# CAPÍTULO 4

# ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

## 4.1 DEFINICIÓN DE OBJETIVO Y ALCANCE DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

### 4.1.1 OBJETIVO DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

El objetivo del presente estudio es determinar los posibles impactos ambientales asociados al manejo industrial del Bambú como materia prima para el proceso de transformación de la Central Maderera de Andoas (CEMA), para de esta manera proponer una alternativa adecuada para el manejo de los diferentes elementos asociados a cada una de las actividades junto con una correcta gestión de los residuos generados.

Este Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se realiza con la finalidad de que sea la base para otros estudios que lo complementen así como para la planificación de un Sub-Sistema de Gestión Ambiental (SGA) en la CEMA. Los resultados se comunicarán al personal encargado dentro del Gobierno de la Provincia de Pichincha (GPP) así como al personal administrativo y al de planta de la CEMA con el fin de asegurar el éxito del estudio.

### 4.1.2 ALCANCE DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

Como ya se explicó en el numeral 3.2 del Capítulo 3 los límites del sistema productivo del Bambú viene dado por la realización de los procesos que se desarrollan internamente en la CEMA.

Por lo tanto el alcance del presente estudio abarca los siguientes Procesos Unitarios (PU) del Sistema Producto (SP) explicado en la figura 3.2:

- Transporte
- Acopio de material
- Preservado y Secado
- Transformación
- Almacenamiento de los Productos Terminados
- Comercialización

Los mismos que a su vez están compuestos de varios subprocesos, que cumplen una función definida, los que serán explicados y desarrollados a lo largo del capítulo.

#### 4.1.2.1 Función, Unidad Funcional y Flujo de Referencia

Por función se entiende a una acción o actividad que se desarrolla dentro del proceso productivo y que puede ser realizada por distintos métodos. La función del SP del estudio es la transformación de cañas de Bambú hasta convertirse en un producto comercializable y utilizable.

La Unidad Funcional es el *"desempeño cuantificado de un sistema de producción, usado como unidad de referencia en un estudio de evaluación de ciclo de vida"*[19], es decir, es la forma de expresar la función del SP o PU de manera tal que sea medible al momento de realizarse las diferentes fases. Para este estudio, la unidad funcional son 10 cañas de aproximadamente 6m entre 4 a 6 años de vida.

El Flujo de Referencia es la *"medida de las salidas necesarias de procesos en un sistema producto dado, requeridas para cumplir la función expresada mediante la*

[19] Serie de Normas ISO 14000, Instituto Nacional de Normalización, 1999

*unidad funcional"*[20], es decir, son todas las características o cantidades de productos que se requieren para cumplir con la unidad funcional y a su vez con la función. En este caso, el flujo de referencia es cada uno de los requerimientos propios de cada PU y sus subprocesos, los que serán explicados a lo largo del presente capítulo.

#### *4.1.2.1.1 Transporte*

El Proceso Unitario (PU) Transporte, consta de los subprocesos: Ida, Carga, Regreso. Para la definición del alcance, los productos a estudiarse para el desarrollo de este PU son: diesel, plataforma NISSAN 1995 y cañas de Bambú.

Para el estudio de este PU se toma como base la distancia entre la CEMA y el CNCTT San Marcos, ya que como se explicó anteriormente aquí se cuenta con la plantación que será el proveedor inicial de la materia prima, entre el Cuadro 4.1 al Cuadro 4.4 se explica la función, unidad funcional y flujo de referencia para los productos: diesel, plataforma y Caña Guadua.

**CUADRO 4.1**

**TRANSPORTE**

| | |
|---|---|
| **Producto** | Diesel |
| **Función** | Combustible |
| **Función Relevante** | Combustible de la plataforma |
| **Unidad Funcional** | Se realizan 13 viajes (CEMA – CNCTT San Marcos y viceversa) por tanqueada |
| **Característica del Producto** | 1 galón de diesel moviliza 12 kilómetros |
| **Flujo de Referencia** | Se necesitan 1,458 galones para cubrir la distancia CEMA-CNCTT San Marcos |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

[20] Serie de Normas ISO 14000, Instituto Nacional de Normalización, 1999

## CUADRO 4.2

## IDA

| | |
|---|---|
| **Producto** | Plataforma |
| **Función** | Movilización |
| **Función Relevante** | • CEMA – CNCTT San Marcos<br>• CEMA - Plantaciones |
| **Unidad Funcional** | Distancia de 17,5 km entre CEMA – CNCTT San Marcos |
| **Característica del Producto** | 1km de distancia recorrida consume 0,083 galones de diesel |
| **Flujo de Referencia** | Se necesitan 1,458 galones para cubrir la distancia CEMA-CNCTT San Marcos |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.3

## CARGA

| | |
|---|---|
| **Producto** | Caña Guadua (Bambú) |
| **Función** | Recurso Natural |
| **Función Relevante** | • Ser materia Prima<br>• Llegar a la CEMA |
| **Unidad Funcional** | La plataforma tiene una capacidad de carga de 7 ton |
| **Característica del Producto** | 1 caña de aproximadamente 6 metros entre 4 – 5 años sin hojas recién cortada pesa 26,83Kg |
| **Flujo de Referencia** | Máximo 260 cañas recién cortadas que se pueden llevar en un viaje |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.4

## REGRESO

| | |
|---|---|
| **Producto** | Plataforma |
| **Función** | Movilización |

| | |
|---|---|
| **Función Relevante** | • CNCTT San Marcos - CEMA<br>• Plantaciones - Plantaciones |
| **Unidad Funcional** | Distancia de 17,5 km entre CEMA – CNCTT San Marcos |
| **Característica del Producto** | 1km de distancia recorrida consume 0,083 galones de diesel |
| **Flujo de Referencia** | Se necesitan 1,458 galones para cubrir la distancia CEMA-CNCTT San Marcos |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

En los cuadros 4.2, 4.3, 4.4 se encuentran explicadas la función, unidad funcional y flujo de referencia de cada uno de los subprocesos del PU transporte.

#### *4.1.2.1.2 Acopio de Material*

El Proceso Unitario (PU) Acopio de Material, consta de los subprocesos: Descarga y Selección-Almacenamiento. Para la definición del alcance, los productos a estudiarse para el desarrollo de este PU son: Segmentos de Caña Guadua transportadas y descargadas

Para el estudio de este PU se toma como base el número de cañas transportadas, el tiempo de descarga, el estado de los segmentos de bambú y la forma de almacenamiento. En los Cuadros 4.5 y 4.6 se explica la función, unidad funcional y flujo de referencia para los productos estudiados en este PU.

**CUADRO 4.5**

**DESCARGA**

| | |
|---|---|
| **Producto** | Segmento de Caña Guadua (Bambú) transportadas |
| **Función** | Materia Prima |
| **Función Relevante** | Descarga de Materia Prima transportada |
| **Unidad Funcional** | Tiempo de descarga de un segmento seco (32,5 seg) |

| | |
|---|---|
| **Característica del Producto** | Cañas sin follaje y secadas 41 días al aire libre |
| **Flujo de Referencia** | Tiempo de descarga de 10 cañas, es decir 24 segmentos (Aprox. 13 min) |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.6

## SELECCIÓN Y ALMACENAMIENTO

| | |
|---|---|
| **Producto** | Segmentos de Caña Guadua (Bambú) descargadas |
| **Función** | Materia Prima |
| **Función Relevante** | Ser la materia prima del proceso de preservado y secado |
| **Unidad Funcional** | – Dimensiones del lugar de almacenamiento.<br>– Dimensiones promedio segmentos.<br>– Alto aconsejable. |
| **Característica del Producto** | – Diámetro mayor a 6cm.<br>– Porcentaje de rajaduras y huecos de los segmentos no mayor a 25%.<br>– Porcentaje de manchas y hongos en el segmento no mayor al 20%.<br>– En el segmento no debe existir la presencia de mosquitos en grandes cantidades. |
| **Flujo de Referencia** | Número de cañas buenas que se almacenan |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

#### *4.1.2.1.3 Preservado y Secado*

El Proceso Unitario (PU) Preservado y Secado, consta de los subprocesos: Corte segmentos en 2m, Preservado con sus sub-subprocesos: Preparación de la solución, Inmersión de los segmentos y el traslado de segmentos recién preservados; Secado y Almacenamiento. Para la definición del alcance, los productos a estudiarse para el desarrollo de este PU son: Segmentos de Caña Guadua cortados, Agua, Bórax y Ácido Bórico.

Para el estudio de este PU se toma como base el número de cañas almacenadas, el tiempo de corte en segmentos de 2m, el estado de los segmentos de bambú, los productos químicos utilizados en la preservación, el agua, el prototipo de un secador solar de madera y la forma de almacenamiento. En los Cuadros 4.7 al 4.12 se explica la función, unidad funcional y flujo de referencia para los productos estudiados en este PU.

**CUADRO 4.7**

**PRESERVADO CAÑAS, PRODUCTO SEGMENTOS DE CAÑA GUADUA**

| | |
|---|---|
| **Producto** | Segmentos de Caña Guadua (Bambú) de 2m de largo. |
| **Función** | Materia Prima |
| **Función Relevante** | Materia prima lista para ser preservadas. |
| **Unidad Funcional** | Cortar los 24 segmentos en 72 partes de 2m cada una |
| **Característica del Producto** | Mismos segmentos de caña guadua transportadas |
| **Flujo de Referencia** | Tiempo 1,2min en cortar un segmentode 6m en partes iguales de 2m con una sierra despuntadora. |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro “etal”. 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.8

## PRESERVADO CAÑAS, PRODUCTO AGUA

| | |
|---|---|
| **Producto** | Agua |
| **Función** | Disolver químicos |
| **Función Relevante** | Preservar la Caña |
| **Unidad Funcional** | Preservar 9 segmentos de caña guadua de 2m |
| **Característica del Producto** | 98 lt agua por la unidad funcional escogida en este producto |
| **Flujo de Referencia** | 10,86 lt de agua para preservar un segmento de bambú de 2m. |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.9

## PRESERVADO CAÑAS, PRODUCTO BÓRAX

| | |
|---|---|
| **Producto** | Bórax |
| **Función** | Disolverse en agua junto con el Ácido Bórico |
| **Función Relevante** | Preservar la caña |
| **Unidad Funcional** | Preservar 9 segmentos de caña guadua de 2m |
| **Característica del Producto** | 1Kg de Bórax por 98lt de agua |
| **Flujo de Referencia** | 0,11Kg de Bórax para preservar un segmento de bambú de 2m. |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.10

## PRESERVADO CAÑAS, PRODUCTO ÁCIDO BÓRICO

| | |
|---|---|
| **Producto** | Ácido Bórico |
| **Función** | Disolverse en agua junto con el Bórax |
| **Función Relevante** | Preservar la caña |
| **Unidad Funcional** | Preservar 9 segmentos de caña guadua de 2m |

| | |
|---|---|
| **Característica del Producto** | 1Kg de Ácido Bórico por 98lt de agua |
| **Flujo de Referencia** | 0,11Kg de Ácido Bórico para preservar un segmento de bambú de 2m. |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.11

## SECADO CAÑAS

| | |
|---|---|
| **Producto** | Secador solar de madera |
| **Función** | Secar |
| **Función Relevante** | Secar los segmentos de caña guadua preservados |
| **Unidad Funcional** | Secar 72 segmentos de caña guadua preservados |
| **Característica del Producto** | – 3m de ancho, 3m de largo, 2,50m de alto.<br>– Su base es de concreto, sobre ella se encuentra la estructura del secador.<br>– La estructura del secador es de madera<br>– La cubierta del secador consta de 3 láminas: una de vidrio (que se encuentra al exterior), una pintada de negro (en el centro de las dos) y por último una de madera (al interior del secador)<br>– Dos ventiladores con su respectivo motor. |
| **Flujo de Referencia** | De estudios[21] realizados se necesitaron 9 días para secar madera de pino de 1pulgada de grosor y de diversos anchos |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

[21] Departamento de Productos Forestales y Conservación de Bosques, Instituto de Ecología, México.

**CUADRO 4.12**

**ALMACENAMIENTO CAÑAS PRESERVADAS Y SECADAS**

| | |
|---|---|
| **Producto** | Segmentos secos de 2m preservados |
| **Función** | Materia Prima |
| **Función Relevante** | Segmentos de Caña Guadua (Bambú) listos para ser transformados |
| **Unidad Funcional** | – Dimensiones del lugar de almacenamiento.<br>– Alto aconsejable. |
| **Características del Producto** | Segmentos de 2m totalmente secos |
| **Flujo de Referencia** | Número de cañas buenas que se almacenan |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

#### *4.1.2.1.4 Transformación*

El Proceso Unitario (PU) Transformación, consta de los subprocesos: Latillado, Cepillado de 2 caras, Preservado con sus sub-subprocesos: Preparación de la solución, Inmersión de las latillas cepilladas y Traslado latillas cepilladas recién preservadas; Secado, Cepillado de 4 caras, Almacenamiento de latillas preservadas y secadas, Elaboración de Productos y sus sub-subprocesos: Tableros, Mesas y Sillas; y Lacado.

Para la definición del alcance, los productos a estudiarse para el desarrollo de este PU son: Segmentos de Caña Guadua de 2m, latillas de 5cm de ancho, Agua, Bórax, Ácido Bórico, Latilladora, Cepilladora de 2 caras, Cepilladora de 4 caras, Prensadora, Soplete para lacar, junto con los materiales extras para la elaboración de sillas, mesas y tableros como son pegamento, clavos, lijas y laca.

Para el estudio de este PU se toma como base el número de cañas preservadas y secadas, la duración de cada uno de los subprocesos, los productos químicos

utilizados en la preservación, el agua, el prototipo de un secador solar de madera, los niveles de ruido generados (ANEXO 4), la cantidad aproximada de desechos tipo A, B y C (ANEXO 5), y la forma de almacenamiento. En los Cuadros 4.13 al 4.25 se explica la función, unidad funcional y flujo de referencia para los productos estudiados en este PU.

**CUADRO 4.13**

**LATILLADO**

| | |
|---|---|
| **Producto** | Segmento de caña guadua de 2m preservado y seco |
| **Función** | Materia prima |
| **Función Relevante** | Segmento de caña de bambú listo para ser latillado |
| **Unidad Funcional** | 72 cañas de bambú de 2m |
| **Característica del Producto** | – Largo 2m<br>– Cañas preservadas tres días por inmersión<br>– Cañas secas en el secador solar |
| **Flujo de Referencia** | De cada caña se obtienen aproximadamente 5 latillas de 5cm de ancho |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

**CUADRO 4.14**

**LATILLADORA**

| | |
|---|---|
| **Producto** | Latilladora MZZ-A-2500 |
| **Función** | Latillar la caña de bambú |
| **Función Relevante** | Latillar la caña de bambú de diferentes anchos |
| **Unidad Funcional** | Latillar 72 cañas de bambú de 2m |
| **Característica del Producto** | – La potencia del motor es de 3,0 KW<br>– Capacidad teórica de 6 segmentos de 2m por |

| | |
|---|---|
| | minuto |
| **Flujo de Referencia** | – Se demora 12min en latillar 72 segmentos de bambú de 2m<br>– De 72 segmentos de bambú se obtiene 360 latillas |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.15

## CEPILLADO DE 2 CARAS

| | |
|---|---|
| **Producto** | Latillas de caña de bambú |
| **Función** | Materia prima |
| **Función Relevante** | Latillas de bambú listas para ser cepilladas por 2 caras |
| **Unidad Funcional** | 360 latillas de caña de bambú |
| **Característica del Producto** | Latillas de 5cm de ancho listas para ser cepilladas |
| **Flujo de Referencia** | El ancho de cada latilla cepillada debe ser de aproximadamente 4cm |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.16

## CEPILLADORA DE 2 CARAS

| | |
|---|---|
| **Producto** | Cepilladora de dos caras MZP-3 |
| **Función** | Cepillar las latillas |
| **Función Relevante** | Cepillar una latilla de 5cm de ancho |
| **Unidad Funcional** | Cepillar 360 latillas de 5cm de ancho |
| **Característica del Producto** | – La potencia del motor es de 6,7 KW<br>– Capacidad teórica de 60m lineales por minuto |

| | |
|---|---|
| **Flujo de Referencia** | Se cepillan 30 latillas de dos metros por minuto |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.17

## PRESERVADO LATILLAS, PRODUCTO AGUA

| | |
|---|---|
| **Producto** | Agua |
| **Función** | Disolver químicos |
| **Función Relevante** | Preservar las latillas |
| **Unidad Funcional** | Preservar 45 latillas de caña guadua de 4cm de ancho |
| **Característica del Producto** | 98 lt agua por la unidad funcional escogida en este producto |
| **Flujo de Referencia** | 2,17 lt de agua para preservar una latilla de bambú de 4cm de ancho. |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.18

## PRESERVADO LATILLAS, PRODUCTO BÓRAX

| | |
|---|---|
| **Producto** | Bórax |
| **Función** | Disolverse en agua junto con el Ácido Bórico |
| **Función Relevante** | Preservar la caña |
| **Unidad Funcional** | Preservar 45 latillas de caña guadua de 4cm de ancho |
| **Característica del Producto** | 1Kg de Bórax por 98lt de agua |
| **Flujo de Referencia** | 0,022Kg de Bórax para preservar una latilla de 4cm de ancho |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.19

## PRESERVADO LATILLAS, PRODUCTO ÁCIDO BÓRICO

| | |
|---|---|
| **Producto** | Ácido Bórico |
| **Función** | Disolverse en agua junto con el Bórax |
| **Función Relevante** | Preservar la caña |
| **Unidad Funcional** | Preservar 45 latillas de caña guadua de 4cm de ancho |
| **Característica del Producto** | 1Kg de Ácido Bórico por 98lt de agua |
| **Flujo de Referencia** | 0,022Kg de Bórax para preservar una latilla de 4cm de ancho |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.20

## SECADO LATILLAS

| | |
|---|---|
| **Producto** | Secador solar de madera |
| **Función** | Secar |
| **Función Relevante** | Secar las latillas de 4cm de ancho preservadas |
| **Unidad Funcional** | Secar 360 latillas de 4cm de ancho preservadas |
| **Característica del Producto** | – 3m de ancho, 3m de largo, 1,50m de alto.<br>– Su base es de concreto, sobre ella se encuentra la estructura del secador.<br>– La estructura del secador es de madera<br>– La cubierta del secador consta de 3 láminas: una de vidrio (que se encuentra al exterior), una pintada de negro (en el centro de las dos) y por último una de madera (al interior del secador)<br>– Dos ventiladores con su respectivo motor. |
| **Flujo de** | De estudios[22] realizados se |

[22] Departamento de Productos Forestales y Conservación de Bosques, Instituto de Ecología, México.

| | |
|---|---|
| **Referencia** | necesitaron 9 días para secar madera de pino de 1pulgada de grosor y de diversos anchos |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.21

## CEPILLADO DE 4 CARAS

| | |
|---|---|
| **Producto** | Latillas de caña de bambú preservadas y secadas |
| **Función** | Materia prima |
| **Función Relevante** | Latillas listas para ser cepilladas por 4 caras |
| **Unidad Funcional** | 360 latillas de caña de bambú |
| **Característica del Producto** | Latillas de 4cm de ancho listas a ser cepilladas por 4 caras |
| **Flujo de Referencia** | El ancho de cada latilla cepillada debe ser de aproximadamente 3,5cm |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.22

## CEPILLADORA DE 4 CARAS

| | |
|---|---|
| **Producto** | Cepilladora de 4 caras |
| **Función** | Cepillar las latillas |
| **Función Relevante** | Cepillar una latilla de 4cm de ancho por sus 4 caras |
| **Unidad Funcional** | Cepillar 360 latillas de 4cm de ancho |
| **Característica del Producto** | – La potencia del motor es de 6,7 KW<br>– Capacidad teórica de 60m lineales por minuto |
| **Flujo de Referencia** | Se cepillan 30 latillas de dos metros por minuto |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.23

## ALMACENAMIENTO DE LATILLAS PRESERVADAS Y SECADAS

| | |
|---|---|
| **Producto** | Latillas de 3,5cm de ancho preservadas y secas |
| **Función** | Materia Prima |
| **Función Relevante** | Latilla de 3,5cm de ancho listas para ser transformadas |
| **Unidad Funcional** | – Dimensiones del lugar de almacenamiento.<br>– Alto aconsejable. |
| **Características del Producto** | Latillas de 3,5cm de ancho totalmente secas |
| **Flujo de Referencia** | Número de latillas que se almacenan |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

## CUADRO 4.24

## PRENSADO

| | |
|---|---|
| **Producto** | Prensadora |
| **Función** | Prensar latillas |
| **Función Relevante** | Prensar latillas preservadas, secadas y cepilladas |
| **Unidad Funcional** | – Prensar latillas para mesas<br>– Prensar latillas para sillas |
| **Característica del Producto** | Tableros de:<br>– 42x38cm (asiento silla)<br>– 32x22cm ( espaldar silla)<br>– 150x80cm (mesa) |
| **Flujo de Referencia** | Se necesitan:<br>– 46 latillas para el tablero de mesa<br>– 22 latillas para el asiento de la silla<br>– 14 latillas para el espaldar de la silla |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

**CUADRO 4.25**

**LACADO**

| | |
|---|---|
| **Producto** | Laca |
| **Función** | Lacar los productos |
| **Función Relevante** | – Lacar mesas<br>– Lacar sillas<br>– Dar acabado al producto |
| **Unidad Funcional** | – Lacar 1 silla<br>– Lacar 1 mesa |
| **Característica del Producto** | – Sin plomo<br>– Sin mercurio<br>– Inflamable |
| **Flujo de Referencia** | Un galón de laca cubre aproximadamente 2 manos de $20m^2$ |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

#### *4.1.2.1.5 Almacenamiento de los productos terminados*

El Proceso Unitario (PU) Almacenamiento de Productos Terminados, consta de los subprocesos: Clasificación de los productos, Embalaje y Almacenamiento. Para la definición del alcance, los productos a estudiarse para el desarrollo de este PU son: Galpón de almacenamiento, Material de embalaje.

Para el estudio de este PU se toma como base los productos terminados, el lugar de almacenamiento y el material de embalaje. En los Cuadros 4.26 y 4.27 se explica la función, unidad funcional y flujo de referencia para los productos estudiados en este PU.

**CUADRO 4.26**

**ALMACENAMIENTO PRODUCTOS TERMINADOS**

| | |
|---|---|
| **Producto** | Galpón para almacenamiento |
| **Función** | Almacenar productos terminados |
| **Función Relevante** | • Disposición adecuada de tableros<br>• Disposición adecuada de |

| | |
|---|---|
| | mesas<br>• Disposición adecuada de sillas |
| **Unidad Funcional** | Medidas de los productos terminados |
| **Característica del Producto** | • Lugar seco y cubierto,<br>• Dimensiones<br>14m de largo<br>8m de ancho<br>3,5m de alto |
| **Flujo de Referencia** | Distribución del área del galpón por producto |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

**CUADRO 4.27**

**EMBALAJE**

| | |
|---|---|
| **Producto** | Cinta de embalaje, espuma de polietileno |
| **Función** | Dar protección a los productos |
| **Función Relevante** | • Que los productos no sufran golpes<br>• Que los productos no sufran rayaduras |
| **Unidad Funcional** | # de espumas de polietileno por tipo de mueble (sillas y mesas) |
| **Característica del Producto** | • Protección multimpacto<br>• Fácil manipulación |
| **Flujo de Referencia** | Costo de embalaje por producto |

FUENTE: Investigación de campo Agosto 2006, ECODISEÑO Ingeniería del Ciclo de Vida para el desarrollo de productos sostenibles. 2004, Por Tomás Gómez Navarro "etal". 1era ed. Valencia. Unidad Politécnica de Valencia. 268p
ELABORACIÓN: Autores

#### *4.1.2.1.6 Comercialización*

El Proceso Unitario (PU) Comercialización es un proceso de orden administrativo, en el cual se toma en consideración las necesidades del mercado donde se

desarrolla la CEMA y a partir de esto se toman las decisiones de distribución de los productos.

Este subproceso está ligado completamente al desarrollo de la Planificación del Sub-Sistema de Gestión Ambiental para la CEMA, por este motivo su estudio será profundizado en esa fase del estudio.

## 4.2 ANÁLISIS DE INVENTARIO

Para una mejor comprensión de aquí en adelante tanto los PU como a sus subprocesos se les asignará un código, esto a su vez servirá para el desarrollo de los siguientes numerales y capítulos. El detalle de esta codificación y sus criterios se exponen en el ANEXO 1.

El Análisis del Inventario se basa en la recolección de los datos, tanto en campo, fuentes publicadas, estimaciones y otras experiencias. El detalle de este análisis se lo encuentra en el ANEXO 2, mientras que los resultados se muestran a continuación.

El Análisis del Ruido generado en la CEMA, metodología y resultados se encuentran detallados en el ANEXO 4.

A lo largo del Análisis de Inventario del Ciclo de Vida se generan distintos residuos, estos se los a denominado Otros A, Otros B y Otros C; mismos que se detallan en el ANEXO 5.

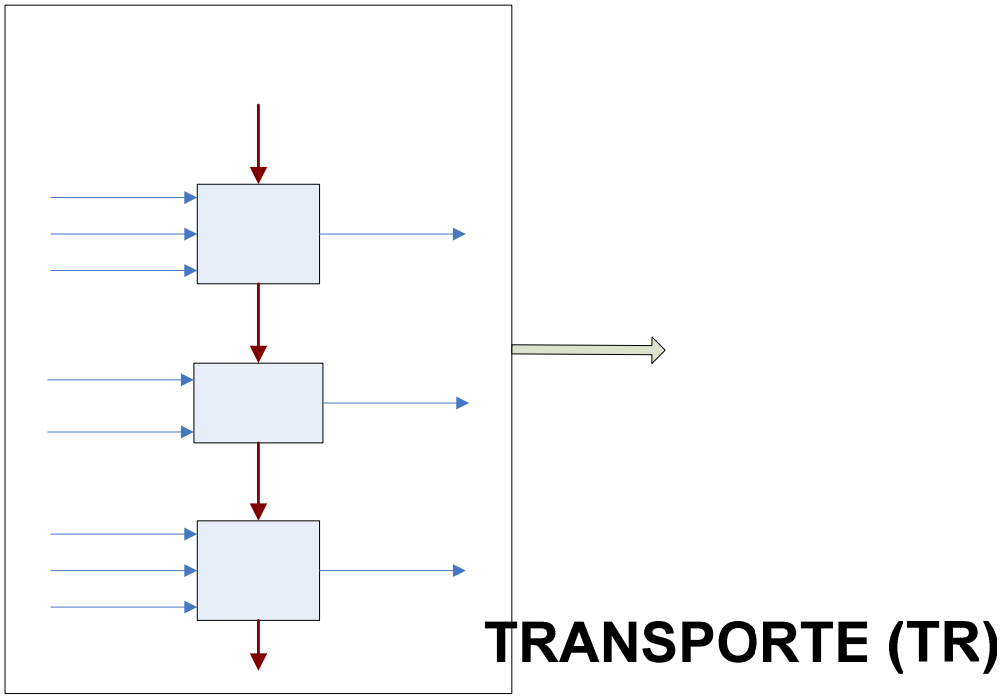
### 4.2.1 TRANSPORTE

El primer PU del SP es el TRANSPORTE, como ya se explicó anteriormente este consta de los subprocesos: Ida (TR01), Carga (TR02) y Regreso (TR03); esto se

puede constatar en la Figura 4.1 donde se especifican sus entradas, salidas, flujos intermedios y límites.

**FIGURA 4.1**

**TRANSPORTE**




FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Septiembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

- **TR01 y TR03**

Este subproceso consiste en cubrir la distancia existente entre la CEMA y el proveedor de cañas de bambú, para este análisis el destino es el CNCTT San Marcos.

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Galones de diesel necesarios para cubrir la distancia de ida, (gal/km), la recolección de esta información se la realizará con base en la

experiencia laboral y estimaciones teóricas de consumo de la plataforma debido a su situación actual.

- ✓ Cada cuantos kilómetros se realiza el cambio de aceite, (km), la recolección de esta información se la realizará con base en el detalle de los cambios de aceite de la plataforma, en la experiencia laboral y en recomendaciones de profesionales relacionados al tema.
- ✓ Tiempo aproximado de duración de las llantas (km), la recolección de esta información se la realizará con base en el detalle de los cambios de llantas realizados a la plataforma y en recomendaciones de profesionales relacionados al tema.
- ✓ Tiempos de duración del recorrido CEMA-CNCTT San Marcos vacío y de regreso con la materia prima.
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.

**TABLA 4.1 Datos obtenidos en el subproceso TR01**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Distancia CEMA-CNCTT San Marcos | 17,5 | km |
| Tiempo de ida | 37 | min |
| Velocidad ida | 28,378 | km/h |
| Diesel (consumo de la plataforma) | 0,083 | gal/km |
| Diesel (necesario para cubrir 17,5km) | 1,458 | gal |
| Aceite | 5000 | km |
| Llantas | 40000 | km |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

**TABLA 4.2 Datos obtenidos en el subproceso TR03**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Distancia CNCTT San Marcos-CEMA | 17,5 | km |
| Tiempo de regreso | 47 | min |
| Velocidad de regreso | 22,340 | km/h |
| Diesel (consumo de la plataforma) | 0,083 | gal/km |
| Diesel (necesario para cubrir 17,5km) | 1,458 | gal |
| Aceite | 5000 | km |
| Llantas | 40000 | km |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **TR02**

El subproceso de carga tiene como objetivo principal el cargar la materia prima en el vehículo determinado para esta función, de forma tal que el PU de transporte sea el ideal.

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.
- ✓ Número de cañas que se van a cargar, (#CAÑAS/VIAJE), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral y a la capacidad de carga de la plataforma y el volumen disponible a utilizarse.

**TABLA 4.3 Datos obtenidos en el subproceso TR02**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Capacidad de carga de la plataforma | 7000 | Kg |
| Dimensiones de la plataforma | | |
| Largo | 5,460 | m |
| Ancho | 2,410 | m |
| Alto | 2,250 | m |
| Dimensiones promedio de la caña de bambú | | |
| Altura | 6,350 | m |
| Diámetro | 8,450 | cm |
| Peso promedio segmento de caña recién cortada | 26,830 | Kg |
| Peso promedio de segmento de caña seca | 15,683 | Kg |
| Número de cañas recién cortadas cargadas por viaje con base en la capacidad de carga de la plataforma | 260,902 | cañas |
| Número de cañas secas cargadas por viaje con base en la capacidad de carga de la plataforma | 446,343 | cañas |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

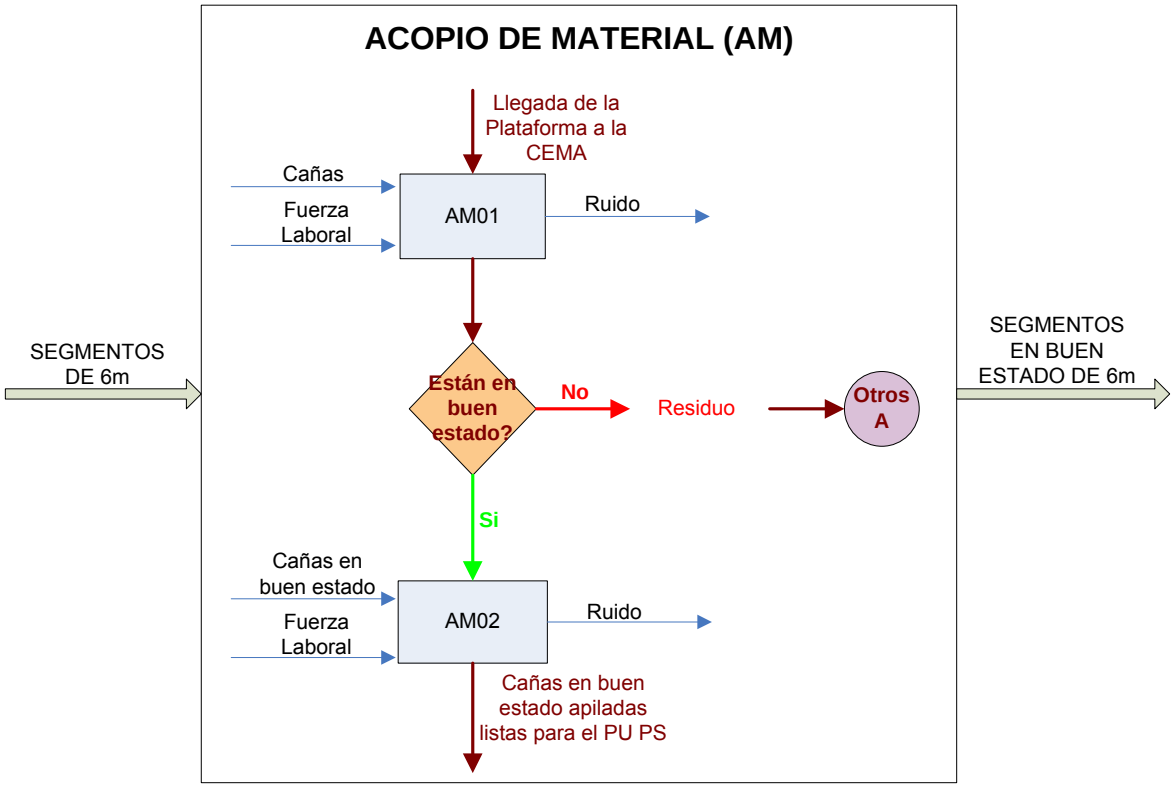
Para realizar el Análisis del Inventario del PU de transporte las principales limitaciones que se presentaron fueron:

- Los recorridos se realizaron para la unidad funcional definida, y con base en ella se proyectó para el mayor aprovechamiento de la plataforma.
- Por no cumplir la edad y características necesarias la materia prima que en la actualidad hay en CNCTT San Marcos, fue obligatorio obtener las cañas maduras en otra locación.

### 4.2.2 ACOPIO DE MATERIAL

El segundo PU del SP es el ACOPIO DE MATERIAL, como ya se explicó anteriormente, consta de los subprocesos: Descarga (AM01) y Selección y Almacenamiento (AM02); esto se puede constatar en la Figura 4.2 donde se especifican sus entradas, salidas, flujos intermedios y límites.

**FIGURA 4.2**
**ACOPIO DE MATERIAL**




FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Octubre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

- **AM01**

Este subproceso inicia con la llegada de la plataforma cargada con la materia prima proveniente del CNCTT San Marcos a la CEMA. El subproceso de descarga tiene como objetivo principal el descargar la materia prima.

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.
- ✓ Tiempo de descarga aproximado de los segmentos transportados.

**TABLA 4.4 Datos obtenidos en el subproceso AM01**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Número de segmentos secos de bambú transportados | 24 | segmentos |
| Tiempo de descarga por caña | 32,5 | seg |
| Tiempo total de descarga (24 segmentos) | 13 | min |
| Número de segmentos recién cortadas de bambú transportados | 24 | segmentos |
| Tiempo de descarga por caña | 36 | seg |
| Tiempo total de descarga (24 segmentos) | 14,4 | min |
| Número de cañas recién cortadas cargadas por viaje con base en la capaidad de carga de la plataforma | 260 | segmentos |
| Tiempo aproximado de descarga de segmentos de caña recién cortados | 2,6 | horas |
| Número de cañas secas cargadas por viaje con base en la capacidad de carga de la plataforma | 446 | segmentos |
| Tiempo aproximado de descarga de segmentos secos | 4,0 | horas |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **AM02**

Una vez realizada la descarga de los segmentos, éstos son seleccionadoos y llevados al lugar determinado para su almacenamiento, de igual manera, aquellas cañas en mal estado son llevadas a otro lugar ya determinado.

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.
- ✓ Características que debe cumplir una caña para ser considerada apta para el proceso productivo, la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.
- ✓ Con base en las dimensiones del lugar destinado al almacenamiento junto con las dimensiones promedio obtenido en el PU TR se determina el número máximo de segmentos a almacenarse en dicho lugar (#segmentos/dimenciones$_{lugar}$).

**TABLA 4.5 Datos obtenidos en el subproceso AM02**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Dimensiones del lugar de almacenamiento | | |
| Largo | 8,000 | m |
| Ancho | 5,000 | m |
| Alto | 3,000 | m |
| Altura aconsejable de apilamiento de los segmentos | 1,800 | m |
| Dimensiones promedio de los segmentos de bambú | | |
| Altura | 6,350 | m |
| Diámetro | 8,450 | cm |
| Número de segmentos que se pueden almacenar a lo ancho en el lugar determinado | 59 | segmentos |
| Número de segmentos que se pueden almacenar a lo alto en el lugar determinado | 21 | segmentos |
| Número aproximado total de segmentos que se pueden almacenar | 1260 | segmentos |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

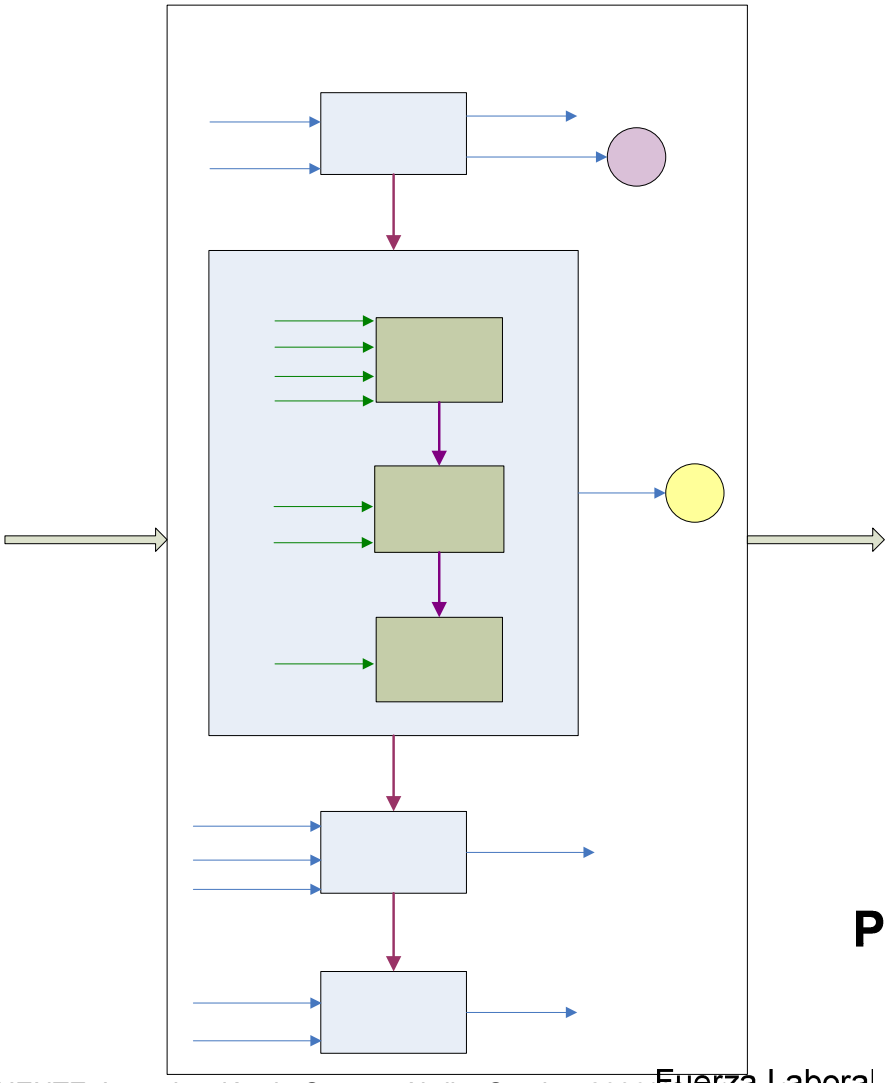
Para realizar el Análisis del Inventario del PU de acopio de material las principales limitaciones que se presentaron fueron: La mayor parte de datos para este PU están ligadas a la experiencia laboral y a estimaciones a partir de la unidad funcional 10 cañas de bambú, las cuales al ser cortadas en segmentos de 6m dan como resultado 24 segmentos aprovechables, es decir que cumplen con las características idóneas para ser utilizadas.

### 4.2.3 PRESERVADO Y SECADO

El tercer PU del SP es el PRESERVADO Y SECADO, como ya se explicó anteriormente este consta de los subprocesos: Corte segmentos en 2m (PS01), Preservado {PS02 [Preparación de la solución (PS02A), Inmersión de los segmentos (PS02B) y Traslado segmentos recién preservados (PS02C)]},, Secado (PS03) y Almacenamiento (PS04); esto se puede constatar en la Figura 4.3 donde se especifican sus entradas, salidas, flujos intermedios y límites.

**FIGURA 4.3**

**PRESERVADO Y SECADO**



FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Octubre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

- **PS01**

Este subproceso consiste en cortar los segmentos de caña guadua en buen estado en pedazos de 2m cada uno; debido a que este tamaño tiene mayores ventajas para el desarrollo del PU y de los posteriores procesos.

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Tiempo de duración del corte del segmento en 2m para la unidad funcional (h/min/seg).
- ✓ Cantidad de residuos generados en este subproceso (Kg).
- ✓ Ruido generado (dB).
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.

**TABLA 4.6 Datos obtenidos en el subproceso PS01**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Tiempo requerido para cortar 1 caña | 1,2 | min/segmento |
| Tiempo aproximado para cortar la unidad funcional | 28,8 | min |
| Ruido generado por la Sierra Despuntadora | | |
| Ruido Estable (NPSeq) | 102,950 | dB |
| Ruido de Fondo (NPSeqRF) | 40,585 | dB |
| Residuos desecho caña | 7,89 | Kg |
| Residuos viruta | 1,450 | Kg |
| Residuo Total | 9,340 | Kg |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **PS02**

Este subproceso es conocido también como la inmunización de la caña guadua al ataque de insectos, tiene como objetivo preservar los segmentos de 2m.

- **PS02A**

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Determinación de las proporciones necesarias de la solución para preservar los segmentos de la unidad funcional (kg/kg/lt).
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.

- **PS02B**

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.

- **PS02C**

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.

**TABLA 4.7 Datos obtenidos en el subproceso PS02**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Volumen de agua utilizado | 98 | lt |
| Bórax | 1 | Kg |
| Ácido Bórico | 1 | Kg |
| Número de segmentos preservadas (2m de longitud) | 9 | segmentos |
| Altura aconsejable de apilamiento de los segmentos | 2 | m |
| Concentración de Boro en la solución después del preservado | 315,73 | mg/lt |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **P203**

Este subproceso consiste en secar los segmentos de caña guadua que ya pasaron por el subproceso de preservado.

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Forma más conveniente de aplicación de los segmentos de caña guadua.
- ✓ Energía utilizada en el proceso.
- ✓ Prototipo de un secadero solar de madera.
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral

**TABLA 4.8 Datos obtenidos en el subproceso PS03**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Dimensiones del Secador Solar | | |
| Largo | 3 | m |
| Ancho | 3 | m |
| Alto | 2,5 | m |
| Altura aconsejable de apilamiento de los segmentos dentro del secador | 1,8 | m |
| Capacidad máxima de almacenamiento en el secador | 438 | segmentos |
| Tiempo aproximado de secado | 15 | días |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **PS04**

Este subproceso consiste en transportar los segmentos de caña guadua secos al lugar donde serán almacenados antes de ingresar al proceso unitario de transformación.

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Dimensiones del lugar de almacenamiento y características que debe cumplir para almacenar segmentos de caña guadua secos.
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.

**TABLA 4.9 Datos obtenidos en el subproceso PS04**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Dimensiones del lugar de almacenamiento | | |
| Largo | 6 | m |
| Ancho | 4 | m |
| Alto | 2,5 | m |
| Altura aconsejable de apilamiento de los segmentos | 1,8 | m |
| Número aproximado total de segmentos que se pueden almacenar | 994 | segmentos |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

Para realizar el Análisis del Inventario del PU de Preservado y Secado las principales limitaciones que se presentaron fueron:

- No se pudo realizar el preservado en piscinas, se utilizó un tanque de hierro existente en la CEMA.
- No se preservó la unidad funcional en su totalidad ya que de los resultados del análisis de la concentración de Boro de la solución, excedía los límites establecidos en el TULAS.
- El análisis del subproceso de secado se lo realizó con base en el estudio: *"Diseño y ensayo de un secador solar para madera"* realizado por Enrique Martínez-Pinillos Cueto del Departamento de Productos Forestales y Conservación de Bosques, Instituto de Ecología México.

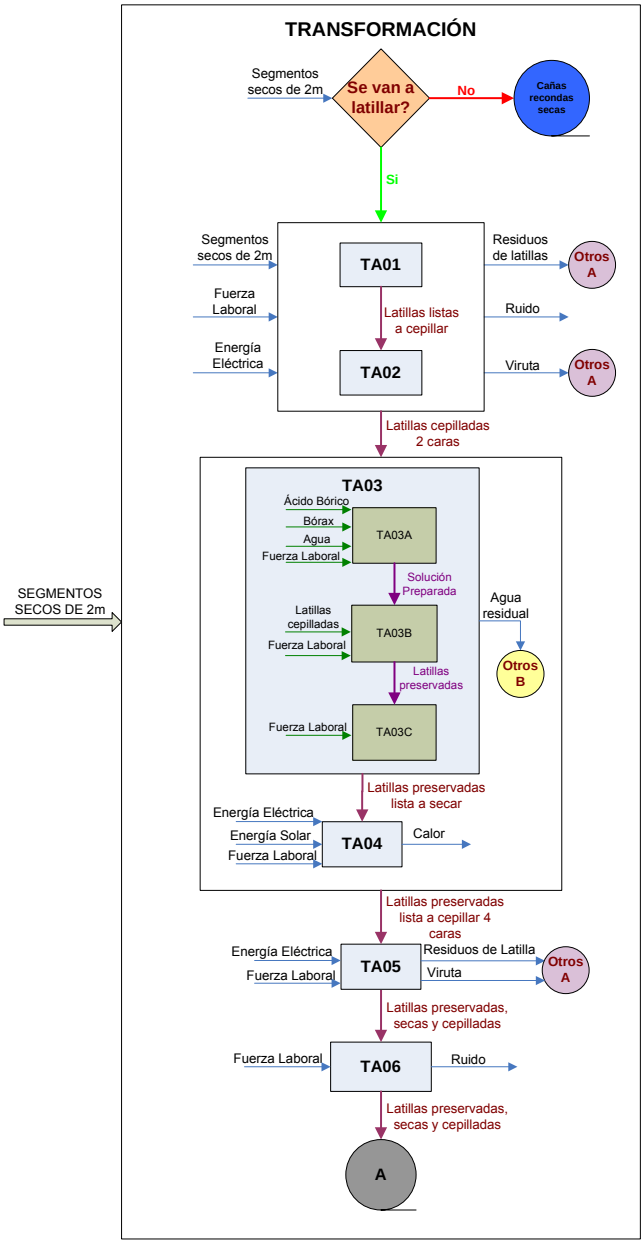
### 4.2.4 TRANSFORMACIÓN

El cuarto PU del SP es la TRANSFORMACIÓN, como ya se explicó anteriormente este consta de los subprocesos: Latillado (TA01), Cepillado de 2 caras (TA02), Preservado {TA03 [Preparación de la solución (TA03A), Inmersión de las latillas

(TA03B) y Traslado de latillas recién preservadas (TA03C)]}, Secado (TA04), Cepillado de 4 caras (TA05), Almacenamiento de latillas preservadas y secadas (TA06), Elaboración de productos {TA07 [Tableros (TA07A), Mesas (TA07B) y Sillas (TA07C)]} y Lacado (TA08); esto se puede constatar en la Figura 4.4A Y 4.4B donde se especifican sus entradas, salidas, flujos intermedios y límites.

**FIGURA 4.4A**

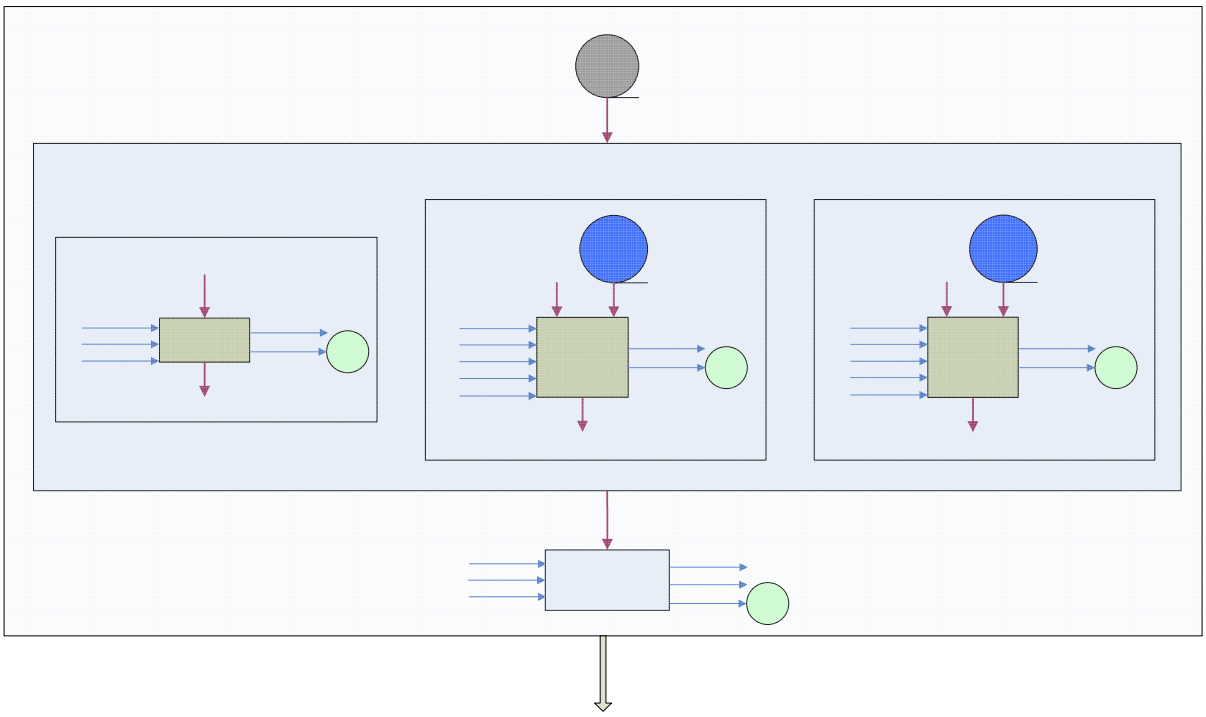
**TRANSFORMACIÓN**




FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

**FIGURA 4.4B**

**TRANSFORMACIÓN**



FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

- **TA01**

Este subproceso consiste en latillar los segmentos de caña guadua de una longitud promedio de 2m utilizando la máquina denominada "latilladora", la cual permite dividir la caña en diferentes dimensiones, siendo entre 4cm y 5cm de ancho la más utilizada comercialmente.

Los datos que serán analizados con base en la experiencia que poseen Ecuabambú y los artesanos de la zona así como estudios previos[23] son:

- ✓ Tiempo de duración de este subproceso por caña latillada (min/segmento).

[23] Tesis: "Agroindustrialización de la Caña Guadua como una alternativa económicamente viable para los habitantes para el noroccidente de Pichincha" por: Evelyn Chiluiza Benítez y Jenny Lucia Iza

- ✓ Cantidad aproximada de residuos generados en este subproceso (Kg).
- ✓ Ruido generado (dB).
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas).

**TABLA 4.10 Datos obtenidos en el subproceso TA01**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Potencia del motor de la latilladora MZZ-A-2500 | 3 | KW |
| Tiempo teórico de latillado (1 segmento) | 10 | seg |
| Tiempo real de latillado (1 segmento) | 20 | seg |
| Unidad Funcional | 15 | latillas/min |
| Latillas obtenidas | 360 | latillas |
| Tiempo utilizado | 24 | min |
| Personal requerido | 1 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **TA02**

Este subproceso consiste en cepillar 2 caras de las latillas de caña guadua resultante del subproceso anterior de una longitud promedio de 2m utilizando una cepilladora de dos caras.

Los datos que serán analizados con base en la experiencia que poseen Ecuabambu y los artesanos de la zona así como estudios previos[24] son:

- ✓ Tiempo de duración de este subproceso por latilla cepillada (min/latilla).
- ✓ Cantidad aproximada de residuos generados en este subproceso (kg).
- ✓ Ruido generado (dB).
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas).

[24] Tesis: "Agroindustrialización de la Caña Guadua como una alternativa económicamente viable para los habitantes para el noroccidente de Pichincha" por: Evelyn Chiluiza Benítez y Jenny Lucia Iza

**TABLA 4.11 Datos obtenidos en el subproceso TA02**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Potencia del motor de la cepilladora MZP-3 | 6,7 | KW |
| Tiempo teórico de cepillado (1latilla) | 2 | seg |
| Tiempo real de cepillado (1 latilla) | 4 | seg |
| Unidad Funcional | 15 | latillas/min |
| Latillas cepilladas 2 caras obtenidas | 360 | latillas |
| Tiempo utilizado | 24 | min |
| Personal requerido | 1 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **TA03 (TA03A, TA03B, TA03C), TA04**

Este conjunto de subprocesos tienen el mismo fundamento explicado y desarrollado en el PU de PRESERVADO Y SECADO, las únicas diferencias son:

- ✓ El estado de la materia prima, es decir, en el PU se analizó para segmentos de 2m mientras que aquí la materia prima esta en forma de latillas, lo importante es que su composición no cambia.
- ✓ Las dimensiones del secadero son menores para de esta forma agilitar el subproceso de secado.
- ✓ Se aconseja realizar un preservado con agua caliente, pero en este estudio se realizó en los tanques existentes en la Central con agua a temperatura ambiente.

**TABLA 4.12 Datos obtenidos en el subproceso TA03**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Volumen de agua utilizado | 98 | lt |
| Bórax | 1 | Kg |
| Ácido Bórico | 1 | Kg |
| Número de latillas preservadas (2m de longitud) | 45 | latillas |
| Concentración de Boro en la solución después del preservado | 315,73 | mg/lt |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

**TABLA 4.13 Datos obtenidos en el subproceso TA04**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Dimensiones del Secador Solar | | |
| Largo | 3 | m |
| Ancho | 3 | m |
| Alto | 1,5 | m |
| Altura aconsejable de apilamiento de las latillas dentro del secador | 0,8 | m |
| Capacidad máxima de almacenamiento en el secador | 1000 | latillas |
| Tiempo aproximado de secado | 15 | días |
| Personal requerido | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **TA05**

Este subproceso consiste en cepillar 4 caras de las latillas de caña guadua resultante del subproceso anterior de una longitud promedio de 2m utilizando una cepilladora de 4 caras.

Los datos que serán analizados con base en la experiencia que poseen Ecuabambú y los artesanos de la zona así como estudios previos[25] son:

- ✓ Tiempo de duración de este subproceso por latilla cepillada (min/latilla).
- ✓ Cantidad aproximada de residuos generados en este subproceso (Kg).
- ✓ Ruido generado (dB).
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas).

Es importante señalar que; como se explicó en el ANEXO 4 los niveles de ruido analizados fueron tomados en el Proceso Productivo Actual que se realiza en la Central con madera, éstos a su vez sirven de referencia para el Análisis del Proceso Productivo del bambú basados en el hecho que los niveles de ruido generados en subproceso PS01 son similares tanto con madera así como con bambú.

[25] Tesis: "Agroindustrialización de la Caña Guadua como una alternativa económicamente viable para los habitantes para el noroccidente de Pichincha" por: Evelyn Chiluiza Benítez y Jenny Lucia Iza

En la tabla 4.14 se encuentran los datos obtenidos para este subproceso, mientras que en la tabla 4.15 se encuentran expuestos los valores ruido que serán tomados como referencia para la continuación de éste análisis.

**TABLA 4.14 Datos obtenidos en el subproceso TA05**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Tiempo teórico de cepillado (1 latilla) | 2 | seg |
| Tiempo real de cepillado (1 latilla) | 4 | seg |
| Unidad Funcional | 15 | latillas/min |
| Latillas obtenidas | 360 | latillas |
| Tiempo utilizado | 24 | min |
| Personal requerido | 1 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

**TABLA 4.15 Datos obtenidos en el subproceso TA01, TA02, TA05 (residuos-ruido)**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Promedio del Ruido generado por la maquinaria utilizada | | |
| Ruido Estable (NPSeq) del Proceso Productivo Actual | 89,850 | dB |
| Ruido de Fondo (NPSeqRF) del Proceso Productivo Actual | 48,140 | dB |
| Ruido Fluctuante (NPSeq) del Proceso Productivo Actual | 88,260 | dB |
| Ruido de Fondo (NPSeqRF) del Proceso Productivo Actual | 47,310 | dB |
| Residuos desecho Caña latillada | 67,752 | kg |
| Residuos viruta (cepillado y latillado) | 101,628 | kg |
| Residuo Total | 169,38 | kg |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **TA06**

Este subproceso consiste en transportar las latillas de caña guadua secas al lugar donde serán almacenadas antes de ingresar al subproceso TA07 (TA07A, TA07B, TA07C).

Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Dimensiones del lugar a utilizarse.

- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas), la recolección de esta información se la realizará con base en la experiencia laboral.

**TABLA 4.16 Datos obtenidos en el subproceso TA06**

| Característica valorada | | Valor | Unidades |
|---|---|---|---|
| Dimensiones del lugar de almacenamiento | | | |
| | Largo | 3 | m |
| | Ancho | 3 | m |
| | Alto | 2,5 | m |
| Altura aconsejable de apilamiento de las latillas | | 1,8 | m |
| Número aproximado total de latillas que se pueden almacenar | | 4335 | latillas |
| Personal requerido | | 2 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **TA07**

Este subproceso consiste en la elaboración de los productos; para este estudio los productos específicos son: tableros, mesas y sillas.

o **TA07A**

En este sub-subproceso se procede a la elaboración de tableros de distintas medidas a partir de las latillas almacenadas. Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Cantidad aproximada de residuos generados en este subproceso (kg).
- ✓ Ruido generado (dB).
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas).

o **TA07B**

Este sub-subproceso consiste en la elaboración de mesas de distintas medidas a partir de tableros generados en el sub-subproceso anterior y cañas redondas preservadas y secadas. Los datos que serán

recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Cantidad aproximada de residuos generados en este subproceso (kg).
- ✓ Ruido generado (dB).
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas).

o **TA07C**

Este sub-subproceso consiste en la elaboración de sillas de distintas medidas a partir de tableros generados en el sub-subproceso TA07A y cañas redondas preservadas y secadas. Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Cantidad aproximada de residuos generados en este subproceso (kg).
- ✓ Ruido generado (dB).
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas).

**TABLA 4.17 Datos obtenidos en el subproceso TA07**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Promedio del Ruido generado por la maquinaria utilizada | | |
| Ruido Estable (NPSeq) del Proceso Productivo Actual | 84,89 | dB |
| Ruido de Fondo (NPSeqRF) del Proceso Productivo Actual | 48,14 | dB |
| Ruido Fluctuante (NPSeq) del Proceso Productivo Actual | 83,17 | dB |
| Ruido de Fondo (NPSeqRF) del Proceso Productivo Actual | 47,31 | dB |
| Residuo Total | 13,467 | Kg |
| Personal requerido | 5 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **TA08**

Este subproceso consiste lacar los productos elaborados en el subproceso anterior. Los datos que serán recopilados para el Inventario y su respectivo análisis en este subproceso, junto con sus unidades de medición, son:

- ✓ Características actuales de la laca propuesta a utilizarse y medidas de seguridad que se deben tomar.
- ✓ Productividad de un galón de laca ($m^2$).
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas).

**TABLA 4.18 Datos obtenidos en el subproceso TA08**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Área cubierta por un galón | 20 | m2 |
| Espesor de la capa de laca con 2 manos | 25,4 | micrones |
| # de sillas lacadas por galón | 32 | sillas |
| # de mesas lacas por galón | 7 | mesas |
| Personal requerido | 1 | |

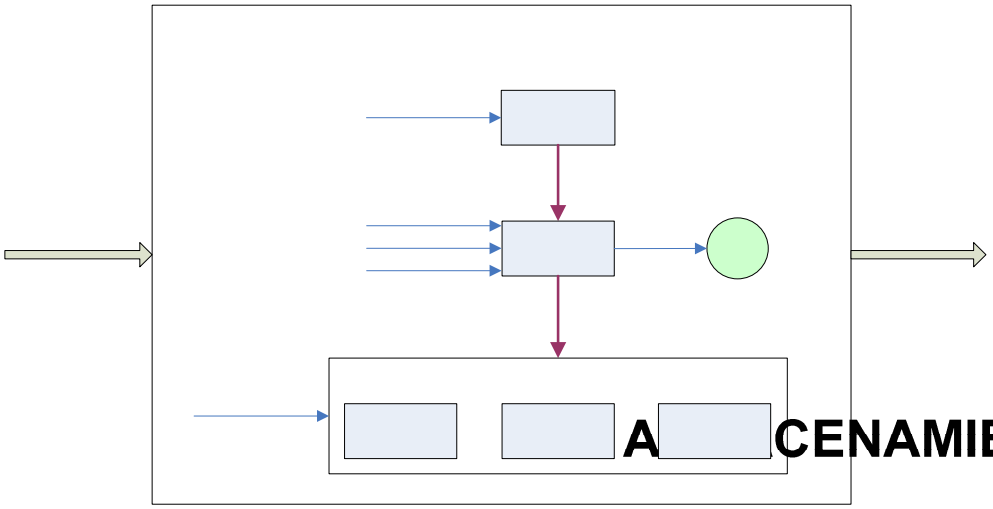
FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

### 4.2.5 ALMACENAMIENTO PRODUCTOS TERMINADOS

El quinto PU del SP es el Almacenamiento de Productos Terminados, como ya se explicó anteriormente este consta de los subprocesos: Clasificación de productos (AP01), Embalaje (AP02), Almacenamiento {AP03 [Tableros (AP03A), Mesas (AP03B) y Sillas (AP03C)]}; esto se puede constatar en la Figura 4.5 donde se especifican sus entradas, salidas, flujos intermedios y límites.

**FIGURA 4.5**

**ALMACENAMIENTO PRODUCTOS TERMINADOS**




FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

- **AP01**

Este subproceso consiste en la clasificación de los productos terminados, los datos que serán recopilados para el Inventario son:

✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas).

- **AP02**

Este subproceso consiste en el embalaje de los productos terminados, para de esta manera protegerlos de posibles daños que puedan ocurrir tanto durante su almacenamiento como su traslado; los datos que serán recopilados para el Inventario así como sus unidades de medición son los siguientes:

✓ Cantidad de cinta para embalar un producto terminado (cm)

✓ Número de esponjas de polietileno necesarias para embalar un producto terminado

✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas).

**TABLA 4.19 Datos obtenidos en el subproceso AP02**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Embalaje de Tableros | | |
| Número de esponjas necesarias | 4 | esponjas |
| Cantidad de cinta de embalaje necesaria | 1 | m |
| Embalaje de Mesas | | |
| Número de esponjas necesarias | 8 | esponjas |
| Cantidad de cinta de embalaje necesaria | 2,8 | m |
| Embalaje de Tableros | | |
| Número de esponjas necesarias | 8 | esponjas |
| Cantidad de cinta de embalaje necesaria | 2,8 | m |
| Personal requerido | 1 | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

- **AP03**

Este subproceso consiste en el almacenamiento final de cada uno de los productos terminados en el lugar dispuesto para este fin, los datos que serán recopilados para el Inventario son:

- ✓ Área disponible para el almacenamiento ($m^2$).
- ✓ Número de personas necesarias para realizar este subproceso, (# de personas).

**TABLA 4.20 Datos obtenidos en el subproceso AP03**

| Característica valorada | Valor | Unidades |
|---|---|---|
| Dimensiones del lugar de almacenamiento | | |
| Largo | 12 | m |
| Ancho | 5 | m |
| Alto | 3,0 | m |
| Área disponible de almacenamiento | 60 | m2 |
| Personal requerido | 2 | |

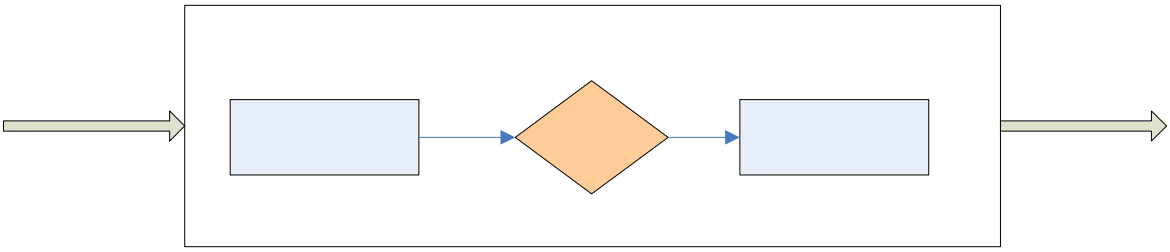
FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041, ANEXO 2
ELABORACIÓN: Autores

### 4.2.6 COMERCIALIZACIÓN

El PU final del SP es la Comercialización de Productos Terminados, como ya se explicó anteriormente este análisis se realizará en la fase de Planificación del SGA, en la Figura 4.6 se observa el procedimiento general de este PU.

**FIGURA 4.6**

**COMERICALIZACIÓN PRODUCTOS TERMINADOS**



FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

## 4.3 EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL CICLO DE VIDA

A partir de los resultados obtenidos en la fase de Análisis del Inventario de Ciclo de Vida se realiza una evaluación de los posibles impactos ambientales, cada uno de los resultados debe ser analizado para las categorías de impacto definidas, es decir para determinar sus potenciales consecuencias.

COMERC

### 4.3.1 CATEGORÍAS DE IMPACTO

PRODUCTOS EMBALADOS

NECESIDADES

To
dec

Según la norma ISO 14042:2000 las categorías de impacto representan los aspectos ambientales más preocupantes a los cuales los resultados del ICV deben ser asignados.

#### 4.3.1.1 Ruido

El ruido es un contaminante atmosférico definido como una perturbación sonora, aperiódica formada por un conjunto de sonidos que poseen amplitud, frecuencia y fase variables; cuya mezcla genera sensaciones sonoras desagradables al oído.

Desde un punto de vista psicofisiológico se definen como ruidos aquellos sonidos que no tienen carácter musical; los efectos patológicos de los ruidos pueden limitarse al oído o extenderse afectar la integridad fisiopsíquica del organismo (cefalea, astenia, insomnio, entre otras). El oído humano puede verse afectado al encontrarse sometido a un estímulo ruidoso permanente pudiendo producir fenómenos de adaptación, de fatiga y de sordera; dependiendo de la intensidad del ruido.

De los resultados arrojados por el inventario realizado para la CEMA concluimos que se produce ruido en todos los procesos de Sistema Producto, con una mayor intensidad en los procesos unitarios de Preservado y Secado y Transformación.

Es importante recalcar que los valores expuestos en el cuadro 2.2 del Capítulo 2 obtenidos del proceso productivo con madera sirven de referencia para la determinación de la importancia del impacto ambiental del ruido en este ACV. Los resultados que se obtuvieron de la generación de ruido al utilizar el bambú en la sierra despuntadora se encuentra en el siguiente cuadro.

**CUADRO 4.28**

**RESULTADO DE LAS MEDICIONES DE RUIDO**

| Máquina | Ruido Estable(dB) |
|---|---|
| Sierra Despuntadora | 102,9 |

FUENTE: Investigación de campo, Abril – Noviembre 2006
ELABORACIÓN: Autores

**CUADRO 4.29**

**RUIDO**

| TERMINO | DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORIA |
|---|---|
| **Agente de Impacto** | Ruido |
| **Resultado del ICV** | Contaminación Sonora |
| **Indicador de la Categoría** | Nivel de Presión Sonora Equivalente NPSEg |
| **Modelo de Caracterización** | – Thomas Scientific 1356<br>– Fuente Fija, Filtro A, Respuesta S |
| **Factor de Caracterización** | TULAS Libro VI, Anexo5, Ruido |
| **Resultado del Indicador** | dB |
| **Afectaciones** | – Alteración de la tranquilidad<br>– Daño a la salud humana |

FUENTE: Investigación de campo Agosto - Noviembre 2006, ISO 14042:2000, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact Assessment. Por International Standard
ELABORACIÓN: Autores

### 4.3.1.2 Desecho de llantas

En la CEMA se encontraron llantas usadas posiblemente provenientes de algún cambio realizado a la plataforma o el tractor, estas llantas se encuentran expuestas al aire libre, en mal estado, pueden llegar a ser consideradas un foco de infección ya que retienen en su interior agua siendo un lugar idóneo para zancudos, mosquitos y demás insectos. Esto también genera una mala impresión junto con la contaminación visual del lugar.

**CUADRO 4.30**

**DESECHO DE LLANTAS**

| TERMINO | DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORIA |
|---|---|
| **Agente de Impacto** | Desecho de llantas |
| **Resultado del ICV** | Contaminación Visual |
| **Indicador de la Categoría** | Número de llantas por unidad de área |
| **Modelo de Caracterización** | No es aplicable |
| **Factor de Caracterización** | No es aplicable |
| **Resultado del Indicador** | kg (llantas)/$m^2$ |
| **Afectaciones** | – Alteración del Paisaje<br>– Puede llegar a convertirse en un foco de infección. |

FUENTE: Investigación de campo Agosto - Noviembre 2006, ISO 14042:2000, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact Assessment. Por International Standard
ELABORACIÓN: Autores

#### 4.3.1.3 Cañas en mal estado

Las cañas en mal estado principalmente son producto de una selección realizada durante el Acopio de Material; éstas, si no poseen un manejo adecuado e inmediato generan contaminación visual y a largo plazo llegarían a considerarse un foco de infección por su descomposición junto con una acumulación desmedida.

**CUADRO 4.31**

**CAÑAS EN MAL ESTADO**

| TERMINO | DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORIA |
|---|---|
| **Agente de Impacto** | Cañas en mal estado |
| **Resultado del ICV** | – Contaminación Visual<br>– Desecho sólido |
| **Indicador de la Categoría** | Número de cañas en mal estado por viaje |
| **Modelo de Caracterización** | – Diámetro menor a 6cm.<br>– Porcentaje de rajaduras y huecos de los segmentos mayor a 25%.<br>– Porcentaje de manchas y hongos en el segmento mayor al 20%.<br>– Segmento con grandes cantidades de mosquitos |
| **Factor de Caracterización** | No es aplicable |
| **Resultado del Indicador** | kg (cañas)/viaje |
| **Afectaciones** | – Alteración del Paisaje<br>– Puede llegar a convertirse en un foco de infección. |

FUENTE: Investigación de campo Agosto - Noviembre 2006, ISO 14042:2000, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact Assessment. Por International Standard
ELABORACIÓN: Autores

#### 4.3.1.4 Desecho de caña y viruta

El desecho de caña en tamaños medianos y pequeños junto con la viruta provienen en su mayoría de los PU: Preservado y Secado y Transformación; si no se realiza un manejo adecuado e inmediato de estos desechos se generará contaminación visual junto con una acumulación desmedida de este desecho.

**CUADRO 4.32**

**DESECHO DE CAÑA Y VIRUTA**

| TERMINO | DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORIA |
|---|---|
| **Agente de Impacto** | – Desecho de Caña<br>– Viruta |
| **Resultado del ICV** | – Contaminación Visual<br>– Desecho sólido |
| **Indicador de la Categoría** | Peso total de desechos |
| **Modelo de Caracterización** | – Peso de Viruta<br>– Peso de desecho de caña |
| **Factor de Caracterización** | No es aplicable |
| **Resultado del Indicador** | kg (desecho)/subproceso |
| **Afectaciones** | – Alteración del Paisaje<br>– Puede llegar a convertirse en un foco de infección.<br>– Puede ser utilizado en granjas con animales |

FUENTE: Investigación de campo Agosto - Noviembre 2006, ISO 14042:2000, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact Assessment. Por International Standard
ELABORACIÓN: Autores

### 4.3.1.5 Solución de Preservación

La solución de preservación que se prepara con Bórax, Ácido Bórico y Agua al final de su utilización posee una concentración de boro muy alta, sobrepasando las normas ambientales vigentes en el país. Por lo que un mal manejo de ésta puede provocar una contaminación severa al suelo y al agua.

El Bórax y Ácido Bórico de madera individual pueden provocar afectación a la salud humana, específicamente a la piel y al sentido de la vista.

**CUADRO 4.33**

**SOLUCIÓN DE PRESERVACIÓN**

| TERMINO | DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORIA |
|---|---|
| **Agente de Impacto** | Solución de preservación |
| **Resultado del ICV** | – Afectación a la salud humana.<br>– Contaminación del suelo<br>– Contaminación del agua |
| **Indicador de la Categoría** | Concentración de boro de la solución al |

| | |
|---|---|
| | terminar el preservado |
| **Modelo de Caracterización** | – Composición de la Solución.<br>• 98lt agua<br>• 1kg Ácido Bórico<br>• 1kg Bórax<br>– Standard Methods 4500-B-B |
| **Factor de Caracterización** | TULAS, Libro VI, Anexo 1 y 2 |
| **Resultado del Indicador** | mg/lt |
| **Afectaciones** | – Acuífero que alimenta el pozo de la CEMA.<br>– Flora.<br>– Fauna.<br>– Salud Humana<br>– Agricultura y Ganadería |

FUENTE: Investigación de campo Agosto - Noviembre 2006, ISO 14042:2000, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact Assessment. Por International Standard
ELABORACIÓN: Autores

#### 4.3.1.6 Laca

La laca utilizada en el PU de Transformación genera particulado, por lo que puede afectar a sistema respiratorio si no se lo realiza al aire libre y con las medidas de seguridad laboral necesarias.

**CUADRO 4.34**

**LACA**

| TERMINO | DESCRIPCIÓN DE LA CATEGORIA |
|---|---|
| **Agente de Impacto** | Laca |
| **Resultado del ICV** | – Afectación a la salud humana<br>– Desecho sólido |
| **Indicador de la Categoría** | Tipo de laca, Dercolac alquilico – amino de dos componentes, sin plomo ni mercurio |
| **Modelo de Caracterización** | Medidas de seguridad laborar al lacar un mueble |
| **Factor de Caracterización** | No es aplicable |
| **Resultado del Indicador** | Producto inflamable y tóxico |
| **Afectaciones** | Salud Humana |

FUENTE: Investigación de campo Agosto - Noviembre 2006, ISO 14042:2000, Environmental Management – Life Cycle Assessment – Life Cycle Impact Assessment. Por International Standard
ELABORACIÓN: Autores

### 4.3.2 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE LOS POSIBLES IMPACTOS AMBIENTALES

El procedimiento a seguirse para la Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida se inicia con la determinación de la Importancia de los posibles impactos ambientales de cada proceso unitario del SP en estudio. Para esto se utilizó la metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de Vicente Conesa Fernández, la misma que consiste en:

1.- Determinar los aspectos ambientales generales.
2.- Asignar un código a cada uno de estos
3.- Determinar los aspectos ambientales específicos de existir para cada uno de lo aspectos generales definidos anteriormente.
4.- Establecer el código correspondiente.
5.- La valorización de la importancia de los impactos se la realiza aplicando la siguiente formula:

$$I = N(3IN + 2EX + MO + PE + RE + SI + AC + EF + PR + RC)$$

| | | |
|---|---|---|
| $I = \mathrm{Im}\,por\,\mathrm{tan}\,cia$ | $MO = Momento$ | $AC = Acumulación$ |
| $N = Naturaleza$ | $PE = Persistencia$ | $EF = Efecto$ |
| $IN = Intensidad$ | $RE = \mathrm{Re}\,versibilidad$ | $PR = Periodicidad$ |
| $EX = Extensión$ | $SI = Sinergia$ | $RC = \mathrm{Re}\,cuperabilidad$ |

Esta metodología se basa en una medición cualitativa de los posibles impactos ambientales, en este caso, asociados al Sistema Producto (SP) y cada uno de sus procesos unitarios estudiados.

La importancia del impacto se la realiza en función de los siguientes parámetros:

- **Naturaleza:** constituye el tipo de impacto; será de signo positivo (+) si es beneficioso y de signo negativo (-) si es perjudicial al ambiente.

- **Intensidad:** se relaciona con el grado de destrucción provocado en el ambiente y sus posibles modificaciones. La valoración cualitativa de este parámetro es:
  - Baja 1
  - Media 2
  - Alta 4
  - Muy Alta 8
  - Total 12

  La Intensidad Baja es aquella en la que la destrucción del factor considerado es mínima, mientras que la Intensidad Total del impacto es cuando la destrucción del ambiente es completa.

- **Extensión:** constituye el área de influencia del impacto, siendo puntual cuando el efecto es localizado en un lugar determinado y total cuando este efecto se presenta en toda el área de estudio. Su valoración cualitativa es:
  - Puntual 1
  - Parcial 2
  - Extenso 4
  - Total 8
  - Crítica +4

  Cuando el impacto es crítico sin importar su extensión, al valor definido se le debe sumar 4 puntos.

- **Momento:** esta relacionado con el plazo de tiempo en el que se llega a manifestar el impacto. Pudiendo ser a largo plazo cuando el inicio de la acción y la presencia del impacto se encuentra en un lapso mayor a 5 años o inmediato cuando este intervalo de tiempo no existe. La valoración cualitativa de este parámetro es:
  - Largo Plazo 1

- Medio Plazo 2
- Inmediato 4
- Crítico +4

- **Persistencia:** es la permanencia del impacto en el ambiente, siendo fugaz cuando este desaparece inmediatamente y permanente si la alteración es indefinida en tiempo. Su valoración cualitativa es:
  - Fugaz 1
  - Temporal 2
  - Permanente 4

- **Reversibilidad:** constituye la capacidad de recuperación del área estudiada que a sido afectada, siendo a corto plazo cuando esta recuperación se da en período corto de tiempo mientras que es irreversible cuando el área de impacto no puede retornar por medios naturales a su estado natural. La valoración cualitativa de este parámetro es:
  - Corto Plazo 1
  - Medio Plazo 2
  - Irreversible 4

- **Sinergia:** constituye el impacto producido por la presencia simultánea de dos o más acciones mismo que es mayor que la incidencia de cada una de ellas. Su valoración cualitativa es:
  - Sin sinergismo 1
  - Sinérgico 2
  - Muy Sinérgico 4

- **Acumulación:** se relaciona con el incremento progresivo del impacto en el ambiente. La valoración cualitativa de este parámetro es:
  - Simple 1
  - Acumulativo 4

- **Efecto:** constituye la relación causa-efecto existente entre el aspecto y el impacto. Su valoración cualitativa es:
  - Indirecto 1
  - Directo 4

- **Periodicidad:** esta asociada a la regularidad de manifestación del impacto siendo continuo cuando el impacto se manifiesta a través de alteraciones regulares en su permanencia e irregular cuando el impacto se manifiesta en función de una probabilidad de ocurrencia. La valoración cualitativa de este parámetro es:
  - Irregular o Aperiódico 1
  - Periódico 2
  - Continuo 4

- **Recuperabilidad:** constituye la capacidad de reconstruir el área afectada por medios humanos dependiendo de un período de tiempo. Su valoración cualitativa es:
  - Recuperable de manera inmediata 1
  - Recuperable a medio plazo 2
  - Mitigable 4
  - Irrecuperable 8

La matriz de importancia de los posibles impactos ambientales se encuentra conformada por los siguientes campos: Código, Aspecto General, Aspecto Específico, Impacto Ambiental Asociado, los 11 parámetros cualitativos de calificación propuestos por Conesa, Importancia del Impacto y su calificación.

En el ANEXO 3 se encuentran desglosadas las matrices de calificación de la importancia para cada PU. Una vez aplicada la fórmula se obtienen valores entre

13 y 100, la calificación de ésta se realizará de la siguiente manera como se observa en el cuadro 4.35

**CUADRO 4.35**

**CLASIFICACIÓN DE LA IMPORTANCIA SEGÚN CONESA**

| CALIFICACIÓN | RANGO | COLOR |
|---|---|---|
| Crítico | I > 75 | |
| Severo | 75 ≥ I ≥ 50 | |
| Moderado | 50 ≥ I ≥ 25 | |
| Irrelevante | I < 25 | |

FUENTE: VILLALBA Fabio, Módulo de Evaluación de Impactos Ambientales, Maestría en Sistemas de Gestión Ambiental, Escuela Politécnica del Ejército, marzo 2006.
ELABORACIÓN: Autores.

### 4.3.3 DETERMINACIÓN DE LOS POSIBLES ASPECTOS AMBIENTALES E IMPORTANCIA

Siguiendo la metodología escogida, el primer paso es determinar los aspectos ambientales de cada uno de los PU del SP en estudio, esta determinación se la realiza a partir de la investigación realizada en campo, del estudio de los procesos y de la revisión bibliográfica correspondiente.

A continuación se presentan los diferentes resultados obtenidos para cada proceso.

## TRANSPORTE

### CUADRO 4.36

### ASPECTOS AMBIENTALES TR

| CÓDIGO | | ASPECTO GENERAL | ASPECTO ESPECÍFICO | CÓDIGO SUBPROCESO ASOCIADO |
|---|---|---|---|---|
| UE | | Uso de Energía | | |
| | UE01 | | Uso de Diesel | TR01,TR03 |
| EA | | Emisiones Atmosféricas | | TR01,TR03 |
| OT | | Otros | | |
| | OT01 | | Ruido | TR01,TR02,TR03 |
| | OT02 | | Desecho de llantas | TR02 |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Septiembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

Los resultados obtenidos a partir de la valoración de la importancia aplicando el método de Conesa para este proceso unitario son:

### CUADRO 4.37

### IMPORTANCIA TR

| CÓDIGO | | IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO | I | CALIFICACIÓN |
|---|---|---|---|---|
| EA | | Contaminación Ambiental | -40 | Moderado |
| OT | | | | |
| | OT01 | Contaminación Sonora | -29 | Moderado |
| | OT02 | Contaminación Visual | -19 | Irrelevante |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Septiembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

## ACOPIO DE MATERIAL

**CUADRO 4.38**

**ASPECTOS AMBIENTALES AM**

| CÓDIGO | | ASPECTO GENERAL | ASPECTO ESPECÍFICO | CÓDIGO SUBPROCESO ASOCIADO |
|---|---|---|---|---|
| DT | | Desechos al Terreno | Cañas en mal estado | AM01 |
| | DT01 | | | |
| AL | | Almacenamiento en la CEMA | Almacenamiento de cañas en buen estado (Materia Prima) | AM02 |
| | AL01 | | | |
| OT | | Otros | Ruido | AM01, AM02 |
| | OT01 | | | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Septiembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

Los resultados obtenidos a partir de la valoración de la importancia según Conesa para este proceso unitario son:

**CUADRO 4.39**

**IMPORTANCIA AM**

| CÓDIGO | | IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO | I | CALIFICACIÓN |
|---|---|---|---|---|
| DT | | | | |
| | DT01 | Contaminación Visual | -21 | Irrelevante |
| OT | | Contaminación Sonora | -29 | Moderado |
| | OT01 | | | |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Septiembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

## PRESERVADO Y SECADO

### CUADRO 4.40

### ASPECTOS AMBIENTALES PS

| CÓDIGO | | ASPECTO GENERAL | ASPECTO ESPECÍFICO | CÓDIGO SUBPROCESO ASOCIADO |
|---|---|---|---|---|
| UE | | Uso de Energía | | |
| | UE02 | | Energía Eléctrica | PS01 |
| DT | | Desechos al Terreno | | |
| | DT02 | | Desecho Caña | PS01 |
| | DT03 | | Viruta | PS01 |
| UA | | Uso de Agua | | |
| | UA01 | | Agua de Pozo | PS02, PS02A |
| PQ | | Uso de Productos Químicos | | |
| | PQ01 | | Bórax | PS02, PS02A |
| | PQ02 | | Ácido Bórico | |
| FA | | Efluentes al Agua | | |
| | FA01 | | Vertido no controlado a quebradas de efluente no tratados | PS02 |
| MQ | | Manejo de Químicos | | |
| | MQ01 | | Derrame de los químicos | PS02, PS02A, PS02C |
| | MQ02 | | Derrame de la solución | |
| AL | | Almacenamiento en la CEMA | | |
| | AL02 | | Productos Químicos | PS02, PS04 |
| | AL03 | | Almacenamiento de cañas preservadas y secas | |
| OT | | Otros | | |
| | OT01 | | Ruido | PS01 |
| SL | | Seguridad Laboral | | |
| | SL01 | | Irritación de la piel | |
| | SL02 | | Irritación de los ojos | PS02 |
| | SL03 | | Ingestión | |
| | SL04 | | Pérdida de audición | PS01 |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

Los resultados obtenidos a partir de la valoración de la importancia según Conesa para este proceso unitario son:

**CUADRO 4.41**

**IMPORTANCIA PS**

| CÓDIGO | | IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO | I | CALIFICACIÓN |
|---|---|---|---|---|
| DT | | | | |
| | DT02 | Contaminación Visual | -31 | Moderado |
| | DT03 | Contaminación Visual | -31 | Moderado |
| UA | | | | |
| | UA01 | Afectación al acuífero que alimenta al pozo de la CEMA | -64 | Severo |
| PQ | | | | |
| | PQ01 | Afectación a la Salud Humana | -50 | Severo |
| | PQ02 | Afectación a la Salud Humana | -50 | Severo |
| FA | | | | |
| | FA01 | Afectación al acuífero que alimenta al pozo de la CEMA | -76 | Crítico |
| RI | | | | |
| | RI01 | Contaminación del Suelo | -31 | Moderado |
| | | Afectación a la Salud Humana | -50 | Severo |
| | RI02 | Contaminación del Suelo | -39 | Moderado |
| | | Afectación a la Salud Humana | -50 | Severo |
| OT | | | | |
| | OT01 | Contaminación Sonora | -69 | Severo |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

## TRANSFORMACIÓN

### CUADRO 4.42

### ASPECTOS AMBIENTALES TA

| CÓDIGO | | ASPECTO GENERAL | ASPECTO ESPECÍFICO | CÓDIGO SUBPROCESO ASOCIADO |
|---|---|---|---|---|
| UE | | Uso de Energía | | |
| | UE02 | | Energía Eléctrica | TA01, TA02, TA05, TA07, TA08 |
| DT | | Desechos al Terreno | | |
| | DT03 | | Viruta | TA01, TA02, TA05, TA07 |
| | DT04 | | Desechos de latillas | |
| UA | | Uso de Agua | | |
| | UA01 | | Agua de Pozo | TA03, TA03A |
| PQ | | Uso de Productos Químicos | | |
| | PQ01 | | Bórax | TA03, TA03A |
| | PQ02 | | Ácido Bórico | |
| | PQ03 | | Pegamento | TA07 |
| | PQ04 | | Laca | TA08 |
| FA | | Efluentes al Agua | | |
| | FA01 | | Vertido no controlado a quebradas de efluente no tratados | TA03 |
| MQ | | Manejo de Químicos | | |
| | MQ01 | | Derrame de los químicos | TA03, TA03A, TA03C, TA08 |
| | MQ02 | | Derrame de la solución | |
| AL | | Almacenamiento en la CEMA | | |
| | AL02 | | Productos Químicos | TA03 |
| | AL04 | | Almacenamiento de latillas preservadas, secadas y cepilladas las 4 caras | TA06 |
| OT | | Otros | | |
| | OT01 | | Ruido | TA01, TA02, TA05, TA07, TA08 |
| | OT03 | | Olores | TA07, TA08 |
| SL | | Seguridad Laboral | | |
| | SL01 | | Irritación de la piel | |
| | SL02 | | Irritación de los ojos | TA03, TA08 |
| | SL03 | | Ingestión | |
| | SL04 | | Pérdida de audición | TA01, TA02, TA05, TA07, TA08 |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

Los resultados obtenidos a partir de la valoración de la importancia según Conesa para este proceso unitario son:

## CUADRO 4.43

## IMPORTANCIA TA

| CÓDIGO | | IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO | I | CALIFICACIÓN |
|---|---|---|---|---|
| DT | | | | |
| | DT03 | Contaminación Visual | -45 | Moderado |
| | DT04 | Contaminación Visual | -45 | Moderado |
| UA | | | | |
| | UA01 | Afectación al acuífero que alimenta al pozo de la CEMA | -64 | Severo |
| PQ | | | | |
| | PQ01 | Afectación a la Salud Humana | -50 | Severo |
| | PQ02 | Afectación a la Salud Humana | -50 | Severo |
| | PQ03 | Afectación a la Salud Humana | -22 | Irrelevante |
| | PQ04 | Afectación a la Salud Humana | -72 | Severo |
| FA | | | | |
| | FA01 | Afectación al acuífero que alimenta al pozo de la CEMA | -76 | Crítico |
| RI | | | | |
| | RI01 | Contaminación del Suelo | -31 | Moderado |
| | | Afectación a la Salud Humana | -50 | Severo |
| | RI02 | Contaminación del Suelo | -39 | Moderado |
| | | Afectación a la Salud Humana | -50 | Severo |
| OT | | | | |
| | OT01 | Contaminación Sonora | -81 | Crítico |
| | OT03 | Afectación a la Salud Humana | -21 | Irrelevante |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

## ALMACENAMIENTO PRODUCTOS TERMINADOS

## CUADRO 4.44

## ASPECTOS AMBIENTALES AP

| CÓDIGO | | ASPECTO GENERAL | ASPECTO ESPECÍFICO | CÓDIGO SUBPROCESO ASOCIADO |
|---|---|---|---|---|
| AL | | Almacenamiento en la CEMA | | |
| | AL05<br>AL06 | | Cinta de Embalaje<br>Esponjas | AP02 |
| OT | | Otros | | |
| | OT01 | | Ruido | AP01, AP02 |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

Los resultados obtenidos a partir de la valoración de la importancia según Conesa para este proceso unitario son:

**CUADRO 4.45**

**IMPORTANCIA AP**

| CÓDIGO | | IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO | I | CALIFICACIÓN |
|---|---|---|---|---|
| OT | | | | |
| | OT01 | Contaminación Sonora | -20 | Irrelevante |

FUENTE: Investigación de Campo, Abril – Noviembre 2006/ ISO 14041
ELABORACIÓN: Autores

## 4.4 INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

El objetivo de esta fase del ACV según la norma ISO 14043:2000 consiste en el análisis de los resultados, llegar a conclusiones, explicar las limitaciones existentes del análisis así como brindar recomendaciones en base a los hallazgos de las fases anteriores; esta interpretación debe ser realizada de forma transparente y debe ser coherente con los resultados, con el objetivo y el alcance definidos al inicio del estudio.

La interpretación del ACV consta de tres etapas, estas son:

- Identificación de los aspectos significativos con base en los resultados de las fases previas.
- Evaluación de sensibilidad y de consistencia.
- Observaciones de importancia del Análisis del Ciclo de Vida

### 4.4.1 IDENTIFICACIÓN DE LOS ASPECTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS.

Del Análisis del Inventario del Ciclo de Vida se obtuvieron los siguientes resultados relevantes por procesos:

Como se explicó en el ANEXO 4 la metodología utilizada tanto para la medición del ruido, procesamiento de los datos y correcciones fue la expuesta en el TULAS, Libro VI, Anexo 5. El equipo utilizado para la medición fue un Sonómetro marca Thomas Scientific modelo 1356 con número de serie 971107038. Los resultados que se obtuvieron son:

**CUADRO 4.46**

**RESULTADOS DEL RUIDO POR PROCESO**

| PROCESO UNITARIO | RUIDO | |
|---|---|---|
| | Estable (dB) | Fluctuante (dB) |
| **Preservado y secado** | 102,9 | - |
| **Transformación** | | |
| TA01-TA02-TA03-TA04-TA05-TA06 | 89,85 | 88,26 |
| TA07 | 84,69 | 83,17 |

FUENTE: Análisis del Inventario del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

Como se explicó en el ANEXO 2 los pasos que se siguieron para la determinación de los desechos fue:

- Pesaje segmentos
- Pesajes de los desechos de caña
- Pesaje de los desechos de viruta

Todo esto fue acompañado de datos proporcionados en base a la experiencia de personas ligadas a este tema, los resultados que se obtuvieron son:

**CUADRO 4.47**

**RESULTADOS DE LOS RESIDUOS POR PROCESO**

| PROCESO UNITARIO | RESIDUOS | |
|---|---|---|
| | Caña (Kg) | Viruta (Kg) |
| **Preservado y secado** | 7,89 | 1,45 |
| **Transformación** | | |
| TA01-TA02-TA03-TA04-TA05-TA06 | 67,752 | 101,628 |
| TA07 | 13,467 | |

FUENTE: Análisis del Inventario del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

Como se explicó en el ANEXO 2 los pasos que se siguieron para la determinación del consumo de agua fue tomado con base en los estudios[26] realizados en Colombia, los cuales determinan las proporciones para preparar la solución, los resultados son:

**CUADRO 4.48**

**RESULTADOS DEL CONSUMO DE AGUA Y CONCENTRACIÓN DEL BORO POR PROCESO**

| PROCESO UNITARIO | Consumo de Agua (lt) | Boráx (Kg) | Acido Bórico (Kg) | Concentración de Boro (mg/lt) |
|---|---|---|---|---|
| Preservado y Secado | 98 | 1 | 1 | 315,73 |
| Transformación | 98 | 1 | 1 | 315,73 |

FUENTE: Análisis del Inventario del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

En el cuadro 4.48 también se encuentra expuesta la concentración de boro al final de proceso unitario, el análisis para obtener este resultado fue realizado por la Comisión Ecuatoriana de Energía Atómica.

Para poder identificar y jerarquizar de mejor forma los resultados obtenidos, es necesario estructurarlos de manera que todas las personas que tengan acceso a esta información, especialmente aquellas relacionadas directamente con la CEMA, identifiquen los problemas existentes en la misma y se pueda así desarrollar un esquema de trabajo para mejorar los procesos y disminuir los impactos al ambiente.

Es por esto que siguiendo la línea de trabajo en el cuadro 4.49 y 4.50 se exponen los impactos ambientales asociados a cada proceso del ciclo de vida junto con su importancia (expuesta en el Anexo 3) y en porcentajes.

[26] Inmunización de la Guadua. Contreras Jaime, Díaz Gustavo. Universidad Nacional de Colombia. Sin año

**CUADRO 4.49**

**IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO A CADA PROCESO UNITARIO**

| IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO | TRANSPORTE | ACOPIO DE MATERIAL | PRESERVADO Y SECADO | TRANSFORMACIÓN | ALMACENAMIENTO PRODUCTOS TERMINADOS |
|---|---|---|---|---|---|
| Contaminación Sonora | Moderado | Moderado | Severo | Crítico | Irrelevante |
| Contaminación Visual | Irrelevante | Irrelevante | Moderado | Moderado | Irrelevante |
| Afectación al acuifero que alimenta al pozo de la CEMA | Irrelevante | Irrelevante | Crítico | Crítico | Irrelevante |
| Afectación a la Salud Humana | Moderado | Irrelevante | Severo | Severo | Irrelevante |
| Contaminación del Suelo | Irrelevante | Irrelevante | Moderado | Moderado | Irrelevante |
| Contaminación del Aire | Moderado | Irrelevante | Irrelevante | Irrelevante | Irrelevante |

FUENTE: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

**CUADRO 4.50**

**IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO A CADA PROCESO UNITARIO EN PORCENTAJES**

| IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO | TRANSPORTE | ACOPIO DE MATERIAL | PRESERVADO Y SECADO | TRANSFORMACIÓN | ALMACENAMIENTO PRODUCTOS TERMINADOS |
|---|---|---|---|---|---|
| Contaminación Sonora | 12,7 | 12,7 | 30,3 | 35,6 | 8,7 |
| Contaminación Visual | 16,38 | 18,1 | 26,73 | 38,79 | 0 |
| Afectación al acuifero que alimenta al pozo de la CEMA | 0 | 0 | 44,88 | 55,12 | 0 |
| Afectación a la Salud Humana | 31,75 | 0 | 39,68 | 28,57 | 0 |
| Contaminación del Suelo | 0 | 0 | 50 | 50 | 0 |
| Contaminación del Aire | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 |

FUENTE: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

En base al estudio realizado se puede afirmar que las fases del ciclo de vida en las que debe existir un mayor control de los procesos son aquellas cuyos impactos ambientales son más significativos, esto se observa en el cuadro 4.51.

**CUADRO 4.51**

**NIVELES DE CONTROL DEL IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO DE CADA PROCESO UNITARIO**

| COLOR | CALIFICACIÓN | NIVEL DE CONTROL |
|---|---|---|
| | A | Mayor control |
| | A/B | Mediano control |
| | B | Bajo control |
| | C | Mínimo control |

| IMPACTO AMBIENTAL ASOCIADO | TRANSPORTE | ACOPIO DE MATERIAL | PRESERVADO Y SECADO | TRANSFORMACIÓN | ALMACENAMIENTO PRODUCTOS TERMINADOS |
|---|---|---|---|---|---|
| Contaminación Sonora | B | B | A/B | A | C |
| Contaminación Visual | C | C | B | B | C |
| Afectación al acuifero que alimenta al pozo de la CEMA | C | C | A | A | C |
| Afectación a la Salud Humana | B | C | A/B | A/B | C |
| Contaminación del Suelo | C | C | B | B | C |
| Contaminación del Aire | B | C | C | C | C |

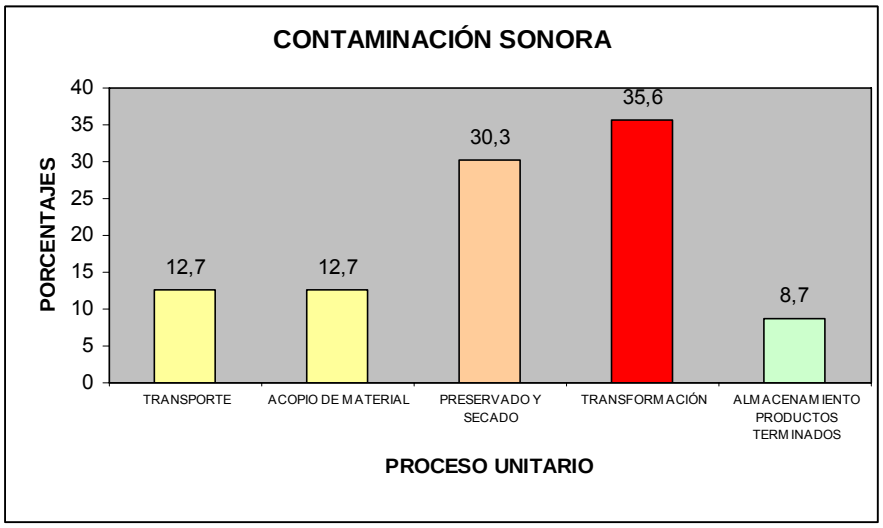
FUENTE: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

Desde la figura 4.7 hasta la figura 4.12 se observa el nivel de significación de cada uno de los aspectos ambientales asociados a cada proceso unitario, éste nivel de significación está expresado en porcentajes calculados a partir de la Importancia que cada uno de ellos obtuvo en la fase anterior (Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida).

Los colores que se observan en las figuras están referidos a la misma simbología que se utilizó en la determinación de la Importancia de cada uno de los aspectos ambientales asociados a cada fase del ciclo de vida, siendo el rojo el nivel más crítico y el verde el nivel irrelevante.

**FIGURA 4.7**

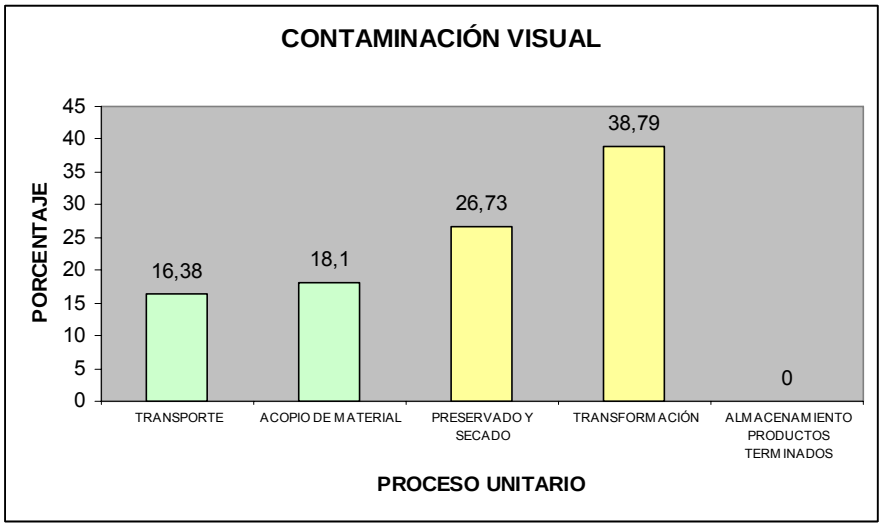
## CONTAMINACIÓN SONORA




FUENTE: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

## FIGURA 4.8

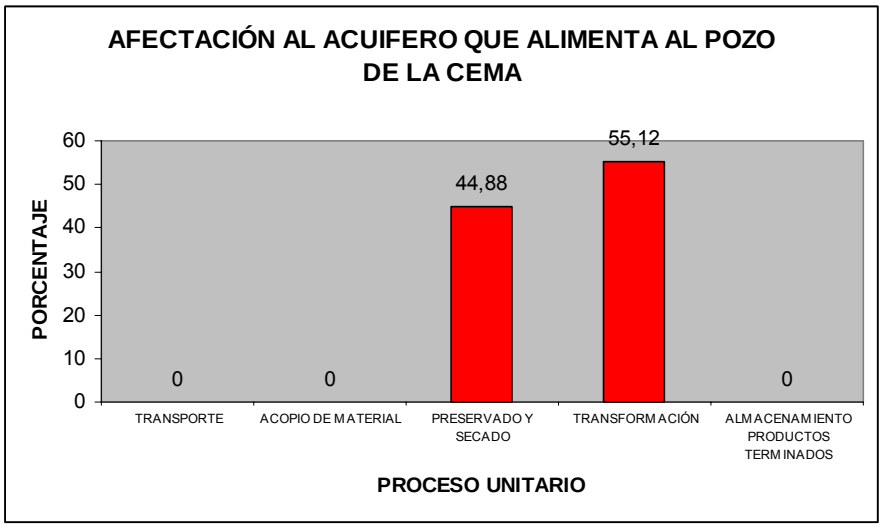
## CONTAMINACIÓN VISUAL




FUENTE: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

## FIGURA 4.9

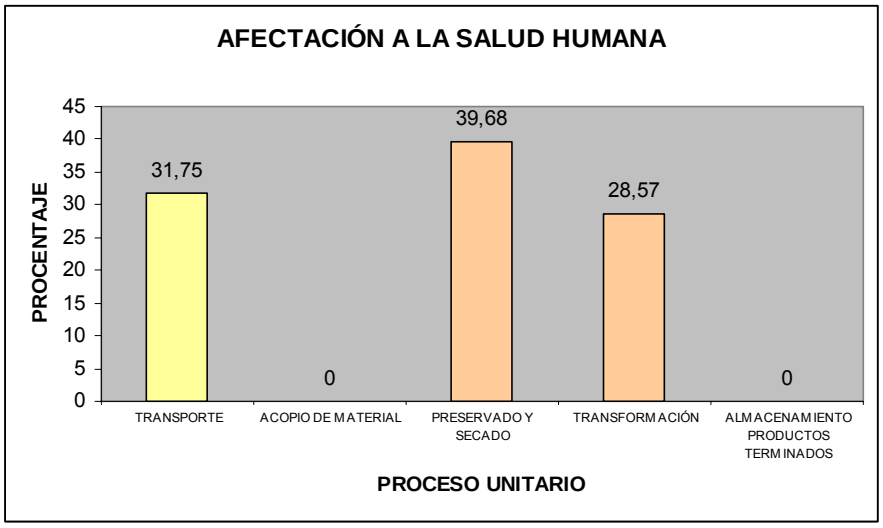
## AFECTACIÓN AL ACUÍFERO QUE ALIMENTA AL POZO DE LA CEMA




FUENTE: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

**FIGURA 4.10**

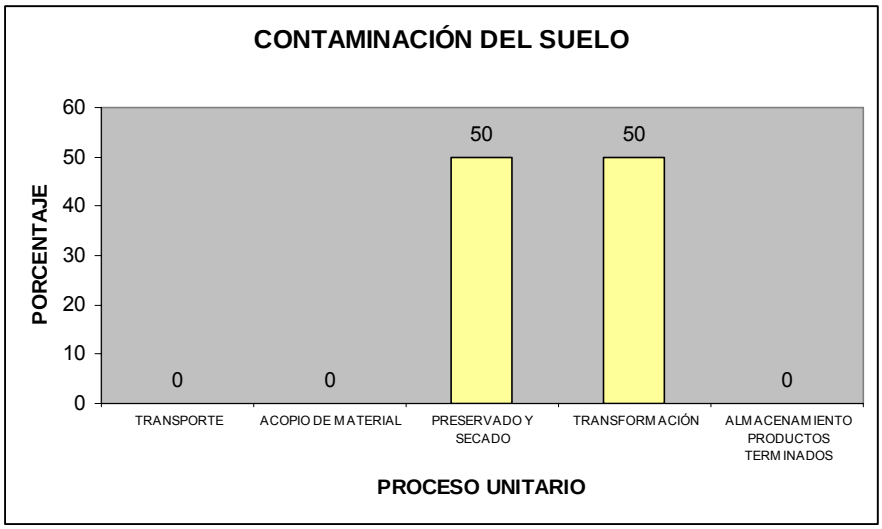
## AFECTACIÓN A LA SALUD HUMANA




FUENTE: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

**FIGURA 4.11**

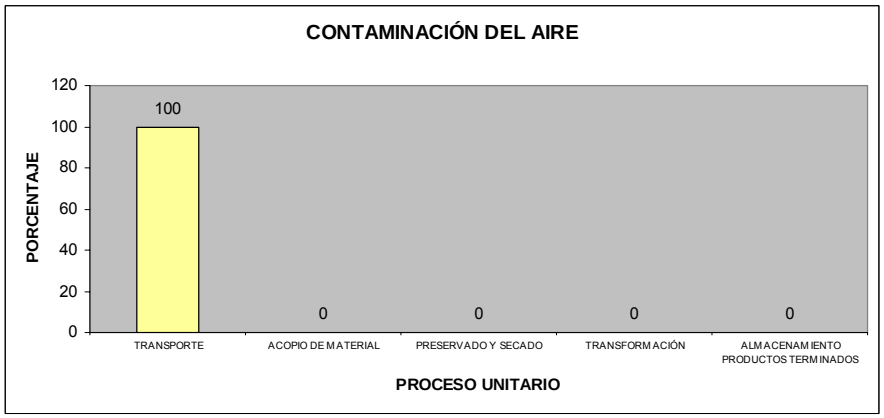
## CONTAMINACIÓN DEL SUELO




FUENTE: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

**FIGURA 4.12**

## CONTAMINACIÓN DEL AIRE




FUENTE: Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida
ELABORACIÓN: Autores

### 4.4.2 EVALUACIÓN DE SENSIBILIDAD Y CONSISTENCIA.

Como lo explica la norma ISO 14043 la evaluación de sensibilidad y consistencia de los datos tiene como objetivo afirmar la calidad de los datos obtenidos a lo largo del Análisis del Ciclo de Vida así como la metodología utilizada y la

consistencia entre los resultados, los objetivos y alcance planteados al inicio del estudio.

Este tipo de análisis se lo realiza con la ayuda de herramientas estadísticas y por lo general comparando dos o más métodos distintos que se hayan utilizado para recopilar información en el proceso estudiado.

Para este Análisis del Ciclo de Vida del bambú no se puede realizar este análisis debido a que se utilizó solamente una metodología para llegar a los resultados presentados, los mismos que pueden ser utilizados como base de comparación de estudios futuros ya que se encuentra explicado detalladamente la metodología y los instrumentos de medición utilizados en este estudio.

### 4.4.3 OBSERVACIONES DE IMPORTANCIA DEL ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA

- ✓ Si bien el PU Transporte no genera aspectos ambientales significativos se debe tomar en cuenta en la planificación del Sub-Sistema de Gestión Ambiental debido a que tiene que ser cumplir con ciertas condiciones que se detallarán en Capítulo 6.

- ✓ Los aspectos ambientales significativos identificados que presentan mayor afectación al medio ambiente así como a la salud humana en este ACV son:
  - Ruido, en los Procesos Unitarios TA y PS
  - Uso Ácido Bórico y Bórax en los Procesos Unitarios PS y TA
  - Generación de Residuos en todo el Sistema Producto

- ✓ Los impactos ambientales asociados identificados que tienen una mayor importancia en este ACV son:
  - Contaminación sonora, en los Procesos Unitarios TA y PS.

- Afectación al acuífero que alimenta al pozo de la CEMA, en los Procesos Unitarios PS y TA.
- Afectación a la salud humana a lo largo de todo el Sistema Producto principalmente en PS y TA.

✓ Uno de los principales productos del ACV como tal es el balance de masa y energía; para este estudio no se lo pudo realizar debido principalmente a que los datos del PU TRANSFORMACIÓN no corresponden a los resultados de pruebas realizadas. Como se explicó anteriormente estos datos fueron recolectados a partir de la experiencia de organizaciones dedicadas al manejo de esta gramínea y de la práctica de los artesanos de la zona.