
- Puntas de corte transversal: Elementos cortos de biomasa leñosa que se obtienen cortando transversalmente los extremos de trozos de madera aserrada.
- Recortes de escuadrado o retales de canteado: Parte de la biomasa leñosa que quedan al recortar la madera aserrada y que muestran un residuo de la superficie redondeada primigenia del árbol, con o sin corteza.

2.5 RESIDUOS

Se ha adoptado múltiples definiciones con diferentes alcances y en distintos ámbitos. A continuación, en la tabla 2, se mencionan algunas definiciones:

Tabla 2: Definiciones de residuo

Fuente	Definición
Organización de las Naciones Unidas*	Todo material que no tiene un valor de uso directo y que es descartado por su propietario.
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*	Incluye cualquier material descrito como tal en la legislación nacional, cualquier material que figura como residuo en las listas o tablas apropiadas, y en general cualquier material excedente o de desecho que ya no es útil ni necesario y que se destina al abandono.
Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos*	Todo material (sólido, semisólido, líquido o contenedor de gases) descartado, es decir que ha sido abandonado, es reciclado o considerado inherentemente residual.
Comisión Económica Europea (CEE). Directiva 78/319 de 20 de marzo de 1978**	Cualquier sustancia u objeto que el propietario dispone o está obligado a disponer según lo estipula la legislación nacional.
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Decisión y Recomendación del Consejo del Primero de Febrero de 1984**	Cualquier material considerado como desecho o legalmente definido como residuo en el país donde está ubicado, o a través del cual o al cual es transportado.

FUENTE: Basado en las definiciones de *Martínez, Mallo, Lucas, Álvarez, Salvarrey, Gristo (2005) y ** Yakowitz, 1985.

2.5.1 CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

Según la Ley General de Residuos Sólidos – Ley N° 27314 (2000) los residuos se pueden clasificar por su origen en:

- Residuos domiciliarios
- Residuos comerciales
- Residuos de limpieza de espacios públicos
- Residuos de establecimiento de atención de salud
- Residuos industriales

- Residuos de las actividades de construcción
- Residuos agropecuarios
- Residuos de instalaciones o actividades especiales

2.5.2 RESIDUOS INDUSTRIALES

La Comunidad de Madrid (1978) define residuo industrial, como todo producto material o elemento que tras su producción, manipulación o uso no posee valor de mercancía en sus condiciones históricas, técnicas y económicas determinados. Se define como el residuo derivado de un proceso de fabricación, transformación, utilización, consumo o limpieza, cuyo poseedor lo destina al abandono o del cual el productor tenga necesidad de desprenderse por no ser objeto directo de sus procesos productivos. Pueden ser de naturaleza sólida, líquida en recipientes o pastosa. En general, los residuos sólidos de origen industrial pueden generarse a partir de diferentes fuentes:

- Materias primas no utilizables (fuera de especificación o pérdidas de proceso),
- Partes no utilizables de las materias primas (por ejemplo, cortezas)
- Productos fuera de especificación, sin valor comercial
- Residuos finales de los procesos: escorias, cenizas, compuestos sólidos intermedios
- Sólidos secundarios generados por los sistemas de tratamiento de efluentes (Lodos de sedimentación, lodos biológicos) y/o de gases (cenizas y polvos de los filtros, precipitadores o ciclones).
- Envases y otros contenedores de materias primas e insumos.

2.5.3 RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS

Son aquellos residuos que, en función de sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad pueden presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente (CEPIS, 1993). Dichas propiedades son explicadas a continuación:

a. Corrosividad

Un residuo es corrosivo si es una sustancia acuosa y presenta un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12,52.

b. Reactividad

Un residuo es reactivo si muestra una de las siguientes propiedades:

- Ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar;
- Reaccionar violentamente con agua;
- Generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua;
- Poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción, liberen gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente;
- Ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados.

c. Explosividad

Un residuo es explosivo si presenta una de las siguientes propiedades:

- Formar mezclas potencialmente explosivas con el agua;
- Ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25°C. y a 1 atm;
- Ser una sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico

d. Toxicidad

Un residuo es tóxico si tiene potencial de causar la muerte, lesiones graves, efectos perjudiciales para la salud del ser humana si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel.

e. Inflamabilidad

Un residuo es inflamable si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- No ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25 °C y 1 atm, producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quema vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego.
- Ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimule la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.

f. Patogenicidad

Un residuo es patógeno si contiene microorganismos o toxinas capaces de producir enfermedades. No se incluyen en esta definición a los residuos sólidos o líquidos o aquellos generados en el tratamiento de efluentes domésticos.

2.6 JERARQUÍA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS

La jerarquía de gestión de residuos indica un orden de preferencia de medidas conducentes a reducir y gestionar los residuos, y suele presentarse de forma esquemática (ver Figura 2). Esta se presenta como una pirámide invertida, porque el propósito primordial de la política es principalmente tomar medidas para evitar que se generen residuos. La siguiente medida por orden de prioridad consiste en reducir los residuos (por ejemplo, a través de la reutilización) Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA] (2013).

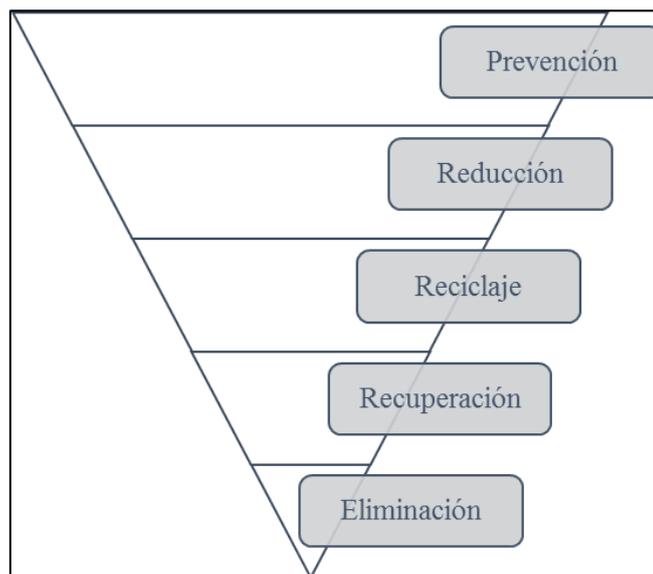


Figura 2: Jerarquía de Gestión de Residuos

FUENTE: PNUMA (2013).

2.7 TRABAJOS DE INVESTIGACIONES RELACIONADOS

Suárez (2010) propuso una gestión de manejo de residuos sólidos industriales en la empresa manufacturera Packaging Products del Perú. Se encontró que la generación promedio de residuos sólidos diaria fue de 232,71kg, a través de las diferentes áreas de la empresa. En relación a la masa, El 67% fue catalogado como residuo peligroso (trapos, latas de pintura,

solventes) y el 33% restante como residuos urbanos (Papel, plástico, madera, vidrio) e inertes (Caucho, PVC, Óxido de hierro, entre otros). El área que mayor cantidad de residuos generó fue el área de Litografía I, donde se generaban trapos industriales mojados con pintura y solventes, producto de la limpieza de los rodillos impresores.

La metodología aplicada constó de una fase preparativa, donde se revisó bibliografía, se coordinó con la institución y se preparó los instrumentos para la fase de campo. Se utilizó la metodología propuesta por CEPIS para la realización de la muestra estadística.

La fase de campo tuvo tres partes: la identificación de las fuentes generadoras de residuos, la clasificación según la peligrosidad de los residuos y el estudio de caracterización. Finalmente, en la fase de gabinete, se procesaron y analizaron los datos obtenidos, y se elaboró la propuesta de plan de gestión de residuos industriales.

Bravo y Castillo (2011) propusieron un plan de manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos para una empresa de manufactura de abrasivos, Abrasivos S.A. Se encontró que la generación promedio de residuos sólidos diaria fue de 543,65kg. En relación a la masa, el 17,65% fueron residuos peligrosos (resina urea sólida, cola, trapos y lijas contaminadas) y el 82,37% restante no peligrosos (tramas de lijas, resina fenólica epóxica sólida, lijas, tramas de tela, papel látex, entre otros). El área con mayor cantidad de residuos generados fue el área de flexibles, donde los principales residuos fueron la resina fenólica, la resina urea y lijas defectuosas.

La metodología aplicada consistió en entrevistas a representantes de la empresa, análisis de procesos de manufactura de abrasivo, identificación de los aspectos ambientales significativos, peligrosidad de residuos sólidos por línea de producción y el diagnóstico del sistema de manejo de residuos con el que contaba la empresa en ese momento.

Mayta y Esquinarila (2014) elaboraron un plan de manejo de residuos madereros en la empresa Lecic S.A.C. ubicada en el distrito de Ate, Lima donde se evaluó los residuos de la especie shihuahuaco (*Dipteryx micrantha*) en tablas con la finalidad de realizar un plan de manejo que contempló medidas de minimización y reaprovechamiento de los residuos.

La metodología aplicada constó de una fase de campo donde se recogió la data mediante entrevistas, visitas guiadas y el estudio de caracterización durante 9 días; la fase de laboratorio donde se analizó las muestras de los residuos y la de gabinete, en donde se elaboró la propuesta del plan de manejo.

Se encontró que las tablas de dimensiones promedio 26,9mm x 13,9cm x 3,1m obtuvieron un rendimiento de 56,4 % (43,6 % conformaba residuos), mientras que las tablas de 23,0mm x 13,7cm x 3,1m obtuvieron uno de 52,6 % (47,4 % de residuos). Las operaciones que generaron mayor cantidad de residuos fueron la de cepillado, canteado y moldurado, siendo el cepillado la operación que originó mayor cantidad de residuos de aserrín, viruta y polvillo.

De los impactos ambientales identificados la generación de material particulado y el incremento de ruido fueron los más significativos.

2.8 MARCO LEGAL

El manejo adecuado de los residuos no solamente es una preocupación ambiental sino que está íntimamente relacionada con la salud de la población. En consecuencia es importante la priorización de medidas que tiendan a reducir la generación de residuos sólidos peligrosos en la producción y consumo, que son indispensables para preservar la salud de las personas y del ambiente. En ese sentido se requiere incorporar las mejores prácticas y estilos de vidas saludables en los ámbitos institucionales y en la ciudadanía, así como la modificación de los patrones de producción y consumos negativos, que contribuyan con el desarrollo sostenible de la ciudad.

a. Ley General del Ambiente – Ley N° 28611

Establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sustentable del país.

b. Ley General de Residuos Sólidos – Ley N° 27314

Tiene como finalidad la gestión de los residuos sólidos en el país de manera integral y sostenible, mediante la articulación, integración y compatibilización de las políticas, planes, programas estrategias y acciones de quienes intervienen en esta gestión, aplicando los lineamientos de política que se establecen en el artículo N° 4 de esta Ley. Establece los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades a la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada,

con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales, protección de la salud y el bienestar de la persona humana. En el 2008, se aprueba el Decreto Legislativo N°1065, que modifica la Ley General de Residuos Sólidos en sus artículos 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 16, 19, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 44, 48, 49 y 50.

c. Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos – D.S. N° 057-2004-PCM

Tiene como fin asegurar que la gestión y el manejo de los residuos sólidos sean apropiados para prevenir riesgos sanitarios, proteger y promover la calidad ambiental, la salud y el bienestar de la persona humana. El reglamento es de aplicación al conjunto de actividades relativas a la gestión y manejo de residuos sólidos; siendo de cumplimiento obligatorio para toda persona natural o jurídica, pública o privada dentro del territorio nacional.

d. Norma Técnica Peruana Códigos de Colores para los Dispositivos de Almacenamiento de Residuos – NTP 900.058:2005 INDECOPI

Establece los colores a ser utilizados en los dispositivos de almacenamiento de residuos, con el fin de asegurar la identificación y segregación de los residuos. Se aplica a todos los residuos generados por la actividad humana, a excepción de los residuos radiactivos. Esta norma no establece las características del dispositivo de almacenamiento a utilizar, ya que esto dependerá del tipo de residuo, volumen, tiempo de almacenamiento en el dispositivo, entre otros aspectos. La identificación por colores de los dispositivos de almacenamiento de los residuos es como sigue:

- Amarillo: residuos metálicos
- Verde: residuos de vidrios
- Azul: residuos de papel y cartón
- Blanco: residuos de plástico
- Marrón: residuos orgánicos
- Rojo: residuos peligrosos
- Negro: residuos generales

2.9 NORMA ISO 14001:2004

Es una norma internacional de carácter voluntario que especifica los requisitos para un sistema de gestión ambiental, destinados a permitir que una organización desarrolle e implemente una política y unos objetivos que tengan en cuenta los requisitos legales y otros

requisitos que la organización suscriba. Tiene como finalidad proporcionar los elementos de un sistema de gestión ambiental eficaz que puedan ser integrados con otros requisitos de gestión, y ayudar a las organizaciones a lograr metas ambientales y económicas. Esta norma ha sido establecida por la Organización Internacional para la Estandarización [ISO] (2004).

Entre los beneficios de implementar esta norma están:

- Reducción de costes, gracias al establecimiento de objetivos para un mejor aprovechamiento de materias primas y energía.
- Mejora en el cumplimiento de la normativa gracias a la identificación de los requisitos legales.
- Disminución de los riesgos asociados a incidentes ambientales y por consiguiente, multas y sanciones, lo cual mejora la imagen de la empresa.
- Facilidad para la integración con otros sistemas de gestión.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 EQUIPOS

- Balanza gramera digital de 8 kg, precisión: 1g
- Balanza mecánica de plataforma de 300 kg
- Higrómetro de madera marca Big on Dry
- Estufa de secado
- Cámara fotográfica

3.2 MATERIALES

- Lentes de seguridad
- Guantes de seguridad
- Cinta métrica metálica (wincha)
- Cilindros metálicos de 120 litros
- Cilindro de 20 litros
- Sacos de polietileno
- Libreta de campo
- Lapiceros

3.3 METODOLOGÍA

El trabajo de investigación consistió de las siguientes etapas:

3.3.1 FASE DE CAMPO

3.3.1.1 Diagnóstico de la empresa

Bozovich se encuentra ubicada en la avenida Las Poncianas 333, en el distrito de Lurín, provincia y departamento de Lima. El plano de ubicación se puede apreciar en el anexo 1.

Se realizaron entrevistas con el Gerente de Producción y el Jefe de Seguridad y Medio Ambiente con el fin de conocer la situación de la empresa, las actividades principales que realiza y el manejo de sus residuos, así como dar a conocer los beneficios de la implementación de Plan de Manejo de Residuos Sólidos. Las preguntas formuladas se encuentran en el anexo 2.

Además, se realizaron visitas guiadas por el Supervisor de Producción para el reconocimiento de áreas y procesos en la empresa, identificándose las entradas y salidas de cada uno de ellos. Esto sirvió para determinar los puntos principales de generación de residuos.

3.3.1.2 Identificación de impactos ambientales generados en el proceso de producción

Se identificaron y valoraron los impactos ambientales generados en las etapas del proceso de producción de Bozovich, para ello se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- Ingreso de materias primas e insumos
- Salidas o emisiones como resultado del proceso
- Situaciones potenciales que podrían ocasionar impactos al ambiente

Para la evaluación de los impactos, se usó la metodología de Conesa (2006) adaptada por Rojas (2011), para determinar el grado de significancia de los impactos ambientales encontrados.

De la matriz de impactos ambientales, existen tres criterios en función al grado de significancia del aspecto: Magnitud del impacto ambiental (MG), reversibilidad (RV) y periodicidad (PR). La suma de estos tres valores determina la Importancia del efecto (IM) en una escala del 1 al 9, lo cual indicara la clasificación del impacto ambiental (CL). En la tabla 3 se presentan los criterios de significancia cualitativa aplicados a los aspectos ambientales.

Tabla 3: Criterios de significancia cualitativa de los aspectos ambientales

Determinación o significancia del criterio	Valor	Clasificación	Impactos
Magnitud del impacto ambiental (MG). Se refiere al área de influencia del impacto	1	Baja	Impacto negativo, no es percibido por la comunidad
	2	Media	Impacto negativo, afecta únicamente al área de la empresa, es percibido como grave por las partes interesadas
	3	Alta	Impacto negativo, se manifiesta fuera de la empresa, es percibido como algo grave
Reversibilidad (RV) Posibilidad de regresar a las condiciones iniciales por medios naturales. Hace referencia al efecto en el que la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible a corto, mediano o largo plazo. Es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales	1	Baja	Impacto negativo, hay alguna afectación mínima al ambiente o a la persona, el impacto no tiene evidencia de ocurrencia, la comunidad no se considera afectada por el impacto real o potencia
	2	Media	Impacto negativo, afecta o afectaría reversiblemente al ambiente o al personal; la frecuencia de ocurrencia del impacto es menor o la tendencia no está definida.
	3	Alta	Impacto negativo, daños graves o irreversibles al ambiente o al personal, el impacto es frecuente o existe una tendencia definida a desarrollarse
Periodicidad (PR). Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto	1	Baja	Impacto negativo, el efecto se manifiesta de forma impredecible
	2	Media	Impacto negativo, el efecto se manifiesta de forma cíclica o recurrente
	3	Alta	Impacto negativo, el efecto se manifiesta constante en el tiempo
Valoración cuantitativa del impacto			
Importancia del efecto (IM). Se obtiene a partir de la valoración cuantitativa de los criterios explicados	$IM=(MG+RV+PR)$		
Clasificación del impacto (CL)	NS	No significativo	Si el valor es menor o igual a 4
	MO	Moderado	Si el valor es mayor a 4 y menor a 7
	SG	Significativo	Si el valor es mayor o igual a 7

FUENTE: Rojas. N, Cerna. M, 2011.

3.3.1.3 Caracterización de residuos

a. Toma de datos para muestra piloto y cuantificación

Para realizar la muestra piloto fue necesario medir la generación total de residuos del proceso de producción por un periodo de 7 días.

La figura 3 muestra un resumen de cómo se cuantificó el total de residuos en el proceso de producción.

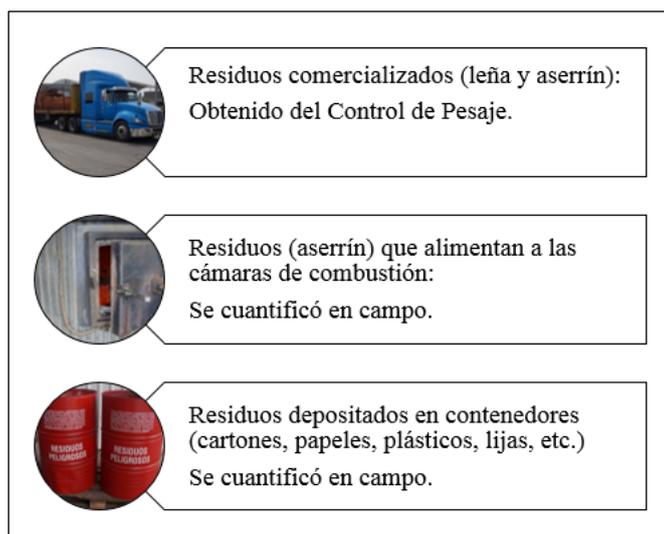


Figura 3: Fuentes para la cuantificación de residuos en Bozovich.

Residuos comercializados:

Una parte de los residuos es comercializada (leña y aserrín), debido a que poseen un gran valor económico por las grandes cantidades generadas en el proceso. Estos residuos son vendidos a una empresa comercializadora, para ello son previamente pesados en balanzas para camiones, y estos datos son registrados en el Control de Pesaje que maneja la empresa. El recojo de los residuos de recorte de madera y aserrín es realizado al finalizar la jornada diaria.

Residuos usados como combustible:

El aserrín que no es comercializado, generado por las cepilladoras y moldeadoras, es usado para alimentar la cámara de combustión, el cual es succionado y transportado por medio de mangas a un silo, donde es almacenado para luego ser conducido a dos cámaras de combustión las cuales generan el calor para las cámaras de secado.

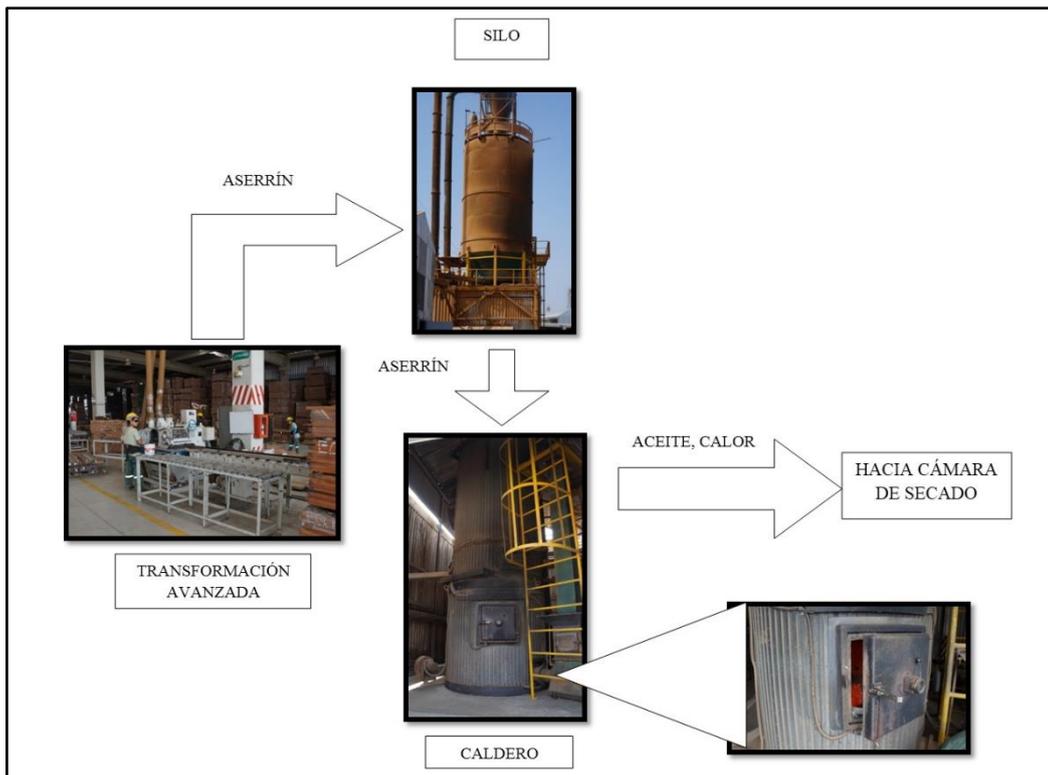


Figura 4: Diagrama de procesos del silo/caldero/cámara de secado

El proceso de secado es continuo, por tanto, el caldero requiere una alimentación constante. Cada caldero trabaja a una temperatura determinada, el primero a 240°C y el segundo a 300°C. Su funcionamiento se puede describir en las siguientes etapas:

- Se alimenta aserrín al caldero hasta alcanzar la temperatura óptima de funcionamiento. Llegado a este punto, la alimentación se detiene.
- La temperatura sigue aumentando por un cierto tiempo, para luego empezar a descender súbitamente. Cuando los sensores detectan una temperatura inferior a la temperatura de funcionamiento, se activa nuevamente la alimentación al caldero, no obstante la temperatura sigue en descenso.
- Con la alimentación de aserrín al caldero, la temperatura vuelve a aumentar hasta alcanzar la temperatura indicada.
- Se repite todo el ciclo. Se puede dividir todo este proceso en dos fases: llenado y espera. Estas constituyen un ciclo, el cual se repite de manera constante e ininterrumpida.

Para calcular la cantidad generada de aserrín en un día, se midieron los tiempos de llenado (t_L) y espera (t_E) de 30 ciclos, y se calculó los siguientes parámetros:

- El promedio de tiempo de llenado (\bar{t}_L)

$$\bar{t}_L = \frac{t_{L1} + t_{L2} + \dots + t_{L30}}{30}$$

- El promedio de tiempo de ciclo (\bar{t}_C)

$$\bar{t}_C = \frac{t_{C1} + t_{C2} + \dots + t_{C30}}{30}$$

- El número de ciclos por día

$$\text{número de ciclos por día} = \frac{1 \text{ día} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} \times \frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}}}{\bar{t}_C}$$

- El tiempo total de llenado en un día (T_L)

$$T_L = \# \text{ de ciclos por día} \times \bar{t}_L$$

Se tomaron tres muestras de aserrín antes de ser alimentadas al caldero. Para ello, se tuvo que apagar momentáneamente el sistema de regulación de temperatura. Las muestras se recolectaron en un recipiente durante un minuto cada una. Posteriormente fueron pesadas y se obtuvo un promedio de ellas. En una prueba posterior se tomó una muestra nueva para calcular el contenido de humedad, con el que se calculara la masa seca de aserrín

- El flujo promedio de las tres muestras (\dot{m})

$$\dot{m} = \frac{\dot{m}_1 + \dot{m}_2 + \dot{m}_3}{3} \text{ (gr/día)}$$

- Con la información anterior, se pudo hallar la cantidad de aserrín generada en la línea de transformación avanzada en un día:

$$\text{Masa aserrín por día} = \frac{\dot{m} \times T_L \times \text{número de ciclos por día}}{1000} \text{ (kg/día)}$$

- Con este valor y el contenido de humedad (M) que será calculado, se obtiene la cantidad de masa anhidra de aserrín que es vertida en el caldero

$$\text{Masa seca de aserrín por día} = \frac{\text{Masa de aserrín}}{(1 + 0.01M)} \text{ (kg/día)}$$

Residuos depositados en los contenedores:

Finalmente, para la cuantificación de los demás residuos generados en las áreas de operaciones (que corresponden a diversos tipos: plásticos, papeles, orgánicos, vidrios, metales) se identificaron los principales puntos de generación y se colocaron cilindros de 120 litros debidamente rotulados para que el personal disponga en ellos los residuos según su peligrosidad. Al finalizar la semana, una persona se encarga de que se pesen los contenedores con residuos, y que seguidamente se realice su caracterización, con las medidas de seguridad del caso. Se decidió hacer esto semanalmente y no de forma diaria debido a la disponibilidad de personal y además debido a que las cantidades generadas por día no eran considerables.

La ubicación de los contenedores es la que se muestra a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4: Distribución de contenedores

Tipo de residuo	Contenedor	Ubicación
Residuos peligrosos	Contenedor 1	Almacén
	Contenedor 2	Almacén
	Contenedor 3	Taller de mantenimiento
	Contenedor 4	Taller de mantenimiento
	Contenedor 5	Taller de mantenimiento
Residuos no peligrosos	Contenedor 6	Transformación secundaria
	Contenedor 7	Transformación avanzada
	Contenedor 8	Almacén
	Contenedor 9	Patio de secado
	Contenedor 10	Taller de mantenimiento

A partir de ello, se obtuvo un promedio de generación diaria. De esta manera también se pudo ajustar para el número de días totales que requería el muestreo estadístico.

b. Determinación de número de días de muestreo

Se siguió la metodología de Cantanhede, Sandoval, Monge y Caycho (2005). Los residuos industriales requieren un mayor análisis estadístico para determinar el tamaño de la muestra.

Para seleccionar el tamaño de la muestra se deben definir los siguientes parámetros:

- Población (N) : Número de días de trabajo de la empresa
- Muestra (n) : Número de días de caracterización
- Variable a medir (x) : Masa
- Error de estimación (d) : 1 – 15% de la media poblacional de la variable x
- Nivel de riesgo (α) : 5%

El error permisible en la estimación de la media poblacional, a fin de determinar una muestra representativa de la población de residuos sólidos a caracterizar, debe fluctuar entre el 1 y 15% del valor de la media poblacional (Cantanhede *et al.* 2005).

Para el caso del estudio, se eligió un error de estimación de $\pm 4044,56\text{kg}$ (que representa el 15% de la media poblacional), el cual representa aproximadamente el 15% del promedio diario en peso de los residuos generados por la empresa ($26963,75\text{kg}$) determinado durante la muestra piloto de 7 días, considerándose un error poco significativo al momento de estimar la media poblacional.

En términos probabilísticos, en un proceso de estimación se puede establecer, que es deseable que la precisión o error de estimación no supere un valor “d” con una probabilidad $1-\alpha$, es decir,

$$P[|\bar{x} - \mu| \leq d] = 1 - \alpha$$

Si la variancia poblacional (σ^2) es conocida, la variable a estimar se puede asumir que posee una distribución normal estándar tal como se muestra en la figura 5.

$$P\left[|z| \leq \frac{d}{\sigma_{\bar{x}}}\right] = 1 - \alpha$$

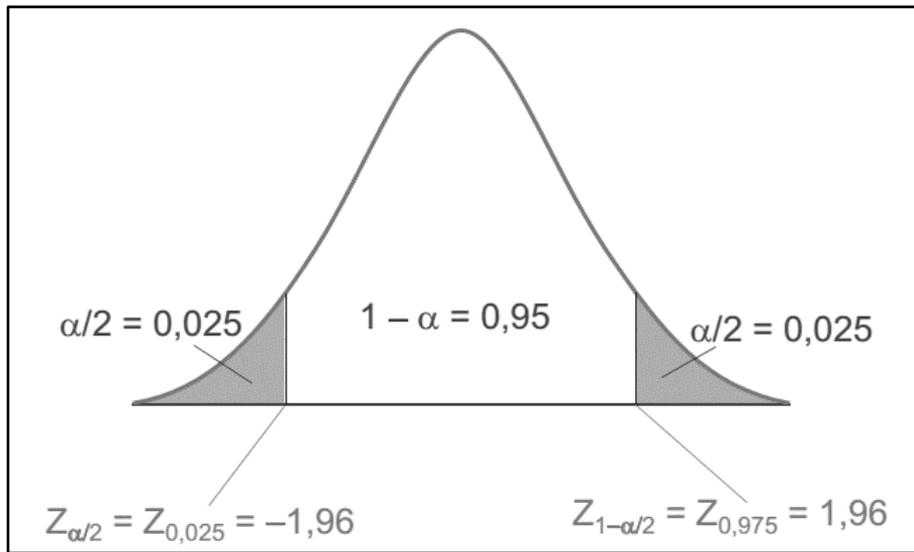


Figura 5: Distribución normal estándar con $1-\alpha$ de nivel de confianza.

FUENTE: Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos (Cantanhede *et al.* 2005)

Pero:

$$\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} ; y$$

$$P[|z| \leq z_{tab}] = 1 - \alpha$$

$$z_{tab} = z_{(1-\frac{\alpha}{2})}$$

Entonces:

$$\frac{d}{\sigma_x} = z_{(1-\frac{\alpha}{2})}$$

$$\frac{d}{\sigma/\sqrt{n}} = z_{(1-\frac{\alpha}{2})}$$

Despejando “n”, tenemos que el tamaño de la muestra estará dado por la siguiente ecuación:

$$n = \frac{z_{(1-\frac{\alpha}{2})}^2 \cdot \sigma^2}{d^2} \quad (1)$$

Donde:

- Población (N) : Número de días de trabajo de la empresa
- Muestra (n) : Número de días de caracterización
- Variables a medir (x) : Masa
- Error de estimación (d) : 1 – 15% del valor de la media poblacional
- Nivel de riesgo (α) : 5%

Sin embargo, al no conocer la variancia poblacional (σ^2), se debe realizar un muestreo preliminar o piloto, donde se calcula los estimadores de la media y la varianza \bar{x} y s .

Para hallar el valor de la muestra poblacional, se realizó un muestreo previo de 7 días, para obtener un valor de la media y variancia poblacional, y utilizar el 15% del valor de la media poblacional.

Como se utilizó el valor de la variancia muestra de la prueba piloto, se aplicó la distribución T de Student, utilizando la siguiente fórmula.

$$n = \frac{t_{(n-1; 1-\frac{\alpha}{2})}^2 \cdot s^2}{d^2} \quad (2)$$

Esta ecuación es retroalimentativa. Obtenida la variable del peso en el tamaño de la muestra n_1 , se halló la variancia de esta nueva muestra y se reinsertará en la ecuación (2) para calcular el nuevo tamaño de muestra n_2 . Este proceso continuará hasta ajustar el tamaño de muestra apropiado que asegure contener con una probabilidad $(1-\alpha)$ la media poblacional de acuerdo con los criterios presentados en la tabla 5:

Tabla 5: Criterios para la validación del tamaño de la muestra

Relación de casos	Descripción
a) Si $n_2 > n_1$	Se debe obtener del campo el número de unidades faltantes determinadas por la diferencia entre n_2 y n_1
b) Si $n_2 = n_1$	No será necesario analizar más elementos para considerar válido el muestreo
c) Si $n_2 < n_1$	Se debe asumir como válido el valor de la muestra n_1 y no deben eliminarse las supuestas unidades muestrales sobrantes.

FUENTE: Cantanhede *et al.*, 2005. Hoja de divulgación técnica N°97.

Una vez determinado el número de días que se debía muestrear, se procedió a cuantificar los residuos el total de días.

3.3.1.4 Determinación de humedad de residuos madereros

Debido a que la madera es altamente susceptible a los cambios de humedad, se midió este parámetro en los residuos de madera (aserrín y retazos) en las zonas donde se generan, para conocer cómo varía a través de las diferentes líneas de producción. Se identificaron cuatro zonas diferentes para los retazos de madera:

- Transformación secundaria (TS), donde se efectúan las operaciones de reaserrado y canteado, que es la primera línea de producción, y se corta la madera que llega a través de los camiones.
- Una sierra despuntadora (SD) en el patio de secado, donde se recortan algunas piezas antes de entrar al horno de secado.
- Transformación avanzada (TA), donde se efectúan las operaciones de cepillado, moldurado y retestado de las piezas de maderas, y;
- Almacén de laines (Alm), un almacén alejado de la línea de producción, donde se depositan las laines de madera (recortes delgados y largos), provenientes de las operaciones de canteado de las piezas de madera.

Se utilizó la metodología propuesta en el Manual de Prácticas de Propiedades Físico – Mecánicas de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Agraria La Molina para las siguientes mediciones:

- Para determinar el contenido de humedad de las piezas de madera: se tomaron tres muestras de retazos de madera de cada uno de estos lugares, y con el higrómetro de contacto para madera clavando a 10 mm de profundidad en la parte media de sección de la pieza, con la ayuda de un operario de la empresa se hicieron las lecturas. Se calibró el higrómetro según el tipo de madera, con ayuda de una tabla con la que cuenta la empresa, la cual se muestra en el anexo 3.
- Para calcular el contenido de humedad del aserrín: se tomó una muestra de las operaciones de cepillado (el mismo aserrín que va a los silos para los calderos). Se pesó la muestra en un recipiente, previamente tarado para conocer su masa. Luego se dejó secar a estufa por 24 horas a 105°C. Luego de esto, se volvió a pesar. Con este valor se calculó el contenido de humedad en la muestra de aserrín mediante la siguiente formula:

$$M(\%) = \frac{m - m_0}{m_0} \times 100$$

Donde:

- m : masa húmeda de aserrín (g)
- m₀ : masa seca de aserrín (g)
- M : contenido de humedad en base seca

3.3.1.5 Contenido de ceniza del aserrín

El aserrín es una partícula fina proveniente de las operaciones de corte y es utilizado como combustible en los calderos de los hornos de secado. Sin embargo, no toda la composición del aserrín es madera, ya que posee algunos elementos que no forman parte de la combustión, elementos como el calcio, potasio, magnesio entre otros, siendo calcio el de mayor porcentaje (40% aproximadamente) (Fermín et. al, s.f.). Después del proceso de combustión del aserrín, estos elementos al no ser expulsados al ambiente, quedan como ceniza en el caldero. El origen de estos elementos puede ser por ser parte natural de la composición de la madera de una especie, o haber sido adicionados por efecto del desgaste de las sierras que cortan las piezas de madera.

Al no poder medirse directamente el contenido de ceniza que se genera en los calderos, se estimó en base a referencias bibliográficas.

3.3.1.6 Densidad aparente de aserrín

Se calculó la densidad aparente del aserrín generado en las líneas de producción, con el fin de determinar su volumen producido. Para esto se colectó aserrín de la línea de producción de transformación avanzada, y se colocó hasta llenar un recipiente de volumen conocido (cilindro de 20 litros). El cálculo de la densidad se realizó mediante la siguiente fórmula.

$$D_a = \frac{m_{aserrin}}{V_{aserrin}}$$

Donde:

- D_a : Densidad aparente de aserrín (g/cm^3)
- $m_{aserrin}$: Masa de la muestra los aserrín (g)
- $V_{aserrin}$: Volumen de aserrín de las operaciones (cm^3)

3.3.2 FASE DE GABINETE

3.3.2.1 Diseño del Plan de Manejo de Residuos Sólidos

En base al diagnóstico realizado y a los resultados de la caracterización y cuantificación de los residuos sólidos se diseñó la propuesta del plan de manejo en concordancia con lo señalado por el Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos (D.S. N°057-2004-PCM).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

4.1.1 FLUJOGRAMA O MAPA DE PROCESOS

Bozovich se dedica principalmente a la producción de pisos de exportación de 1, 1½ y 2 pulgadas, con ancho y largo variable, a partir de piezas de madera de mayor tamaño.

En la figura 6 se aprecia el flujograma de procesos del área de producción de pisos de exportación, que es el principal producto que produce la empresa.

a. Recepción de materia prima

Las tablas de madera son transportadas en camiones y son descargadas y acopiadas en el patio de la empresa. Estas tablas se encuentran húmedas al ser entregadas (alrededor de 30% de contenido de humedad).

b. Almacenamiento de materia prima

Las tablas de madera son apiladas y almacenadas en el área de transformación secundaria, que es el nombre que la empresa adopta para el lugar donde se encuentran las sierras reaserradoras y la sierra multilámina.

c. Canteado

El canteado se realiza con dos sierras radiales que se ubican en el taller de transformación secundaria. El fin de esta operación es para despuntar las tablas de madera. Entre los residuos que se generan son los despuntes de madera, así como el aserrín que se genera del corte de las sierras.

d. Reaserrado

En esta primera fase, las tablas que aún están húmedas, son reaserradas por una sierra de discos, que les da las dimensiones de espesor antes mencionadas, ya que las tablas desde el corte original pueden haber sufrido alteraciones en sus dimensiones por la pérdida de humedad. En esta operación el residuo que se genera es principalmente aserrín, el cual es

depositado en unos pozos de acumulación por gravedad, los cuales son vaciados al finalizar las labores diarias.

e. Secado de la madera

Después de pasar por el proceso de reaserrado, las tablas son llevadas al patio de secado, apiladas para ser secadas al aire, antes de ingresar a los hornos de secado. El proceso de secado, dependiendo del contenido de humedad de la tabla puede tardar entre 15 y 20 días. Para las maderas de exportación se busca obtener un contenido de humedad de 6-8 % para espesores de 19 mm y entre 10 y 12% para espesores de 15mm.

Los dos hornos de secado cuentan con una capacidad de 5000 m³ en total. Su sistema de calentamiento es a través de aceite térmico, que es calentado por dos calderos, utilizando como materia prima aserrín y polvillo proveniente de las operaciones de cepillado, moldurado, canteado y retestado del taller de transformación avanzada.

f. Clasificación

Una vez secas las tablas, estas se califican según el tipo de producto. Los principales productos son pisos decking, pisos o tablillas, machihembrados y en menor cantidad parquet.

g. Calibrado

El calibrado de las piezas de madera se realiza con una máquina cepilladora de doble cara. El fin de esta operación es dar una superficie lisa a las tablas. El residuo producido en esta operación es la viruta, la cual es más fina que el aserrín, al ser producido por las cuchillas de la cepilladora. La viruta es succionada por las mangas hacia el silo que alimenta a los calderos.

h. Moldurado

Esta es la operación que da formación al piso machihembrado, donde se realiza un corte a nivel de los cantos, para darle la forma particular que tiene este tipo de piso. El principal residuo generado es el polvillo de madera, que también es succionado por las mangas hacia el silo.

i. Retestado

La operación final en el proceso de pisos machihembrados, donde se realiza el corte a nivel de las cabezas (extremos de la tabla). Al igual que en la operación de moldurado, se genera polvillo de madera, el cual es succionado por las mangas hacia el silo.

j. Clasificación y embalaje

Las piezas finales son transportadas al almacén de producto terminado, donde se les sella los extremos de las piezas de madera con una pintura aislante de humedad y posteriormente son embaladas a la espera de su traslado para la comercialización y/o exportación.

En la figura 6 se muestra el diagrama de flujo de los procesos mencionados.

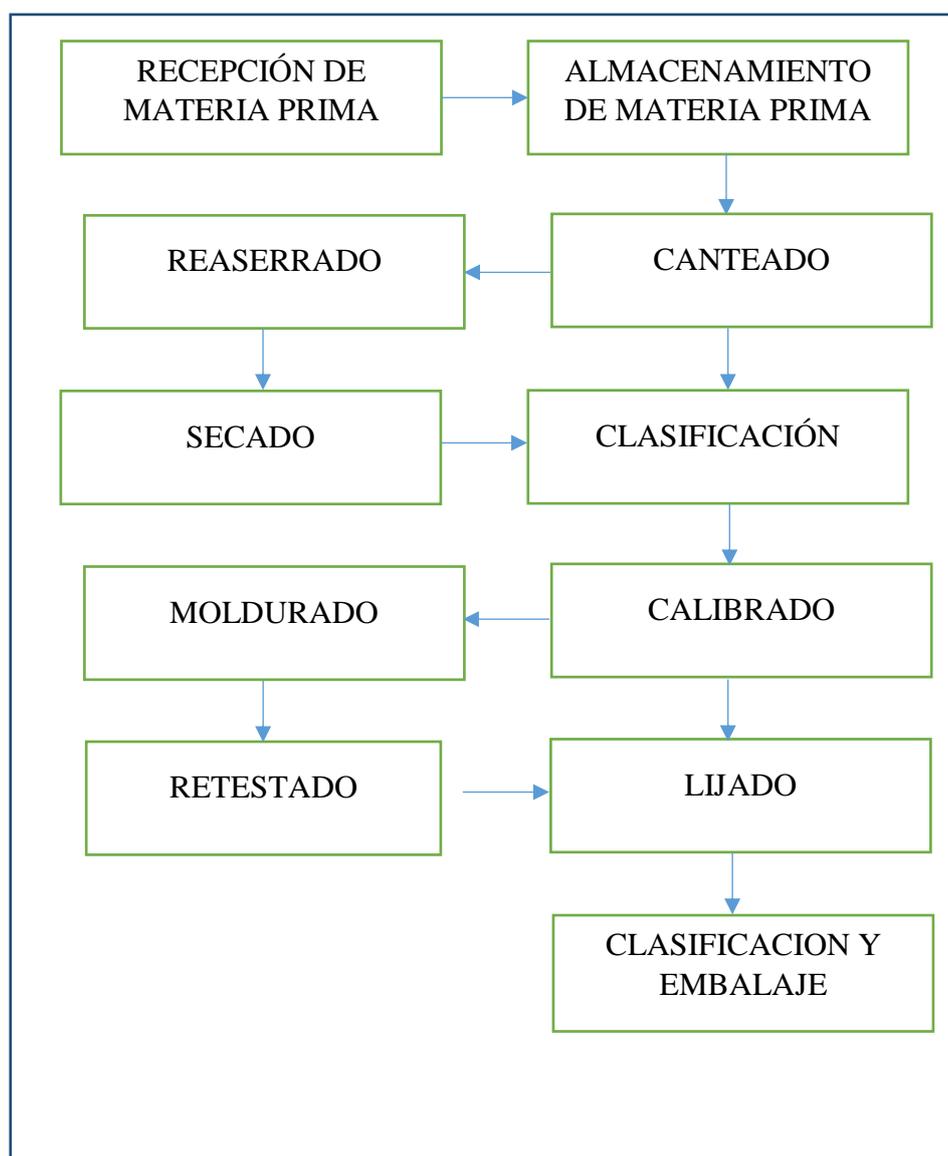


Figura 6: Diagrama de flujo del proceso productivo de Bozovich.

4.1.2 ENTRADAS Y SALIDAS DEL PROCESO

Además, se registró la información de las entradas y salidas de las actividades dentro del proceso productivo de la empresa que se muestra en la tabla 6.

Tabla 6: Registro de entradas y salidas en los procesos productivos de la empresa

Procesos	Actividad	Entrada (Materia Prima)	Salida (Residuo)
De producción	Recepción de materia prima e insumos	Materia prima (maderables)	Mermas (trozos de madera)
		Insumos	Material de empaque (plástico)
		Combustible	Gases de combustión
	Reaserrado, canteado, recorte, barnizado, etc.	Materia prima (maderables)	Madera recortada/aserrín
		Insumos (pinturas, disolventes, refrigerantes)	Envases de productos químicos
		Combustible/energía eléctrica	Gases de combustión
		Lubricantes	Aceites residuales
	Uso de caldero	Aserrín	Gases de combustión, cenizas
		Combustible (para precalentado)	Material particulado
		Filtros	Filtros en desuso
	Almacenamiento de productos e insumos	Productos (maderables)	Material de empaque (plástico)
		Insumos químicos	Productos químicos residuales
		Combustibles y aceites	Combustibles y aceites residuales
	Lavado de equipos	Agua	Agua con hidrocarburos
Aceites y grasas			
De gestión y/o soporte	Labores administrativas en campo	Papel	Residuos de papel
		Materiales de oficina	Residuos comunes varios
		Energía eléctrica	
		Agua	Aguas grises/negras
	Actividades en comedor	Alimentos	Residuos orgánicos
		Materiales de empaque	Material de empaque (plástico)
		Agua	Aceites y grasas
			Aguas grises
		Productos químicos (limpieza)	Envases de productos químicos
		Energía eléctrica	-

4.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En la tabla 7, se evaluaron los principales impactos ambientales de las operaciones en el proceso de producción.

En el almacenamiento de insumos, materias primas y productos terminados, todos los impactos ambientales fueron de carácter no significativo (NS).

En las operaciones de reaserrado y canteado, sólo hubo un impacto significativo (SG) que fue la afectación de las personas, por la cantidad de material particulado que se emite al ambiente. La perturbación de terceros ocasionado por el ruido obtuvo un valor moderado (MO), ya que se genera sólo durante es el corte de las piezas de madera y está limitado al horario de trabajo.

En las operaciones de cepillado, moldurado y retestado, ocurrió de manera similar. La afectación a la salud de las personas fue calificada como significativa (SG) mientras que el ruido y su perturbación en terceros obtuvo un valor moderado (MO).

En el secado de la madera, el impacto más significativo (SG) fue el de la emisión de gases producto de la combustión del aserrín ya que es un proceso que trabaja las 24 horas.

Finalmente, en el taller de mantenimiento, todos los impactos tuvieron un valor moderado (MO), debido a los residuos que se generan en el mantenimiento de los equipos y maquinarias que se utilizan en otras áreas de la empresa.

Tabla 7: Matriz de evaluación de los impactos ambientales identificados en el proceso de producción de Bozovich

Proceso	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Grado de significación			Valoración cualitativa del impacto	
			PR	RV	MG	IM	CL
Almacenamiento de insumos, materia prima y producto terminado	Emisión de material particulado	Afectación a la salud de las personas	2	1	1	4	NS
	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelo	2	1	1	4	NS
	Consumo de electricidad	Agotamiento de recursos naturales	2	1	1	4	NS
Reaserrado y canteado	Emisión de material particulado	Afectación a la salud de las personas	3	2	2	7	SG
	Emisión de ruido	Perturbación de terceros	3	1	2	6	MO
	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelo	2	1	1	4	NS
	Consumo de electricidad	Agotamiento de recursos naturales	2	1	1	4	NS
Cepillado, moldurado, retestado y lijado	Emisión de material particulado	Afectación a la salud de las personas	3	2	2	7	SG
	Emisión de ruido	Contaminación del aire	3	1	2	6	MO
	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelo	2	1	1	4	NS
	Consumo de electricidad	Agotamiento de recursos naturales	2	1	1	4	NS
Secado de la madera	Emisión de material particulado	Afectación a la salud de las personas	2	1	2	5	MO
	Emisión de gases de combustión	Contaminación del aire	3	2	2	7	SG
	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelo	1	1	1	3	NS
	Consumo de electricidad	Agotamiento de recursos naturales	2	1	1	4	NS
Mantenimiento de equipos y maquinarias	Emisión de material particulado	Afectación a la salud de las personas	2	2	2	6	MO
	Emisión de ruido	Perturbación de terceros	2	2	2	6	MO
	Generación de residuos sólidos	Contaminación de suelo	2	2	2	6	MO

4.3 CARACTERIZACIÓN

4.3.1 TOMA DE DATOS PARA MUESTRA PILOTO

En la tabla 8, se muestran los resultados de la muestra piloto que consistió en caracterizar y cuantificar los residuos generados durante 7 días.

Tabla 8: Generación de residuos durante la muestra piloto de 7 días

Día	Productos maderables comercializados		Cámara de combustión	Contenedores		Total (kg)
	Recortes de madera (kg)	Aserrín (kg)	Aserrín caldero (kg)	Residuos peligrosos (kg)	Residuos no peligrosos (kg)	
1	11090	19260	5593,89	6,85	3,16	35944
2	0	21100	5593,89	6,85	3,16	26704
3	0	20140	5593,89	6,85	3,16	25744
4	0	20770	5593,89	6,85	3,16	26374
5	0	11060	5593,89	6,85	3,16	16664
6	0	26480	5593,89	11,048	3,42	32088
7	0	19610	5593,89	11,048	3,42	25218

En el anexo 4 se encuentran los datos del control de pesaje, los cuales muestran la cantidad de recortes de madera y aserrín que es recogida y comercializada diariamente durante los días que se tomaron los datos para la muestra.

En el anexo 5 se muestran los datos provenientes de la medición de tiempos que se tomaron para estimar la cantidad de aserrín que se consume a diario.

4.3.2 DETERMINACIÓN DE NÚMERO DÍAS

En la Tabla 9, se muestra el resumen del total de residuos generados los 7 días:

Tabla 9: Generación total de residuos del muestreo de 7 días

Día	Total (kg)
1	35954
2	26704
3	25744
4	26374
5	16664
6	32088
7	25218
Promedio	2963,75

De estos datos, obtenemos las variables para reemplazar en la ecuación mostrada anteriormente:

$$n = \frac{t_{(n-1; 1-\frac{\alpha}{2})}^2 \cdot s^2}{d^2}$$

Donde:

- Desviación muestral (s) = 6029,39kg
- $T_{\text{tab}}(7-1, 0.975) = 2,45$
- Error de estimación (d) = 4044,56kg.

Luego de aplicar la fórmula, se obtuvo que el tamaño de muestra es de 14 días.

4.3.3 CUANTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS

Se realizó el estudio de caracterización con el fin de conocer la cantidad y composición de residuos sólidos de la producción en la planta durante 14 días. El tamaño de la muestra para este estudio está basado en los criterios estadísticos mencionados en el capítulo anterior, y se explican a detalle en el anexo 6.

Se presentan los resultados de la caracterización resumida en tablas elaboradas a partir de los datos recolectados en la fase de campo. Como se observa en la tabla 10, la generación promedio diaria del total de residuos en la planta es de 26963,75kg. Este alto valor se debe

a la elevada producción de la planta. En un mes en promedio se generan aproximadamente 810 toneladas de residuos, siendo el 99,95% residuos derivados de la madera (aserrín y retazos de madera).

Tabla 10: Generación total promedio de residuos sólidos en la zona de producción.

Áreas	Promedio diario (kg)	Promedio semanal (kg)	Promedio mensual (kg)
Área de transformación secundaria	20737,32	145161,26	622119,69
Área de transformación avanzada	5927,26	41490,82	177817,78
Taller de mantenimiento	7,56	52,89	226,67
Almacén	2,81	19,67	84,30
Patio de secado	288,80	2021,58	8663,93
Total	26963,75	188746,22	808912,37

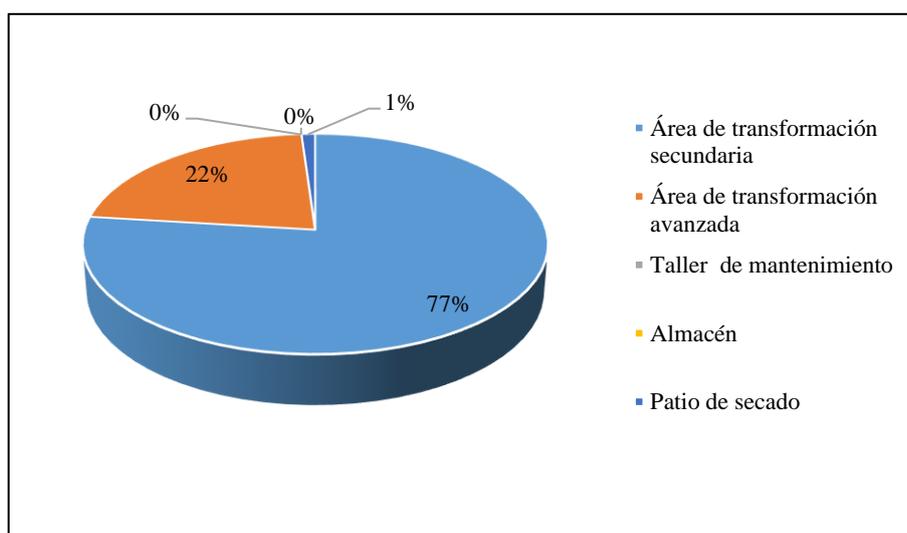


Figura 7: Porcentaje de generación promedio diario de residuos sólidos industriales

El área que mayor cantidad de residuos genera es el área de transformación secundaria, donde se dan las operaciones de reaserrado y canteado, debido a que en estas operaciones se realizan los cortes más gruesos, a diferencia del área de transformación avanzada, donde se realizan el cepillado, moldurero, retestadado y lijado, que generan menos residuos, al tener cortes más pequeños. El área que menor cantidad de residuos genera es el almacén, siendo

principalmente los plásticos de embalaje, cartones, listones de madera, parihuelas o los baldes de pintura.

4.3.3.1 Residuos peligrosos

En la tabla 11, se observa que el área de mayor generación de residuos peligrosos es la del taller de mantenimiento, con una generación promedio diario de 6,13kg. Esto se al uso de aceites lubricantes, refrigerantes y disolventes para el mantenimiento de vehículos como los montacargas para el traslado de las maderas y equipos como las sierras, canteadoras, cepilladoras, y moldeadoras utilizadas en la elaboración de los pisos. El uso de estos insumos químicos en el mantenimiento tiene como resultado la generación de residuos peligrosos, y adicionalmente, los materiales como trapos, lijas y paños absorbentes para la limpieza de maquinaria y que entran en contacto con ellos, también se convierten en este tipo de residuo.

Tabla 11: Generación total promedio de residuos sólidos peligrosos

Áreas	Promedio diario (kg)	Promedio semanal (kg)	Promedio mensual (kg)
Almacenes	2,41	16,86	72,25
Taller de mantenimiento	6,13	42,90	183,85
Total	8,54	59,76	256,11

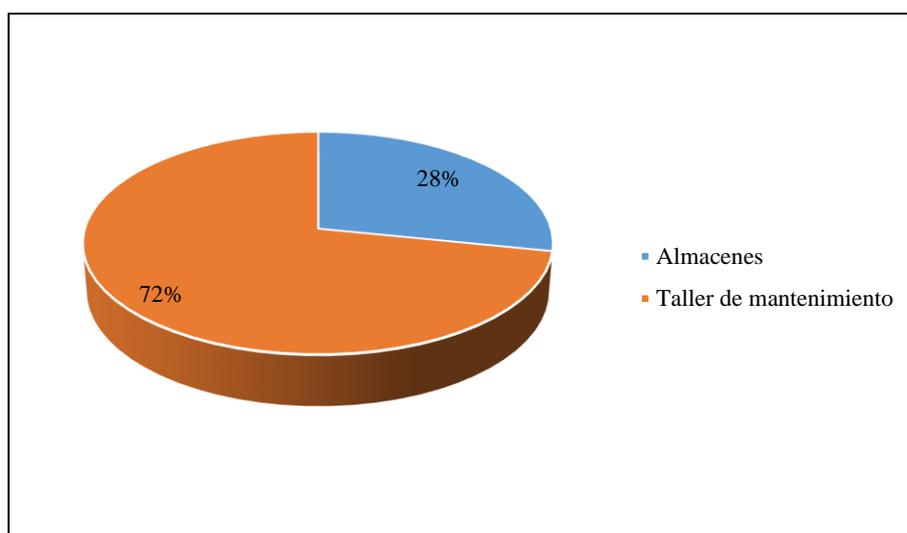


Figura 8: Porcentaje de generación promedio diario de residuos peligrosos

En el almacén se genera a diario un promedio de 2,41 kg de residuos peligrosos, mucho menos que en el taller de mantenimiento. En esta área se utiliza pintura aislante de humedad

para sellar las maderas que van a ser comercializadas, siendo este el único residuo peligroso generado.

Aunque los residuos peligrosos sólo representan el 0,032% de los residuos generados a diario en la empresa, debido a su naturaleza, es importante el conocer su fuente de generación, así como su adecuada disposición ya que poseen componentes nocivos para la salud y el medio ambiente.

a. Residuos peligrosos en área de almacén

Como se puede observar en la tabla 12, los residuos peligrosos del área de almacén son en su mayoría envases de pintura vacíos, con una generación semanal promedio de 5,99 kg. Los plásticos y papeles que entran en contacto con restos de pintura, también son considerados residuos peligrosos, y por ende dispuestos en los mismos contenedores. Sucede lo mismo con los guantes de plástico usados, los cuales se generaron en menor cantidad, con un promedio de generación semanal de 2,33 kg. Como se puede apreciar no se genera una gran cantidad de residuos a la semana. El uso de esta pintura aislante tiene como fin sellar las maderas en sus extremos, para evitar el ingreso de humedad.

Tabla 12: Generación promedio semanal de residuos peligrosos en el área de almacén

Residuo	Generación por contenedor		
	Contenedor 1 (kg)	Contenedor 2 (kg)	Total (kg)
Envases de pintura	3,79	2,20	5,99
Plásticos contaminados	2,20	1,24	3,44
Periódicos contaminados	2,69	2,41	5,10
Guantes de plástico	1,30	1,03	2,33

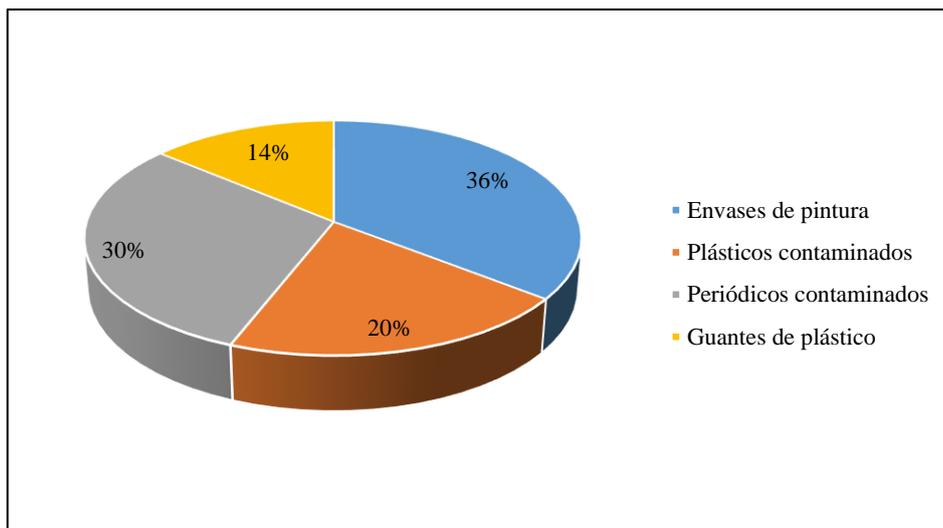


Figura 9: Porcentaje de generación de residuos peligrosos en el área de almacén

b. Residuos peligrosos en el área de taller de mantenimiento

En la tabla 13, se puede observar que en el taller de mantenimiento se genera una mayor cantidad de residuos peligrosos. Los trapos industriales contaminados representan el mayor residuo generado en esta área, como se aprecia en la figura 10, con 15,05 kg en promedio por semana. Las lijas utilizadas para afilar las herramientas tienen una generación promedio de 11,76 kg por semana; estas al afilar herramientas que son aceitadas o lubricadas, también se impregnan de estas sustancias, por lo que también entran en la categoría de residuos peligrosos. En menor proporción, se encontraron otros residuos, como guantes de plásticos e hilachas impregnadas con las sustancias antes mencionadas. Los envases de los líquidos refrigerantes, diluyentes y lubricantes, al contener restos de estos productos, también son dispuestos en estos contenedores. El peso de estos residuos es mínimo ya que sólo son los envases después de haber sido usados.

Tabla 13: Generación promedio semanal de residuos peligrosos en el taller de mantenimiento

Residuo	Generación por contenedor			
	Contenedor 1 (kg)	Contenedor 2 (kg)	Contenedor 3 (kg)	Total (kg)
Lijas contaminadas	2,57	4,83	4,36	11,76
Guantes de plástico usados	0,48	1,16	1,26	2,90
Trapos industriales contaminados	3,05	7,15	4,85	15,05
Hilachas contaminadas	1,05	1,55	1,73	4,33
Envases de refrigerantes	0,67	0,97	0,76	2,40
Envases de disolventes	0,57	1,55	0,53	2,65
Envases de lubricantes	1,14	2,13	0,56	3,83

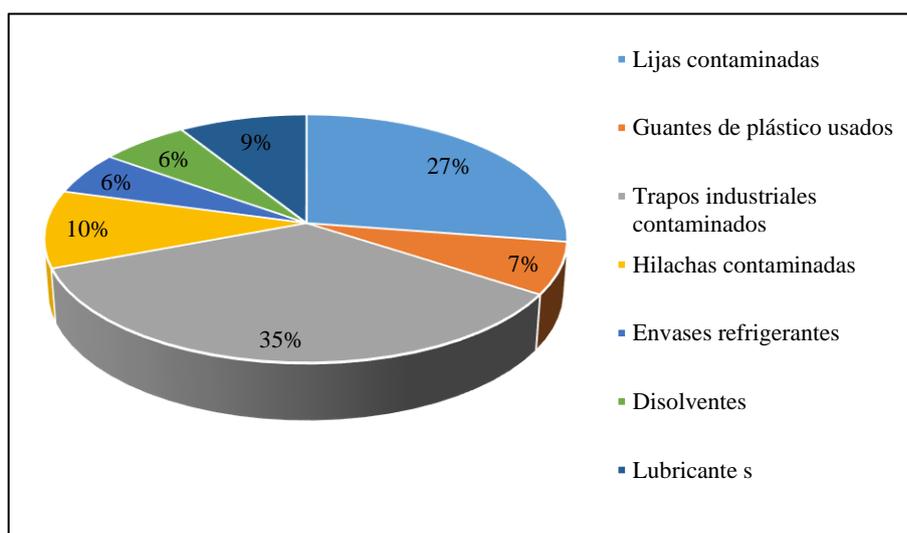


Figura 10: Porcentaje de generación de residuos peligrosos en el taller de mantenimiento

4.3.3.2 Residuos no peligrosos

En la tabla 14 se observa la generación total promedio de residuos sólidos no peligrosos de origen maderable del proceso de producción (aserrín y recortes de madera) en las diferentes áreas de la empresa. Los residuos no peligrosos representan el 99,95% de los residuos generados por la empresa, debido a que en la transformación de la madera, los residuos de mayor cantidad y volumen son los retazos de madera corta y el aserrín.

Tabla 14: Generación total promedio diaria de residuos sólidos no peligrosos

Áreas	Residuos no peligrosos (kg)	Maderable (kg)	No maderable (kg)
Área de transformación secundaria	20737,32	20736,68	0,65
Área de transformación avanzada	5927,26	5926,44	0,82
Taller de mantenimiento	0,8	0	0,8
Almacén	1,43	0	1,43
Patio de secado	288,4	288	0,4
Total	26955,21	26951,11	4,1

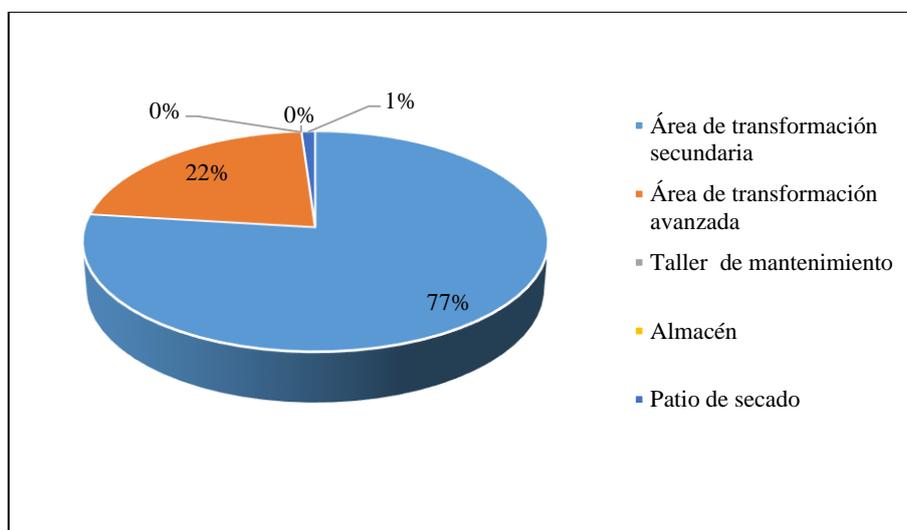


Figura 11: Porcentaje de generación total promedio diaria de residuos sólidos no peligrosos

La mayor generación de residuos se da en las operaciones de reaserrado y canteado de las piezas de madera en el área de transformación secundaria con un promedio de 20737,32 kg al día, es decir, casi 21 toneladas de residuos entre madera corta y aserrín, debido a la mayor cantidad de cortes y al tamaño de estas piezas las cuales son de mayor espesor.

La segunda área con mayor generación de residuos sólidos no peligrosos es el área donde se realizan las operaciones de cepillado, moldurado, retestado y lijado de las piezas, lugar donde se genera el aserrín que es utilizado como combustible para las cámaras de combustión. Este aserrín es conducido a través de unas mangas hasta un silo, el cual va alimentando a los dos calderos de la empresa. Según los cálculos realizados, se estimó que

por día se utiliza 5593,89 kg de aserrín (ver anexo 5), el cual alimenta directamente a la cámara de combustión de los calderos de los hornos de secado.

El área que generó menor la cantidad de residuos sólidos no peligrosos fue el taller de mantenimiento, debido a que al no ser una de las áreas de producción, sino un área de soporte, no genera una gran cantidad de residuos no peligrosos, tendiendo como resultado 0,80 kg de generación al día. Esta es la zona donde mayor cantidad de residuos peligrosos se genera (6,13 kg al día), siendo aproximadamente el 77% del total de residuos generados en la empresa como se puede apreciar en la Figura 11.

La segunda área con menor cantidad de residuos no peligrosos es el almacén, donde de manera similar al taller de mantenimiento, al no ser una de las líneas de producción, los residuos que se generan son principalmente plásticos de embalaje, cartones, listones de madera, botellas de plástico o baldes de pintura vacíos.

a. Residuos no peligrosos no maderables en el área de transformación secundaria

En la tabla 15 figura la generación promedio en las operaciones de reaserrado y canteado realizadas en el área de transformación secundaria.

Tabla 15: Generación de residuos no peligrosos en el área de transformación secundaria

Residuo	Promedio diario (kg)	Promedio semanal (kg)	Promedio mensual (kg)
Plásticos	0,17	1,16	4,97
Cartón	0,28	1,94	8,33
Cinta de embalaje	0,20	1,43	6,12
Total	0,65	4,53	19,43

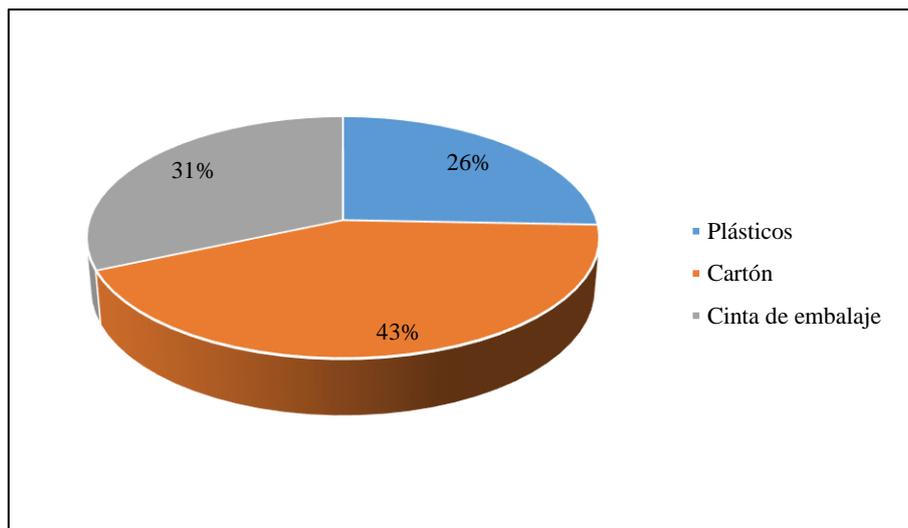


Figura 12: Porcentaje de generación promedio de residuos no peligrosos en el área de transformación secundaria

En esta área se generaron sólo tres tipos de residuos: cartones, plásticos de embalaje y cintas de embalaje. El cartón fue el residuo generado en mayor cantidad con 0,28 kg promedio diario, seguido por las cintas de embalaje gastadas con 0,20 kg y finalmente los plásticos de embalaje con 0,17 kg. En esta área, se utilizan los cartones para acopiar la madera y los plásticos como embalaje de la misma.

b. Residuos no peligrosos no maderables en el área de transformación avanzada

En la tabla 16 figura la generación promedio en las operaciones de cepillado, moldurado y retestado realizadas en el área de transformación avanzada.

Tabla 16: Generación de residuos no peligrosos en el área de transformación avanzada

Residuo	Promedio diario (kg)	Promedio semanal (kg)	Promedio mensual (kg)
Plásticos	0,13	0,91	3,90
Cartón	0,22	1,54	6,58
Papel periódico	0,28	1,96	8,41
Cinta de embalaje	0,19	1,35	5,77
Total	0,82	5,76	24,65

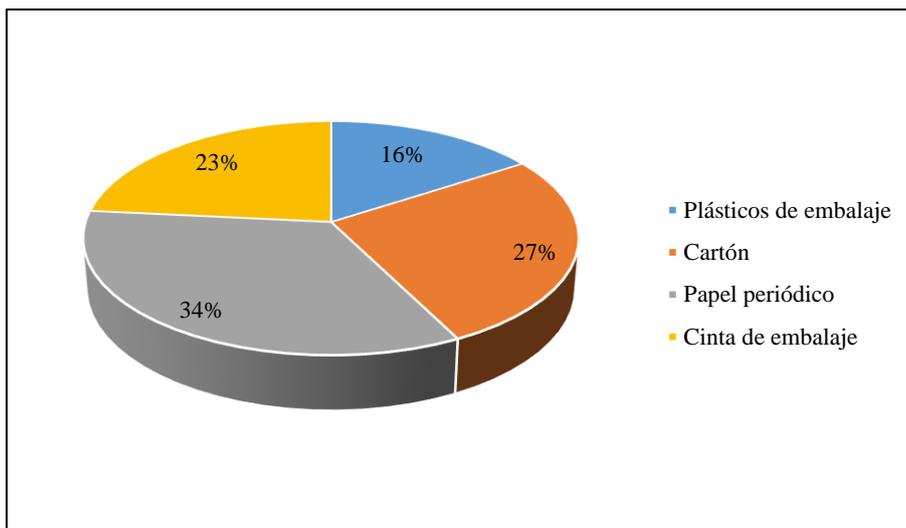


Figura 13: Porcentaje de generación promedio de residuos no peligrosos en el área de transformación avanzada

Se encontraron los mismos residuos que los generados en las operaciones de reaserrado y canteado de piezas, con la adición de papel periódico, el cual posee el mayor nivel de generación en la semana con 0,28 kg de generación promedio diaria. De manera similar al área anterior, el cartón es el segundo residuo generado, con 0,22 kg, seguido por las cintas de embalaje, con 0,19 kg y finalmente los plásticos de embalaje, con 0,13kg.

c. Residuos no peligrosos no maderables en el área de almacén

En la tabla 17 figura la generación promedio en el almacén.

Tabla 17: Generación de residuos no peligrosos en el área de almacén

Residuo	Promedio diario (kg)	Promedio semanal (kg)	Promedio mensual (kg)
Cartón	0,49	3,44	14,73
Plásticos	0,34	2,37	10,15
Cinta de embalaje	0,23	1,61	6,89
Papel periódico	0,35	2,46	10,53
Botella de plástico	0,02	0,12	0,51
Total	1,43	10,00	42,82

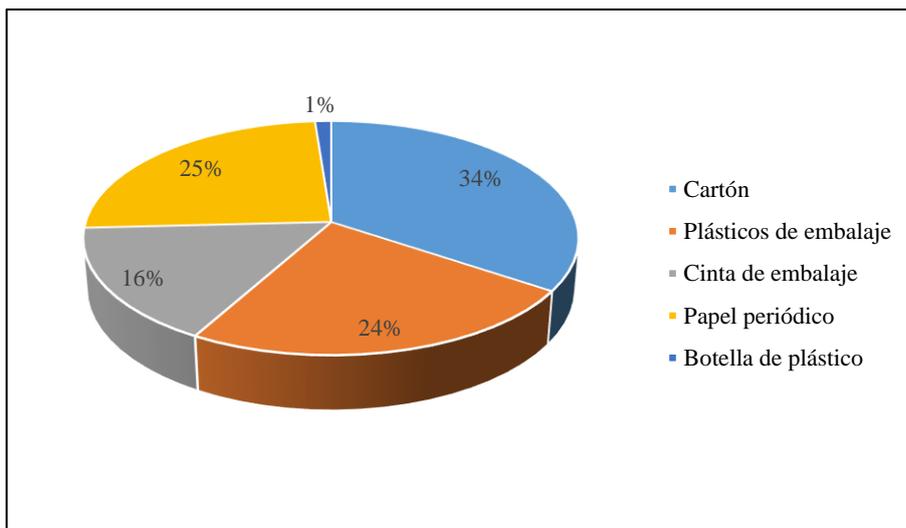


Figura 14: Porcentaje de generación de residuos no peligroso en el área de almacén

En el área de almacén se genera una mayor cantidad de residuos, incluyendo botellas de bebidas, que es un residuo que no se esperó encontrar, no obstante los trabajadores lo colocaron en estos contenedores. De manera similar a otras áreas, las cajas de cartón son el mayor residuo, con una generación promedio diaria de 0,49 kg. Los papeles periódicos son el segundo residuo que más se genera, con 0,35 kg promedio por semana.

d. Residuos no peligrosos no maderables en el área de patio de secado

En la tabla 18 figura la generación promedio de residuos no peligrosos en el patio de secado.

Tabla 18: Generación de residuos no peligrosos en el patio de secado

Residuo	Promedio diario (kg)	Promedio semanal (kg)	Promedio mensual (kg)
Cartón	0,40	2,77	11,89
Botella de plástico	0,01	0,04	0,16
Total	0,41	2,81	12,04

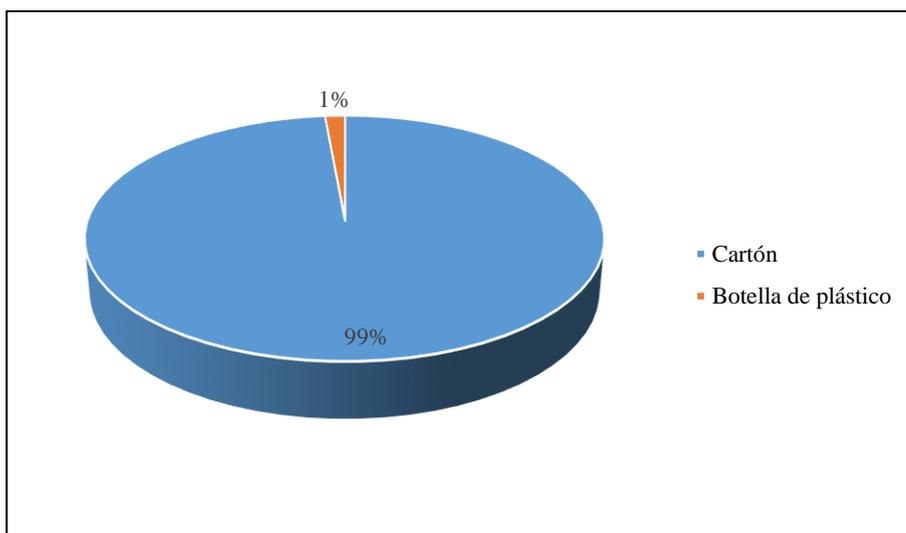


Figura 15: Porcentaje de generación de residuos no peligrosos en el patio de secado

En el área de patio de secado, donde se dejan las maderas a secar a la intemperie, se realizan algunos recortes auxiliares, la cantidad de residuos es menor, sólo reportándose dos tipos de residuos: cartón y botellas de plástico. El primero con una generación promedio diaria de 0,40 kg y el segundo con 0,01 kg.

e. Residuos no peligrosos no maderables en el área de taller de mantenimiento

En la tabla 19 figura la generación promedio en el taller de mantenimiento.

Tabla 19: Generación de residuos no peligrosos en el taller de mantenimiento

Residuo	Promedio diario (kg)	Promedio semanal (kg)	Promedio mensual (kg)
Cartón	0,27	1,91	8,19
Plásticos	0,21	1,44	6,17
Embalaje	0,10	0,70	3,00
Papel periódico	0,21	1,47	6,29
Botella de plástico	0,01	0,08	0,36
Total	0,80	5,60	24,01

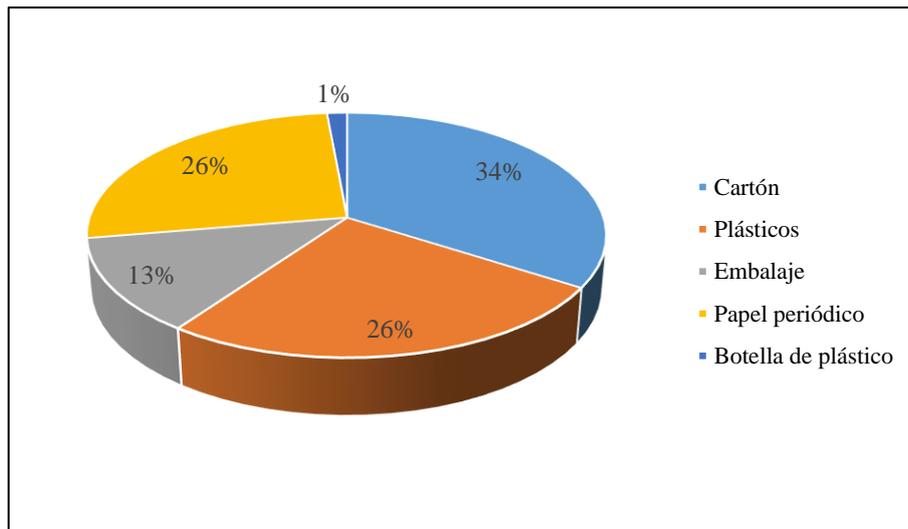


Figura 16: Porcentaje de generación de residuos no peligrosos en el taller de mantenimiento

En el taller de mantenimiento se generan diferentes residuos, producto de las labores realizadas. Los restos de cartón son los que se producen en mayor cantidad con un promedio semanal de 1,91 kg. Con una generación semanal promedio muy similar, están los plásticos de embalaje y el papel periódico, con 1,44 kg y 1,47 kg respectivamente.

4.3.4 MEDICIÓN DE HUMEDAD DE RESIDUOS MADEREROS

a. Contenido de humedad de recortes de madera

Se determinó el contenido de humedad de los recortes de madera en las diferentes zonas del área de producción utilizando la metodología del Manual de Prácticas de Propiedades Físico – Mecánico de la madera de la Universidad Nacional Agraria La Molina, midiendo la humedad con un higrómetro de contacto para madera.

En la tabla 20 se muestra los porcentajes de humedad medidos en las diferentes muestras de madera.

Tabla 20: Medición de humedad de recortes de madera en las áreas de producción

Área	Especie	Humedad promedio en base seca (%)	Código Big on Dry
Sierra despuntadora en patio de secado	Estoraque	8,27	2.2
Almacén de laines	Azúcar huayo	13,57	2.2
Operación de reaserrado	Tornillo	31,70	3.0
Operación de canteado	Estoraque	6,30	2.2

Como se observa, el contenido de humedad varía entre las áreas de producción. El mayor porcentaje de humedad lo obtuvieron los restos de los cortes en la operación de reaserrado, donde se midió una tabla de la especie tornillo, que presente un 31,7% de contenido de humedad en base seca. Esto se debe principalmente a que las operaciones de reaserrado y canteado de las tablas de madera son la primera fase de producción, donde las maderas son descargadas de los camiones y apiladas, y luego llevadas al área de operaciones para ser cortadas por las sierras (canteadoras, reaserreadora). Estos restos provienen de madera que no ha pasado por un proceso de secado al natural, ello explica el alto contenido de humedad encontrado. Además, al ser piezas más grandes, demoran más tiempo en perder la humedad, debido al mayor volumen que poseen.

El segundo contenido de humedad más alto fue hallado en los retazos en el almacén de laines, de la especie Azúcar huayo, con un 13,57% de humedad. Estos restos de madera son bastantes delgados y se encuentran acumulados en un área alejada de las líneas de producción, hasta que son retirados por la empresa comercializadora de residuos.

Los residuos de la sierra despuntadora en el patio de secado son pequeños bloques parecidos a probetas de madera en sus dimensiones, con un contenido de humedad promedio de 8,27%, ligeramente mayor al que se encuentra en los recortes de madera de las operaciones de canteado, cepillado, moldurado y retestado, el cual contiene un 6,30%. El contenido de humedad de estos últimos se debe a que provienen de piezas que ya han pasado por las cámaras de secado, y poseen un menor contenido de humedad.

Según lo encontrado, los residuos provenientes las operaciones de reaserrado y canteado presentaron un mayor contenido de humedad, en comparación con los demás residuos de recortes. Siendo estas operaciones las que generan la mayor cantidad de residuos, es un valor

a considerar si se desea utilizar la madera directamente como leña, ya que el alto contenido de humedad disminuirá su poder calórico.

b. Contenido de humedad de aserrín

Se determinó por el método gravimétrico, debido a la naturaleza del aserrín (partícula fina), el cual no se podía medir con los higrómetros de madera. El contenido de humedad del aserrín fue de 25,03%, lo cual indica que el aserrín es una partícula con una gran disposición a ganar humedad del ambiente. Por otro lado, los retazos de las operaciones de cepillado, moldurero y retestado presentaron en promedio 6,30% de humedad, existe un incremento de aproximadamente 19 % en el contenido de humedad.

En la tabla 21 se muestra los resultados del pesaje del aserrín para poder determinar su contenido de humedad.

Tabla 21: Contenido de humedad de aserrín de la operación de cepillado, moldurado y retestado

Descripción	Cantidad (g)
Masa inicial: Aserrín + balde	1478,87
Masa balde	334,57
Masa inicial de aserrín	1144,30
Masa final de aserrín	915,23

De la tabla anterior, se calculó que el contenido de humedad fue de 25,03%.

4.3.5 CONTENIDO DE CENIZA EN ASERRÍN

En base a recopilación de estudios sobre el contenido de ceniza de aserrín, se elaboró una tabla comparativa, para estimar el porcentaje promedio del contenido de ceniza en la muestra de aserrín. En la tabla 22 se muestra los contenidos de ceniza encontrado en los diferentes casos.

Tabla 22: Contenido de ceniza en aserrín de diferentes estudios

Fuente	Composición del aserrín	Contenido de ceniza (%)
Correa	<i>Pinus leiophylla</i>	0,30
Correa	<i>Pinus montezumae</i>	0,22
Correa	<i>Pinus pseudostrobus</i>	0,20
Wilén et al.	<i>Pinus sp.</i>	0,08
Paz	<i>Gmelina arbórea</i>	0,71

FUENTE: Basado en estudios de Fermín (2013), Wilén et al. (1996), Paz (2008)

Se observa que el contenido de ceniza es bastante bajo, variando en el rango de 0,1 a 0,7%. Para el caso de las maderas coníferas se halló un menor porcentaje de ceniza, a diferencia de las latifoliadas, que presentan un valor más alto. En un estudio en México de 43 especies de madera latifoliada, se encontraron contenidos de ceniza con valores desde 0,08 hasta 6,50%, con una media de 0,98% de contenido de ceniza en la madera. (Torelli y Čufar, 1995). Siendo las latifoliadas, las principales especies con la que se trabaja en Bozovich, se estimó el contenido de cenizas en el aserrín en el margen de 0,98% en base seca. En la tabla 23 se ve el contenido de ceniza promedio estimado que quedaría depositado en los calderos de los hornos de secado.

Tabla 23: Estimación de la cantidad de ceniza en la masa de aserrín en los calderos

Descripción	Cantidad (kg)
Masa de aserrín	5593,89
Contenido de humedad (25,03%)	1400,15
Masa seca de aserrín	4193,74
Contenido de ceniza (0,98%)	41,10

Por lo tanto se genera en ambos calderos un promedio de 41,1kg de ceniza al día, la cual es una cantidad considerable, que debe ser dispuesto cada cierto tiempo, de lo contrario estas cenizas se acumularán en la cámara de incineración de los hornos.

4.3.6 DENSIDAD APARENTE

Se determinó la densidad aparente del aserrín generado en la línea de transformación avanzada, utilizando como recipiente un balde de 20 litros, cuyo valor se resume en la tabla 24.

Tabla 24: Densidad aparente de aserrín

Descripción	Cantidad
Masa: Aserrín + balde (g)	4971,20
Masa cilindro (g)	843,70
Masa aserrín (g)	4127,50
Volumen aserrín (cm ³)	20000

Con los datos anteriores, se calculó que la densidad de aserrín es de 0,2064 g/cm³ equivalente a 0,2064 t/m³ (estéreo). Cabe resaltar que el precio de venta de aserrín suele estar dado en metros cúbicos, y las guías de remisión de la empresa comercializadora dan el valor en peso de este residuo. Siendo el precio de venta de aserrín de S/. 38 por metro cúbico de aserrín. El precio de venta por tonelada sería de S/. 184,11 por tonelada de aserrín.

4.4 PROPUESTA DEL PLAN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

4.4.1 INTRODUCCIÓN

Maderera Bozovich S.A.C. fue fundada en el año 1973 con el fin de producir y distribuir productos de madera para satisfacer la creciente demanda en el mercado nacional peruano. A inicios de los años ochenta, gracias a la sólida relación con sus clientes, proveedores y trabajadores, la empresa se consolida y comienza a exportar sus productos a diversos países. Al día de hoy, su mercado abarca países como Estados Unidos, México y diversos países de Asia Pacífico, el Caribe, Europa, entre otros.

4.4.2 ALCANCE

Este trabajo se limitará a la gestión y manejo de los residuos sólidos (peligrosos y no peligrosos) generados en los procesos de producción de Bozovich, es decir no comprenderá en su alcance los residuos generados en otras áreas de la empresa tales como oficinas y servicios higiénicos.

4.4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE LA EMPRESA

Las actividades que realiza Bozovich son descritas a continuación.

a. Almacén de Materia Prima

En esta área se recepciona y se descarga la madera para los procesos de producción (procedentes de una transformación primaria).

El responsable del área recibe la orden de producción e inmediatamente genera requerimiento de materia prima para los procesos de producción.

b. Área de Transformación Secundaria

En esta etapa se da actividades de re-aserrado: canteado, despuntado, entre otros. Los productos de esta área pueden ir directamente a almacén de producto terminado o de lo contrario a transformación avanzada o área de secado, según los requerimientos del cliente.

c. Área de Transformación Avanzada

En esta área se realizan otro tipo de trabajos más complejos, cuenta con las líneas de pre-maquinado, cuyas operaciones son el canteado y cepillado de las piezas, y la línea de maquinado, cuyas operaciones son moldeado y retestado de las piezas de madera.

d. Área de Secado

En esta área, se tiene el patio de secado, donde la madera es apilada y secada al natural antes de ingresar a las cámaras de secado, donde la madera es secada hasta el contenido de humedad deseado para su destino final

e. Almacén de Productos Terminados

Luego de finalizado el producto, estos son enviados a almacén para su despacho o almacenamiento, de acuerdo a su requerimiento.

4.4.4 ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

a. Minimización

Consiste en la reducción de la cantidad generada de residuos en el punto donde estos se producen. Bozovich implementará acciones de minimización de generación de residuos peligrosos y no peligrosos, las cuales son mencionadas a continuación:

- Priorizar el uso de los insumos que estén más próximos a expirar, evitando tener que desecharlos.
- Realizar un correcto almacenamiento de los productos químicos, evitando la mezcla de productos incompatibles que pudieran generar deterioro del producto, convirtiéndolos en residuos.
- De preferencia, realizar la compra de productos en volúmenes mayores, lo que implica el uso de un menor número de envases.
- Reutilizar los paños y absorbentes que no estén impregnados con productos químicos o contaminados.
- Reusar los envases vacíos de químicos con residuos del mismo tipo.
- Reutilizar los productos químicos sobrantes tales como disolventes, lubricantes y aceites siempre y cuando no hayan expirado y/o presenten algún tipo de contaminación.
- En lo posible, usar productos químicos ecológicos como por ejemplo los aceites y lubricantes biodegradables.
- Sustituir los fluorescentes por focos ahorradores ya que los primeros contienen vapor de mercurio, que es altamente peligroso.

b. Segregación en la Fuente

La segregación implica el proceso de selección o separación de un tipo de residuo, teniendo en cuenta sus características físicas y químicas para que puedan ser manejados de forma adecuada. Los residuos generados serán segregados para evitar la mezcla de los residuos peligrosos con los no peligrosos, facilitando su manejo en el recojo y disposición final de los mismos.

c. Almacenamiento en la fuente

- **Características de los contenedores**

Deberán ser polietileno de alta densidad (HDPE), con una capacidad de 120 litros, fabricado en una sola pieza, resistentes al impacto y con 2 ruedas para facilitar su transporte. En la Figura 17, se muestra la ubicación de los contenedores dentro de la planta.

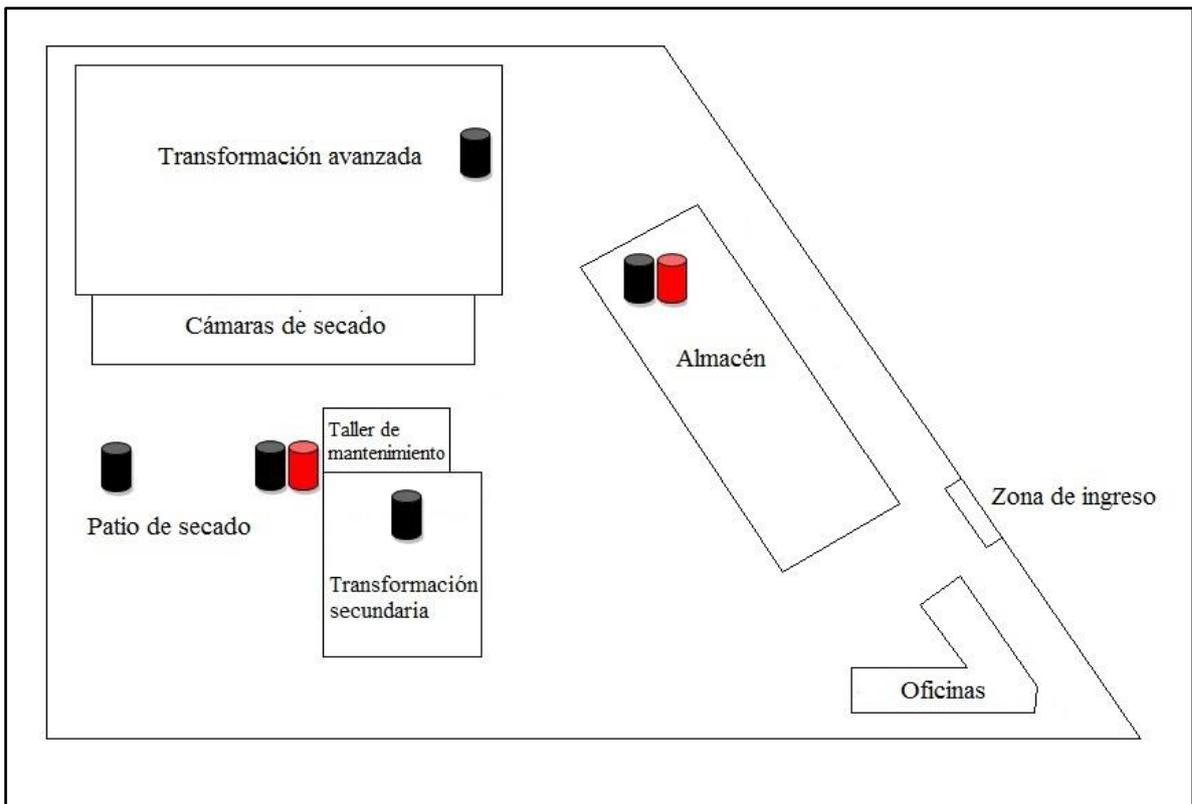


Figura 17: Ubicación de cilindros en las áreas de producción de la planta

- **Preparación de recipientes**

Los residuos sólidos serán almacenados en los contenedores según su tipo. En la Tabla 25 se muestra el color y tipo de rotulado que debe ir en cada contenedor.

Tabla 25: Disposición de residuos en contenedores de colores

Color	Tipo de residuo	Descripción	Manejo	Disposición final
Negro 	Residuos no peligrosos	Residuos orgánicos, botellas, bolsas, sacos, bidones, empaques, restos de papel, periódicos, revistas, cartones, restos de botellas y vidrios rotos.	Disponer los residuos en bolsas plásticas o bolsas de polietileno y ubicados dentro del cilindro	Relleno Sanitario
Rojo 	Residuos peligrosos	Aceite usado y trapos contaminados con solventes, pintura, grasa, etc.	Disponer en cilindros y sellarlos antes de su disposición final	Relleno de seguridad

- **Rotulado de contenedores**

Se rotularán de forma clara y legible con la siguiente información:

- Tipo de residuo (no peligroso y peligroso).
- Precauciones de manejo en caso de tratarse de un residuo peligroso.
- Rombo de identificación de riesgos, de ser necesario.

En la tabla 26 se indica el rotulado y clasificación de los colores de los contenedores.

Tabla 26: Rotulado y clasificación de colores de los contenedores

Color de cilindro	Rótulo del cilindro
Negro 	RESIDUOS NO PELIGROSOS (Residuos asimilables a domésticos)
Rojo 	RESIDUOS PELIGROSOS (Aceites usados y trapos contaminados con hidrocarburos)

d. Recolección y Transporte Interno

Los residuos almacenados en la fuente serán recolectados y transportados a sus almacenes temporales respectivos por el personal de cada área aplicando las medidas de seguridad correspondientes como el uso del uniforme de la empresa, guantes, casco y botas de seguridad. El traslado será manual ya que los contenedores cuentan con ruedas y se realizará al finalizar la jornada de trabajo, siguiendo las rutas de tránsito propuestas, que se señalan en la Figura 18.

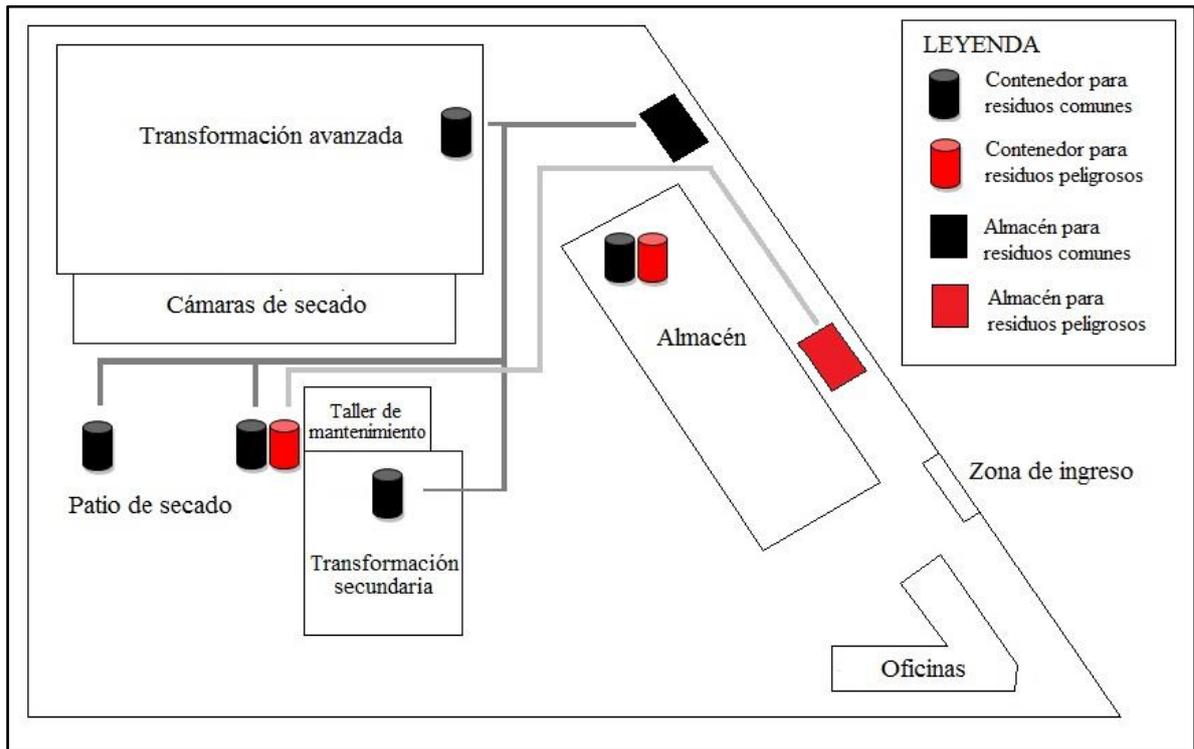


Figura 18: Rutas de transporte para contenedores a almacenes de residuos

e. Almacenamiento temporal

Los residuos serán almacenados en contenedores de 1000 litros de capacidad en el área de almacenamiento temporal de residuos (uno para peligrosos y uno para no peligrosos) a la espera de su recojo y disposición por la EPS-RS.

Las características de los contenedores serán similares a las mencionadas para los de 120 litros: de polietileno de alta densidad, fabricado en una sola pieza, resistentes al impacto y con 4 ruedas para facilitar su traslado.

El área deberá reunir las siguientes condiciones:

- Adecuada ventilación que evite la acumulación de vapores.
- El piso será siempre de concreto pulido o loza de cemento.
- Se colocará cartel de identificación "ALMACÉN TEMPORAL DE RESIDUOS".
- Cada contenedor será rotulado según el tipo de residuo que almacene.
- Los contenedores permanecerán cerrados todo el tiempo, para evitar derrames o fugas.

f. Recojo y disposición final de residuos

Los residuos generados por Bozovich que se encuentran en el almacén temporal continuarán recolectándose y transportándose de la siguiente manera:

- **Residuos no peligrosos**

Los residuos no peligrosos (bolsas, botellas de vidrio, cartón, envases plásticos, materiales metálicos en desuso, papel, periódico, restos de alimentos, etc.) serán recogidos y transportados por el Servicio Público de Limpieza de la Municipalidad de Lima, junto con los residuos generados en las oficinas y servicios higiénicos que no estén comprendidos en el alcance del presente trabajo. La frecuencia de recojo será diaria. La disposición final se realizará en el Relleno Sanitario de Huaycoloro.

- **Residuos peligrosos**

Los residuos peligrosos (aceites usados, solventes, refrigerantes) continuarán siendo almacenados hasta alcanzar la cantidad suficiente que justifique su recolección y transporte por una EPS-RS. La frecuencia de recojo será mensual. Se dispondrá estos residuos peligrosos en el Relleno de Seguridad Chilca, de la empresa Befesa.

g. Reaprovechamiento

Bozovich continuará con el reaprovechamiento de su principal residuo que es el aserrín, el cual viene siendo usado como combustible en los calderos. En ocasiones, también se usa madera recortada excedente para el mismo fin.

h. Reciclaje

No se realizará reciclaje de los residuos como papel, cartón, metales y plástico, debido a que se producen en pequeñas cantidades y no resulta rentable, por lo tanto estos residuos son destinados a un relleno sanitario.

i. Tratamiento de residuos

Bozovich no realiza ningún tratamiento a sus residuos por no contar con la tecnología adecuada para este fin.

j. Comercialización de residuos

Se mantendrá la comercialización de residuos como el aserrín y los recortes de madera, clasificados como no peligrosos.

k. Evaluación de costos

Bozovich viene comercializando los residuos de madera (aserrín y recortes de madera) excedentes de su proceso de producción. En la tabla 27 se muestran ingresos promedio mensuales producto de las ventas de estos residuos.

Tabla 27: Ingreso promedio mensual por venta de residuos de madera

Residuo	Generación al mes (t)	Precio Unitario (S./t)	Total (S/.)
Recortes de madera	86,23	70,00	6 036,1
Aserrín	722,31	184,11	132 984,49
Total			139 020,59

Se realizará una inversión inicial de S/. 4150 para la compra de contenedores, los cuales se detallan en la tabla 28.

Tabla 28: Inversión para la compra de contenedores de residuos sólidos

Tipo de contenedor	Precio unitario (S/.)	Cantidad	Total (S/.)
De 120 litros	250	7	1750
De 1000 litros	1200	2	2400
Total			4150

En la tabla 29 se muestran los costos del transporte y disposición de residuos, acorde con la generación promedio mensual de Bozovich. Como ya se mencionó, los residuos no peligrosos serán recogidos por la municipalidad distrital.

Tabla 29: Costo mensual por disposición de residuos sólidos

Tipo de residuo	Generación (t/mes)	Costo de disposición (S./t)	Total (S/.)
Peligroso	0,2562	450,00	115,29
No peligroso	0,123	-	-

4.4.5 ROLES Y RESPONSABILIDADES

A fin de lograr el cumplimiento del presente plan de manejo de residuos sólidos, se determinarán responsabilidades a los involucrados en la gestión.

4.4.5.1 Responsabilidades

a. Gerente general

- Forma un equipo de trabajo.
- Designar un encargado de manejo de residuos.
- Asignar suficiente recursos financieros y humanos.
- Garantizar los procedimientos de monitoreo.
- Garantizar la capacitación y entrenamiento adecuado.

b. Gerente de producción:

- Garantizar que todo el personal de su servicio conozca los procedimientos de segregación, almacenamiento y estándares establecidos.
- Mantener el plan de manejo actualizado
- Vincularse continuamente con el encargado de manejo de residuos para el seguimiento del plan de manejo.
- Instar al personal de producción y mantenimiento a garantizar que el personal siga los procedimientos correctos en todo momento.

c. Jefe de seguridad y medio ambiente:

- Coordinar la continua capacitación del personal.
- Vincularse con los jefes de servicios para garantizar una buena coordinación.
- Brindar el soporte logístico para el manejo de residuos.\
- Efectuar las coordinaciones con la EPS-RS para el recojo y disposición de residuos.

d. Supervisor de producción/mantenimiento:

- Identificar requisitos de capacitación.
- Organizar y supervisar la capacitación para el personal.
- Vigilar el estricto cumplimiento de lo estipulado en el plan de manejo de residuos por el personal de producción y mantenimiento.

- Controlar el cumplimiento de las medidas de seguridad en el manejo de residuos peligrosos.

e. Personal de producción y mantenimiento:

- Cumplir con los procedimientos para la disposición de residuos.
- Asistir a las capacitaciones en el manejo de residuos.
- Considerar todas las medidas de seguridad pertinentes para el manejo de los residuos peligrosos y no peligrosos.

4.4.5.2 Documentos de control y seguimiento

- Declaración de Manejo de Residuos: La empresa deberá presentar dentro de los 15 días hábiles de cada año una Declaración de Manejo de Residuos Sólidos al Ministerio de Producción. Este derivará una copia de la misma situación a la DIGESA.
- Manifiesto de Manejo de Residuos: La empresa suscribirá un manifiesto de Manejo de Residuos sólidos peligrosos por el transporte, tratamiento y disposición final de sus residuos sólidos peligrosos. El formato del manifiesto se adjunta en el anexo 7.
- La empresa conservará copia del manifiesto con las firmas que consten al momento de la recepción. Una vez que la EPS-RS de transporte entrega los residuos a la EPS-RS encargada de la disposición final, devolverá el original del manifiesto al generador firmado y sellado por todas las EPS-RS que han intervenido hasta la disposición final.
- La empresa entregará al Ministerio de Producción, dentro de los 15 primeros días de cada mes, los manifiestos originales acumulados del mes anterior. Estando obligada la empresa a conservar durante 5 años copia de los manifiestos debidamente firmado y sellados.
- En el caso que transcurrido los 15 días calendarios, más el término de la distancia de ser el caso, contados a partir de la fecha en que la EPS-RS de transporte o la EC-RS según sea el caso reciba los residuos peligrosos, y no se haya devuelto a la empresa el manifiesto en original con las firmas y sellos correspondientes, la empresa debe informar a la DIGESA respecto de este hecho, a fin de que sea sancionada la EPS-RS o EC-RS como corresponde.
- Verificación del cumplimiento de las obligaciones de las EPS-RS o EC-RS, como son:

- Verificar que la EPS esté debidamente registrada en el Ministerio de Salud y cuente con su respectiva licencia municipal.
- La EPS debe contar con la presencia de un ingeniero sanitario u otro profesional en ingeniería colegiado con especialización y experiencia en el manejo y la gestión de residuos sólidos a cargo de la dirección técnica.
- Verificar que la EPS cuente con equipos e infraestructura idónea para la actividad que realicen.
- Contar con un plan operativo en el que se detalle el manejo específico de los residuos sólidos, según el tipo y características particulares.
- Verificar que la EPS cumpla trimestralmente con la entrega del Informe de Operador a la DIGESA con datos del mes.

V. CONCLUSIONES

- Bozovich, en el ámbito ambiental, no tiene un sistema de gestión implementado, y tanto presenta deficiencias en el manejo de residuos.
- De los impactos ambientales evaluados los de mayor valoración fueron la emisión de material particulado y la emisión de gases de combustión.
- La mayor parte de los residuos fueron el aserrín (89,29%) seguido de los recortes de madera (10,66%). Estos poseen un valor económico, por lo que su comercialización es una alternativa viable y ya implementada.
- Los residuos peligrosos representan una menor cantidad (0,032%), no obstante debido a su naturaleza, son los que mayor impacto generan en el ambiente.
- Con la propuesta del plan de manejo de residuos, la empresa cuenta con una herramienta que le permite cumplir la legislación relacionada vigente y reducir su impacto ambiental.

VI. RECOMENDACIONES

- Se debe implementar un sistema de gestión de la seguridad en conjunto con el plan de manejo de residuos, ya que existen peligros y riesgos asociados al manejo de residuos peligrosos, que podrían afectar directamente la salud de los trabajadores.
- Se deberá establecer indicadores de desempeño que reflejen el avance en la implementación del Plan de Manejo de Residuos.
- Se deberá llevar un control estricto de la humedad de los residuos si es que se quiere implementar acciones de reaprovechamiento, como usar el aserrín para briquetas u otro derivado de madera o compostaje.
- Se debe implementar un plan de manejo ambiental que permita controlar y mitigar los impactos ambientales identificados en el presente estudio.
- Actualizar el estudio de caracterización cada dos años o cada vez que ocurran cambios significativos en la producción de la empresa.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEX (Asociación de Exportadores). 2013 Boletín informativo, comité forestal. 16 p.
- ADEX (Asociación de Exportadores). 2014 Boletín informativo, comité forestal. 14 p.
- ADEX (Asociación de Exportadores). 2015 Boletín informativo, comité forestal. 16 p.
- AROSTEGUI A. 1969. Maderas con posibilidad de uso en la fabricación de parquet. UNALM. Lima. Perú. 7p.
- BRAVO D., GALARZA Y., 2011. Propuesta de un plan de manejo de residuos sólidos peligrosos y no peligrosos para una empresa de manufactura de abrasivos. Tesis Ing. Ambiental Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 130p.
- BOZOVICH. Sobre Nosotros. Quiénes somos (s.f.). Consultado el 9 de marzo de 2015, de <http://www.bozovich.com/>
- CANTANHEDE A., SANDOVAL L., MONGE G., CAYCHO C., 2005. Hoja de Divulgación técnica N° 97. Procedimientos Estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. 8p.
- CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria). 1993. Guía para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos. 69 p.
- COMUNIDAD DE MADRID. 1987. La incineración. Centro de información y documentación. Consejería de Ordenación del Territorio, Medio Ambiente y Vivienda. Vol 7. España. DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental). 2006. Manual de Difusión Técnica, Gestión de Residuos Peligrosos en el Perú. Lima, Perú. p 15.
- CONESA V. 2006. Guía Metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental. Madrid. Mundi-Prensa Libros.
- CORREA F., 2013. Contenido de humedad, ceniza, inorgánicos y granulometría en subproductos de seis especies maderables para bioenergía. PhD thesis. Universidad Autónoma de León. Nuevo León. México. 113p.

DECRETO SUPREMO D.S. N° 057-2004-PCM. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. 24 de julio. 2004.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2004. Terminología de los dendrocombustibles sólidos. Roma. IIAP (Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 2009. Diagnóstico de la actividad productiva. 5p.

ISO 14001 International Organization for Standardization (2004). Sistema de Gestión Ambiental. Comité Técnico ISO/TC 207.

KOLLMANN, F. F. P. 2001 «La promesa de la tecnología». Trabajo presentado en VI Congreso Forestal Mundial por el Profesor Kollmann, de la Universidad de Munich, y presidente de la International Academy of Wood Science,

LEY N° 27314 LEY GENERAL DE RESIDUOS SÓLIDOS. 20 de julio. 2000.

LESME R., OLIVA L. factibilidad del empleo de los residuos de la industria de la madera para la obtención de energía eléctrica. Universidad de Oriente. Santiago de Cuba, Cuba. Recuperado de: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar11/HTML/articulo05.htm>

MANUAL DE PRÁCTICAS. Propiedades Físico – Mecánico de la Madera. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 75p.

MARTÍNEZ J., MALLO M., LUCAS R., ÁLVAREZ J., SALVARREY A., GRISTO P. 2005. Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos. Fundamentos (Tomo I). Montevideo. 163 p.

MAYTA G.C., ESQUINARILA M.E., 2014. Propuesta de manejo de residuos madereros en una empresa dedicada a la elaboración de pisos de madera. Tesis Ing. Forestal, Biólogo. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 73p.

MINAG (Ministerio de Agricultura). 2011. Perú Forestal en Número Año 2011. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. Lima, Perú. 164p.

- NTP 251.010.2004 NORMA TECNICA PERUANA. Método para determinar el contenido de humedad. INDECOPI. Lima. Perú. 13p.
- NTP 251.046.1980 NORMA TECNICA PERUANA. Parquet definiciones. INDECOPI. Lima. Perú. 4p.
- NTP 251.058.2005 NORMA TECNICA PERUANA. Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos. INDECOPI. Lima. Perú. 16p.
- NTP 251.150.2004 NORMA TECNICA PERUANA. Pisos de madera. Terminología y definiciones. Comisión de reglamentos técnicos y comerciales. INDECOPI. Lima, Perú. Primera edición. 17p.
- PAZ F., 2008. Determinación de la composición química de la madera obtenida del primer clareo en árboles de melina (*Gmelina arborea*), de una plantación proveniente del departamento de Izabal. Universidad de San Carlos de Guatemala. Trabajo de graduación. Guatemala. 101p.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2013. Guía para la Elaboración de Estrategias Nacionales de Gestión de Residuos. Avanzar desde los desafíos hacia las oportunidades. Kenia. 112p.
- PROINVERSION, 2005. Guía de Inversiones en el Sector Forestal (Versión resumida). Primera edición. ProInversión, Lima, Perú. 21p.
- ROJAS, N., CERNA, M., 2011. Propuesta de producción más limpia para una empresa de pisos de madera, ubicada en la ciudad de Pucallpa – Ucayali. Tesis Ing. Forestal Perú, UNALM, p. 35-36
- SUAREZ D., 2010. Propuesta de gestión de residuos sólidos industriales en la empresa manufacturera Packging Products del Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 255p.
- TORELLI N., ČUFAR K., 1995. Mexican tropical hardwoods. Comparative study of ash and silica content. Ljubljana University. Biotechnical Faculty. Dept of Wood Science. 2p.
- WILÉN C., MOILANEN A., KURKULA E., 1996. Biomass feedstock analyses, VTT publications 282. Espoo. Finlandia. 25p.

C. Wilén, A. Moilanen and E. Kurkula: Biomass feedstock analyses, VTT publications 282, Espoo 1996.

YAKOWITZ H., 1985. Manejo de Residuos Peligrosos: Un panorama internacional. (Título original: Hazardous Waste Management: An International Overview), presentado en la Conferencia de Estrategias Nacionales para el Manejo de Residuos Peligrosos, Melbourne, Australia, 18-21 Noviembre, 1985.

ZAROR C., PARRA O., GONZÁLES P., 1998. «Desafíos tecnológicos para la gestión sustentable del sector forestal en los países de América Latina y el Caribe». Mesa Redonda sobre Reforestación. Santiago de Chile.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación de la empresa



FUENTE: Google Earth

Anexo 2: Formulario de Preguntas

1. ¿Qué productos ofrece la empresa?
2. ¿Qué productos se procesan y cuáles sólo se comercializan?
3. ¿Cuáles son las proyecciones de crecimiento de la empresa?
4. ¿Qué tipo de residuos se generan en la empresa?
5. ¿Qué tipo de residuo se genera en mayor cantidad?
6. ¿Cuáles son los procesos que generan mayor cantidad de residuos?
7. ¿Existe segregación de los residuos? ¿Qué residuos peligrosos se han identificado?
8. ¿Existe un procedimiento para el manejo de los residuos sólidos? ¿Cómo se manejan?
9. ¿Los operarios han recibido capacitación sobre el manejo de residuos?
10. ¿Qué tipo de controles se emplean para los residuos peligrosos?
11. ¿Existe un ambiente donde se almacenan los residuos? ¿Dónde? ¿Está señalizado?
12. ¿Cómo y dónde se realiza la disposición final de los residuos?

**Anexo 3: Listado de medidas y selectores para el control de humedad Bollman,
Wagner, Big on Dry**

Especie de madera	Bollman	Wagner	Big On Dry
Almendro		65	2.2
Anacspi	1	83	1.6
Andiroba	3	55	3.0
Azucar Huayo / Jatoba	3	80	2.2
Banak	3	48	3.0
Caoba	3	50	3.0
Cachimbo / Jequitiba	2	64	2.0
Capirona	3	76	2.0
Catahua	3	41	3.0
Cedro Huasca	3	35	3.0
Cedro Ororata	3	38	3.0
Cedro Real	3	38	3.0
Congona	1	68	2.2
Copaiba	3	67	3.0
Copal		64	1.1
Cumala colorado	3	48	3.0
Diablo Fuerte	3	53	3.0
Huamanchilca	2		
Huayruro	3	63	3.0
Ishpingo	3	43	3.0
Largo Caspi	3	66	3.0
Marupa	3	41	3.0
Mohena Rosada	3	56	3.0
Nogal	3	50	3.0
Panguana / Sande Rosa	2	49	2.0
Pumaquiro	3	67	3.0
Quina Quina / Estoraque	3	78	2.2
Quinilla	2	86	2.2
Requia	3	56	3.0
Shihuahuaco / Cumarú	1	86	1.1
Tahuari / Ipe	2	92	2.2
Tornillo	3	46	3.0

FUENTE: Maderera Bozovich S.A.C. basado en los trabajos de CONCYTEC-Maderas para parquet-Ing. Manuel Chavesta Custodio y TROPIX 5.0 –Copyright: CJRAD Forestry Department

Anexo 4: Control de balanza y productos de la empresa transporte Pujalla

Control de balanza y productos				
Transporte Pujalla				
Noviembre 2015				
Producto	Fecha	Placa	Peso	Mes resumen
Aserrín	26.11.15	W4Q-803	10,150 kg.	Noviembre
	25.11.15	W4Q-803	10,132 kg.	
	24.11.15	XP-2532	11,600 kg.	
	23.11.15	XP-2532	10,790 kg.	
	20.11.15	F8J-757	23,310 kg.	
	19.11.15	W4Q-803	10,570 kg.	
	18.11.15	W4Q-803	09,470 kg.	
	18.11.15	XP-2532	11,360 kg.	
	17.11.15	XP-2532	10,010 kg.	
	17.11.15	W4Q-803	09,600 kg.	
	16.11.15	BOI-826	06,750 kg.	
	16.11.15	W4Q-803	09,900 kg.	
	16.11.15	XP-2532	09,830 kg.	
	13.11.15	XP-2532	11,060 kg.	
	13.11.15	W4Q-803	10,130 kg.	
	12.11.15	W4Q-803	10,650 kg.	
	12.11.15	XP-2532	10,120 kg.	
	11.11.15	W4Q-803	09,850 kg.	
	11.11.15	XP-2532	10,290 kg.	
	10.11.15	XP-2532	10,840 kg.	
	10.11.15	W4Q-803	10,260 kg.	
	09.11.15	XP-2532	09,730 kg.	
	09.11.15	W4Q-803	09,530 kg.	
Recortes de madera	23.11.15	W4Q-803	11,870 kg.	
	19.11.15	XP-2532	12,130 kg.	
	09.11.15	F8A-825	11,090 kg.	

Anexo 5: Medición de tiempos de llenado y espera en los calderos y cálculo de aserrín consumido en calderos

Caldero 1							
Ciclo	Tiempo de llenado (minutos)			Tiempo de espera (minutos)			Total (minutos)
	minutos	segundos	Absoluto (minutos)	minutos	segundos	Absoluto (minutos)	
1	0	47	0,78	0	45	0,75	1,53
2	0	44	0,73	0	49	0,82	1,55
3	0	43	0,72	0	45	0,75	1,47
4	0	38	0,63	0	48	0,80	1,43
5	0	39	0,65	0	53	0,88	1,53
6	0	41	0,68	0	46	0,77	1,45
7	0	39	0,65	0	52	0,87	1,52
8	0	33	0,55	0	51	0,85	1,40
9	0	36	0,60	0	49	0,82	1,42
10	0	36	0,60	0	45	0,75	1,35
11	0	44	0,73	0	48	0,80	1,53
12	0	41	0,68	0	53	0,88	1,57
13	0	37	0,62	0	45	0,75	1,37
14	0	41	0,68	0	50	0,83	1,52
15	0	43	0,67	0	43	0,72	1,38
16	0	42	0,66	0	54	0,90	1,56
17	0	35	0,65	0	44	0,73	1,38
18	0	40	0,65	0	49	0,82	1,46
19	0	36	0,65	0	52	0,87	1,51
20	0	37	0,65	0	42	0,70	1,35
21	0	38	0,65	0	51	0,85	1,50
22	0	40	0,64	0	51	0,85	1,49
23	0	34	0,65	0	53	0,88	1,54
24	0	47	0,66	0	41	0,68	1,34
25	0	28	0,66	0	43	0,72	1,38
26	0	37	0,65	0	29	0,48	1,14
27	0	39	0,65	0	47	0,78	1,44
28	0	31	0,65	0	44	0,73	1,39
29	0	44	0,65	0	37	0,62	1,27
30	0	40	0,65	0	45	0,75	1,40

Caldero 2							
Ciclo	Tiempo de llenado (minutos)			Tiempo de espera (minutos)			Total (minutos)
	minutos	segundos	Absoluto (minutos)	minutos	segundos	Absoluto (minutos)	
1	0	56	0,93	0	51	0,85	1,78
2	1	3	1,05	1	0	1,00	2,05
3	1	29	1,48	0	52	0,87	2,35
4	1	40	1,67	0	57	0,95	2,62
5	0	59	0,98	1	5	1,08	2,07
6	1	29	1,48	0	42	0,70	2,18
7	1	25	1,42	0	56	0,93	2,35
8	1	2	1,03	1	8	1,13	2,17
9	0	54	0,90	1	10	1,17	2,07
10	0	55	0,92	1	12	1,20	2,12
11	0	58	0,97	1	2	1,03	2,00
12	0	56	0,93	1	5	1,08	2,02
13	0	52	0,87	1	5	1,08	1,95
14	1	3	1,05	0	57	0,95	2,00
15	0	59	0,98	1	5	1,08	2,07
16	1	0	1,00	1	5	1,08	2,08
17	0	57	0,95	1	9	1,15	2,10
18	0	55	0,92	1	13	1,22	2,13
19	0	56	0,93	1	13	1,22	2,15
20	0	55	0,92	1	10	1,17	2,08
21	0	59	0,98	1	9	1,15	2,13
22	0	53	0,88	1	13	1,22	2,10
23	0	56	0,93	1	13	1,22	2,15
24	0	54	0,90	1	15	1,25	2,15
25	0	56	0,93	1	6	1,10	2,03
26	0	53	0,88	1	12	1,20	2,08
27	0	57	0,95	1	11	1,18	2,13
28	0	55	0,92	1	10	1,17	2,08
29	0	57	0,95	1	6	1,10	2,05
30	0	56	0,93	1	6	1,10	2,03

Caldero 1:

- Promedio tiempo de llenado (\bar{t}_L)

$$\bar{t}_L = 0,66 \text{ min}$$

- Promedio de tiempo de ciclo (\bar{t}_C)

$$\bar{t}_C = 1,44 \text{ min}$$

Número de ciclos por día

$$\text{Número de ciclos por día} = \frac{24 \times 60}{1,44}$$

$$\text{Número de ciclos por día} = 1001,1$$

Tiempo total de llenado en un día (T_L)

$$T_L = 1001,1 \times 0,66$$

$$T_L = 660,66 \text{ min / día}$$

Flujo promedio de las tres muestras (\dot{m})

$$\dot{m} = \frac{3931,0 + 4471,6 + 3967,7}{3}$$

$$\dot{m} = 4213,4 \text{ gr / día}$$

$$\text{Masa aserrín por día Caldero 1} = \frac{660,66 \times 4213,4}{1000}$$

$$\text{Masa aserrín por día Caldero 1} = 2718,07 \text{ kg / día}$$

Caldero 2:

Promedio tiempo de llenado (\bar{t}_L)

$$\bar{t}_L = 1,02 \text{ min}$$

Promedio de tiempo de ciclo (\bar{t}_C)

$$\bar{t}_C = 2,11 \text{ min}$$

Número de ciclos por día

$$\text{Número de ciclos por día} = \frac{24 \times 60}{2,11}$$

$$\text{Número de ciclos por día} = 682,6$$

Tiempo total de llenado en un día (T_L)

$$T_L = 682,6 \times 1,02$$

$$T_L = 669,23 \text{ min / día}$$

Flujo promedio de las tres muestras (\dot{m})

$$\dot{m} = \frac{3931,0 + 4471,6 + 3967,7}{3}$$

$$\dot{m} = 4213,4 \text{ gr / día}$$

$$\text{Masa aserrín por día Caldero 2} = \frac{669,23 \times 4213,4}{1000}$$

$$\text{Masa aserrín por día Caldero 2} = 2875,82 \text{ kg / día}$$

$$\text{Masa de aserrín generada por día} = 2718,07 + 2875,82$$

$$\text{Masa de aserrín generada por día} = 5593,89 \text{ kg / día}$$

Anexo 6: Análisis estadístico

La prueba estadística para el cálculo del tamaño de la muestra se realizó con una precisión o error de estimación del 15% respecto a la media de la variable masa. (d)

Fecha	Día	Peso (kg)
09.11.15	1	35954
10.11.15	2	26704
11.11.15	3	25744
12.11.15	4	26374
13.11.15	5	16664
16.11.15	6	32088
17.11.15	7	25218

Suma	188746
Promedio	26963,75
Desviación	6029,39
α	0,05
t_{tab}	2,45
d	4044,56
n_1	14

Se siguieron tomando datos, hasta llegar a los 14 días y se volvió a calcular el número de días, para comprobar si se requerían días adicionales.

Fecha	Día	Peso (kg)
09.11.15	1	35954
10.11.15	2	26704
11.11.15	3	25744
12.11.15	4	26374
13.11.15	5	16664
16.11.15	6	32088
17.11.15	7	25218
18.11.15	8	26438
19.11.15	9	28308
20.11.15	10	28918
23.11.15	11	28267
24.11.15	12	17207
25.11.15	13	15739
26.11.15	14	15757

Suma	349382,58
Promedio	24955,9
Desviación	6300,45
α	0,05
t_{tab}	2,16
d	3743
n₂	14

Como n_2 es igual que n_1 , no será necesario analizar más elementos para considerar representativo el muestreo.

Anexo 7: Formatos en el Manejo de Residuos Sólidos

FORMATO A

DECLARACION DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS –AÑO ____ -GENERADOR-

1.0 DATOS GENERALES											
Razón social y siglas:											
N° RUC:				E-MAIL:				Teléfono(s):			
1.1 DIRECCION DE LA PLANTA (Fuente de Generación)											
Av. [] Jr. [] Calle []										N°	
Urbanización /Localidad:						Distrito:					
Provincia:				Departamento:				C. Postal:			
Representante Legal:										D.N.I./L.E.:	
Ingeniero responsable:										C.I.P.:	
2.0 CARACTERISTICAS DEL RESIDUO (Utilizar más de un formulario en caso necesario)											
2.1 FUENTE DE GENERACIÓN											
Actividad Generadora del Residuo				Insumos utilizados en el proceso				Tipo Res (1)			
i.											
ii.											
iii.											
2.2. CANTIDAD DE RESIDUO (Volumen total o acumulado del residuo en el período anterior a la Declaración TM/año:)											
Descripción del Residuo:											
Volumen generado (TM/mes)											
ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO	
PELIGROSO	OTROS	PELIGROSO	OTROS	PELIGROSO	OTROS	PELIGROSO	OTROS	PELIGROSO	OTROS	PELIGROSO	OTROS
JULIO		AGOSTO		SETIEMBRE		OCTUBRE		NOVIEMBRE		DICIEMBRE	
PELIGROSO	OTROS	PELIGROSO	OTROS	PELIGROSO	OTROS	PELIGROSO	OTROS	PELIGROSO	OTROS	PELIGROSO	OTROS
2.3 PELIGROSIDAD (Marque con una "X" donde corresponda):											
a) Auto combustibilidad <input type="checkbox"/>			b) Reactividad <input type="checkbox"/>			c) Patogenicidad <input type="checkbox"/>			d) Explosividad <input type="checkbox"/>		
e) Toxicidad <input type="checkbox"/>			f) Corrosividad <input type="checkbox"/>			g) Radiactividad <input type="checkbox"/>			h) Otros _____ ESPECIFIQUE		
3.0 MANEJO DEL RESIDUO											
3.1 ALMACENAMIENTO (En la fuente de generación)											
Recipiente (Especifique el tipo)				Material				Volumen (m3)		N° de Recipientes	
3.2 TRATAMIENTO											
Directo (Generador) <input type="checkbox"/>						Tercero (EPS-RS) <input type="checkbox"/>					
N° Registro EPS-RS				Fecha de Vencimiento Registro EPS-RS				N° Autorización Municipal			
Descripción del método						Cantidad (TM/mes)					
3.3 REAPROVECHAMIENTO											
Reciclaje			Recuperación			Reutilización			Cantidad (TM/mes)		
3.4 MINIMIZACIÓN Y SEGREGACIÓN											
Descripción de la Actividad de Segregación y Minimización										Cantidad (TM/mes)	

DECLARACION DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS – AÑO 200

3.5 TRANSPORTE (Empresa Prestadora De Servicios De Residuos Sólidos – EPS-RS)					
a) Razón social y siglas de la EPS-RS:				(Transportista habitual)	
N° Registro EPS-RS y Fecha de Vcto.		N° Autorización Municipal		N° Aprobación de Ruta (*)	
INFORMACION DEL SERVICIO					
Total de Servicios Realizados en el año con la EPS-RS			N° Servicios:	Volumen (TM):	
Almacenamiento en el Vehículo			Volumen promedio transportado por mes (TM)	Frecuencia de Viajes por día	Volumen de carga por viaje (TM)
Tipo		Capacidad (TM)			
CARACTERISTICAS DEL VEHICULO					
Propio [] Alquilado [] Otro []					
Tipo de Vehículo		N° de Placa	Capacidad promedio (TM)	Año de Fabricación	Número de Ejes
b) Razón social y siglas de la EPS-RS:					
(Transportista eventual)					
N° Registro EPS-RS y Fecha de Vcto.		N° Autorización Municipal		N° Aprobación de Ruta (*)	
INFORMACION DEL SERVICIO					
Total de Servicios Realizados en el año con la EPS-RS			N° Servicios:	Volumen (TM):	
Almacenamiento en el Vehículo			Volumen promedio transportado por mes (TM)	Frecuencia de Viajes por día	Volumen de carga por viaje (TM)
Tipo		Capacidad (TM)			
CARACTERISTICAS DEL VEHICULO					
Propio [] Alquilado [] Otro []					
Tipo de Vehículo		N° de Placa	Capacidad promedio (TM)	Año de Fabricación	Número de Ejes
3.6 DISPOSICION FINAL					
Razón social y siglas de la EPS-RS administradora:					
N° Registro EPS-RS y Fecha de Vcto.		N° Autorización Municipal		N° Autorización del relleno	
INFORMACION DEL SERVICIO					
Método			Ubicación		
3.7 PROTECCION AL PERSONAL					
Descripción del Trabajo		N° de Personal en el Puesto	Riesgos a los que se exponen	Medidas de seguridad adoptadas	
Accidentes producidos en el año. Veces: Descripción:					
4.0 PLAN DE MANEJO PARA EL SIGUIENTE PERIODO					
Adjuntar Plan de manejo de Residuos Sólidos para el siguiente período, que incluya todas las actividades a desarrollar.					

Notas:

- a) Este formulario se deberá repetir cuantas veces sea necesario según el número de residuos generados.
 b) Adjuntar copia de los Manifiestos de Manejo de Residuos Sólidos.

(1) **NO MUNICIPALES**

ES = Establecimiento de Atención de Salud
 ES-P = Establecimiento de Salud – PELIGROSO
 IN = Industrial
 IN-P = Industrial – PELIGROSO
 CO = Construcción

CO-P = Construcción - PELIGROSO
 AG = Agropecuario
 AG-P = Agropecuario - PELIGROSO
 IE = Instalaciones o Actividades Especiales
 IE-P = Instalaciones o Actividades Especiales PELIGROSO

- (2) **Reaprovechamiento:** Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de reaprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización.
Recuperación: Toda actividad que permita reaprovechar parte de sustancias o componentes que constituyen residuo sólido.

Reciclaje: Toda actividad que permite reaprovechar un residuo sólido mediante un proceso de transformación para cumplir su fin inicial u otros fines.
Reutilización: Toda actividad que permita aprovechar directamente el bien, artículo o elemento que constituye el residuo sólido, con el objeto de que cumpla el mismo fin para el que fue elaborado originalmente.

(*) Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Vías nacionales y regionales) y Municipalidades, (Vías dentro de su jurisdicción).



CÓDIGO: #### AÑO-SECTOR

FORMATO B

**MANIFIESTO DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS PELIGROSOS
AÑO 20__**

1.0 GENERADOR - Datos Generales			
Razón social y siglas:			
N° RUC:	E-MAIL:	Teléfono(s):	
DIRECCION DE LA PLANTA (Fuente de Generación)			
Av. [] Jr. [] Calle []		N°	
Urbanización:		Distrito:	
Provincia:	Departamento:	C. Postal:	
Representante Legal:		D.N.I./L.E.:	
Ingeniero responsable:		C.I.P.:	
1.1 Datos del Residuo (Llenar para cada tipo de Residuo)			
1.1.1 NOMBRE DEL RESIDUO:			
1.1.2 CARACTERISTICAS			
a) Estado del Residuo		b) Cantidad Total (TM):	
Sólido <input type="checkbox"/>	Semi-Sólido <input type="checkbox"/>		
c) Tipo de Envase			
Recipiente (Especifique la forma)	Material	Volumen (m ³)	N° de Recipientes
1.1.3 PELIGROSIDAD (Marque con una "X" donde corresponda):			
a) Auto combustibilidad <input type="checkbox"/>	b) Reactividad <input type="checkbox"/>	c) Patogenicidad <input type="checkbox"/>	d) Explosividad <input type="checkbox"/>
e) Toxicidad <input type="checkbox"/>	f) Corrosividad <input type="checkbox"/>	g) Radiactividad <input type="checkbox"/>	h) Otros _____ Especifique
1.1.4 PLAN DE CONTINGENCIA			
a) Indicar la acción a adoptar en caso de ocurrencia de algún evento no previsto:			
Derrame			
Infiltración			
Incendio			
Explosión			
Otros accidentes			
b) Directorio Telefónico de contacto de emergencia:			
Empresa / dependencia de Salud	Persona de contacto	Teléfono (Indicar el código de la ciudad)	
Observaciones:			

MANIFIESTO DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS PELIGROS – AÑO 20

2.0 EPS-RS TRANSPORTISTA			
Razón social y siglas:			N° RUC:
N° Registro EPS-RS y Fecha de Vcto.	N° Autorización Municipal		N° Aprobación de Ruta (*)
Dirección: Av. [] Jr. [] Calle []			N°
Urbanización:	Distrito:	Provincia:	
Departamento:	Teléfono(s)	E-MAIL	
Representante Legal:			D.N.I./L.E.:
Ingeniero Sanitario:			C.I.P.:
Observaciones:			
Nombre del chofer del vehículo	Tipo de vehículo	Número de placa:	Cantidad (TM)

REFRENDOS			
Generador – Responsable del Area Técnica del manejo de Residuos			
Nombre		Firma:	
EPS-RS Transporte - Responsable			
Nombre		Firma:	
Lugar:		Fecha:	Hora:

3.0 EPS-RS DEL DESTINO FINAL			
Marcar la opción que corresponda: Tratamiento <input type="checkbox"/> Relleno de Seguridad <input type="checkbox"/> Exportación <input type="checkbox"/>			
Razón social y siglas:			N° RUC:
N° Registro y Fecha de Vcto.	R.D.N° Autorización Sanitaria	N° Autorización Municipal	Notificación al País Import.
Dirección: Av. [] Jr. [] Calle []			N°
Urbanización:	Distrito:	Provincia:	
Departamento:	Teléfono(s)	E-MAIL	
Representante Legal:			D.N.I./L.E.:
Ingeniero Sanitario:			C.I.P.:
Cantidad de residuos sólidos peligrosos entregados y recepcionados – (TM):			
Observaciones:			

REFRENDOS			
EPS-RS Transporte – Responsable			
Nombre		Firma:	
EPS-RS Tratamiento, Disposición Final o EC-RS de Exportación o Aduana - Responsbles			
Nombre		Firma:	
Lugar:		Fecha:	Hora:

REFRENDOS – Devolución del manifiesto al Generador			
Generador – Responsable del Area Técnica del manejo de Residuos			
Nombre		Firma:	
EPS-RS Transporte - Responsable			
Nombre		Firma:	
Lugar:		Fecha:	Hora:

Anexo 8: Panel Fotográfico



Foto 1. Recepción de materia prima (madera aserrada).



Foto 2. Caldero alimentado por aserrín.



Foto 3. Cuantificación del aserrín que ingresa al caldero.

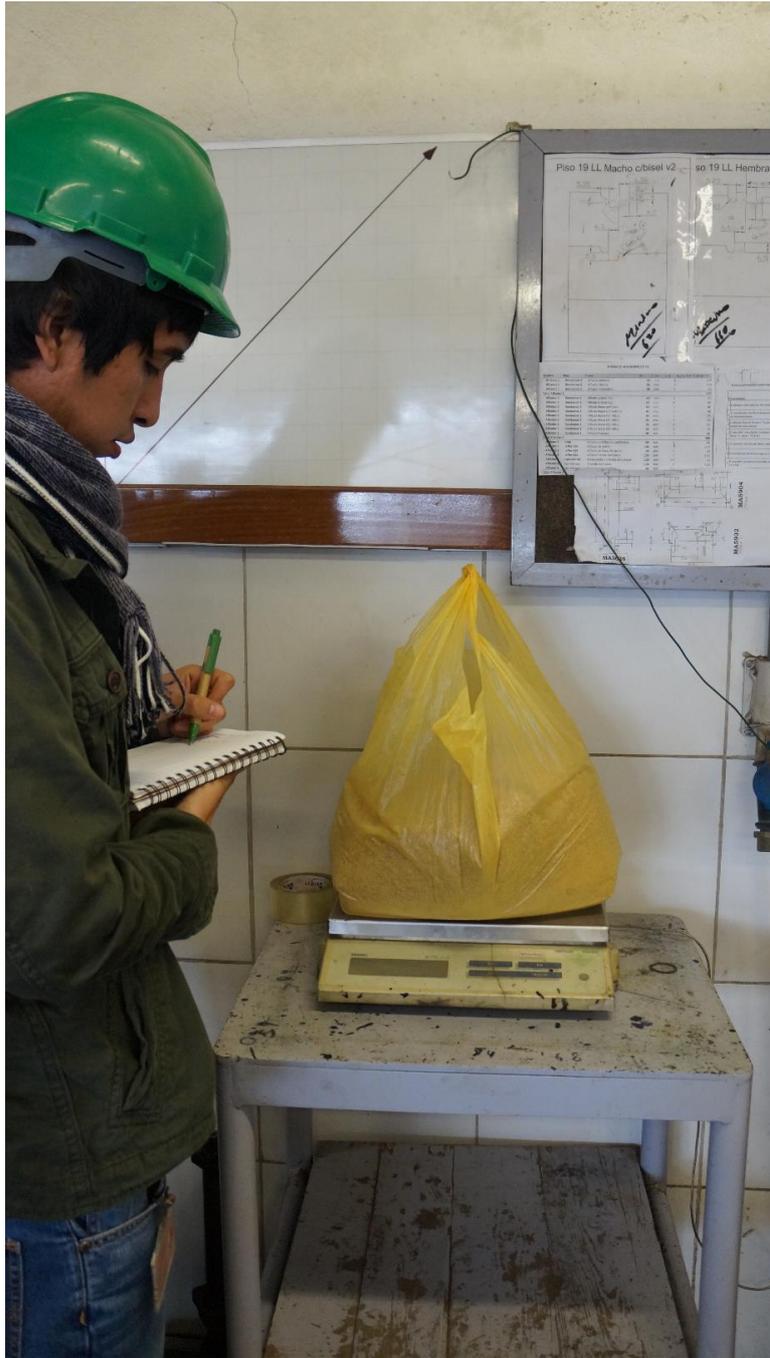


Foto 4. Pesaje de aserrín que ingresa al caldero.



Foto 5. Contenedor de residuos peligrosos ubicado en Taller de Mantenimiento.



Foto 6. Preparación para la caracterización de los residuos.



Foto 7. Caracterización de los residuos sólidos peligrosos.



Foto 8. Residuos peligrosos clasificados.



Foto 9. Caracterización de residuos no peligrosos.

Anexo 9: Formato para la cuantificación de residuos sólidos por línea de producción

Área / Proceso	Tipo de Cuantificación*	Fuente	Total (kg)

* De registros de comercialización, estimación indirecta o pesado.

Anexo 10: Formatos para la caracterización de residuos sólidos

Contenedor	Residuo	Peso (kg)
Total		