



**Universidad de San Carlos de Guatemala**  
**Facultad de Ingeniería**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

**DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA REUBICACIÓN  
DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA  
EMPRESA MAQUILADORA DE CARTÓN,  
TARIMAS Y EMPAQUES, S.A. (TAEMSA)**

**Oscar Aroldo Urbina Sierra**  
**Asesorado por: Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León**

**Guatemala, agosto de 2007**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA REUBICACIÓN DE LA  
PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA  
MAQUILADORA DE CARTÓN,  
TARIMAS Y EMPAQUES, S.A. (TAEMSA)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**OSCAR AROLD O URBINA SIERRA**

ASESORADO POR: INGA. SIGRID ALITZA CALDERÓN DE DE LEÓN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2007

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Sigrid Alitza Calderón de De León
EXAMINADORA	Inga. Norma Ileana Sarmientos de Serrano
EXAMINADOR	Ing. Roberto Valle Gonzales
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DISEÑO Y PROPUESTA PARA LA REUBICACIÓN DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA MAQUILADORA DE CARTÓN, TARIMAS Y EMPAQUES, S.A. (TAEMSA),**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial, el 6 de agosto de 2004.

Oscar Aroldo Urbina Sierra

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Materia infinita que me acompaña en todo momento, que me permite alcanzar mis metas y que le agradezco por la vida y el amor con el que me llena.
- Mis padres** Porque este triunfo es gracias al esfuerzo de ellos, por su apoyo incondicional, por su amor y cuidados; siendo mi mayor anhelo llegar a ser como ellos, trabajadores y buenas personas.
- Mis hermanas** Letty, Heysel, Ilce, Carol, por haber estado conmigo en los buenos y malos momentos.
- Mis sobrinos** Marlon, Stephanie, Daphne, Katty, Julissa, Andrea, Anette, Emily, por ser ellos la alegría de mi vida.
- Mis abuelos** Alfredo (D.E.P.), Tarcila, Arturo, Piedad (D.E.P.), por sus sabios consejos, y que con su amor y cariño permanecen siempre dentro de mi corazón.
- Los ingenieros** Daniel Ramírez, Hugo Martínez, David Fernández, Salim Romero, por su apoyo en el transcurso de mi carrera.
- Mis amigos** William, Laura, Luis Pedro, Sherly, Gilda, María, Francisco, Nicté, Javier, Anselmo, Mélany, Rafael, Douglas, por todos los buenos momentos

compartidos, en especial a Erick Fernando, por su apoyo y consejos brindados durante el fin de mi carrera.

**Mi asesora**

Inga. Sigrid Calderón, por su apoyo en todo momento.

**Las empresas**

Olmecca, S.A., Tarimas y Empaques, S.A., por su apoyo durante mi carrera.

## ÍNDICE GENERAL

<b>ÍNDICE DE ILUSTRACIONES</b>	VII
<b>GLOSARIO</b>	XI
<b>RESUMEN</b>	XV
<b>OBJETIVOS</b>	XVII
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XIX
<b>1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b>	
1.1 Antecedentes	1
1.2 .Visión	3
1.3 Misión	3
1.4 Metas	3
1.5 Estructura organizacional	4
1.6 Productos	5
1.6.1. Cajas de cartón	5
1.6.2. Tarimas de madera	9
1.6.3. Servicios de empaque	11
1.7 Ubicación	13
<b>2. BASE TEÓRICA</b>	
2.1. Localización industrial	15
2.1.1. Factores según región	15
2.2. Edificios industriales	18
2.2.1. Clases de edificios	19
2.2.2. Tipos de edificios	20
2.2.3. Tipos de techos	21
2.2.4. Ventilación	22
2.2.5. Pisos industriales	23

2.2.6. Pintura Industrial	23
2.2.7. Iluminación industrial	24
2.2.8. Ruidos	25
2.3. Desechos sólidos	26
2.4. Desechos líquidos	27
2.5. Seguridad e Higiene Industrial	28
2.5.1. Equipo de protección personal	28
2.5.2. Equipo de protección contra incendios	29
<b>3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL TAEMSA</b>	
3.1. Condición Actual	31
3.1.1. Análisis FODA	31
3.2. Mano de Obra	33
3.2.1. Mano de Obra Directa	33
3.2.2. Mano de Obra Indirecta	34
3.3. Materia Prima	35
3.4. Tipo de edificio	37
3.4.1. Planta de corte de madera	37
3.4.2. Bodega auxiliar	39
3.4.3. Bodega principal	40
3.4.4. Personal laborando externamente	41
3.5. Maquinaria	42
3.5.1. Corte de madera	42
3.5.2. Cartón	43
3.5.3. Embalaje	44
3.6. Procesos de producción	45
3.6.1. Diagramas de operación y de flujo	45
3.6.1.1. Empaques	45
3.6.1.2. Troquelado	50
3.6.1.3. Corte de lámina	54
3.6.1.4. Serigrafía	58
3.6.1.5. Corte de madera	62



3.6.1.6. Embalaje	66
3.7. Condiciones Ambientales	69
3.7.1. Ruido	69
3.7.2. Iluminación	73
3.7.3. Ventilación	78
3.7.4. Piso	79
3.7.5. Pintura	79
3.8. Manejo de desechos	80
3.8.1. Desechos sólidos	80
3.8.2. Desechos líquidos	82

#### **4. DISEÑO Y PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA**

4.1. Localización	83
4.1.1. Localización por región	83
4.2. Bodega procesamiento de madera	87
4.2.1. Tipo de construcción	88
4.2.2. Tipo de edificio	88
4.2.2.1. Techo	89
4.2.2.2. Piso	93
4.2.3. Condiciones Ambientales	93
4.2.3.1. Ruido	94
4.2.3.2. Iluminación	94
4.2.3.2.1. Natural	94
4.2.3.2.2. Artificial	95
4.2.3.3. Ventilación	96
4.2.3.3.1. Natural	96
4.2.3.3.2. Artificial	97
4.2.3.4. Pintura	97
4.2.4. Costos	98
4.3. Bodega procesamiento de cartón	98
4.3.1. Tipo de construcción	100
4.3.2. Tipo de edificio	100

4.3.2.1. Techo	101
4.3.2.2. Piso	105
4.3.3. Condiciones ambientales	106
4.3.3.1. Ruido	106
4.3.3.2. Iluminación	107
4.3.3.2.1. Natural	107
4.3.3.2.2. Artificial	108
4.3.3.3. Ventilación	109
4.3.3.3.1. Natural	109
4.3.3.3.2. Artificial	110
4.3.3.4. Pintura	110
4.3.4. Costos	110
4.4. Procesos de producción	111
4.4.1. Diagramas de flujo	112
4.4.1.1. Empaque	112
4.4.1.2. Troquelado	114
4.4.1.3. Corte de lámina	116
4.4.1.4. Serigrafía	118
4.4.1.5. Corte de madera	120
4.4.1.6. Embalaje	122
4.4.2. Diagramas de recorrido	124
4.4.2.1. Empaque	124
4.4.2.2. Troquelado	125
4.4.2.3. Corte de lámina	126
4.4.2.4. Serigrafía	127
4.4.2.5. Corte de madera	128
4.4.2.6. Embalaje	128
4.5. Seguridad e Higiene	129
4.5.1. Equipo de protección personal	130
4.5.1.1. Equipo de protección visual	130
4.5.1.2. Equipo de protección respiratoria	131

4.5.1.3. Equipo de protección auditiva	132
4.5.1.4. Equipo de protección capilar	133
4.5.1.5. Equipo de protección lumbar	134
4.5.1.6. Equipo de protección del tacto	135
4.5.2. Equipo de seguridad de plantas	136
4.5.2.1. Equipo de protección contra incendios	137
4.5.2.1.1. Colores	140
4.5.2.1.2. Señalización	141
4.5.2.1.3. Resguardos de maquinaria	142
4.5.3. Plan de contingencia	144
4.5.4. Costos	146
<b>5. PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS</b>	
5.1. Manejo de desechos sólidos	149
5.1.1. Requisitos para el manejo de desechos sólidos	151
5.1.1.1. Basúra común	151
5.1.1.2. Aserrín	154
5.1.1.3. Cartón	159
5.2. Manejo de desechos líquidos	164
5.2.1. Requisitos para el manejo de desechos líquidos	168
5.2.1.1. Tratamiento de aguas negras	169
<b>CONCLUSIONES</b>	183
<b>RECOMENDACIONES</b>	185
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	187



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1. Estructura organizacional de TAEMSA	4
2. Caja de pizza	5
3. Caja de pasteles	6
4. Redondeles para pastel	6
5. Caja master	7
6. Caja de calzado	7
7. Divisiones internas	8
8. Tarimas de madera	10
9. Ubicación de TAEMSA	12
10. Formación del cartón	33
11. Planta de procesamiento de madera	36
12. Planta auxiliar	37
13. Bodega principal	39
14. Sierra circular	40
15. Cortadora de cartón	41
16. Embaladora de cartón	42
17. Pegado de cajas de cartón	44
18. Diagrama de operaciones de empaques	46
19. Diagrama de flujo de empaques	47
20. Troquelado de cartón	49
21. Diagrama de operaciones de troquelado	50
22. Diagrama de flujo de troquelado	51
23. Corte de lámina	53
24. Diagrama de operaciones de corte de lámina	54
25. Diagrama de flujo de corte de lámina	55
26. Proceso de serigrafía	57
27. Diagrama de operaciones de serigrafía	58

28. Diagrama de flujo de serigrafía	59
29. Diagrama de operaciones de corte de madera	62
30. Diagrama de flujo de corte de madera	63
31. Diagrama de operaciones de embalaje	65
32. Diagrama de flujo de embalaje	66
33. Esquema de iluminación de aserradero	72
34. Esquema de iluminación de planta principal	73
35. Esquema de iluminación de planta auxiliar	74
36. Esquema de iluminación área de personal externo	75
37. Esquema de ventilación de las plantas	76
38. Área para construcción de bodega de madera	86
39. Estructura y columnas de bodega de madera	87
40. Cálculo de láminas para techo de aserradero	88
41. Techo de dos aguas de bodega de madera	91
42. Lámparas propuestas de bodega de madera	94
43. Circulación de flujo de aire de bodega de madera	95
44. Área destinada para bodega de cartón	97
45. Estructura y columnas de bodega de cartón	99
46. Cálculo de láminas para techo de bodega de cartón	100
47. Tipo de techo propuesto para bodega de cartón	103
48. Tipo de piso propuesto para bodega de cartón	104
49. Lámparas propuestas para bodega de cartón	106
50. Esquema de ventanas de ventilación natural de bodega de cartón	107
51. Diagrama de flujo mejorado de empaques	111
52. Diagrama de flujo mejorado troquelado	113
53. Diagrama de flujo mejorado de corte de lámina	115
54. Diagrama de flujo mejorado de serigrafía	117
55. Diagrama de flujo mejorado de corte de madera	119
56. Diagrama de flujo mejorado de embalaje	121
57. Diagrama de recorrido de empaques	123
58. Diagrama de recorrido de troquelado	123
59. Diagrama de recorrido de corte de lámina	124

60. Diagrama de recorrido de serigrafía	125
61. Diagrama de recorrido de corte de madera	126
62. Diagrama de recorrido de embalaje	127
63. Equipo de protección visual	129
64. Equipo de protección respiratoria	130
65. Equipo de protección auditiva	131
66. Equipo de protección capilar	132
67. Equipo de protección lumbar	133
68. Equipo de protección del tacto	134
69. Clasificación de tipos de tratamiento	168
70. Pre-tratamiento por medio de canal de rejillas	169
71. Pre-tratamiento por medio de trampas de grasa	170
72. Reactor anaerobio de flujo ascendente	174
73. Filtro percolador de alto volumen	176

## **TABLAS**

I. Mano de obra directa de TAEMSA	31
II. Mano de obra indirecta de TAEMSA	32
III. Promedio de ruido en aserradero	68
IV. Promedio de ruido en planta principal	69
V. Promedio de ruido en planta auxiliar	70
VI. Promedio de ruido con personal externo	71
VII. Resumen financiero de las localidades potenciales	82
VIII. Comparación de criterios de cada región	84
IX. Características de lámparas propuestas bodega de madera	93
X. Costos de construcción de aserradero	96
XI. Características lámparas propuestas de bodega de cartón	106
XII. Costos de construcción de bodega principal	109

XIII. Diferentes tipos de fuegos	137
XIV. Señalización por medio de colores	138
XV. Señalización	139
XVI. Costos de equipo de seguridad e higiene	145
XVII. Precios de venta de productos	154
XVIII. Organizaciones relacionadas con manejo de aserrín	157
XIX. Organizaciones relacionadas con manejo de cartón	162



## GLOSARIO

<b>AGROPACK:</b>	Líquido que se utiliza para algunas cajas de cartón, y que tiene la propiedad de no permitir que el producto que se encuentra dentro de la caja se humedezca.
<b>APILAR:</b>	Colocar una lámina sobre otra hasta formar una columna.
<b>BANGUAT:</b>	Banco de Guatemala.
<b>BPT:</b>	Bodega de producto terminado.
<b>BULTO:</b>	Cantidad de cajas específicas.
<b>CALIDAD:</b>	Conjunto de características del producto que satisfacen las necesidades del cliente.
<b>CGP+L:</b>	Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.
<b>CONTAMINACIÓN:</b>	Presencia de partículas, sustancias extrañas o microbios, en un componente o producto.
<b>DB:</b>	Decibeles
<b>EMBALAJE:</b>	Proceso de comprimir material hasta llegar a formar una paca de peso determinado.

<b>EXTINGUIDOR:</b>	Instrumento utilizado para apagar el fuego y dependiendo del tipo de incendio, así es su aplicación.
<b>FLAUTA C:</b>	32 ondulaciones por pie.
<b>FODA:</b>	Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas.
<b>IMEDSA:</b>	Industria Maquiladora de Empaques y Derivados S.A.
<b>INAB:</b>	Instituto Nacional de Bosques.
<b>LINER EXTERNO:</b>	Lámina de cartón que se coloca sobre la flauta.
<b>LINER INTERNO:</b>	Papel sobre el cual se pega la flauta o médium.
<b>LUX:</b>	Intensidad con la cual incide la luz sobre la superficie localizada a un pie de la fuente de luz.
<b>MICROCORRUGADO:</b>	90 ondulaciones por pie.
<b>M.O.:</b>	Mano de obra
<b>ORGANDÍ:</b>	Tela especial que se utiliza para serigrafía manual.
<b>PROARCA:</b>	Programa Ambiental Regional para Centro América.

<b>PROCESO:</b>	Secuencia de pasos a seguir que tiene por objetivo la producción de un bien o servicio.
<b>SIGMA:</b>	Sistema de Gestión para el Medio Ambiente.
<b>SUAJES:</b>	Perforaciones de cartón que se encuentran sobre la caja.
<b><i>WHITE TOP:</i></b>	Papel blanco que se coloca sobre el cartón corrugado.



## RESUMEN

El trabajo de investigación se realizó en la empresa Tarimas y Empaques, S.A. (TAEMSA), la misma se dedica a la elaboración de empaques de cartón y tarimas de madera, para los cuales entre su materia prima cuenta con cartón corrugado y madera de pino.

La empresa cuenta actualmente con varias plantas para la producción, las cuales se encuentran de forma dispersa, ya que cuenta con dos plantas en la ciudad capital, en las cuales se elaboran todos los productos elaborados a base de cartón, y otra bodega en Chimaltenango, que es la que se utiliza para los procesos a base de madera, sin embargo cuenta con dos terrenos de mayor capacidad a elegir para la unificación de todas las plantas.

Cuenta también con personal externo, los cuales se dedican a finalizar trabajos de otras empresas, mayormente cajas de cartón, este personal se traslada en situaciones donde las empresas no cuentan con personal suficiente para dar sus productos como producto terminado y así de una forma reducir costos en su personal.

La unificación de la empresa en un sólo lugar es de vital importancia, ya que ello resolverá muchos problemas en el manejo de los productos y lograr así una mayor inspección en los procesos de producción, ya que actualmente se tienen muchos gastos para el manejo de los mismos y el control sobre los procesos es muy vago, ya que todo depende de los comentarios de las personas encargadas de cada área, y el gerente, por su condición de ser la única persona encargada, tiene que estar movilizándose hacia las diferentes plantas de trabajo.

Los procesos de producción actuales cuentan con una productividad aceptable, sin embargo, en el proceso tienen problemas con algunos cuellos de botella que hacen que el proceso se vuelva más lento, y por ende, su eficiencia baje considerablemente.

En cuestión de seguridad e higiene industrial, la empresa no cuenta con personal dedicado exclusivamente a esta área, ya que los mismos operarios son los encargados de vigilar por la misma, y en determinadas ocasiones cometen faltas graves que podrían poner en riesgo la salud de los mismos trabajadores.

Para el presente trabajo se elaboraron inspecciones dentro de cada una de las plantas, para poder así determinar las condiciones actuales de la misma, y así determinar cuáles son las mejoras que se tendrán que realizar para lograr una mayor optimización dentro de los procesos productivos, y también en cuestión de seguridad e higiene industrial.

Se toma en cuenta también las dos opciones que se tienen para la unificación de la empresa, y se tomaron varios aspectos que en base a estudios se tomó la mejor opción para unificar y mejorar todos los aspectos relacionados con los procesos productivos y seguridad e higiene industrial.

## OBJETIVOS

### General:

Diseñar una planta de producción unificada y a la vez con las condiciones de seguridad e higiene adecuadas en la cual permita el desenvolvimiento de los trabajadores de una manera eficaz y con ello crear una producción altamente eficiente, así como el control de los desechos sólidos y líquidos para la conservación del medio ambiente.

### Específicos:

1. Establecer la ubicación óptima para la nueva planta de producción.
2. Determinar las condiciones ambientales con la cual deberá contar la nueva planta de producción para el mejor desempeño de los procesos de producción.
3. Diseñar un tipo de planta adecuada a los procesos que allí se realicen.
4. Observar las condiciones en que se encuentra la maquinaria con que se cuenta en la actualidad.
5. Determinar por medio de un estudio realizado, cuál será el manejo de los desechos sólidos, y los desechos líquidos, con los cuales contará la nueva planta para afectar en la menor medida posible al medio ambiente.
6. Establecer las condiciones de seguridad e higiene que se deberán tomar en cuenta para los diferentes procesos que se realicen así como las condiciones de seguridad con que contará la planta.
7. Elaborar un estudio de la situación actual en que se encuentra la empresa, con lo cual se pretende dar una visión más clara de las mejoras que se tendrán que implementar en la nueva planta de producción.





## INTRODUCCIÓN

Tarimas y Empaques, S.A. (TAEMSA), cuenta actualmente con varias plantas de producción para la elaboración de sus productos, y todas las plantas están en forma de arrendamiento, esto ha llevado a que no se tenga un control permanente en la elaboración de los mismos, ya que el gerente general se tiene que movilizar de una planta a otra, observando el proceso de cada una, y verificando así de esta manera la productividad por separado.

El propósito de este trabajo es identificar y crear propuestas de solución que contribuyan a mejorar los diversos aspectos de ubicación y producción en la empresa TAEMSA. La empresa se dedica principalmente a la elaboración de cajas de cartón y elaboración, reparación y renta de tarimas de madera. Sin embargo, no se ha logrado identificar qué opción en cuestión de terreno es la más factible, y por lo tanto, los aspectos con que debe contar en forma de estructura y seguridad e higiene, para la puesta en marcha de las operaciones en una planta ya unificada.

El capítulo uno, contiene las generalidades de la empresa Tarimas y Empaques, S.A., en donde se describen los antecedentes históricos, misión, visión, metas. Así como también la estructura organizacional, los productos que se elaboran en la empresa y su ubicación.

En el capítulo dos, se encuentra la base teórica que describe los factores de localización industrial, los tipos de edificios industriales y los aspectos de seguridad e higiene que toda planta industrial debe tener para la puesta en marcha de sus operaciones, también se encuentran los aspectos del manejo de desechos sólidos y líquidos.

En el capítulo tres, se relata el análisis y descripción de la condición actual de la empresa, la división de la mano de obra, su materia prima, los

diferentes tipos de plantas con que cuenta actualmente y la maquinaria que se utiliza para cada uno de los procesos. También cuenta con la descripción de los procesos de producción actual, las condiciones ambientales, y el manejo actual de los desechos sólidos y líquidos.

El capítulo cuatro, cuenta con la propuesta de la mejor ubicación para la unificación de la planta , y los tipos de edificios que se proponen para que la misma sea una planta unificada y con los aspectos de construcción óptima para cada uno de los procesos de producción, así como también las condiciones ambientales adecuadas para las operaciones ya mencionadas. También se presentan los procesos de producción mejorados para que los mismos tengan una mayor productividad y eficiencia. Se presenta el equipo de seguridad e higiene industrial con que debe contar la nueva planta de producción y así también contar con el equipo necesario para los operarios que allí laboran, que a su vez requiere un plan de contingencia para la evacuación del personal por cualquier caso de desastre que pueda ocurrir.

En el capítulo cinco, se presenta la propuesta y los requisitos para el manejo de los diferentes tipos de desechos sólidos que tiene la empresa, y por ende la propuesta y requisitos para el manejo de desechos líquidos y los tratamientos en que pueda incurrir.

## **1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA**

### **1.1. Antecedentes**

La empresa Tarimas y Empaques, S.A. ( TAEMSA ), se inició en 1996 con el nombre de IMEDSA (Industria Maquiladora de Empaques y Derivados, S.A.), y fue creada por un grupo de ingenieros industriales en Sociedad Anónima, que vieron la necesidad de las principales industrias de empaques del país de poder maquilar todos los empaques que no fuera posible hacer los acabados intermedios o finales en sus máquinas (tales como pegar cajas, armarlas), siendo necesario hacerlos como mano de obra intensiva, lo cual era demasiado costoso para esas empresas, debido a que esos trabajos son cíclicos (no se presentan constantemente). La idea surgió de una visita a unas empresas similares en el Estado de León Guanajuato, México.

Así es como nació TAEMSA pensando en ese mismo tipo de servicio y para complementar sus actividades, se dedicó a fabricar tarimas de madera; ésta comenzó a laborar con capital de los servicios.

La empresa pasó por varias etapas, dependiendo inicialmente de un sólo cliente (Shell Company S.A.), quienes fueron los primeros que se les trabajó en la fabricación de tarimas para Lubricantes Shell, a los ocho meses después comenzó la fabricación de empaques; la primera empresa a la que se le trabajó fue a la Fabrica de Empaques de Cartón, y a mediados de 1997 comenzó a atender más clientes incrementando con esto su cartera, y al mismo tiempo alquilando una bodega más, para la elaboración del trabajo.

TAEMSA es una empresa cuyo objetivo es transformar manualmente empaques y materias primas de empaque en productos que sus clientes requieran. Al principio la empresa afrontó problemas de falta de capital de trabajo, debido a que daban crédito a largo plazo después de haber terminado el trabajo.

Las dificultades fueron mejorando cuando el cliente mayoritario empezó a pagar los trabajos contra entrega. Otra de las dificultades que se tuvo es que a principios del año 1997 la sociedad se desintegro, es en este año cuando adopta el nombre de TAEMSA, quedando a cargo un solo propietario, el cual a la fecha se hace cargo de todas las labores administrativas, el cual con el paso del tiempo ha trabajado arduamente para así lograr una mediana empresa en la cual se cuenta actualmente con 55 trabajadores en total.

Actualmente se tiene clientes de renombre nacional e internacional como lo son: Cajas y Empaques de Guatemala, a los cuales se les trabaja por medio de personal de empaque que se dedican a realizar básicamente el producto final de la empresa; también se trabaja a La Fragua, con esta empresa se labora realizando tarimas de madera así como también reparando dentro de sus instalaciones las tarimas que se encuentran en mal estado; a Xanadú, se realizan para la misma, cajas y particiones de cartón, entre muchas empresas más.

TAEMSA, actualmente cuenta con una planta para la producción de tarimas de madera, otra en la cual se elaboran todos los productos derivados del cartón y una tercera, la cual se utiliza como bodega de materia prima, todas ellas en forma de arrendamiento; debido a los altos costos del arrendamiento y tomando en cuenta también que se posee un terreno propio, se pretende

trasladar y unificar las plantas de producción en un solo lugar y lograr con esto un mejor control sobre la producción.

## **1.2. Visión**

Innovar los procesos de producción y con ello lograr una mayor diversidad de los productos con que se cuenta actualmente, la expansión del mercado actual, logrando con esto mantener la rentabilidad de la empresa y reconocimiento en el mercado nacional e internacional.

## **1.3. Misión**

Lograr la satisfacción del cliente, ofreciendo productos derivados del cartón y la madera con la mas alta calidad, atendiendo frecuentemente las necesidades de los clientes para la mejora de los productos.

## **1.4. Metas**

Las metas de la empresa TAEMSA son:

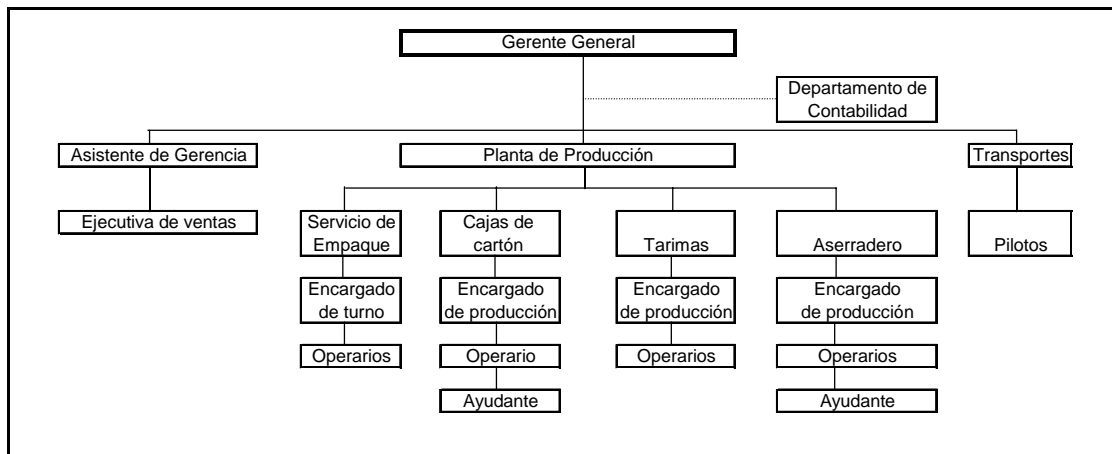
- ❖ Mejora de la calidad de los productos.
- ❖ Lograr un mercado mas amplio que el actual.
- ❖ Contar con una mayor diversidad de productos.
- ❖ Abarcar mas empresas en las cuales se requiera personal para el servicio de empaque.
- ❖ Tener un inventario mas extenso de los productos.

## 1.5. Estructura organizacional

En TAEMSA, se cuenta con una estructura organizacional de forma convencional, la cual esta encabezada por el Gerente General y debajo de él se encuentran las demás personas que laboran dentro de la empresa.

La comunicación entre el Gerente General y los Encargados de Producción es vital ya que de ello depende básicamente el orden de la elaboración de los productos, para luego indicarles a los operarios la forma en que se trabajarán los diferentes pedidos. La figura 1 muestra la estructura organizacional actual de TAEMSA.

**Figura 1. Estructura organizacional de TAEMSA**



## 1.6. Productos

La empresa TAEMSA, se dedica a la elaboración de diversos productos de cartón, los cuales tienen como materia prima el cartón corrugado, teniendo corrugado en flauta C y micro corrugado, entre los principales productos con que se cuenta tenemos: elaboración de cajas de cartón en flauta C y micro corrugado, tarimas de madera y servicios de empaques a otras empresas.

### 1.6.1. Cajas de cartón

Las cajas de cartón que se producen en la empresa constituyen uno de los mayores ingresos dentro de la misma, entre estas cajas de cartón también existen diferentes tipos, las cuales se elaboran dependiendo de los requerimientos de uso que el cliente solicite, también se cuenta con diferentes diseños en serigrafía manual, si el cliente así lo desea. Entre las cajas de cartón más comunes se encuentran:

- **Cajas de pizza:** estas cajas se elaboran de cartón corrugado en flauta C y en cartón micro corrugado; entre los diferentes tipos de diseños se cuenta con cajas octagonales y cuadradas, y también se tiene en color kraft y blanco. Debido a que existen diferentes tamaños de pizza se cuenta con una variedad de tamaños los cuales van desde 7 pulgadas hasta 19 pulgadas, dependiendo del uso final que el cliente le dará. La figura 2 muestra una variante de las cajas de pizza.

Figura 2. Caja de pizza



- **Cajas de pasteles:** la elaboración de estas cajas es mas frecuentemente de color blanco – kraft, abarcan diferentes tamaños que van desde 7 pulgadas hasta 19 pulgadas, son elaboradas de cartón micro corrugado, existen también charolas especiales como lo son: las charolas tres leches, charolas de galleta, charolas pequeñas y charolas grandes, de las cuales se puede elegir dependiendo el uso al cual van destinadas. En la figura 3 se puede observar una de las variedades de caja de pastel.

Figura 3. Caja de pasteles





- **Redondeles para pasteles:** se cuenta con varios tamaños de redondeles que van desde 5 pulgadas hasta 18 pulgadas, son elaborados de cartón micro-corrugado y flauta C, el color puede ser kraft y blanco kraft, a este tipo de producto se le hecha un líquido especial denominado agropack en la parte superior, el cual sirve para que la base del pastel no se pegue con el redondel y con este se facilite la manipulación del pastel. Se puede observar en la figura 4 un estilo de redondeles para pastel.

**Figura 4. Redondeles para pastel**



- **Cajas master:** el uso de estas cajas varia según la necesidad del cliente ya que estas se elaboran bajo pedido y su tamaño depende de las especificaciones que se indiquen, estas cajas también se pueden elaborar de cartón micro-corrugado y flauta C, se pueden solicitar de color kraft o blanco – kraft. En la figura 5 se puede observar una caja master de cartón.

**Figura 5. Caja master**



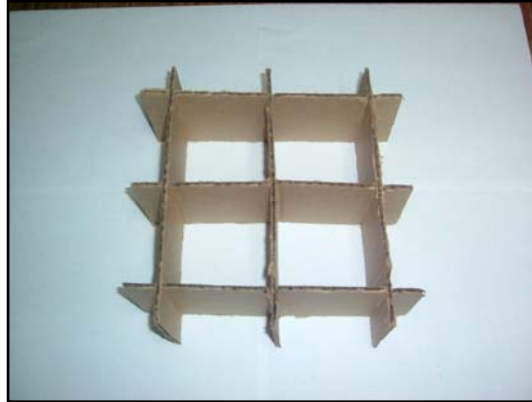
- **Cajas de calzado:** estas se elaboran de cartón micro-corrugado y el tamaño también depende del tipo de calzado al cual va destinada, se tienen diferentes estilos como lo son: cuerpo y tapa (2 piezas) y también se cuenta con la denominada tapa automática. Una de los modelos de caja de calzado se muestra a continuación en la figura 6.

**Figura 6. Caja de calzado**



- **Divisiones internas de cajas:** las divisiones son comúnmente usadas para materiales frágiles o productos mas delicados, en los cuales se necesita una separación para evitar el contacto del producto que va dentro de la caja, estas se elaboran de cartón corrugado flauta C, y su tamaño depende del tamaño de la caja en la cual serán insertadas, entre las divisiones mas comunes se tiene de 4, 6 y 8, el cual depende de la cantidad de material que ira dentro de la caja. La figura 7 muestra las divisiones internas que se utilizan en el interior de las cajas de cartón.

**Figura 7. Divisiones internas**



### **1.6.2. Tarimas de madera**

Las tarimas de madera es otro de los productos que se poseen dentro de la empresa, en la elaboración de las tarimas se tiene como materia prima principal la madera de pino , las tarimas se trabajan bajo pedido y con algunos detalles especiales si el cliente así lo requiere. Entre los diferentes tipos de tarimas de madera se tiene:

- **Nuevas:** la elaboración de las tarimas nuevas comienza con el corte del trozo de madera con que se cuenta, el mismo pasa por diferentes procesos de corte hasta que se tienen reglas del tamaño deseado para luego armar la tarima con el componente básico como lo son los clavos, estas tarimas tienen un largo de 75 cms, y un ancho de 75 cms, entre las dos clases que se producen tenemos: la tarima de reglas y la tarima de trozos, ambas se diferencian en la resistencia que cada una posee.

- **Usadas:** dentro de la misma empresa existen tarimas que son de uso interno, debido a que muchas empresas solo las utilizan por un cierto periodo de tiempo

(renta), regresan a la empresa en estado aceptable, es allí cuando otras empresas que requieren las tarimas para un uso mas prolongado, las adquieren ya usadas, no con esto afectando la calidad de las mismas, esto en cierta parte ayudara al cliente a economizar, ya que se venden a un precio mas bajo que el de una tarima nueva.

- **Modificadas:** muchas veces los clientes tienen tarimas de un ancho y un grosor estándar, pero en algunas ocasiones debido al producto para el cual se emplearán, es necesario modificarlas a un tamaño mas pequeño, es allí cuando el cliente puede llevar sus tarimas a la empresa y se le modifican de acuerdo al tamaño que se requiera.

- **Reparación:** existen tarimas de las cuales debido al uso que se les da, se van deteriorando a medida del tiempo, pero muchas veces, todavía conservan ciertas reglas que son de utilidad o que no se han dañado por completo, por eso mismo se cuenta con el servicio dentro de la empresa o servicio externo dedicado especialmente para este trabajo, en el cual se van uniendo reglas en buen estado armando una nueva y por lo tanto apartar todas las reglas que se encuentren deterioradas para no volverlas a utilizar en las tarimas.

- **Renta:** también se cuenta con el servicio de renta de tarimas, el cual es proporcionado a empresas que por alguna u otra razón no desean comprarlas en ese momento, en esta actividad se renta tanto tarimas nuevas como usadas (en perfecto estado), y la cantidad depende de lo que el cliente necesite para la elaboración de sus actividades dentro de la empresa. La figura 8 muestra modelos de tarimas.

**Figura 8. Tarimas de madera**



### **1.6.3. Servicios de empaque**

TAEMSA cuenta con un servicio externo de operarios, los cuales se dedican a diferentes actividades, estos servicios se ofrecen a empresas relacionadas con la industria del cartón, que por alguna razón no se pueden dedicar a terminar cierta parte del trabajo para que llegue a su fase final, es allí cuando el personal de la empresa hace parte del trabajo para que éste se pueda mandar directamente a la bodega de producto terminado de la empresa para la cual se trabaja, entre los diferentes servicios de empaque tenemos:

- **Troquelados:** este tipo de proceso se hace cuando las empresas debido a la alta demanda que posee no puede terminar el pedido en determinado tiempo, y por esta razón provee a TAEMSA del material y los troqueles para que se haga el tipo de caja dentro de la misma, en este proceso podemos encontrar diferentes tipos de cajas como los que describimos anteriormente, en algunas ocasiones TAEMSA proporciona del material para el producto, este tipo de trabajo se hace principalmente en la bodega central que se posee, por lo tanto se tiene que transportar el producto de una empresa a otra.

- **Cortes y pegues especiales:** este proceso se hace principalmente en las empresas que requieran de este servicio, entre una de las empresas a la cual se trabaja de esta forma es Cajas y Empaques de Guatemala, se cuenta con personal instalado dentro de la misma planta, este proceso comienza con el transporte del producto para el área delimitada para el personal de TAEMSA, allí los operarios se encargan de hacerles algún corte que no se le hizo al producto en la máquina o bien se pegan de diferente forma con adhesivo especial.

- **Modificación de cajas de cartón:** la realización de estas cajas consiste en que muchas veces el cliente cuenta con una caja demasiado grande para el producto al cual va destinado, el proceso consiste en modificar la caja según el tamaño que se requiera, todo esto con las medidas exactas que el cliente disponga, también muchas veces por algún error de imprenta no se tiene algún número deseado, en este caso se realiza el número y luego se pega o se imprime por medio de serigrafía manual, la caja se produce según las especificaciones que desea el cliente.

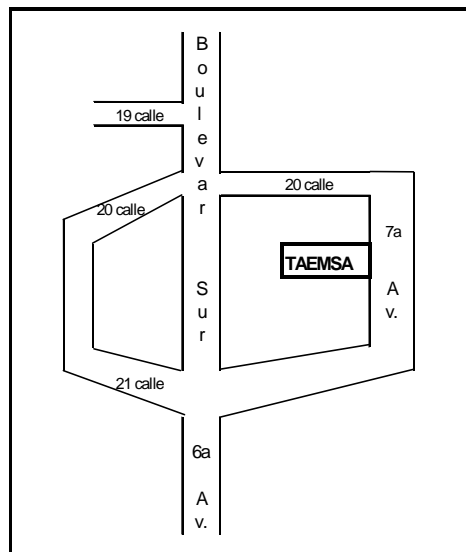
- **Cajas de cartón de segunda:** estas cajas se les llama de segunda por el hecho de que por alguna razón se hace algún pedido por arriba de la necesidad del cliente, por lo tanto se tiene un sobrante de cajas, estas cajas no están usadas y para no desperdiciarlas se le vende a otro cliente que requiera el diseño sobrante. De esta forma el cliente podrá tener acceso a una caja de menor precio con las medidas que requiera para el producto a empacar.

## 1.7. Ubicación

La ubicación de la planta de producción de cajas se encuentra en la 7ª Avenida 13-72 Zona 8 de Mixco, San Cristóbal I, allí se elabora todo lo relacionado con las cajas de cartón ( troquelado, serigrafía, etc), para clientes exclusivos de TAEMSA., a 600 mts de distancia se encuentra la bodega de producto terminado, la cual a su vez funciona como bodega de los transportes que se posee.

Los servicios de empaque se hacen en las empresas que lo requieran, contando para ello con personal que se moviliza directamente a la empresa donde se elabora el trabajo, y por último el aserradero se localiza en el kilómetro 56, El Tejar, Chimaltenango, es aquí donde se elabora todo lo relacionado con el corte y proceso de madera para la producción de tarimas. La figura 9 muestra la ubicación de la bodega principal de TAEMSA.

**Figura 9. Ubicación de TAEMSA**







## **2. BASE TEÓRICA**

### **2.1. Localización industrial**

El ubicar una planta nueva o trasladar una planta en operación, es una operación muy compleja hoy en día pues con frecuencia los problemas de saturación de espacio en la planta, falta de aprovisionamiento de servicios como agua, energía, combustible, etc, se dan debido a la falta de planificación inicial en las operaciones así como al crecimiento desmedido de la empresa, ambos casos son problemas para la administración de la empresa pues a los años de iniciar sus operaciones tienen problemas para producir satisfactoriamente sus productos y los satisfactores para ese momento son un costo inicial, al tener que pagar lo que sea cuando la empresa ya tiene algún prestigio en el mercado y tiene que tomar una decisión de compra por falta de capacidad para seguir produciendo.

Existe un método muy elemental pero seguro para garantizar el éxito al menos para un periodo planificado de operaciones de una planta industrial: MÉTODO DE ANÁLISIS DE FACTORES, este método consiste en analizar los diferentes factores para región, comunidad, terreno, que existen y darles un valor ponderado para evitar los riesgos innecesarios en el futuro.

#### **2.1.1. Factores según región**

Entre los factores mas importantes a tomar en cuenta para localizar la región tenemos:

**a) Materiales**

**b) Mercado**

Lógicamente donde existan construcciones y por ende en centros urbanos. Una buena formula de aplicación será aquella en la cual la región contara con la materia prima necesaria y el mercado de venta muy cercano.

**c) Medios de transporte**

Una región puede tener la materia prima en abundancia y el mercado de ventas mas cercano, pero si no existe en dicha región los medios necesarios para hacer funcionar toda la infraestructura necesaria de la planta, de nada serviría esta región, pues los medios de transporte es el sistema nervioso de la distribución y el aprovisionamiento de la planta industrial. Entre los medios de transporte mas importantes a tomar como factores de localización en nuestro país están: transporte aéreo, transporte terrestre y transporte acuático.

**d) Combustibles**

El tener el aprovisionamiento adecuado de los combustibles para operar la maquinaria de la planta, es también vital, pues aunque la región se encuentre alejada de la civilización, debe tener medios para hacer llegar los líquidos vitales, ya que los factores vistos anteriormente pueden satisfacer en un 100% las necesidades de la planta, pero sin acceso a tener los combustibles de nada servirá, los combustibles mas comunes en el país de uso industrial son: gasolina, diesel, bunker, kerosina, gas propano.

### **e) Energía eléctrica**

Para algunas plantas industriales este factor no será de mucha importancia, como aquellas que se dedican a la explotación petrolera, explotación minera, o aserraderos industriales, ya que dentro del diseño inicial de dichas plantas contarán probablemente con sus propias fuentes de poder. Pero la mayoría de industrias medianas y grandes con que cuentan en país necesita el aprovisionamiento de fluido eléctrico, generado por las compañías generadoras de electricidad existentes en el país, una razón básica es el precio, el fluido eléctrico comprado a dichas compañías resulta regularmente el mas cómodo, ya que la inversión necesaria es mínima. Cuando se esta analizando este factor se debe tomar en cuenta la distribución que las empresas operadoras ofrecen en sus líneas de tendido, para hacer la transformación correcta de alto voltaje al voltaje que la planta necesita, en nuestro país existen tres tipos de bajo voltaje, como lo son: 110 voltios, 220 voltios, 440 voltios.

### **f) Agua**

El agua es un elemento natural necesaria en toda actividad humana, tomado como un factor industrial, van a existir algunas plantas industriales que se van a necesitar mas que otras este líquido vital, claro dependerá del proceso necesario para fabricar el o los productos que se fabricaran. El agua puede obtenerse a través del servicio municipal de la localidad o se puede extraer de pozos de agua propios, regularmente cuando la planta necesita mucho caudal de agua. Hay regiones que tienen su agua muy ricos en minerales , lo cual hace que si se usa para alimentar agua a las calderas de vapor, los tratamientos químicos para

suavizar el agua sean muy caros y se tenga que evaluar este inconveniente como un factor para cada región que se este evaluando. Otro matiz importante a evaluar es la profundidad a la cual se encuentra los mantos de agua dentro de la superficie de la tierra, esto se le llama nivel freático, del nivel de agua y esto es muy importante, ya que definirá la capacidad del pozo para extraer agua, y la profundidad en pies que debe tener el mismo, la profundidad del pozo dependerá de la región, y de las condiciones del suelo.

#### **g) Legislación**

Este factor se refiere a las diferentes opciones fiscales con que cuentan las regiones del país, en el nuestro, estas opciones son muy limitadas, ya que nos rige una única legislación en todo el país, sin embargo existen algunas regiones que cuentan con incentivos fiscales para descentralizar la macrocefalia industrial que existe en la capital de la república, y que permite desarrollar la provincia de una manera controlada, para no perder el balance de la mano de obra necesaria en cada una de ellas. Este factor quizás no sea de la importancia de las anteriores, pero también se le debe analizar ya que podría inclinar la balanza en un momento dado en que dos regiones tengan punteos similares en los factores, y al analizar la legislación de la región, de puntos suficientes para elegir entre una u otra.

### **2.2. Edificios industriales**

Los edificios industriales son todas esas estructuras diseñadas para satisfacer funcionalmente las necesidades de la industria, tomando en

consideración las áreas productivas e improductivas necesarias para su funcionamiento óptimo. La ejecución de la construcción debe ser diseñado de una manera integral constituida por las diferentes necesidades de la empresa , la cual establece una estrecha relación entre el ingeniero civil , el propietario y el ingeniero industrial, siendo de gran importancia ya que el aporte técnico de cada uno, dará como resultado el ahorro de recursos económicos.

El manejo de materiales es un factor sumamente importante en el diseño de edificios industriales, puede decirse cuando se ha analizado este factor , que los edificios forman parte del proceso productivo a semejanza de la distribución de energía y disposición de maquinaria.

### **2.2.1. Clases de edificios**

El planificar la construcción de un edificio industrial, ya sea una planta industrial nueva o la ampliación de una existente, requiere tomar muy en cuenta aspectos tales como: situación financiera, condiciones económicas en general, cambios en el mercado, normas y reglamentos que afecten en si el edificio. Los edificios industriales pueden ser de una o varias plantas, ajustándose cada uno de ellos a situaciones determinantes, no es posible establecer en forma definitiva la superioridad en un tipo sobre el otro y utilizaras en la totalidad de los casos. La selección de cualquiera de los dos tipos de edificios se efectúa a través del análisis de las solicitudes del problema en particular y de las ventajas que ofrecen unos y otros para satisfacerlos.

**Edificios de una planta:** la tendencia general de este tipo de construcción es por claros mas amplios y menos columnas para obtener mayor flexibilidad de distribución de las instalaciones en el tipo de fábrica. Entre los factores de decisión se encuentran: bajo costo del

terreno, tiempo limitado para construir, rutas de trabajo más eficiente, inspección fácil y eficaz, etc.

**Edificios de varias plantas:** estos edificios son ventajosos donde se desee la circulación por gravedad en los procesos, donde el terreno sea de área limitada, o donde el costo del terreno sea muy elevado. Para los tipos usuales de construcción y para cargas vivas en los entresijos de hasta aproximadamente 200 lbs/pie cuadrado. Entre los factores de selección tenemos: altos costo del terreno, área limitada del terreno para construir, cargas bajas correspondientes a producto y al equipo, etc.

### 2.2.2. Tipos de edificios

**Construcción de primera categoría:** su estructura principal esta formada por marcos rígidos de concreto armado y relleno de hormigón, transmitiendo sus fuerzas hacia las zapatas individuales del mismo material. Sus techos y entresijos pueden ser de losas de hormigón armado o nervadas, siendo estas últimas del tipo de concreto pretensado, las cuales se apoyan sobre vigas y columnas del mismo material. Los muros exteriores e interiores son de ladrillo de barro de superficie lisa o de bloque de piedra pómez y cemento. El acabado en estos muros es mediante el cernido de sus superficies, dándole un aspecto muy fino y de gran calidad, ya que en la actualidad este acabado se puede aplicar por medio de la forma tradicional. Las ventanas generalmente son de aluminio nodizado natural, con sus operadores individuales. Los pisos para el área de producción generalmente son de concreto armado y superficies alisadas.

**Construcción de segunda categoría:** en las construcciones de segunda categoría predomina el acero estructural con una combinación del concreto armado en cantidades menores, ya que este último servirá de apoyo a las columnas de acero y a los tabiques de relleno. Las estructuras principales en las cuales intervienen las columnas, las uniones y las vigas pueden ser del tipo conocido como alma llena o vacía. Las columnas principales son individuales y de concreto armado. La cubierta del edificio puede ser lamina de zinc, de aluzinc, de asbesto, cemento, o en algunas ocasiones de losa de concreto armado. Las ventanas son metálicas, ya sea de aluminio o de hierro, las puertas pueden ser de metal madera, el piso puede ser de concreto armado sin pulir.

**Construcción de tercera categoría:** La madera es el material que interviene fundamentalmente en la construcción de estos edificios. La cimentación de estos es de hormigón armado. La estructura principal esta formada por columnas y armaduras de madera cuando los claros son grandes. Cuando los claros son pequeños se usan vigas de madera en lugar de armaduras, las cuales soportan la cubierta superior. Los pisos son de hormigón rústico y los muros y tabiques interiores pueden ser de mampostería o madera.

### **2.2.3. Tipos de techos**

El techo es el elemento que corona toda la construcción. Un techo con pendientes mayor del 2% no estará sujeto al tránsito frecuente de personas y su carácter principal será el de proteger el interior de la nave industrial de los factores es climatológicos o intemperie. El techo necesita de dos elementos básicos: cubierta y estructura. En las losas de concreto, la cubierta y la estructura se encuentran internamente vinculadas al extremo de constituir una

cubierta estructural, cada una de ellas forman una unidad y que cada una de ellas requiere materiales, formas normas y en general, tratamientos diferentes. Para los techos existen diferentes tipos de cubiertas entre ellas están: cubiertas planas o lasas de concreto, cubiertas con pendientes, cubiertas curvas. Entre los materiales podemos mencionar: lámina galvanizada, lámina de zinc, lámina de aluzinc, y la lámina de asbesto cemento. Los techos usados en naves industriales existen en diferentes formas y materiales, siendo los mas populares: techo de dos aguas, techos de dientes de sierra, techos con naves diferentes, y techos curvos.

#### **2.2.4. Ventilación**

En todo tipo de industria se requiere una buena ventilación. El aire que se respira ha de poseer la calidad necesaria para no afectar la salud humana. La calidad del aire esta determinada simplemente por la concentración de agentes contaminantes, tales como polvo, humos, detergentes, gases, vapores, disipadores de calor de motores, hornos, secadores, calderas, etc. Cuando se piensa en ventilación de edificios industriales estamos analizando el proceso mediante el cual el aire viciado del interior es reemplazado por aire fresco del exterior. Entonces en este proceso estamos extrayendo el calor generado por las fuentes mencionadas anteriormente; es decir estamos efectuando un balance térmico ya que la cantidad de calor desplazado por el aire fresco es igual al calor ganado en el edificio menos el calor irradiado en el mismo y así mantener la temperatura interior constante. La renovación del aire dentro de una nave industrial se puede llevar a cabo por diferentes medios: renovación natural, renovación forzada, estática, dinámica.



### **2.2.5. Pisos industriales**

Las funciones de un piso a nivel del terreno, es decir, sobre el suelo, son transmitir las cargas hacia el suelo y proporcionar una superficie de uso, lisa, fácil de limpiar y mantener. La práctica común del diseño consiste en diseñar en función de una carga viva de 75 lb/pie cuadrado, para fabricación liviana, y de 125 lb/pie cuadrado para fabricación pesada y almacenaje. La razón para el refuerzo de acero en el concreto es que reduce al mínimo el ancho de las grietas aleatorias, por tanto el acero debe estar cerca de la parte superior de la losa y no en la parte inferior, las juntas de las losas deben ser tan angostas como sea posible, para reducir el área de superficie expuesta al daño de las ruedas de los vehículos que transitan por la planta. El concreto es el material que se utiliza en las fundiciones de pisos industriales y es un término similar al hormigón siendo una mezcla de cemento, arena, pedrín y agua, la diferencia que existe entre el mortero, es que el mortero es una mezcla de cemento, arena y agua, sin contener pedrín. Los pisos industriales más conocidos en nuestro medio son: pisos de cemento, de hormigón, de arcilla, de granito y sobrepuestos.

### **2.2.6. Pintura industrial**

El color de la pintura que se elija para proteger una superficie, es muy importante dependiendo del servicio que se pretenda obtener del pintar esa superficie. Por ejemplo las paredes de un edificio se pueden pintar ya sea por decoración o por protección, cuando hablamos de pintura industrial, nos referimos básicamente a la protección que necesitamos ya sea en las superficies, así como a las personas que laboran en dicho lugar. La pintura industrial la vamos a dividir en cuatro categorías: pintura de pisos, pintura de

techos, pintura de paredes y pintura de maquinaria. La pintura de pisos, es necesaria cuando los mismos necesitan obtener protección sobre la superficie o necesitan tener mejores parámetros de reflexión de luz. Los techos se pintan cuando la superficie es metálica, básicamente cuando están conformados por láminas galvanizadas o similares, pues el tiempo de vida de dichas láminas estarán sujetas a la región del país donde se instalen, pues obviamente una lámina instalada en la costa tendrá menor vida que una lámina instalada en tierra fría.

Las paredes se pintan por decoración básicamente y por protección a los agentes físicos a los cuales están sometidos, sin embargo cuando hablamos de pintura de paredes industriales, no solo nos referimos a la decoración y protección sino también a efectos secundarios como la reflexión de la luz natural o artificial sobre las paredes y que contribuyen con una mejor iluminación del ambiente con el mismo vatiaje o número de lux de luz. La pintura de maquinaria, se hace con el propósito de identificar y organizar mejor los programas de mantenimiento de la planta, pues además de proteger la carcasa del motor de los agentes externos y dar una solución de estética, la pintura nos puede ayudar a identificar los motores o maquinaria fácilmente.

### **2.2.7. Iluminación industrial**

Cuando nos referimos a iluminación de una planta industrial, no solo nos referimos a que el edificio como tal proporcione la comodidad de contar con una buena iluminación, sino también que esa buena iluminación sea al menor costo posible, pues cuando se diseña un sistema de iluminación, el número de lux que debe existir en cada área de trabajo, pasillos, almacenes, etc., debe ser el necesario sin que se exceda en iluminación y que tampoco por ahorrar energía

la iluminación sea deficiente. La iluminación en los edificios industriales puede ser naturales, artificiales o combinados, estos sistemas deben ser planeadas y diseñados para que se aproveche al máximo la iluminación natural, pues ella es la mas económica, pero existen muchos obstáculos que nos impiden este aprovechamiento, como limitaciones en la construcción del edificio por diferentes factores que obligan a la complementación de la misma por iluminación artificial.

### **2.2.8. Ruidos**

La propagación del sonido en espacios cerrados es el caso mas usual, si consideramos una fuente puntual vibrando en el centro de una habitación rectilínea, cuando empieza a vibrar emitirá energía de la misma magnitud en todas direcciones y ocurrirá la divergencia esférica. La intensidad del sonido, el rango de frecuencia que oscila entre los 125 hz a 8000 hz son los que el oído humano percibe, cualquiera que sea su frecuencia se mide en decibeles. Las formas para medir el ruido se hacen con un instrumento llamado decibelímetro, los cuales tienen tres escalas diferentes A, B y C. Para tomar lecturas con estos aparatos es conveniente colocarlos lejos de barreras físicas y localizarlos a una altura de 1.5 mts, cuando se trata de decibelímetros portátiles es conveniente que el operador se encuentre a una distancia mínima de 50 cms del aparato, considerándose conveniente calibrar el aparato cada dos horas de uso. Para anotar las lecturas, se toma el valor promedio del indicador para un intervalo de aproximadamente 5 minutos.

Entre los diferentes tipos de ruidos se pueden mencionar: el ruido ambiente, el ruido estable o continuo, el ruido intermitente, el ruido impulsivo y el ruido perturbador.

### **2.3. Desechos sólidos**

Los desechos de la agroindustria y actividades agropecuarias tienen una importancia muy grande en términos de sus efectos nocivos. Por ejemplo, las aguas mieles de los beneficios de café, los desechos orgánicos y de agroquímicos de ingenios azucareros, los desechos orgánicos y sólidos diversos de las fincas ganaderas, entre otros, tienen impactos serios en los ríos, lagos y mares, y en las aguas subterráneas, impactando en la salud de la población cuando contaminan fuentes de agua para consumo humano.

Otra fuente de desechos de particular importancia es la industria. Aunque no contamos con una industria pesada, la producción industrial actual genera sustancias tóxicas incluyendo metales pesados como plomo, mercurio, zinc, cobre y arsénico; además de hidrocarburos (derivados del petróleo) y compuestos de cloro, que tienen efectos adversos de largo plazo en la salud humana. Los desechos sólidos también pueden contaminar el aire a través de la producción de gases (particularmente metano) durante su proceso de descomposición y también por la incineración o quema a cielo abierto. Las cenizas y partículas en suspensión que se producen en la incineración a cielo abierto pueden provocar infecciones respiratorias agudas que es una importante causa de enfermedad y muerte en Centro América.

El aumento de basureros ilegales y desechos sin recolectar al aire libre constituyen criaderos de vectores portadores de enfermedades de enfermedades epidémicas, tales como ratas, cucarachas, moscas y zancudos que pueden causar y/o aumentar las enfermedades como tifoidea, cólera, paludismo y dengue. Asimismo la contaminación de fuentes de agua potable y

alimentos, puede dar lugar a enfermedades del tracto gastrointestinal, tales como enfermedades diarreicas agudas que esta entre las principales causas de enfermedad y mortalidad en toda Centro América, sobre todo en niños y en áreas socioeconómicamente pobres.

#### **2.4. Desechos líquidos**

Los desechos líquidos son aquellas aguas que debido a sus diferentes aplicaciones se mezclan con otros elementos reduciendo su capacidad de uso al degradarse en sus características originales y ocasionando con ello alteraciones en el ambiente por un control inadecuado. Los desechos líquidos son una mezcla relativamente diluida de numerosos tipos de desperdicios que es conveniente y económico transportar por agua. Estos desperdicios se encuentran en suspensión y en solución. Estos desechos están constituidos por un 99% de agua y la pequeña porción de sólidos suspendidos y disueltos ejerce una acción muy importante en sus efectos.

Los sólidos contenidos en los desechos líquidos se encuentran en solución y en suspensión y están compuestos tanto de materias orgánicas como inorgánicas. Los sólidos totales comprenden a la vez los sólidos en suspensión y los disueltos. Los sólidos en suspensión son los que pueden ser retenidos por fibras y son relativamente ricos en materia orgánica. Los sólidos disueltos se obtienen al evaporar una muestra filtrada por su contenido de sales y son mas pobres en materia inorgánica. Los sólidos sedimentales son aquellos suspendidos que se depositan en los tanques de sedimentación. Los sólidos que quedan después de la evaporación o filtración se secan y pesan, y se incineran posteriormente. Al perder su peso se consideran como sólidos

volátiles y se clasifican como materia orgánica; el remanente, o sólidos fijos, se considera como materia inorgánica.

## **2.5. Seguridad e higiene industrial**

Se define como higiene industrial como el trabajo reconocido, evaluado y controlado de la salud de los trabajadores el cual requiere básicamente de un programa de protección de salud, prevención de accidentes y enfermedades ocupacionales. También se puede decir que es la salud pública aplicada al hombre en su lugar de trabajo, o sea que es evidente que la salud de los trabajadores industriales esta relacionada con la salud y bienestar de la comunidad en la que se encuentra la industria. Existen grupos en los cuales el supervisor tendrá que analizar para poder resolver los problemas de la higiene industrial.

El diseño de los dispositivos de seguridad, es un problema de inventiva, debiendo alterarse mucho algunas operaciones para permitir procedimientos seguros. No hay duda de nuestra capacidad de trabajar y vivir con la maquinaria; pero si hay sobre la falta de conocimiento por los problemas especiales de cómo usarla. Las frecuentes lesiones personales, algunas mortales, confirman que no entendemos del todo los inventos que se nos han confiado y que no tenemos un control completo de la maquinaria que usamos.

### **2.5.1. Equipo de protección personal**

El equipo de protección personal se debe transformar en algo tan vital para nuestra protección, que bien podemos llegar a denominarle nuestra

“segunda piel”. Una piel resistente y fuerte, capaz de defendernos de cualquier agente o elemento dañino que pueda causarnos una enfermedad o una lesión. Pero como toda piel, ropa o elemento que cubre nuestro cuerpo o nuestra integridad física, requiere también cuidados y mantenimiento para no deteriorarse y poder seguir cumpliendo, con efectiva seguridad, su función de protección. Su piel lo aísla de los agentes dañinos del ambiente y su integridad física depende, por lo tanto, de una piel sana y fuerte.

Su “segunda piel”, su EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL, podrá cuidar su salud y su integridad física, no solamente usándolo en forma permanente, sino, que además sin que se presenten fallas o deficiencias, para que así puede cumplir con toda efectividad su función de proteger al trabajador en forma efectiva. Entre el equipo de protección personal tenemos para la cabeza, para la cara y los ojos, protección del cuerpo.

### **2.5.2. Equipo de protección contra incendios**

Los programas de protección contra incendios deberá tener la cooperación y entendimiento de cada uno de los supervisores para que así de esa manera sea efectivo. Además, todo el programa deberá estar bajo la dirección de la seguridad, ingenieros, vigilantes, los encargados de mantenimiento y cada supervisor para que así se le dé un interés y responsabilidad al programa.

La definición de fuego se puede resumir como una reacción química compuesta de oxígeno y material combustible causada por el calor; fuego es una oxidación rápida con desprendimiento de luz y calor. Existen tres factores por los cuales ocurre el fuego: calor, material combustible y oxígeno (aire). El

calor puede ser producido por fricción, electricidad o una reacción química cuando un material combustible se vuelve gas y se mezcla con el aire puede ocurrir fuego. El material combustible puede ser sólidos, líquido o gaseoso.



### **3. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL TAEMSA**

#### **3.1. Condición actual**

Debido a que TAEMSA es una empresa pequeña, enfrenta en estos momentos muchos problemas, principalmente en el acoplamiento de sus actividades, pero a la vez cuenta también con muchos otros aspectos de los cuales se puede valer para ser una empresa competitiva en la elaboración de productos de cartón. Para poder realizar un diagnóstico acertado de la situación en la que se encuentra la empresa actualmente, se utiliza la técnica de diagnóstico conocida como Análisis FODA.

##### **3.1.1. Análisis FODA**

Este análisis ayuda a observar específicamente cuales son los potenciales con lo cuales cuenta la empresa para poder seguir con sus operaciones de la manera mas adecuada, para realizar este análisis se tomo como base entrevistas con el gerente de la planta y asi realizar un diagnostico mas acertado de la situación actual. Con esta técnica se determinan cuales son las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas con las cuales se enfrenta la empresa y así poder determinar cuales son las mejores soluciones para los posibles problemas.

##### **- FORTALEZAS:**

- La ubicación de la empresa permite una distribución del producto mucho mas eficiente.

- Cuenta con servicio a domicilio, para que los clientes que son de lugares lejanos no se movilen hasta la capital.
- Son proveedores de empresas importantes, lo cual la consolida como empresa de calidad constante.
- Se cuenta con una embaladora de cartón para que el desperdicio que sale se aproveche al máximo y así poder contar con un ingreso extra en la venta del mismo.

**- OPORTUNIDADES:**

- Compra de terreno propio el cual evitara un egreso mensual en el alquiler.
- Implementación de las Buenas Prácticas de Manufactura para disminuir el riesgo de accidentes.
- Implementación de normas de control de calidad y programación de actividades a realizar, para evitar pérdidas de tiempo.

**- DEBILIDADES:**

- Las plantas con que se cuenta actualmente son arrendadas, lo cual hace que se tenga un egreso mensual alto.
- Altos costos en la comercialización de los productos.
- Plantas de producción no unificadas.
- Dependier de los proveedores de cartón para la elaboración de los productos.

**- AMENAZAS:**

- Exceso de oferta de los productos por otras empresas.
- Empresas que se dedican a la misma actividad y que están certificadas con las Normas ISO 9000:2000.

- Falta de pagos a tiempo por algunos clientes.
- Empresas con alta tecnología.

### 3.2. Mano de obra

Taemsa cuenta actualmente con 55 empleados en los cuales existen varias divisiones que se pueden mencionar, entre ellas: operarios, supervisores, personal administrativo, mecánicos, pilotos, etc.

#### 3.2.1. Mano de obra directa

Actualmente la planta cuenta con personal de mano de obra directa, el cual esta dividido según la planta y el proceso que se requiere. Es por eso que se tiene división de personal tanto de personal externo, planta procesadora de cartón, la fragua y planta procesadora de madera. En la tabla I se puede observar la división del personal operativo según el tipo de proceso y planta donde laboran, haciendo un total de 42 operarios.

**Tabla I. Mano de obra directa de TAEMSA**

Cajas y Empaques de Guatemala	16 operarios
Planta procesadora de carton	20 operaios
La Fragua (reparacion de tarimas)	2 operarios
Planta procesadora de madera	4 operarios
TOTAL	42 operaios

En la tabla anterior se puede observar que se tienen 42 operarios en total que se ubican tanto en la planta principal como en las diferentes empresas a la cual se les da el servicio externo.

Ya que el personal mencionado tiene la capacidad de hacer todos los trabajos que se requieren en cada una de las áreas se puede concluir que es el indicado para cada operación.

### 3.2.2. Mano de Obra Indirecta

Para la mano de obra indirecta se pueden mencionar: supervisores, personal administrativo, mecánicos, pilotos, albañiles, etc. En la tabla II se observa la división de la mano de obra indirecta, la cual hace un total de 11 personas trabajando indirectamente para la empresa.

**Tabla II. Mano de obra indirecta de TAEMSA**

Supervisores	3
Personal administrativo	2
Pilotos	4
Albañiles	1
Mecánicos	1
TOTAL	11

En total se tienen 11 personas como mano de obra indirecta, con el personal mencionado no se abarcan algunas áreas a las cuales es importante contar con mas personal. Uno de los problemas que se tienen con el personal externo es que en el área de supervisores se tienen solo tres personas que abarcan todos los procesos tanto a nivel de la planta principal como en el servicio externo por lo tanto es necesario contar con una persona adicional para abarcar esa área. El área de mecánicos solo se cuenta con una persona para dar el mantenimiento preventivo a las maquinas en turnos nocturnos, lo que hace necesario que se cuente con una persona adicional ya que en algunas ocasiones la maquinaria tiene defectos en el turno diurno, y se tiene que

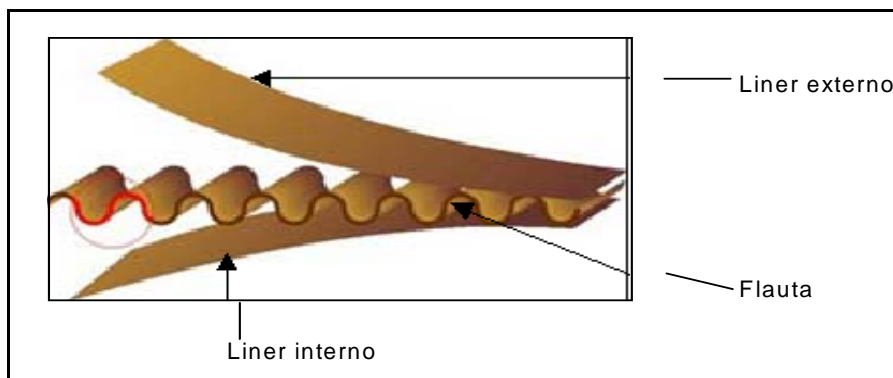
esperar al mecánico para que arregle la máquina y esto hace que la producción se atrase.

### 3.3. Materia Prima

La empresa Tarimas y Empaques S.A. se dedica a la elaboración de empaques que utilizan como materia prima principal el cartón corrugado. El cartón se puede dividir en diferentes tipos como lo es: el cartón corrugado Flauta C, y el cartón microcorrugado.

Para la elaboración del cartón corrugado se utiliza como materia prima principal el papel, de este depende los acabados que tendrá el cartón corrugado y las propiedades conferidas al cartón. En la figura 10 se observa que el cartón corrugado está formado por tres capas de papel, las dos capas externas se conocen como liners (interno y externo), y el medium que forma lo que se conoce como flauta.

Figura 10. Formación del cartón



- Liner interno :

Para la fabricación del liner interno se utiliza papel kraft con su color característico, este se pega sobre la flauta o médium para dar así las paredes principales de la caja.

- Flauta o Medium:

La denominación que las cajas llevan se basa en la flauta, ésta indica la cantidad de ondulaciones que se hallan en un pie de lámina corrugada. La empresa Cajas y Empaques de Guatemala produce láminas de corrugado de los siguientes tipos:

- Flauta B (38 ondulaciones / pie)
- Flauta C (32 ondulaciones / pie)
- Flauta E o Micro corrugado (90 ondulaciones / pie)

El papel que se utiliza para elaborar la flauta es una mezcla de papel reciclado con papel virgen en una proporción de 30% reciclado y 70% virgen.

- Liner Externo:

Esta lámina de papel va colocada sobre la flauta y presenta dos variedades las cuales están ligadas al color del papel que se utiliza, estas son:

- Brown Box en el cual el liner externo es de papel kraft igual al liner interno.
- White Top, como su nombre lo indica éstas láminas utilizan papel blanco como liner externo.

Todo el cartón que se utiliza es de la mas alta calidad ya que se trabaja solo con cartón de primera clase, el único problema que se tiene es que en ocasiones los proveedores de cartón cuentan solo con láminas en las cuales se requiere de un área mas grande para ciertos productos, lo que hace que se desperdicie ciertas cantidades de cartón. Otro problema que se tiene es que los proveedores trabajan mayoritariamente con cartón flauta C, lo que hace difícil conseguir cartón flauta E y B.

### **3.4.Tipo de edificio**

TAEMSA cuenta con varias plantas dependiendo del tipo de proceso que se elabora en ellas, para ello cuenta con una planta procesadora de madera, una bodega auxiliar y una bodega principal, las cuales se utilizan directamente para procesar los productos que la empresa comercializa. Debido a que cuenta también con personal externo, los edificios dependen del espacio que se le da a las personas dentro de la planta.

#### **3.4.1. Planta de corte de madera**

Esta bodega es de una planta y se encuentra en la clasificación de tercera categoría ya que sus columnas son de madera de pino y posee lámina galvanizada. Su techo plano con vigas de madera.

La bodega de corte de madera tiene un área de 288 m<sup>2</sup>, en el cual se trabaja todo el proceso de corte y las armaduras de las tarimas nuevas, en esta área se cuenta con la maquinaria necesaria para todo este tipo de trabajo, entre ellas están: sierra de cinta, sierra circular y cortadora de trozos de madera entre otras.

En esta misma bodega se encuentran las tarimas ya armadas y las piezas para armar cada una de una forma ordenada, y con las condiciones necesarias para los trabajadores. La figura 11 muestra la estructura de la planta de procesamiento de madera en la actualidad.

**Figura 11. Planta de procesamiento de madera**



Uno de los problemas que se tiene para la bodega de corte de madera es la ubicación, ya que se encuentra en El Tejar Chimaltenango, esto hace que el gerente general se traslade a diario a verificar los procesos de la planta y para verificar las compras de madera que se tienen por parte de los proveedores. Otro problema que se tiene es que por el tipo de proceso, se hace difícil conseguir madera en ciertas temporadas, por lo mismo, esto dificulta en ciertas ocasiones tener tarimas ya terminadas para la venta.



### 3.4.2. Bodega auxiliar

Esta clasificada como de segunda categoría, ya que sus columnas son acero, sus paredes de block, cuenta con un techo de plano con una inclinación de 15° ya que la cubierta es de lámina galvanizada. La bodega auxiliar cuenta con un área de 96 m<sup>2</sup>, esta bodega principalmente se utiliza para el almacenaje de los productos que los clientes no llegan a recoger en el tiempo indicado, esta bodega se utiliza también para la elaboración de ciertos productos el cual no requieren maquinaria, por ejemplo, el pegado y amarrado de cajas de diferentes clientes, por lo tanto se puede decir que esta bodega sirve principalmente para el almacenaje de los productos y del transporte propio de la empresa. Como se puede observar en la figura 12 la estructura de la bodega auxiliar es a base de estructuras metálicas y paredes de block.

**Figura 12. Planta auxiliar**



Debido a que la planta auxiliar se utiliza mayormente como una bodega no es necesario hacer cambios en la estructura de la misma, ya que el espacio es suficientemente grande para guardar los productos y los vehículos de la empresa, y cuando se hacen trabajos de pegado de cartón se hacen solamente

en la mañana que es cuando los vehículos de la empresa se encuentran en ruta.

### **3.4.3. Bodega principal**

La bodega principal ubicada en Ciudad San Cristóbal, zona 8 de Mixco, cuenta con una área de 324 m<sup>2</sup>, en la cual se hacen diferentes tipos de trabajos como lo son: troquelados, pegues, amarrados y limpieza de cajas, esta bodega cuenta con diferente maquinaria, entre ellas, troqueladoras, sierras de circulares, cierras de cinta para la elaboración de artículos, en ella se encuentra también un espacio destinado al armado de las tarimas ya que en determinado tiempo el aserradero solo elabora las piezas pero no se arman allí, por lo tanto el personal tiene que elaborarlas dentro de la bodega principal y de allí se mandan a los clientes.

En esta bodega se encuentran también las oficinas, en la cuales se preparan los pedidos de los cuales el encargado de producción va determinando según la urgencia de los mismos, cuales son los que tiene que salir primero y cuales son los que se pueden producir con mas tiempo, la bodega cuenta también con espacio determinado para ir guardando allí ciertos productos que servirán como producto en existencia para cualquier emergencia, básicamente se trabaja bajo pedido, pero siempre existe algún material extra el cual se despacha en emergencias. La figura 13 muestra la estructura con que cuenta la bodega principal.

**Figura 13. Bodega principal**



La bodega principal es la bodega mas importante de la empresa ya que en ella se encuentran las oficinas, uno de los mayores problemas que se tienen en la misma es que como se elaboran todos los productos de cartón, se encuentra toda la maquinaria dentro del espacio ya mencionado. Esto hace que la bodega tenga los procesos de producción muy cercanos, esto a su vez causa desorden tanto de materia prima como de producto terminado.

#### **3.4.4. Personal laborando externamente**

El personal que se tiene actualmente laborando externamente, principalmente se encuentra en una de las empresas de procesamiento de cartón mas grandes a nivel nacional, allí se tiene personal que se dedican básicamente a la limpieza, pegado y amarrado de cajas, el cual se trabajo según los encargados de producción indiquen.

### **3.5.Maquinaria**

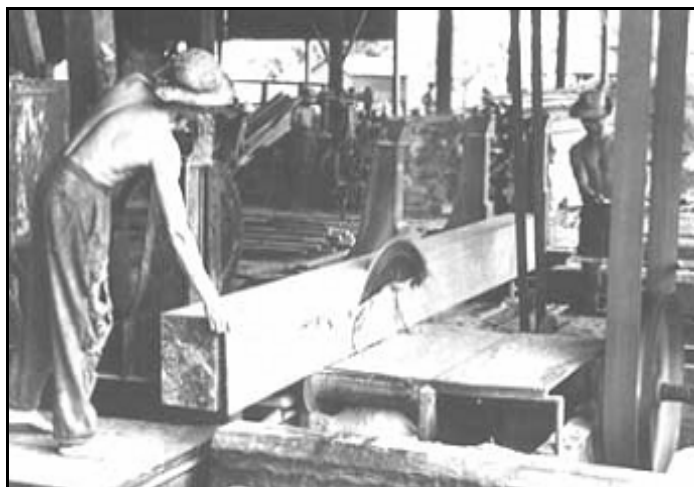
Actualmente toda la maquinaria con que se cuenta esta dividida dependiendo del proceso que se realice en cada planta por lo que es necesario dividirla de la siguiente manera.

#### **3.5.1. Corte de madera**

La maquina para el corte de madera es especial para diferentes tipos de trabajos que se realizan dependiendo la etapa en que se encuentre la madera, para ello se cuenta con: sierras circulares, cepilladoras, troqueladoras, tronzadoras, sierra de cinta, aserradero de sierra circular, chaflanadoras.

Se cuenta con un generador y un motor que sirven para poder darle energía a la maquinaria que se posee. También se cuenta con maquinas clavadoras (elaboración de tarimas). La figura 14 muestra una sierra circular, la cual se utiliza para cortes en tablas los trozos de madera.

**Figura 14. Sierra circular**



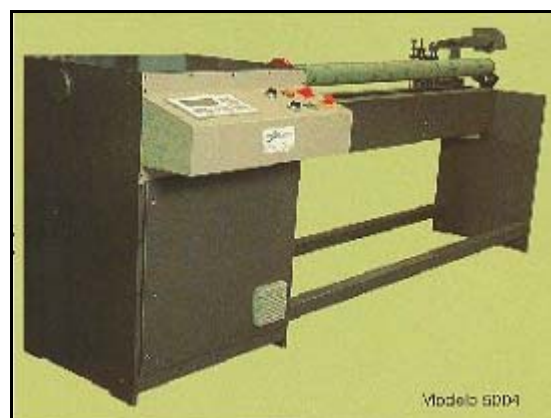
Uno de los factores que influyen grandemente en lo que es la maquinaria de corte de madera es el hecho de que las sierras van perdiendo los dientes conforme su uso, esto hace que se tengan que cambiar cada cierto tiempo y que muchas veces los proveedores no poseen las sierras adecuadas y por lo tanto se tiene un tiempo de espera para que se cuente con el repuesto que se necesita.

Se cuenta con cierto tipo de maquinaria que solo necesita llevarla al taller para que se vuelvan a afilar, en el transcurso de todo esto se tiene perdida de tiempo de producción. Los procesos de corte de madera son los mas complicados ya que solo se cuenta con una maquina para cada operación del armado de tarimas.

### **3.5.2. Cartón**

Para el procesamiento de cartón se cuenta con diferente maquinaria como lo es: troqueladoras, cortadoras y cisadoras de lámina, sierras de cinta, y sierras de mesa. En la figura 15 se observa una cortadora de cartón, la cual se utiliza para cortar el cartón del tamaño deseado.

**Figura 15. Cortadora de cartón**



La maquinaria de corte de cartón trabaja con cuchillas cortadoras por lo que solamente es necesario darle mantenimiento preventivo a las mismas ya que con el tiempo va perdiendo el filo de las mismas. La maquinaria que se tiene para este tipo de proceso es suficiente para los procesos que se requieren a base de cartón ya que se tienen de dos a tres máquinas para cada proceso.

### **3.5.3. Embalaje**

Para el proceso de embalaje solo se cuenta con una maquina embaladora manual, la cual consiste en ir comprimiendo todo el material (cartón), hacia adentro de la embaladora, esta comprime hasta una altura determinada, allí se inserta mas material y así sucesivamente hasta que da como finalizado una paca de cartón el cual se vende a las recicladoras de cartón. En la figura 16 se muestra el tipo de embaladora que se utiliza para procesar las denominadas pacas de cartón.

**Figura 16. Embaladora de cartón**



Para el embalaje de las pacas de cartón solo se cuenta con una máquina que hace todo el proceso de forma manual, para esto se requiere una cantidad

de desperdicio de cartón determinada, por lo que no trabaja todo el turno, solo cuando es necesario, por lo tanto no se requiere contar con otra máquina extra.

### **3.6. Procesos de producción**

En la empresa TAEMSA se hacen varios productos o servicios, para un mejor entendimiento del proceso que se realiza en estos, se cuenta con la herramienta de los diagramas de procesos y de flujo, para que así mismo se pueda detallar el tiempo que se tiene para hacer una operación aproximada.

#### **3.6.1. Diagramas de operación y de flujo**

Entre la diversidad de productos y servicios podemos mencionar: empaques de cartón, troquelados, cortes de lámina, serigrafía manual, corte de madera, embalaje. Se detallara a continuación el tiempo y el proceso de cada uno de estos.

##### **3.6.1.1. Empaques**

La elaboración de empaques se hace principalmente con personal externo que TAEMSA posee para diferentes empresas que requieren de este. Para este proceso las empresas poseen los empaques en forma de lámina, estas láminas la misma empresa se encarga de enviarla al lugar de trabajo destinado para ellos.

El proceso comienza con la apilación de las cajas a un costado del operario, una vez apiladas se empieza a limpiar las orillas de las cajas, estas orillas son parte del sobrante de cartón de las cajas.

Algunos de los estilos de las cajas contienen los denominados suajes, que son orificios de cartón troquelados, los cuales después de la limpieza de las orillas se procede a la limpieza de los suajes, los suajes pueden ir desde uno hasta 50 suajes.

Luego de que las orillas y los suajes se encuentran limpios se procede a la aplicación de la goma a las pestañas las cuales se aplica una por una hasta tener todas las cajas con goma.

Una vez aplicada la goma en todas las pestañas se procede a pegar caja por caja, y al mismo tiempo colocar una sobre otra para que se espere también a que la goma este completamente seca.

Luego se procede a verificar si el pegado es el correcto. La figura 17 presentada a continuación muestra el procedimiento del pegado de cajas de cartón.

**Figura 17. Pegado de cajas de cartón**

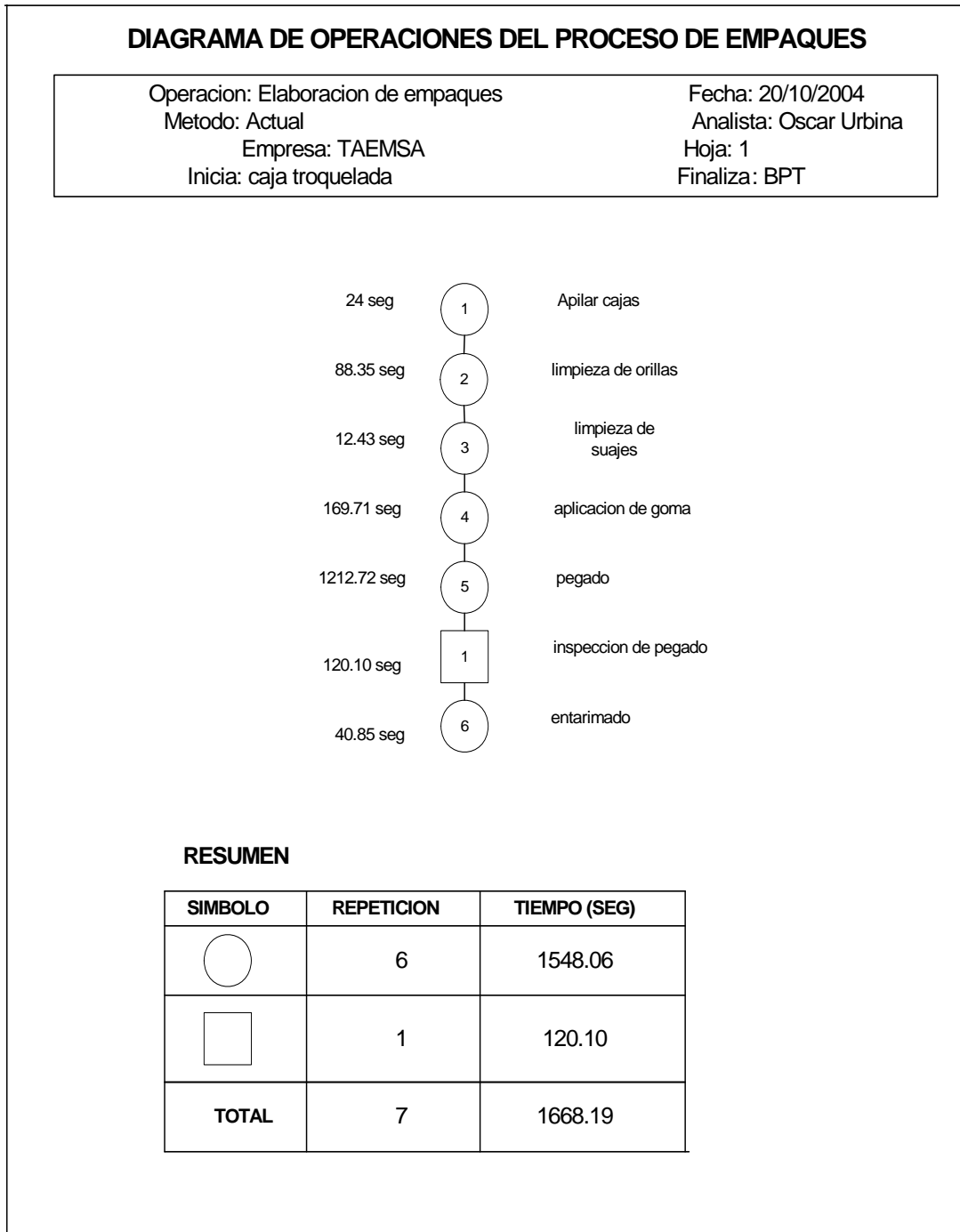




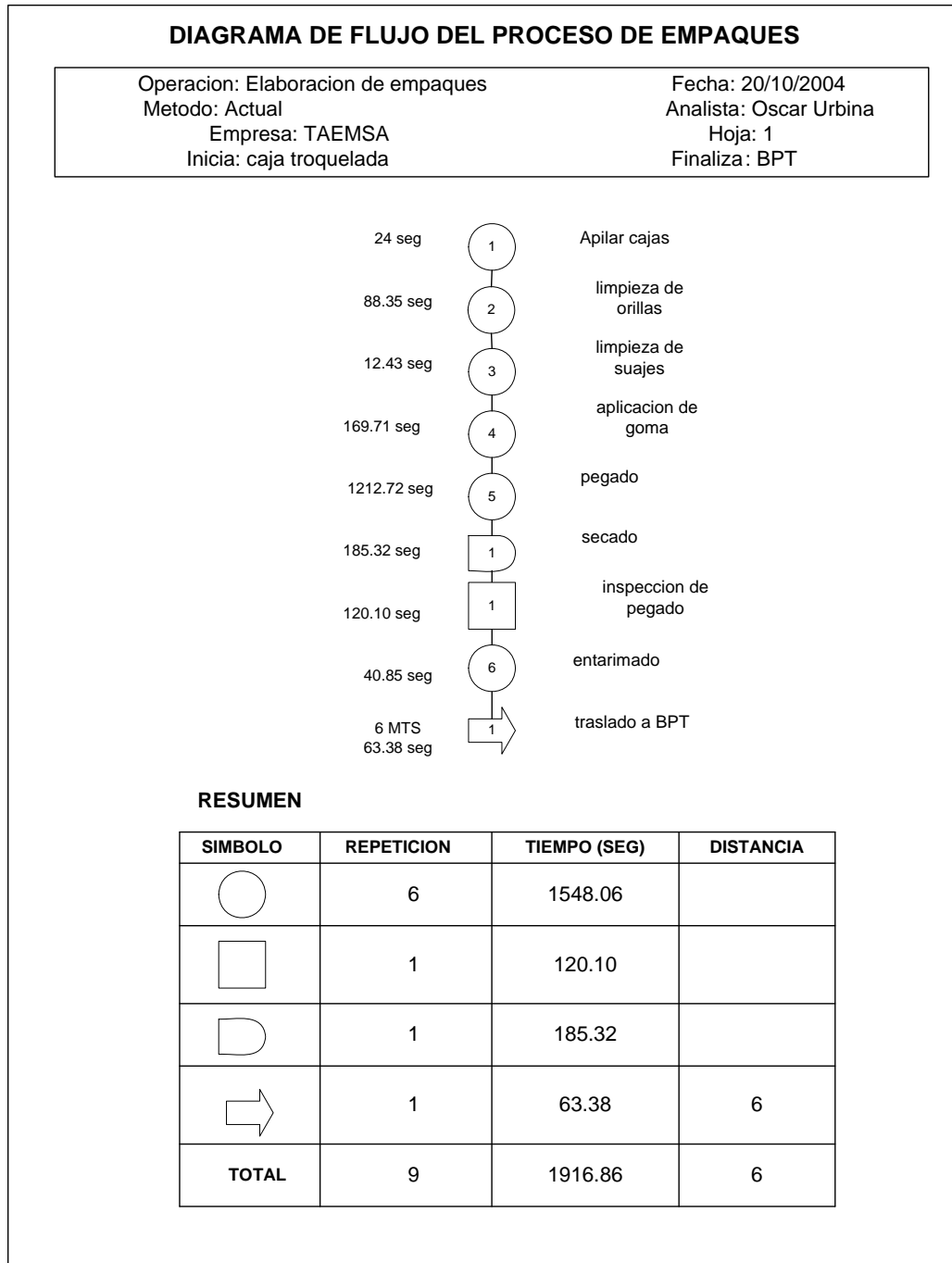
Ya que se tiene todas las cajas pegadas correctamente se entariman todas las cajas y por ultimo son trasladadas a la bodega de producto terminado de la empresa.

En las figuras 18 y 19, presentadas a continuación se pueden observar los diagramas de operaciones y flujo de el proceso de empaques descrito anteriormente.

**Figura 18. Diagrama de operaciones del proceso de empaques**



**Figura 19. Diagrama de flujo del proceso de empaques**



En los diagramas anteriores se puede observar que se tiene como cuellos de botella (operaciones mas lentas), los procesos mas importantes que son el pegado de las cajas y el secado de las mismas.

El pegado de las cajas siempre va a ser una de las operaciones mas lentas que se tengan dentro de todo el proceso ya que de ahí depende principalmente que las cajas se encuentren a escuadra y por lo mismo al momento de armarla no quede desnivelada.

El secado es otra operación en la cual se tiene un cuello de botella pero también es una operación importante ya que si no se le da un tiempo prudente de secado la caja tiende a despegarse y por lo tanto incurre en material que se tiene que volver a pegar y por lo mismo la resistencia de la caja va a disminuir.

### **3.6.1.2. Troquelado**

Para el proceso de troquelado se tiene que tomar en cuenta que se necesitan láminas del cartón dependiendo de la medida de la caja que se va a troquelar, para este proceso también se cuenta ya con los troqueles destinados para cada caja. Para este proceso es necesario observar que por cada lámina de cartón que se tiene se pueden obtener 2 cajas.

El proceso descrito a continuación es para una cantidad de 600 láminas, las cuales son trasladadas a la mesa de trabajo para ser troqueladas. Luego de que las láminas son trasladadas a la mesa de trabajo se empieza con la preparación del troquel, lo cual incluye la puesta del troquel en la maquina, y a

continuación se procede a colocar los topes y la señalización del marcado del troquel.

A continuación se procede a hacer las pruebas de troquelado que a su vez conlleva una inspección de la prueba para determinar si esta bien troquelada. Luego de esto se procede a troquelar las 600 láminas que a su vez producen 1200 cajas. La figura 20 muestra el proceso de troquelado de cajas de cartón.

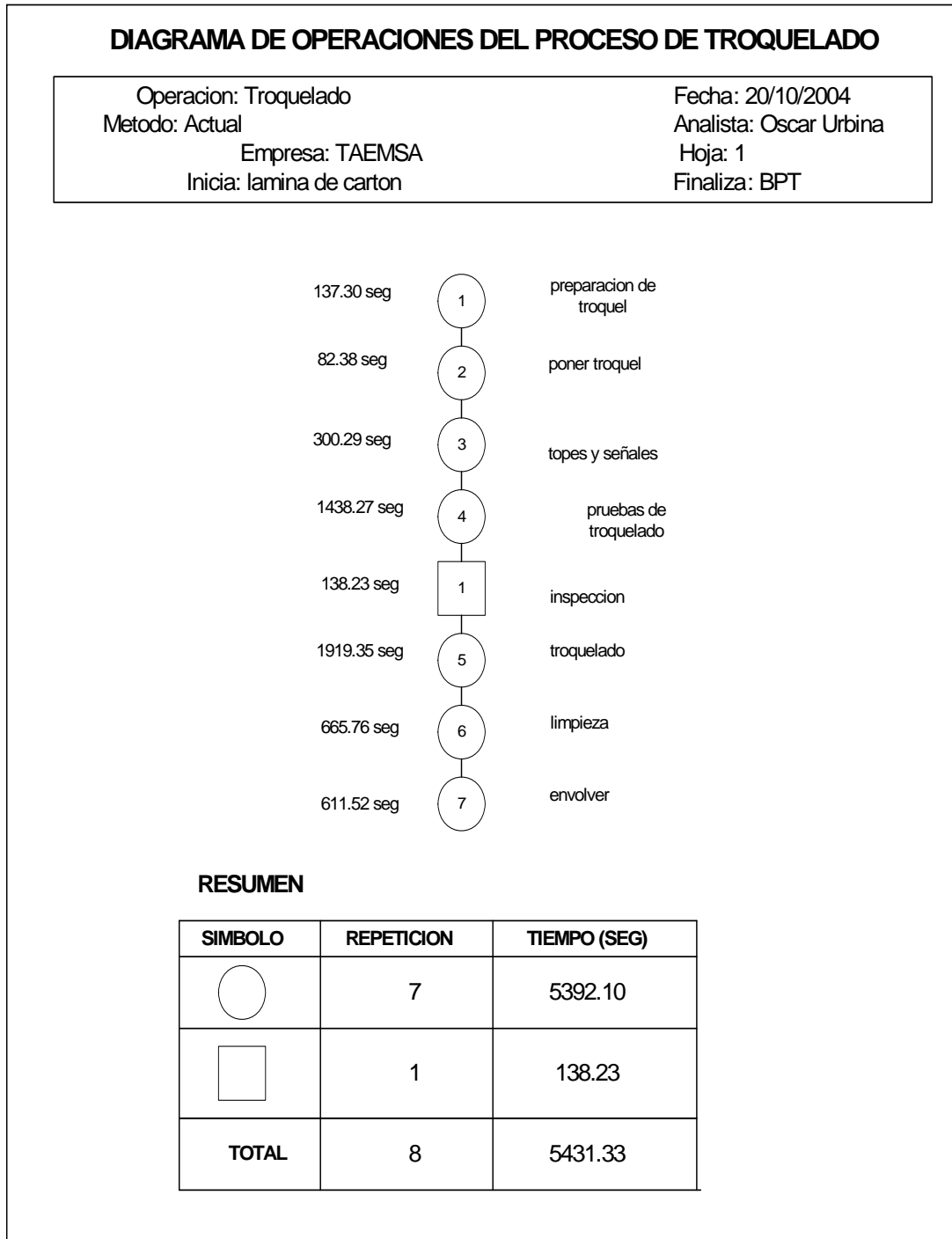
**Figura 20. Troquelado de cartón**



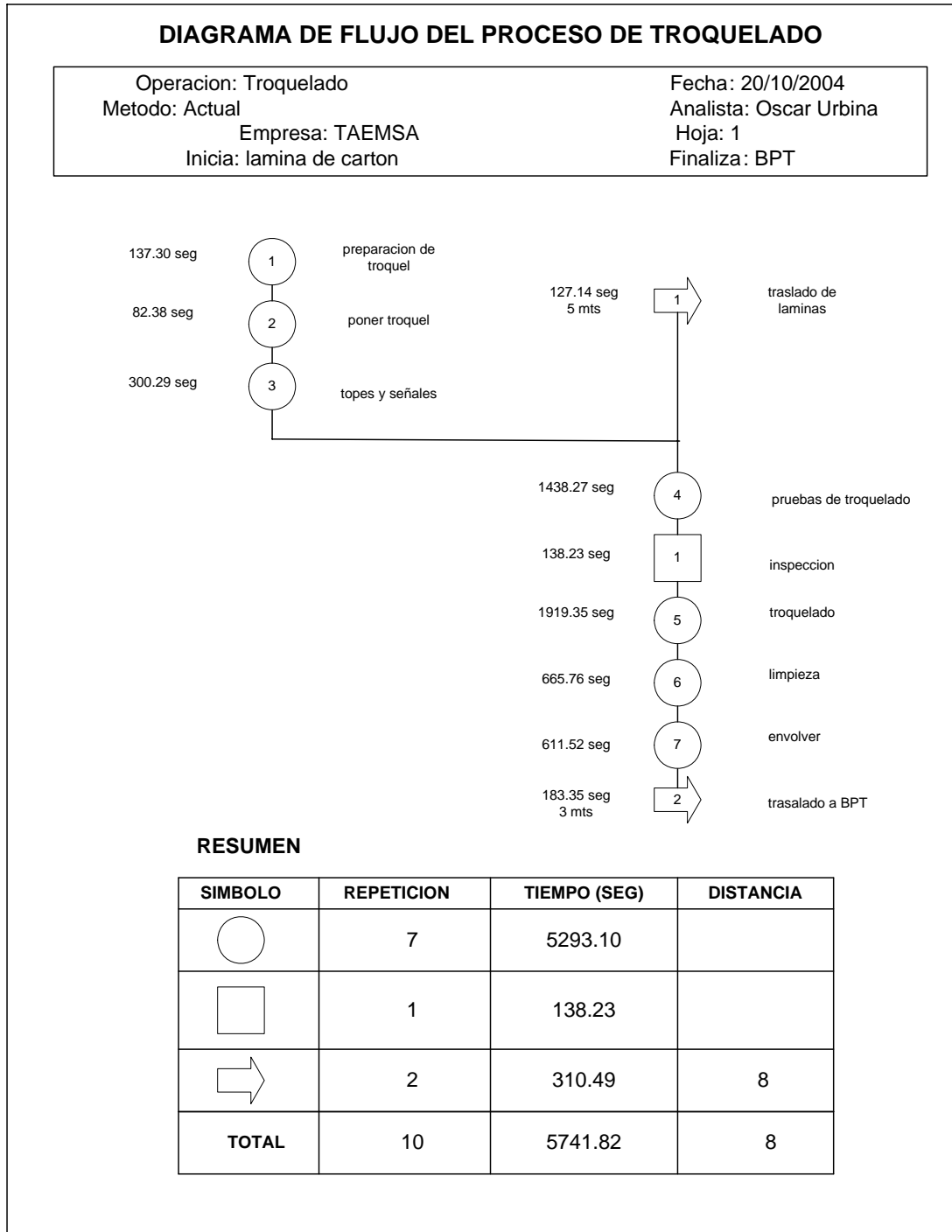
Una vez troqueladas las 600 láminas se procede a la limpieza de las 1200 cajas. Cuando se encuentran limpias las cajas se procede a envolverlas con nylon stretch y por ultimo son trasladadas a la bodega de producto terminado.

En las figuras 21 y 22 mostradas a continuación se observaran los diagramas de operaciones y flujo respectivamente los cuales nos darán un detalle de los tiempos y las distancias que se toman en cuenta para la el proceso de troquelado de cajas de cartón.

**Figura 21. Diagrama de operaciones de troquelado**



**Figura 22. Diagrama de flujo de troquelado**



En las graficas anteriores se puede observar que el cuello de botella en los procesos de troquelado es el troquelado de las cajas que si bien es cierto esto dependerá de la cantidad de láminas a troquelar, esto es debido a que por el tipo de trabajo solo una persona puede estar realizándolo.

También es de hacer mención que las pruebas del troquelado es otro cuello de botella en proceso ya que se tiene que mover el troquel y la caja hasta que queda exactamente la figura con los cortes que se tienen que elaborar y para ello se tiene que estar tomando medidas cada cierto tiempo e ir verificándolo en el mismo proceso hasta que queda exacto los cortes con las orillas de la caja.

### **3.6.1.3. Corte de lámina**

Para el corte de láminas de cartón se empiezan apilando 900 láminas a un costado de la mesa de trabajo en una tarima para poder tomarlas de la tarima al momento del corte.

Una vez colocadas las láminas en la tarima se procede a preparar la maquina cortadora lo cual incluye engrasado, limpieza y toma de medidas según el corte a realizar. Para esto se procede a verificar en la hoja especificaciones las medidas de los cortes tanto horizontales como verticales. Entre la preparación de la maquina también incluye el mover las cuchillas de la maquina según la medida observada.

Luego de tener la maquina preparada con las medidas adecuadas se procede a cortar las láminas, para este proceso solo se va tomando las láminas una por una y se van introduciendo dentro de la maquina para que sean



cortadas y al mismo tiempo pasas al lado contrario del corte donde se realiza una inspección de las medidas a la lámina ya cortada.

La figura 23 presentada a continuación muestra el proceso de corte de lámina.

**Figura 23. Corte de lámina**



Cuando las láminas están ya cortadas y con las medidas exactas se procede a apilarlas en una tarima, para luego ser transportadas a la bodega de producto terminado.

La figuras 24 muestra el diagrama de operaciones para el proceso de corte de lámina. En la figura 25 se puede observar el diagrama de flujo de este mismo proceso. En ambas figuras presentadas a continuación se puede observar detalladamente los tiempos y distancias de todos los procesos descritos anteriormente.

Figura 24. Diagrama de operaciones de corte de lámina

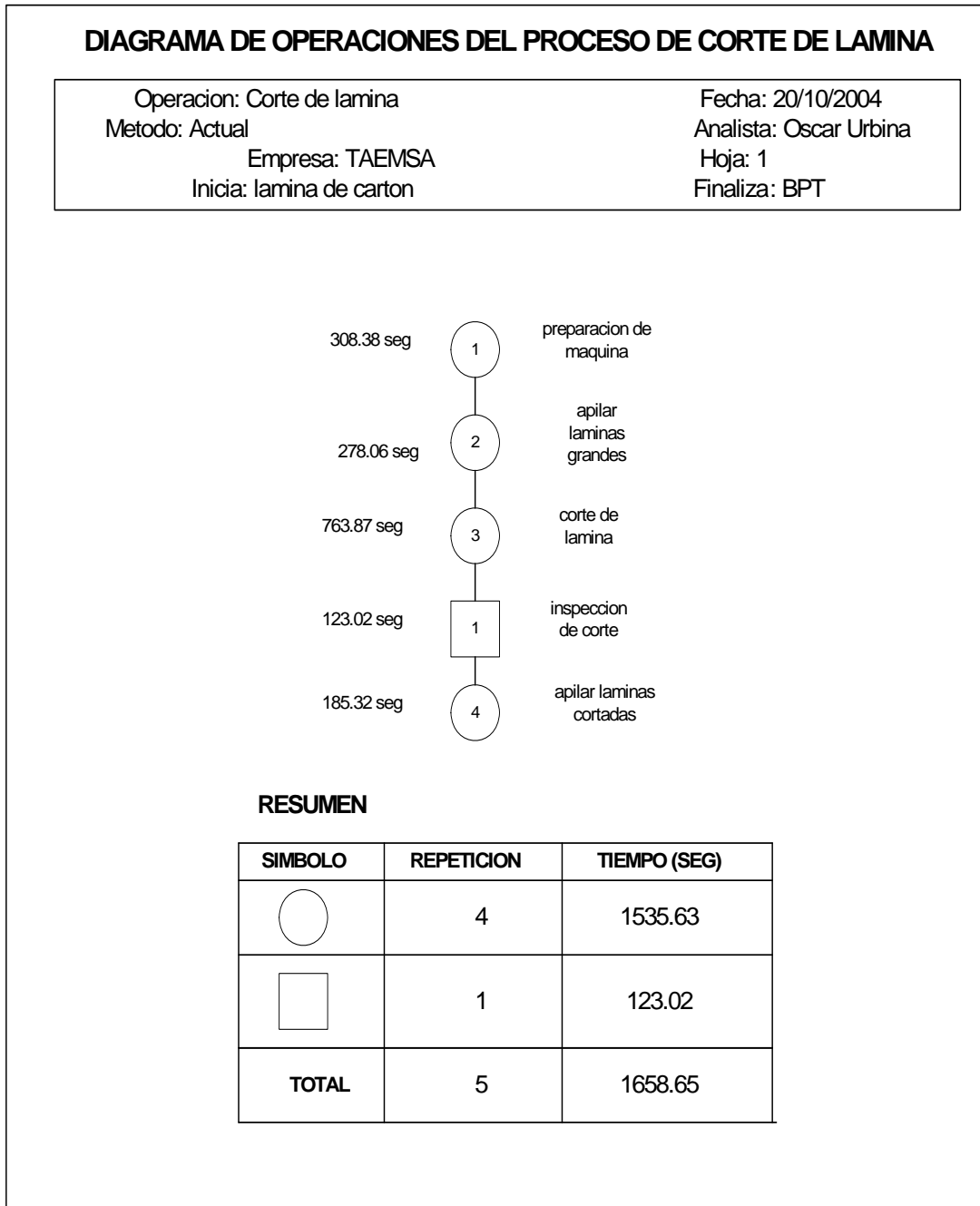
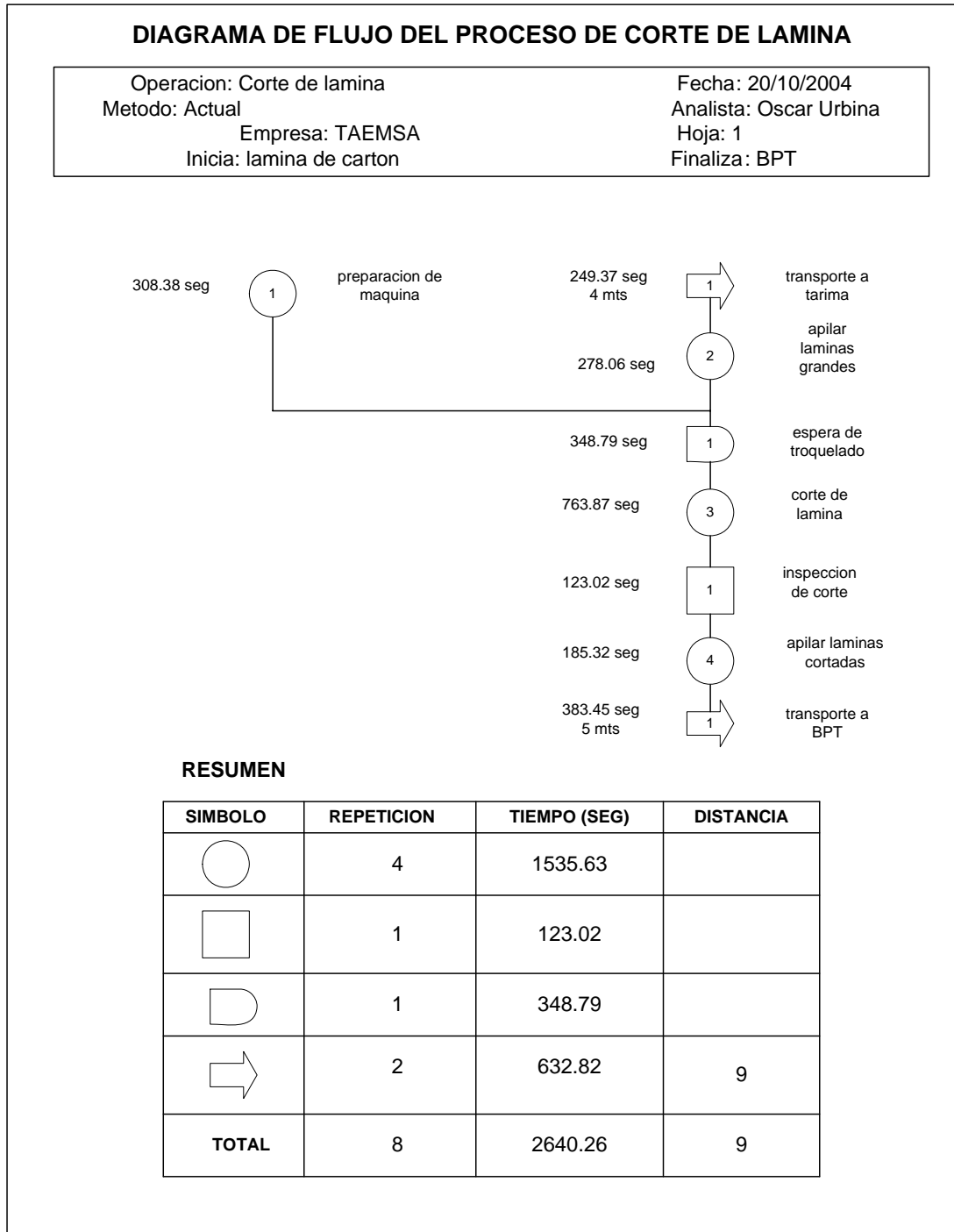


Figura 25. Diagrama de flujo de corte de lámina



El cuello de botella en el proceso de corte de lámina no es tanto el proceso del corte sino que se encuentra en la apilación de las láminas y esto es debido a que el mismo operario que corta las láminas tiene que apilarlas del lado contrario a su puesto de trabajo. Esta operación se puede reducir en tiempo si se tiene otro operario a la espera de la lámina en el otro extremo y así al mismo tiempo que sale la lámina se puede ir apilando hasta tener todas las láminas en la tarima para poder ser transportadas a la bodega de producto terminado.

#### **3.6.1.4. Serigrafía**

El proceso de serigrafía que se realiza en TAEMSA se hace en base a la serigrafía manual, para lo cual es necesario una tela denominada organdí para poder imprimir la figura deseada.

El proceso empieza desde que se toma un marco de madera (el cual sirve para prensar la tela y evitar que se arrugue y pierda el diseño), a este marco se le coloca la tela organdí con el diseño para la caja requerido por el cliente. Para este proceso es recomendable no trabajar mas de 200 cajas como máximo ya que así se evitan varios inconvenientes que se pueden presentar si se excede de esta cantidad.

Una vez colocada la tela dentro del marco se coloca el marco sobre la mesa de trabajo, después de que se coloca se procede a ajustar el marco a su base. Cuando el marco esta centrado se coloca la caja y se centra también dependiendo de la colocación del marco, luego de que la caja esta centrada se procede a colocar los topes y guías de la caja.

Después de la colocación de los topes y guías se procede a realizar una inspección tanto de los topes como de la caja en si, una vez inspeccionado y observado que todo esta correcto se procede al ajuste de los mismos. Cuando todo lo anterior esta listo se procede a trasladar las cajas a imprimir a la mesa de trabajo. La figura 26 presentada a continuación muestra el proceso de serigrafía.

**Figura 26. Proceso de serigrafía**



Cuando se tienen todas las cajas se procede a la preparación de la pintura y colocarla en el marco, para luego hacer la impresión de prueba y por consiguiente la impresión de todas las cajas. Una vez impresas se procede a quitar la pintura, se limpia el marco, se quita el marco y solo falta esperar el secado de las cajas.

Las figura 27 y 28 presentadas a continuación muestran los diagramas de operaciones y de flujo del proceso anterior.

**Figura 27. Diagrama de operaciones de serigrafía**

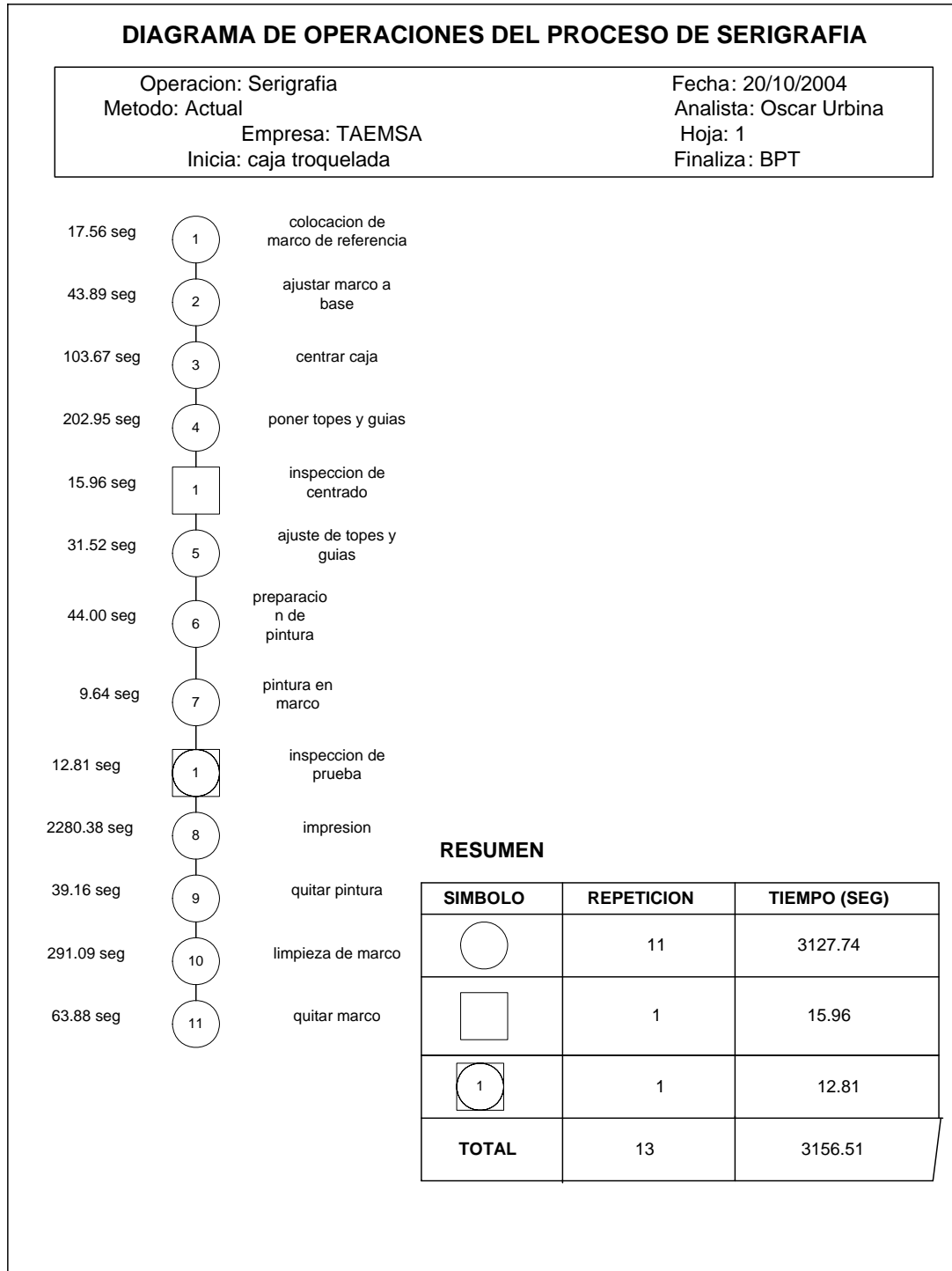
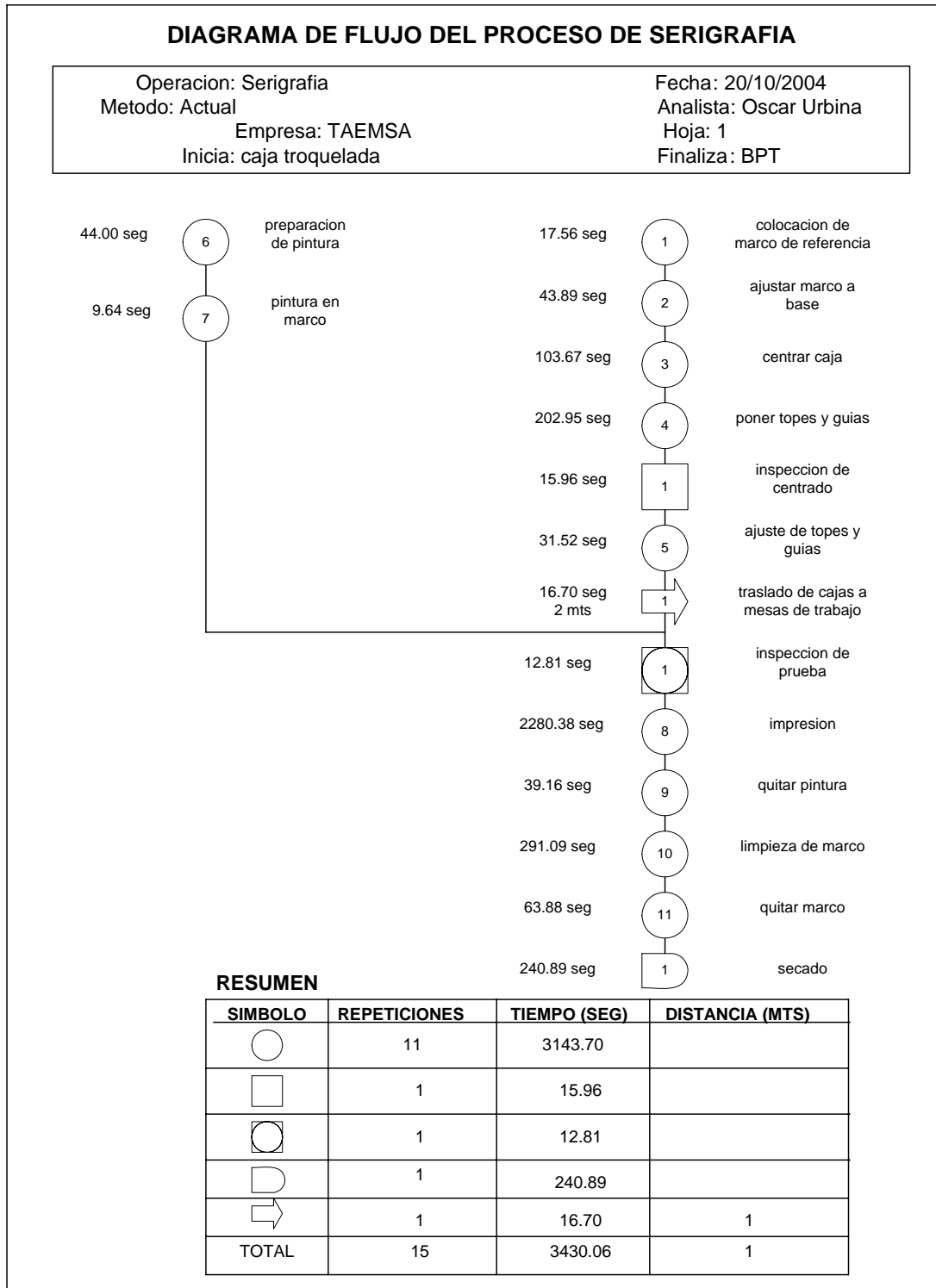


Figura 28. Diagrama de flujo de serigrafía



El proceso de serigrafía tiene su cuello de botella en la etapa de la impresión ya que se tiene que tener especial cuidado en la colocación de cada una de las cajas ya que una mala colocación de estas tiende a que el dibujo de la caja se mueva hacia algún lado no deseable y varíe el diseño requerido por el cliente. El tiempo depende también como en casos anteriores de la cantidad de cajas a trabajar, y aunque se trabaja cada color por separado también varía dependiendo de la cantidad de colores a trabajar.

#### **3.6.1.5. Corte de madera**

El corte de madera tiene como materia prima la madera de pino, esta se consigue a través de los denominados "trozos" de madera, de los cuales se tiene proveedores determinados para la compra de los trozos.

El proceso de los cortes de madera empieza desde que se traslada el trozo de madera hacia el carro del aserradero. Cuando se tiene el trozo en el carro se procede a hacer el corte de la primera lepa con cáscara, para luego hacer el corte de lepas de dos caras.

Una vez se tiene las lepas de dos caras se procede a quitar los ganchos y regresar las escuadras y por lo tanto dar vuelta al trozo. Luego se mide el grueso de la lepa, y se procede nuevamente a sacar otra lepa con cáscara, luego de tener esta lepa con cáscara se vuelve a hacer el corte de 2 lepas sin cáscara, para luego darle vuelta otra vez al trozo y se realiza una inspección del trabajo realizado.

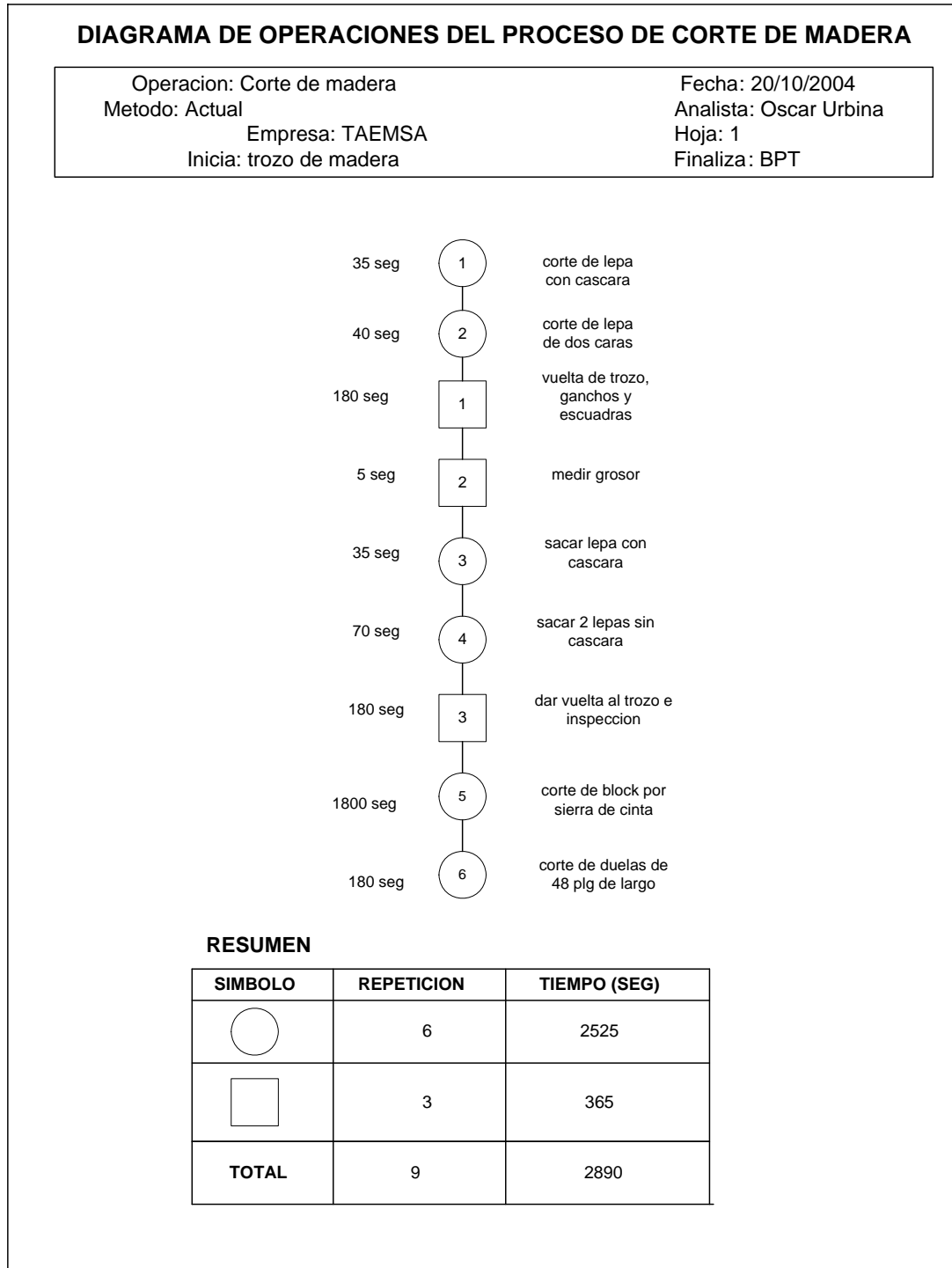


Luego se trasladan las lepas a una sierra pequeña para elaborar los llamados blocks, una vez realizados los blocks se procede a trasladarlos a la bodega de blocks que se tiene determinada exclusivamente para estos. Después que se tiene los blocks pasan por una sierra de cinta el cual los corta en 10 duelas de  $\frac{3}{4}$  de pulgada de grosor.

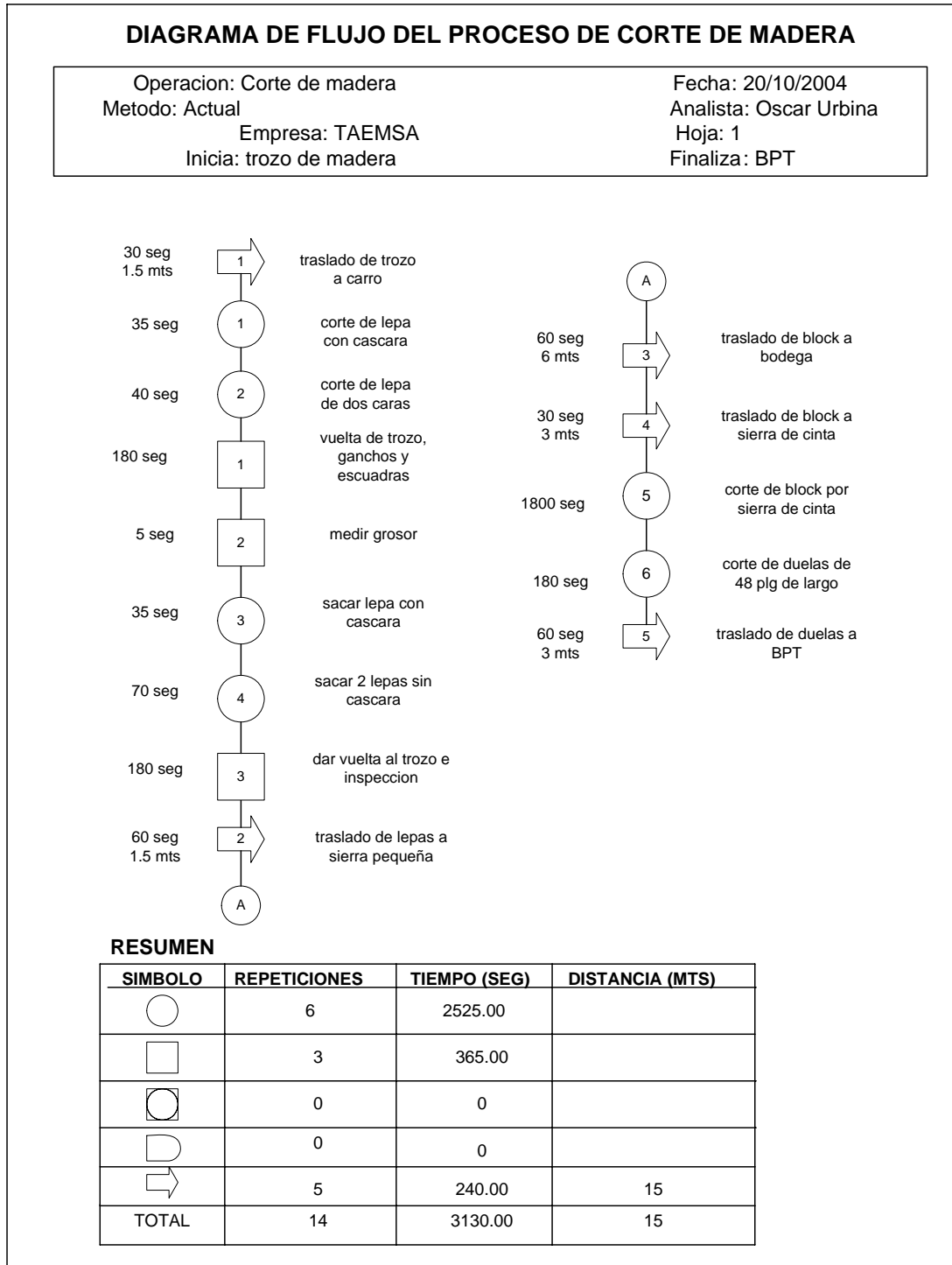
Cuando se tienen estas 10 duelas, se procede a cortar 3 duelas de  $\frac{3}{4}$  de pulgada de grosor, 48 pulgadas de largo y 6 pulgadas de ancho, para dejar por ultimo el traslado de todas las duelas a la bodega de producto terminado.

La figura 29 muestra a continuación el diagrama de operaciones para el proceso de corte de madera, y la figura 30 también presentada a continuación nos muestra el diagrama de flujo para determinado proceso.

**Figura 29. Diagrama de operaciones de corte de madera**



**Figura 30. Diagrama de flujo de corte de madera**



El corte de madera posee un cuello de botella en el proceso del corte de los blocks en la sierra de cinta, esto se debe a que cada trozo lleva una medida específica tanto de ancho, de largo como de grosor, esto hace que aunque se cuente con guías dependiendo del trozo a cortar, lleve un tiempo mas tardado que las otras operaciones ya que las demás operaciones se hace de forma mas automática, mientras que el corte de trozos es una operación mayormente de tipo manual en la cual solo un operario puede realizarla.

#### **3.6.1.6. Embalaje**

El proceso del embalaje es de forma muy repetitiva ya que se va comprimiendo el material (cartón), hasta que queda totalmente comprimido para luego ser amarrado ya en forma de paca. En la figura 31 se observa el diagrama de operaciones del proceso de embalaje y la figura 32 muestra el diagrama de flujo del mismo proceso, ambas figuras se presentan a continuación.

**Figura 31. Diagrama de operaciones de embalaje**

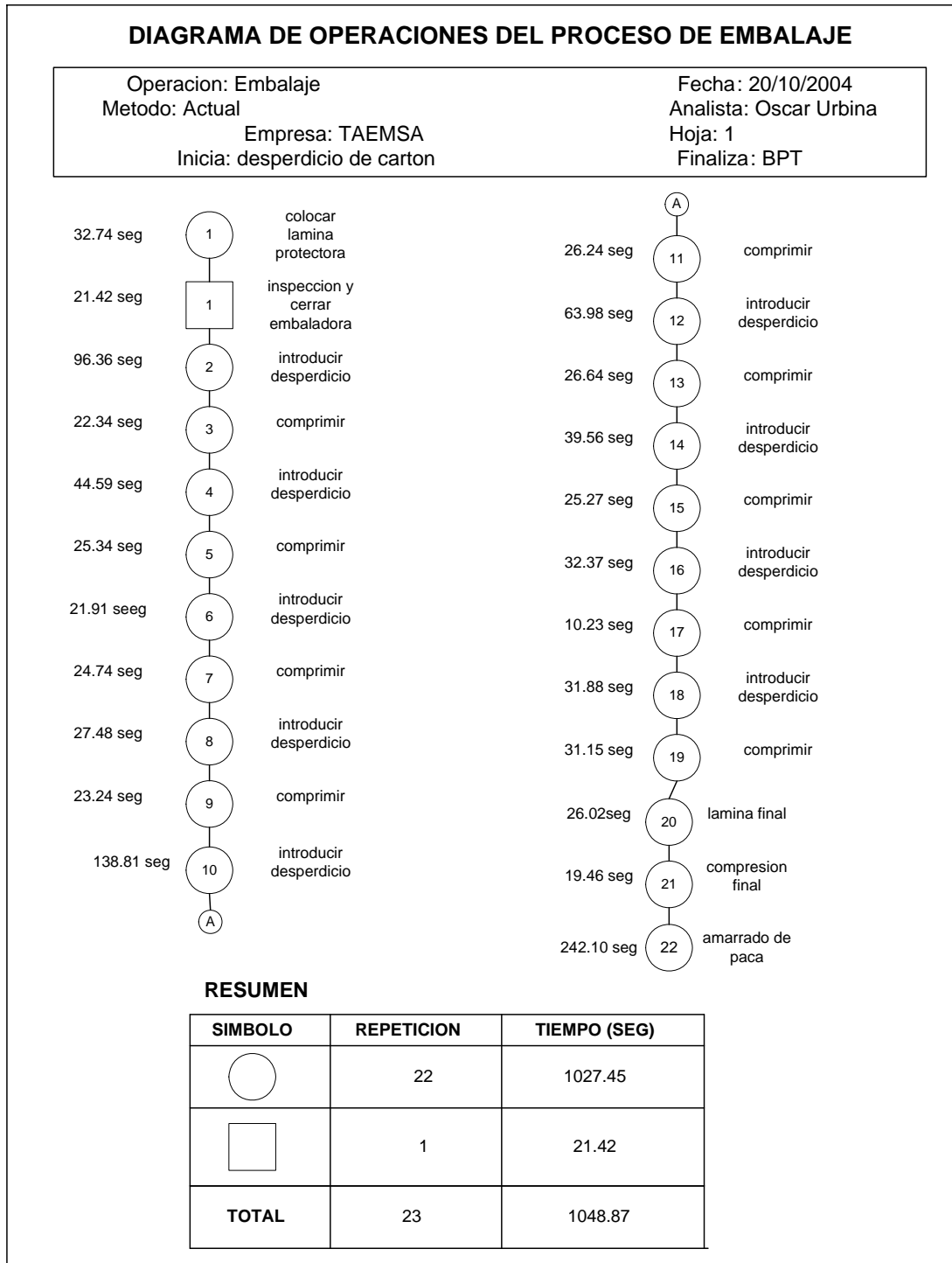
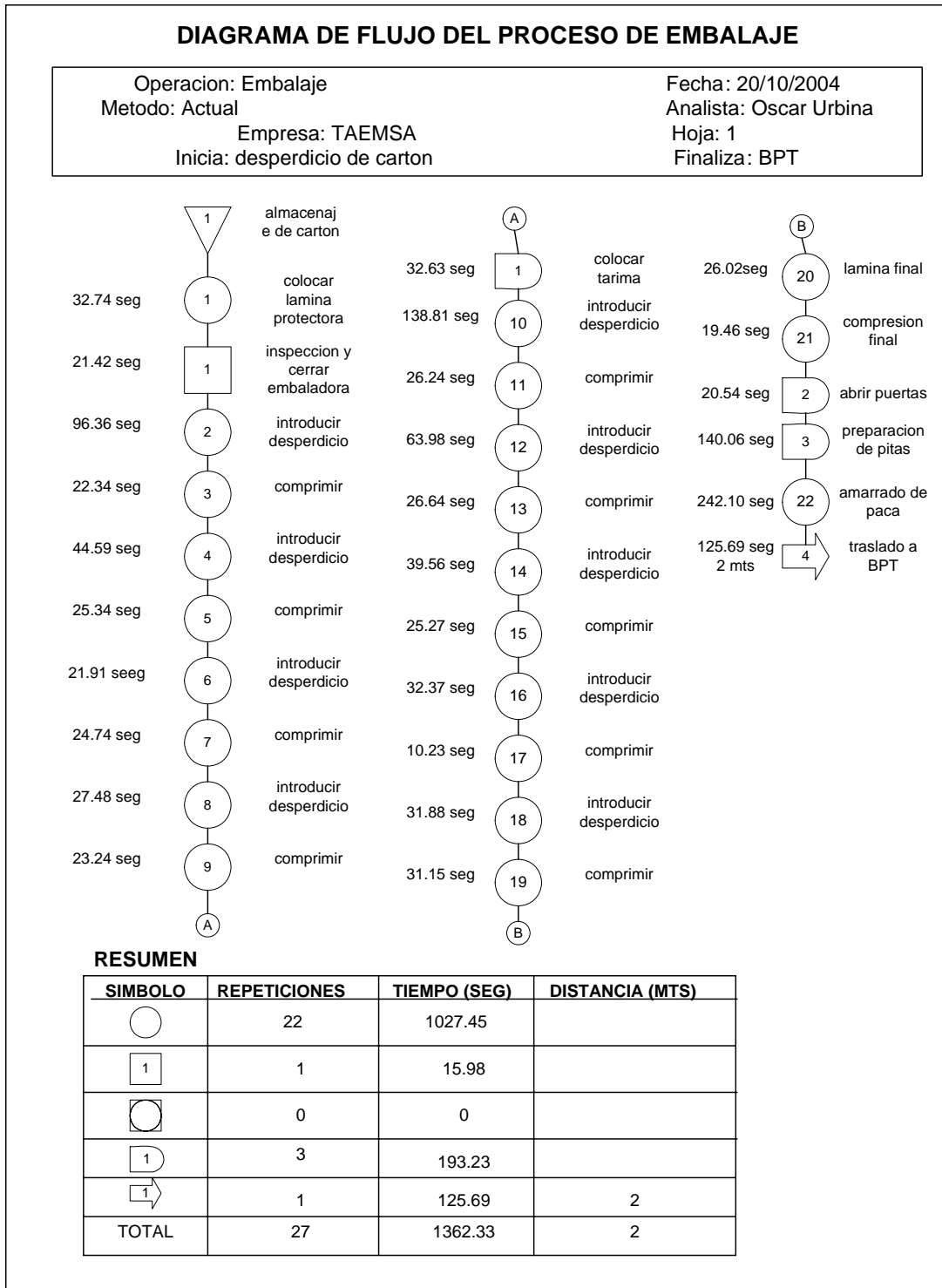


Figura 32. Diagrama de flujo del proceso de embalaje



El proceso del embalaje es muy repetitivo por lo tanto se puede decir que el único cuello de botella con que cuenta este proceso es la introducción de material para comprimir, todo esto depende también del operario de la maquina embaladora. Por el tipo de proceso que es mayormente de tipo manual y debido al proceso no se puede colocar varios operarios en el mismo proceso, esto repercute en el hecho que el operario tiene que estar halando el material para poder introducirlo a la maquina, hasta forma una paca de cartón.

### **3.7. Condiciones ambientales**

En TAEMSA se cuenta con varias plantas, por lo que es necesario tomar en cuenta que cada planta cuenta con condiciones ambientales diferentes para ello se tomaron en cuenta varios factores como ruido, iluminación, ventilación, piso y pintura. Todo ello con el fin de determinar cuales son las condiciones que se tienen en este momento.

#### **3.7.1. Ruido**

En cada planta se cuenta con diferentes decibeles de ruido por eso es necesario tomar las medidas de por un lapso de 5 minutos para poder determinar a que decibeles trabajan los operarios actualmente.

Para el cálculo de los decibeles de ruido con que cuentan las plantas se utilizo un decibelímetro el cual ayuda a observar la cantidad de decibeles que se producen en cada área de trabajo.

Para la toma de datos se coloca el decibelímetro cerca del área de trabajo, debido a que las plantas se encuentran permanentemente en ruido

constante se coloca el decibelímetro en el estatus de ruido constante y se toma el dato de los decibeles cada minuto y así poder sacar un promedio del nivel de ruido al que se encuentra expuesto el operario.

- **Aserradero**

En el aserradero o planta de corte de madera se cuenta con diferentes tipos de maquina que trabajan al mismo tiempo, la toma de niveles de ruido se presenta en la tabla III la cual se presenta a continuación.

**Tabla III. Promedio de ruido en aserradero**

DATO	DECIBELES (db)
1	95
2	94
3	96
4	92
5	91
TOTAL	468

PROMEDIO	93.6 db
----------	---------

En la tabla anterior se puede observar que el ruido al que se encuentran expuestos los trabajadores del aserradero es de 93.6 db, se encuentran expuestos a este nivel de ruido por un espacio de 8 horas diarias.

Según lo anteriormente descrito se puede determinar que no es admisible el nivel de ruido al que se encuentran expuestos los trabajadores del



aserradero para el tiempo laboral de 8 horas, sin ningún equipo de protección auditiva, ya que esto puede perjudicar la salud de los mismos.

- **Planta principal**

Para la planta principal hay que tomar en cuenta que hay troqueladoras, cortadoras, y maquinaria que tiene producción continuamente, el promedio de toda la planta en niveles de ruido es el que se muestra en la tabla IV presentada a continuación:

**Tabla IV. Promedio de ruido planta principal**

DATO	DECIBELES (db)
1	83
2	92
3	72
4	84
5	86
TOTAL	417

PROMEDIO	83.4 db
----------	---------

En la tabla anterior se determina que el nivel de ruido al que se encuentran expuestos los operarios de la planta principal es de 83.4 db, este nivel de ruido es por un espacio de 8 horas. Por lo anteriormente descrito es importante mencionar que el ruido que ocasionan las máquinas en la planta principal es tolerable para el oído humano en el espacio de 8 horas laborales y esto a su vez hace que los operarios no requieran de ningún tipo de protección auditiva.

- **Planta auxiliar**

En la planta auxiliar debido a que no se tiene maquinaria, ya que se utiliza solamente para pegados o amarrados, no existe ningún otro ruido que el que es percibido por la platica de los operarios o movimientos leves. A continuación se presenta la tabla V la cual nos indica el nivel de decibeles promedio.

**Tabla V. Promedio de ruido planta auxiliar**

DATO	DECIBELES (db)
1	69
2	68
3	70
4	71
5	68
TOTAL	346

PROMEDIO	69.2 db
----------	---------

En la tabla anterior se puede observar que el nivel de ruido es de 69.2 db, y los operarios se encuentran expuestos a este ruido por un periodo de 8 horas diarias. Como se menciona anteriormente en la planta auxiliar no se tiene personal laborando continuamente, por lo tanto el personal que se encuentre en la planta no es necesario que cuenten con equipo de protección auditiva ya que el nivel de ruido es bajo.

- **Personal externo**

Para el personal externo se toma como referencia los operarios que se encuentran en Cajas y Empaques de Guatemala, estos operarios perciben el de una maquina corrugadora que se encuentra a aproximadamente 10 mts del lugar de trabajo. La tabla VI que se presenta a continuación indica el nivel de ruido promedio.

**Tabla VI. Promedio de ruido con personal externo**

DATO	DECIBELES (db)
1	85
2	80
3	79
4	81
5	78
TOTAL	403

PROMEDIO	80.6 db
----------	---------

En la tabla anterior se puede observar que el nivel de ruido promedio es de 80.6 db y es el ruido al que se encuentran expuesto los operarios por un periodo de 8 horas. Como el personal externo se encuentra en un área determinada dentro de la planta, el nivel de ruido al que se encuentran expuestos es admisible para el oído humano durante el periodo de ocho horas laborales y esto a su vez no les causa daño a su salud.

### **3.7.2. Iluminación**

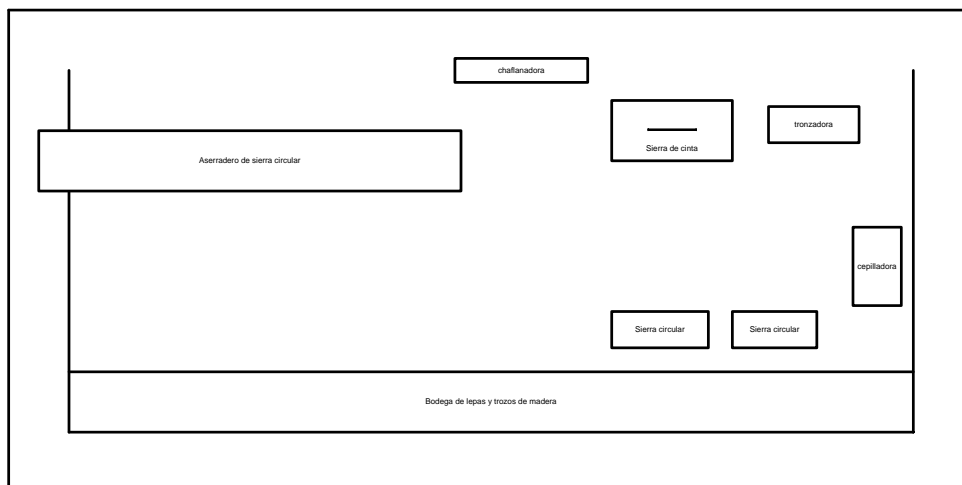
En las plantas de producción se encuentran diferentes estructuras y detalles de iluminación, por lo que es necesario que se presente cada detalle

por separado. Para el estudio se observó las características correspondientes de iluminación por separado, la cuales se presentan a continuación.

- **Aserradero**

El aserradero cuenta con la mayor parte de iluminación natural ya que no se cuenta con paredes alrededor y solo recibe la que es directamente del sol, solamente cuenta con una lámpara que posee dos candelas de neón en la parte de arriba de la sierra de cinta. La iluminación que se tiene en el aserradero es la adecuada para el tipo de trabajo que se realiza en el mismo, ya que solo se trabaja en el turno diurno para aprovechar suficientemente la luz natural, y debido a que el área es completamente libre de paredes hace que los operarios no se vean obligados a forzar la vista. La figura 33 muestra el esquema del área de trabajo del aserradero.

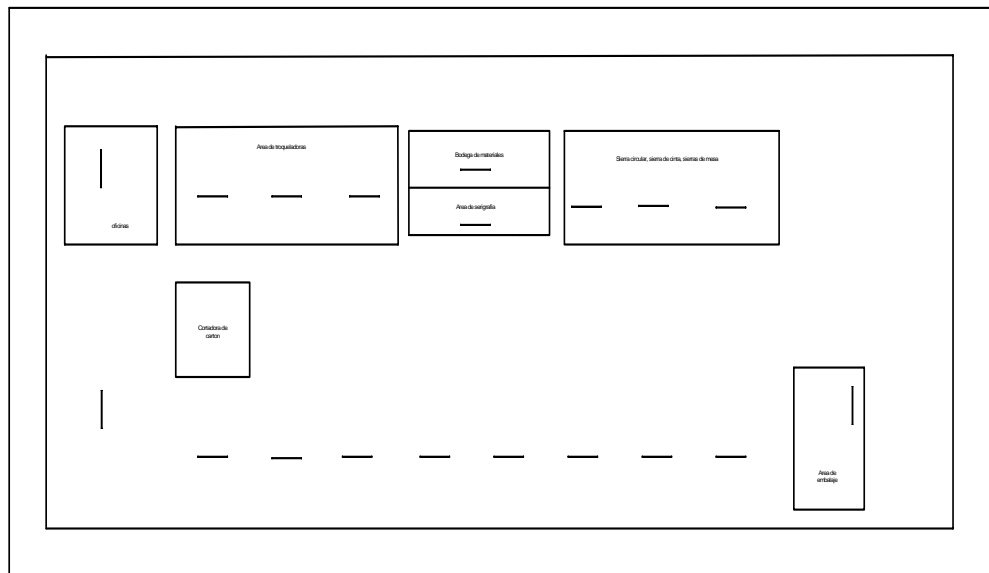
**Figura 33. Esquema de iluminación de aserradero**



- **Planta principal**

La bodega principal posee el 50 % de iluminación natural y el 50 % de iluminación artificial. Para la iluminación natural posee 25 láminas transparentes en la parte de la cubierta. Para la iluminación artificial posee 19 lámparas con dos candelas de neón cada una, en total son 38 candelas las que se poseen distribuidas uniformemente en toda la planta. La iluminación para esta planta es deficiente ya que por el tamaño de la bodega es necesario contar con mayor cantidad de lámparas ya que en ciertas áreas de la misma es difícil tener una visión clara y esto hace que los operarios tengan que forzar la vista aparte de usar aparatos de iluminación. La figura 34 muestra el esquema de distribución de las lámparas que se encuentran en la planta principal.

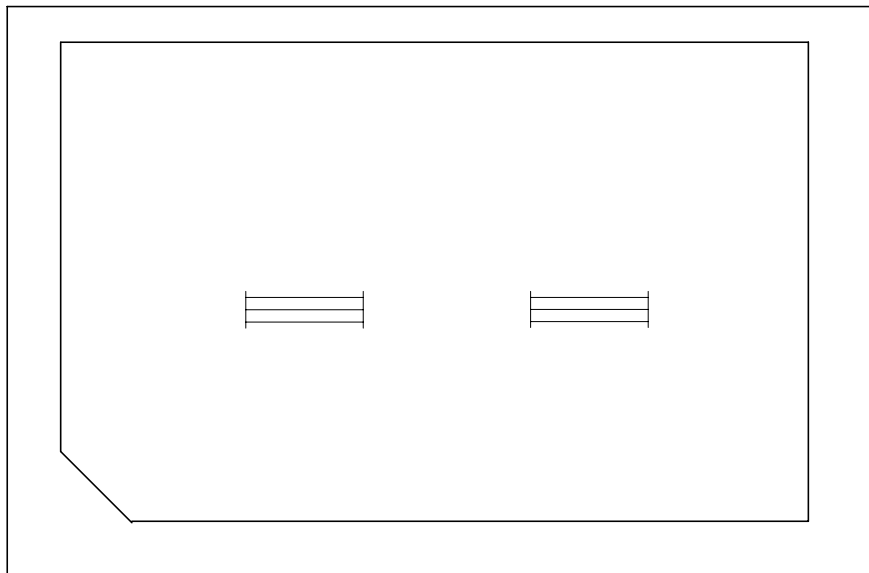
**Figura 34. Esquema de iluminación de planta principal.**



- **Planta auxiliar**

Esta planta posee 5 láminas claras y 2 lámparas con 2 candelas de neón cada una, en total hacen 4 candelas las cuales sirven para dar claridad a toda la bodega. Debido a que la planta auxiliar no se utiliza para producción diaria sino que es utilizada principalmente para bodega de material no es necesario contar con mas lámparas de las que se tiene ya que con las que se cuenta son suficientes para abarcar el área de la planta. La figura 35 muestra el esquema de distribución de lámparas de bodega auxiliar.

**Figura 35. Esquema de iluminación de planta auxiliar.**

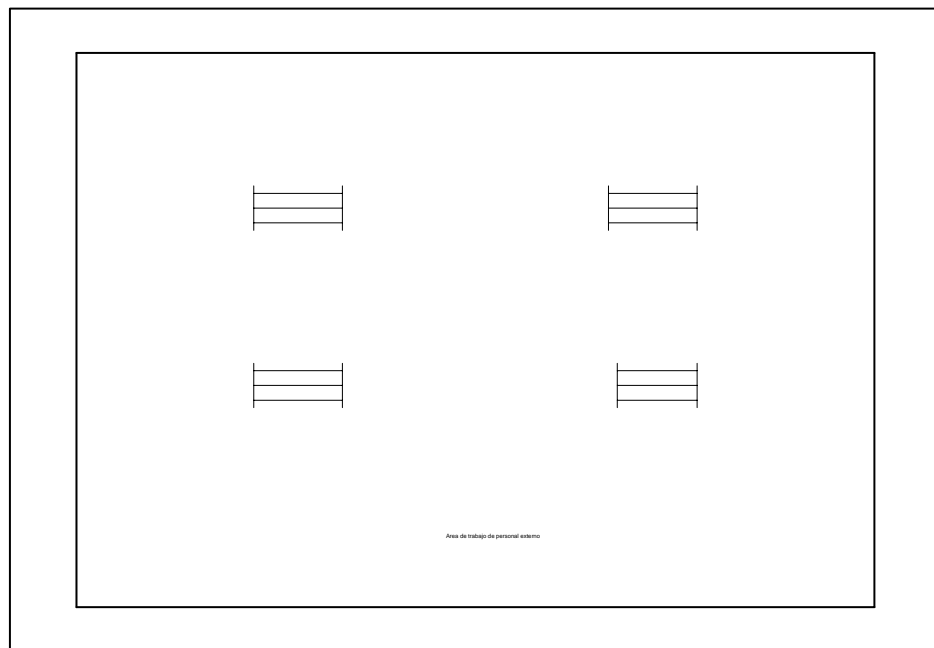


- **Personal externo**

El personal externo laboran en Cajas y Empaques de Guatemala, en la cual se posee únicamente un área determinada exclusivamente para

el personal externo, esta área se encuentra dentro de la planta de producción para lo cual solo se tienen 4 lámparas con 2 candelas de neón cada una, haciendo un total de 8 candelas. En esta área en la parte del techo se encuentran 6 láminas claras, las cuales sirven de iluminación natural. La iluminación que dan las lámparas y las láminas transparentes es suficiente para que los operarios puedan trabajar sin forzar la vista ya que los trabajos que allí se realizan no requieren tanta precisión en la elaboración. La figura 36 muestra el esquema de distribución de lámparas del área de trabajo del personal externo.

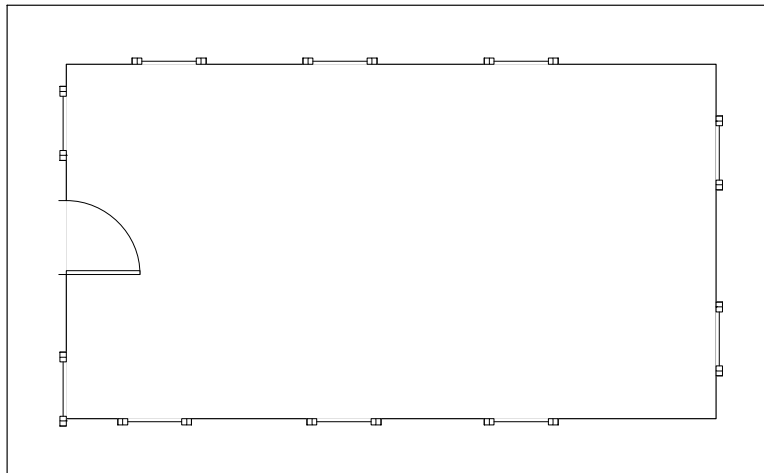
**Figura 36. Esquema de iluminación del área de personal externo.**



### 3.7.3. Ventilación

Todas las bodegas poseen únicamente ventilación natural, esta ventilación proviene únicamente de las ventanas y puertas que se encuentran abiertas, no se posee en ninguna planta ningún tipo de ventilación artificial, por lo que hace que en temporadas de verano se sienta únicamente el calor provocado por los rayos solares. En la figura 37 se muestra un esquema de las plantas y la estructura de las ventanas y puertas que se encuentran en las mismas.

**Figura 37. Esquema de ventilación de las plantas**



Las ventanas tienen un ancho de 2.5 mts y un largo de 3 mts, cada una y se encuentran a una altura de 7 mts del nivel del suelo. Las distancia a la que se encuentran de separación es de 3 mts cada una y se encuentran a todo lo largo y ancho de las bodegas, esto hace que en los procesos corte y troquelados se concentre polvillo en el área de trabajo ya que es muy difícil que el polvillo se evacue fácilmente debido a que la altura es bastante amplia del nivel del suelo. Debido a lo anteriormente mencionado se puede percibir que la



ventilación dentro de esta planta no es la adecuada para que los operarios realicen su trabajo sin ningún tipo de desgaste físico, ya que el calor que se provoca hace que se fatiguen frecuentemente.

#### **3.7.4. Piso**

La bodega principal, auxiliar y de personal externo cuentan con piso de concreto, lo cual hace que por el tipo de trabajo se encuentre sucio y desordenado, principalmente de grasas y otros materiales. Debido a lo anterior se observó que el piso se encuentra constantemente demasiado resbaloso y con obstaculización de desechos de cartón, por lo tanto es importante mencionar que el tipo de piso que se tiene en las plantas es el adecuado para los procesos de las mismas, y por lo tanto lo único que se requiere es mantener una limpieza continua dentro de las plantas.

Con respecto a la planta del aserradero no cuenta con ningún tipo de piso en especial ya que por el tipo de trabajo solo se posee la tierra misma, por lo tanto es el adecuado para los procesos que allí se realizan ya que por la vibración del aserradero de sierra circular no se puede tener piso de concreto.

#### **3.7.5. Pintura**

En las paredes no se encuentra ningún tipo de pintura, únicamente la pintura de señalización de algún tipo de señal de precaución, todas las paredes son de block sin ningún tipo de repello. El personal externo por lo mismo que se encuentra dentro de la planta de producción solo se tiene la pintura que limita el área destinada al personal externo.

### **3.8. Manejo de desechos**

El manejo de desechos depende del tipo de trabajo que se realiza en las diferentes plantas, por lo que es necesario dividirlos según su categoría. A continuación se presentan los desechos que evacuan las plantas para lo cual se dividen principalmente en desechos sólidos y líquidos.

#### **3.8.1. Desechos sólidos**

Entre los desechos sólidos que se tienen en todas las plantas podemos mencionar solamente lo que es la basura común, aserrín y cartón. A consecuencia de esta división, actualmente se cuenta con diferente manejo de dichos desechos y depende principalmente del tipo de desecho.

##### **❖ Basura común:**

Entre la basura común que la empresa elimina se puede mencionar que tienen: bolsas, pitas, bolsas y papeles. Con este tipo de basura se contrata personal que se dedica especialmente a este oficio y para lo cual se hace necesario pagar una mensualidad el cual ellos se encargan de depositar la basura en basureros municipales. Este tipo de evacuación de basura es el adecuado para las plantas ya que las empresas recolectoras depositan la basura en basureros municipales, los cuales les dan el tratamiento adecuado.

### ❖ **Aserrín**

En la planta de madera por la actividad que se realiza se cuenta con desperdicio de aserrín, el procedimiento para eliminar este tipo de desecho es el siguiente: el aserrín se acumula en costales y cada costal se vende a diferentes tipos de fabricas que requieran de este tipo de material, actualmente una de los clientes mas importantes para la compra del aserrín lo constituye las granjas avícolas. Con respecto a lo anterior se puede mencionar que el manejo es el adecuado ya que no se desperdicia ni se acumula el aserrín.

### ❖ **Cartón:**

Con el cartón el procedimiento es mucho mas sencillo ya que como se sabe el cartón es un material reciclable, por lo tanto lo que se hace con este tipo de material es que como ya se menciona anteriormente la empresa cuenta con una embaladora la cual hace pacas de cartón (ver proceso de embalaje), las cuales se venden exclusivamente a empresas que se dedican al reciclado del mismo. Otro uso que se le da al cartón es el hecho que si sobran pedazos medianos del mismo, se logre sacar otro tipo de producto se hace de la forma mas eficiente posible. El manejo del cartón que se le da en la planta es el adecuado ya que de todo el sobrante es reciclado y vendido nuevamente a otras empresas.

### **3.8.2. Desechos líquidos**

Entre los desechos líquidos la empresa no cuenta con la existencia de los mismos, ya que por la actividad que realiza el único desecho líquido que se tiene son las aguas negras que salen de la planta. Para esto la empresa cuenta solamente con un tipo de drenaje municipal el cual es responsabilidad de la municipalidad del municipio donde se encuentra la empresa el final de los mismos. El manejo de desechos líquidos por parte de la empresa es el adecuado ya que el hecho de que se realice por medio de los drenajes municipales evita la contaminación de su entorno.

## **4. DISEÑO Y PROPUESTA DE INFRAESTRUCTURA**

### **4.1. Localización**

Para la localización de la nueva planta de producción de TAEMSA se tienen dos opciones a elegir, una de ellas se encuentra en la Aldea Sacalá La Lomas, San Martín Jilotepeque, Chimaltenango, y la otra opción que se tendrá que considerar es la que se encuentra ubicada en el Km.30, Carretera Interamericana, en Santiago Sacatepequez, las dos se encuentran localizadas en el mismo municipio, pero para llegar a una mejor selección se elaboró un estudio de localización según la región para determinar cual es la opción mas viable para dicha localización. En este estudio se consideraran varios aspectos importantes como lo son: trabajo, clima, vías de acceso, mercado y vías de comunicación.

#### **4.1.1. Localización por región**

Para el siguiente análisis se tomó en cuenta características que se adecuan a los requerimientos para la instalación de la planta, para todo esto se evaluaron algunos costos, los cuales dieron como resultado la mejor opción a elegir entre las dos que se tiene. Para dicho análisis se tomó en cuenta como Opción A, la que pertenece a la Aldea Sacala Las Lomas, y la opción B, la que pertenece a la que se encuentra ubicada en el Km. 30, Carretera Interamericana, Santiago Sacatepequez. A continuación en la tabla VII se presentan los costos en quetzales que la empresa tendrá que considerar para la ubicación de la nueva planta en cualquiera de las dos regiones mencionadas.

**Tabla VII. Resumen financiero de las localidades potenciales (en quetzales).**

Opción	Costo M.O.	Transporte	Terreno / Edificio	Impuestos	Servicios	Total
A	12,000	5,000	125,000	5,000	2,000	149,000
B	8,000	7,000	100,000	5,000	2,000	122,100

**Tipo de cambio de dólar: 7.69**

En el resumen financiero presentado anteriormente en la tabla VII se consideró las dos comunidades potenciales y nos muestra que los costos de instalación más bajo y por lo tanto la opción más viable para la instalación de la nueva planta de producción de TAEMSA pertenecen a la región que se encuentra en el Km. 30, Carretera Interamericana, Santiago Sacatequez.

La información recavada fue producto de un estudio realizado por medio de nexos que las personas encargadas de la localización de la planta, tiene en las diferentes regiones. Con el objeto de verificar los datos obtenidos con respecto a las regiones seleccionadas anteriormente, se planificó un itinerario de visitas a ambas regiones, en las que se llevó a cabo una serie de actividades tanto a nivel social como industrial.

Dicha serie de actividades se constituyó de análisis de los siguientes factores:

❖ **Mano de Obra:**

Las personas elegidas para ser entrevistadas son los gerentes y dirigentes de las actuales sociedades industriales, así como de los centros de trabajo predominantes en la región. La competencia fue objeto de estudio por parte de los visitantes que realizaron el estudio. Las pláticas y entrevistas sostenidas con los principales fabricantes en la región se realizaron, ya que se consideró que son las personas en un

buen porcentaje verídica; tal información se resume a datos sobre la escala de salarios, prestaciones, normas laborales, rotación, productividad de la mano de obra, empleados y habilidades utilizadas.

❖ **Transporte:**

Se evaluó la cantidad y capacidad de las líneas de transporte, tanto liviano como pesado; así como su función social e industrial en la región analizada.

❖ **Capacitación:**

Se hizo una investigación con el objeto de verificar la existencia o no existencia de programas de capacitación en las comunidades de las regiones seleccionadas, así como sus respectivos costos si los tuvieran.

❖ **Cuestiones operativas:**

Las comunidades seleccionadas cuentan con un considerable potencial de satisfacción de las necesidades y requerimientos de la planta a instalar sin embargo necesariamente se llevó a cabo un análisis detallado basado en la recopilación de datos por medio de encuestas a población en general, test realizados a las diferentes instituciones gubernamentales de la comunidad y entrevistas a personas que brindaron la información necesaria, con el propósito de obtener información confiable sobre la disponibilidad de servicios que ofrece específicamente las comunidades, así como de cualquier tipo de permisos a obtener; y normas que son difíciles de satisfacer.

Seguidamente de las visitas realizadas a las regiones seleccionadas; en las oficinas actuales se obtuvo un resumen de toda la información obtenida

por cada una de las regiones departamentales. Resumen en el que se incluye datos tanto económicos como el flujo efectivo debido a gastos esenciales tales como materia prima, mano de obra, terreno, maquinaria, edificio, y transporte.

Dicho resumen se realizó correspondientemente a cada región, para luego llevar a cabo la actualización de datos y finalmente la comparación de costos, para tener una visión mucho más clara y una selección final más sencilla y acertada de la región en la cual se instalará la planta.

A continuación se presenta en la tabla VIII un análisis de comparación de criterio de cada región:

**Tabla VIII. Comparación de criterios en cada región**

Criterios	San Martin Jilotepeque		Km. 30 Carr. Interamericana	
	Clasificacion	Puntos	Clasificacion	Puntos
Transporte				
Acceso Interdepto.	3	6	4	8
Internacional	1	3	2	2
Capacitación de M.O.				
Disponibilidad	5	40	4	32
Habilidad	7	35	6	38
Materia Prima				
Disponibilidad	5	29	6	32
Costo	4	27	5	28

De acuerdo al análisis final de comparación realizado después de la recavación de información de cada región mostradas en la tabla VIII, se concluye que la región que cumple con la mayor parte de requerimientos y necesidades de la empresa a un costo total menor es la región que se encuentra en la Km.30 Carretera Interamericana, Santiago Sacatepequez.



Entre los beneficios mas importantes que se tienen al ubicar la planta en la región ya mencionada tenemos el fácil acceso que se tiene hacia ella y los servicios en los cuales deberá de incurrir la empresa para la puesta en marcha de sus operaciones.

Otro de los beneficios que se tienen es disponibilidad de la Mano de Obra con la cual tendrá que contar la empresa para la puesta en marcha de las operaciones mencionadas, y también la disponibilidad de la materia prima esencial para la empresa.

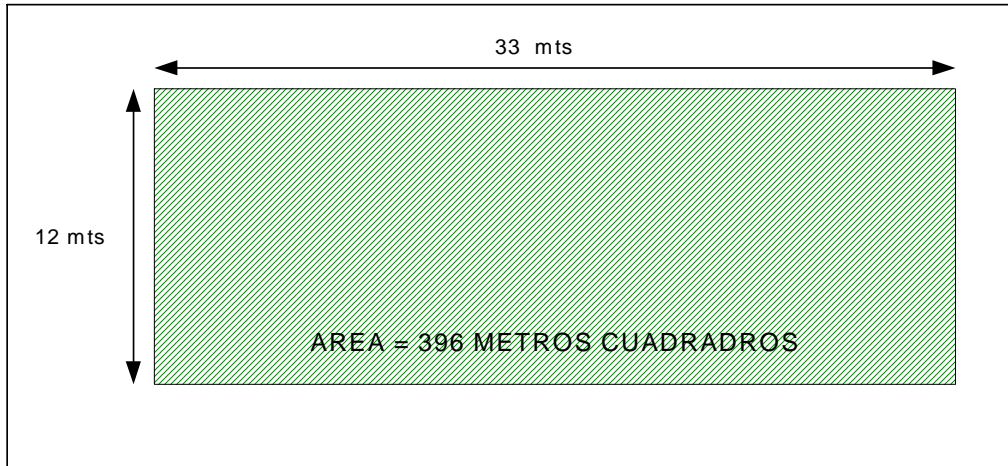
En base a lo anterior se procede a realizar los pasos siguientes:

- ❑ Negociación de la compra de terreno.
- ❑ Diseño de las distribuciones de los equipos.
- ❑ Finalización de las especificaciones para las instalaciones.
- ❑ Obtención de los permisos locales y estatales pertinentes.
- ❑ Realización de los dibujos arquitectónicos y de ingeniería.
- ❑ Asignación del contrato de construcción.
- ❑ Ubicación del personal importante.
- ❑ Contratación y capacitación de la nueva fuerza laboral.
- ❑ Ubicación del equipo, material y herramienta.

#### **4.2. Bodega procesamiento de madera**

Para la construcción de la bodega de procesamiento de madera se cuenta con un área de 396 m<sup>2</sup> (12 m X 33 m), este espacio será destinado exclusivamente para la realización de los productos los cuales tienen como materia prima la madera de pino, entre ellos: corte de reglas, corte de trozos, y bodega de tarimas. En la figura 38 se muestra al área con que se cuenta para la construcción de la bodega de procesamiento de madera.

**Figura 38. Área para la construcción de bodega de procesamiento de madera**



#### **4.2.1. Tipo de construcción**

El tipo de construcción de la planta de procesamiento de madera adecuado es el de una planta, esto se hace por la facilidad y tiempo de construcción menor, debido a que el espacio será para el procesamiento de madera el edificio de una planta brinda mayor flexibilidad a cambios futuros, mayor claridad y por tanto su costo es relativamente bajo, también brindará un mejor aprovechamiento de iluminación y ventilación natural.

#### **4.2.2. Tipo de edificio**

El tipo de edificio para esta bodega es de segunda categoría, ya que para la construcción del mismo se utilizarán columnas de acero estructural, el espacio recomendado entre cada columna es de 5 metros, para ello se tendrá que utilizar 7 columnas de cada lado de la bodega, haciendo un total de 14 columnas. La altura de las columnas será de 7 metros, también se

utilizaran 7 vigas de acero estructural, las cuales mantendrán el soporte del techo.

Debido a que el tipo de proceso es sencillo no se requerirá de ningún entrepiso dentro del edificio. Los muros serán de block, en las partes que se requiera ya que por el tipo de proceso no es recomendable contar con una planta totalmente cerrada. La figura 39 presenta un esquema de las columnas y la estructura que se utilizara para la construcción de la bodega de procesamiento de madera.

**Figura 39. Estructura y columnas de bodega de procesamiento de madera**



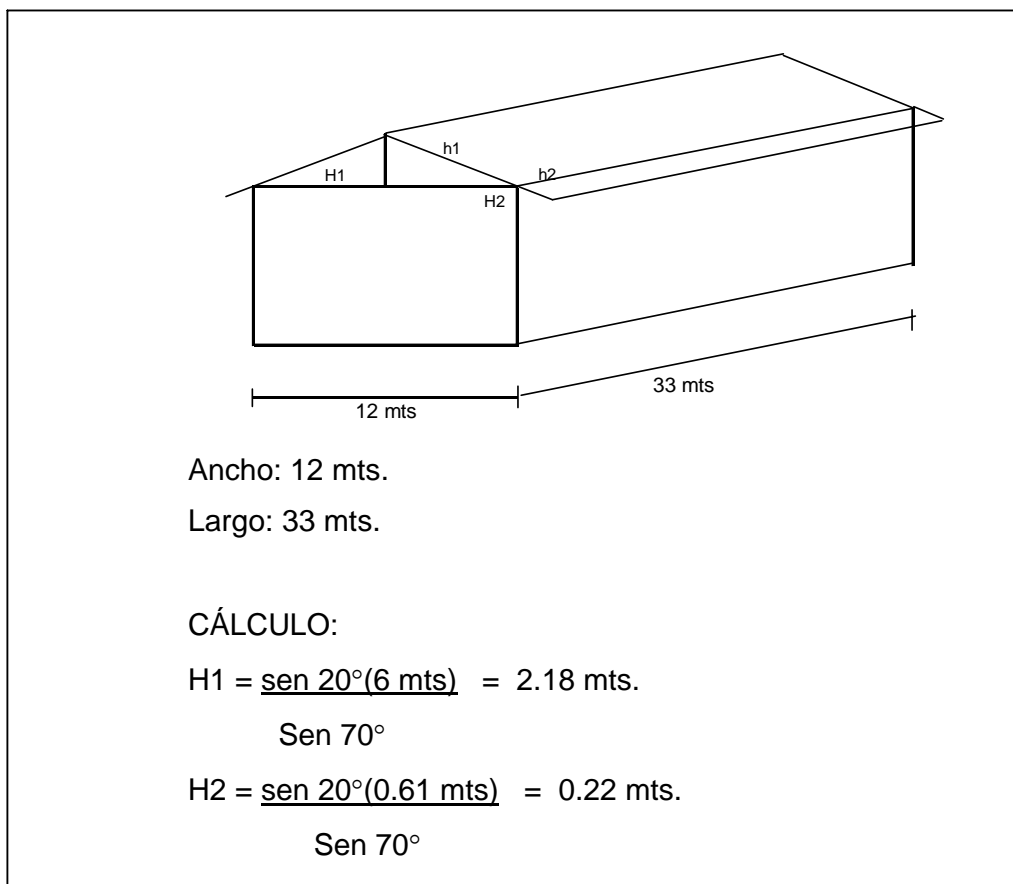
#### **4.2.2.1. Techo**

Por el tipo de bodega, el tipo de techo apropiado es el techo de dos aguas, tendrá una altura de 7 mts, para la cual se tendrá en la cubierta lámina galvanizada, el techo deberá contar con una inclinación de  $15^\circ$  y una pendiente de 0.268, esto facilita la instalación del techo al momento de construir, su peso es ligero, y su precio es bajo. El clima en la región es templado por lo que se tendrá que utilizar algún tipo de impermeabilizante.

La lámina galvanizada es apropiada para el tipo de trabajo que se realizara en esta bodega ya que es aislante del calor y del sonido. Para el techado de la cubierta se utilizaran 158 láminas de 14 ft de largo y 32 plg de ancho, se recomienda dejar un traslape de 2 plg entre cada lámina. El techo también deberá de contar con 32 láminas transparentes que ayudaran a una mejor iluminación natural.

La figura 40 presenta el cálculo de las láminas para el techo de dos aguas del aserradero.

**Figura 40. Cálculo de láminas para techo de dos aguas aserradero**



Continúa

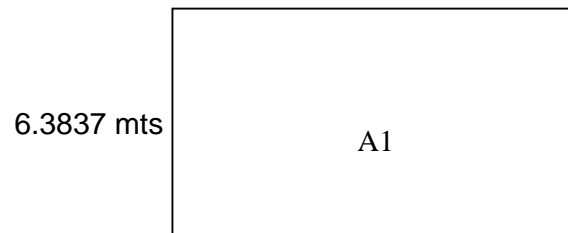
Por Pitágoras:

$$h1 = \sqrt{(2.18 \text{ mts})^2 + (6 \text{ mts})^2}$$

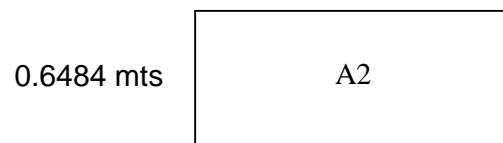
$$h1 = 6.3837 \text{ mts.}$$

$$h2 = \sqrt{(0.22 \text{ mts})^2 + (0.61 \text{ mts})^2}$$

$$h2 = 0.6484 \text{ mts.}$$



33 mts



33 mts

$$A1 = (6.3837)(33) = 210.6621 \text{ mts}^2$$

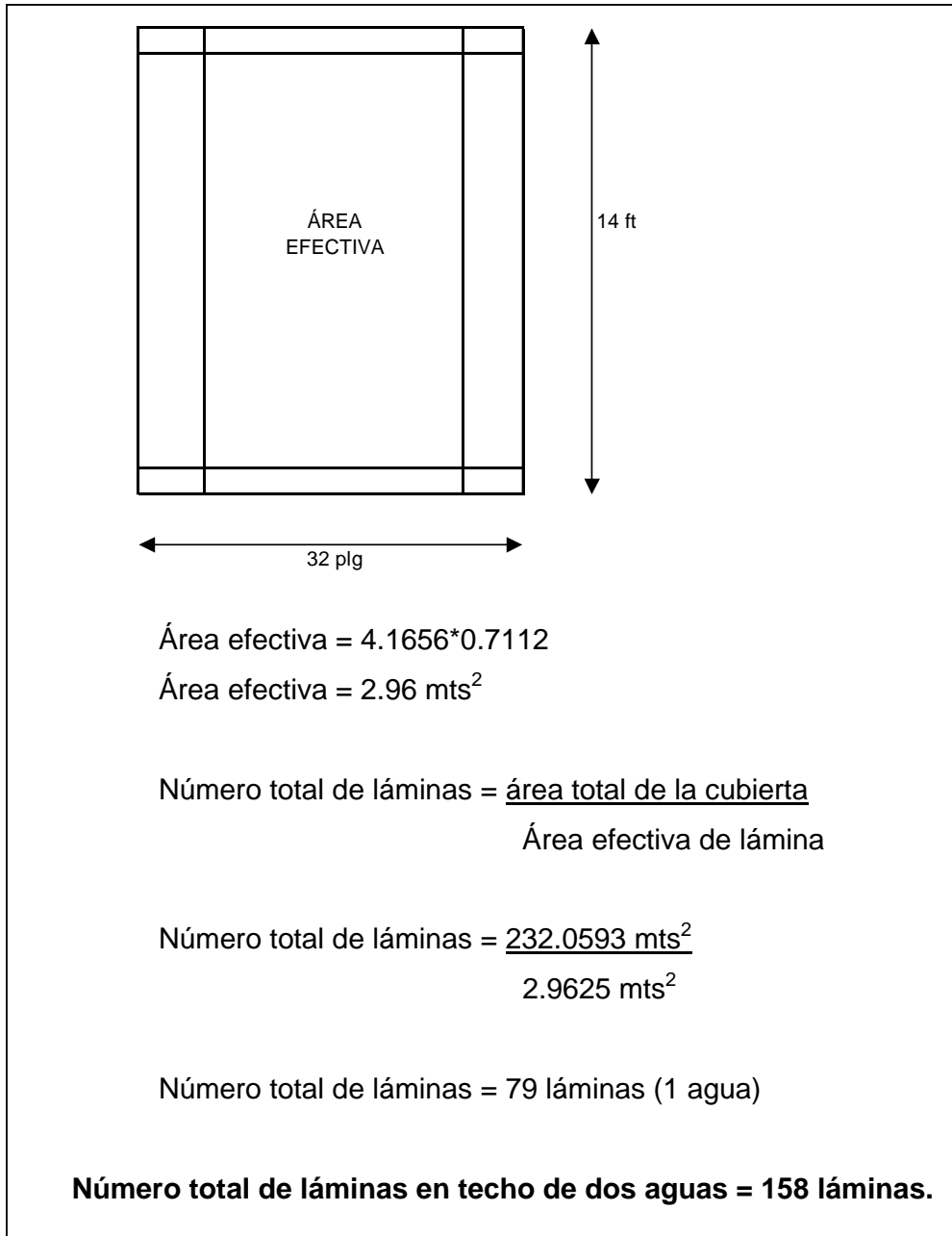
$$A2 = (0.6484)(33) = 21.3972 \text{ mts}^2$$

$$A_{\text{total}} = A1 + A2$$

$$A_{\text{total}} = 210.6621 \text{ mts}^2 + 21.3972 \text{ mts}^2$$

$$A_{\text{total}} = 232.0593 \text{ mts}^2$$

Continúa



La figura 41 muestra el techo de dos aguas adecuado para la bodega de procesamiento de madera.

**Figura 41. Techo de dos aguas para bodega de procesamiento de madera**



#### **4.2.2.2. Piso**

Debido a que son procesos de aserradero, el piso no deberá de contar con ningún recubrimiento especial, mas que el suelo mismo, al cual se le deberá de dar la compactación necesaria para que no este de forma superficial y pueda provocar algún accidente. En los cortes de reglas y almacenamiento del producto terminada (tarimas), si es necesario que se realice una fundición de concreto, esta será hecha de una mezcla de cemento, arena, pedrín y agua.

#### **4.2.3. Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales con que debe de contar esta planta tendrán que estar de acuerdo al tipo de proceso que se realice, para ello es necesario tomar las recomendaciones siguientes.

#### **4.2.3.1. Ruido**

El promedio de decibeles a los que se encuentran expuestos los trabajadores de la planta es de 93.6 decibeles, el tiempo de exposición a este nivel es de 8 horas, por lo tanto y tomando en cuenta que es 3.6 decibeles mayores a los que se puede estar expuesto durante esa cantidad de tiempo, es necesario que los trabajadores utilicen tapones auditivos en el proceso ya sea de corte de trozos o corte de reglas. No es necesario aislar el ruido de la planta ya que solo se produce este nivel de ruido cada hora, el tiempo restante el nivel del ruido baja a 85 decibeles.

#### **4.2.3.2. Iluminación**

La iluminación para la bodega de procesamiento de madera es necesaria tanto en forma natural como artificial ya que se realizan procesos de corte y toma de medidas a los trozos de madera, es importante contar con la iluminación adecuada para no forzar la vista de los operarios.

##### **4.2.3.2.1. Natural**

La iluminación natural estará constituida principalmente por 32 láminas transparentes y en la cubierta del techo, ya que de esta manera se aprovechara al máximo la luz del sol, por otra parte debido a que la bodega no estará totalmente cerrada, se aprovechara la parte frontal de la misma para la maximización de la luz. El cálculo para el número de láminas transparentes se determina en base al 20% del total de láminas galvanizadas con que cuenta el techo del aserradero, ya que este porcentaje ayuda para obtener una iluminación adecuada dentro de la planta, como se observo en la pagina 87. El cálculo de las láminas transparentes se presenta a continuación.



Número total de láminas transparentes = 158 \* 20%

**Número total de láminas transparentes = 32 láminas.**

#### **4.2.3.2.2. Artificial**

La iluminación artificial constituirá un factor importante dentro de la planta ya que la misma tiene como objetivo no forzar la vista de los operarios que allí laboran. Tomando como base el método de cavidad zonal y también considerando que el ancho de la bodega es de 12 m, con un largo de 33 m, y una altura de 4 m, la altura de la iluminación sobre estaciones de trabajo de 1 m, color de techo gris, color de pared gris, y color de piso gris, se obtiene que para la iluminación apropiada se deberá de instalar 24 lámparas con 2 candelas por lámpara. Las lámparas propuestas serán fluorescentes tipo industrial con esmalte horneado. Las características de las lámparas se muestran en la tabla IX que se presenta a continuación.

**Tabla IX. Características de lámparas propuestas.**

Base:	Bi-Pin
Abreviatura de orden:	F90/T17/D (Marca Sylvania)
Watts:	90
Tipo de luz:	luz de día
Encendido:	precalentamiento
Promedio de vida util:	9000 horas
Lumenes:	5400
Largo de tubo:	96 pulgadas

La figura 42 muestra un diseño de las lámparas propuestas para la bodega de procesamiento de madera.

**Figura 42. Lámparas propuestas bodega procesamiento de madera**



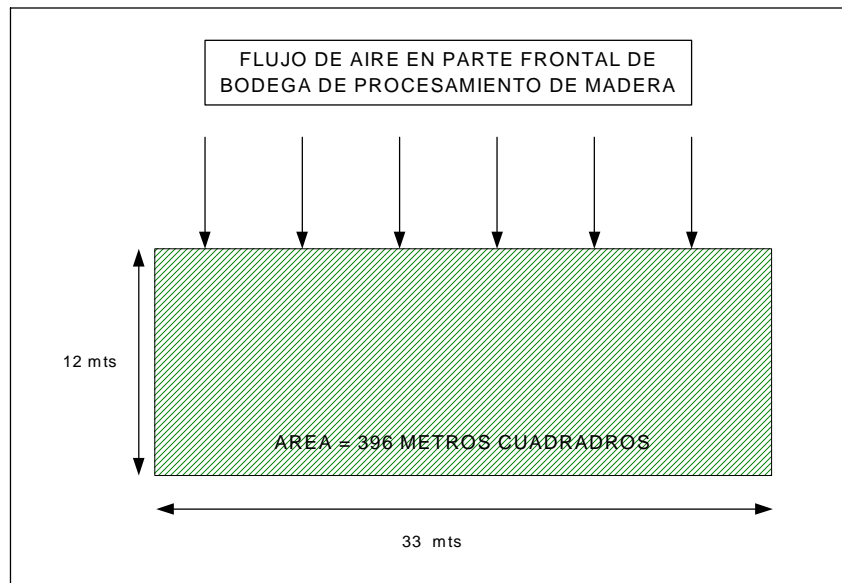
#### **4.2.3.3. Ventilación**

La ventilación en esta área de trabajo es de vital importancia ya que el corte de madera emana polvos que pueden ser dañinos para la salud de los operarios, la ventilación puede ser natural o artificial para proporcionar oxígeno suficiente, evitar el calor excesivo.

##### **4.2.3.3.1. Natural**

La ventilación natural provendrá de la parte frontal de la bodega ya que por el tipo de proceso no estará completamente cerrada, en la parte frontal se contará únicamente con postes de acero los en los cuales se apoyará únicamente la cubierta del techo, por lo tanto se aprovechará al máximo el viento que circula en la región mencionada. La figura 43 muestra la parte frontal de la bodega por la cual circulará el flujo de aire.

**Figura 43. Circulación de flujo de aire**



#### **4.2.3.3.2. Artificial**

No se recomienda ningún tipo de ventilación artificial ya que los cortes de la madera emanan micro partículas de madera, y al momento de existir algún tipo de ventilación artificial provocaría que el polvo se mantenga en constante movimiento y perjudique la salud de los trabajadores.

#### **4.2.3.4. Pintura**

En la planta de procesamiento de madera no es necesaria aplicar pintura en las paredes ya que serán únicamente de cemento, hierro, block y concreto. Si las paredes son pintadas es necesario utilizar pinturas claras e impermeables ya que esto evitaría que la madera acumule humedad. El techo y las columnas debido a que son de acero es necesario aplicar pintura

anticorrosiva para evitar que la lluvia y humedad los deterioren con el transcurso del tiempo.

#### 4.2.4. Costos

Debido a que la empresa solo contara con el terreno destinado para las plantas de producción, se hace necesario la construcción de una nueva bodega de procesamiento de madera, ya que anteriormente se tenía una bodega de tercera categoría y la nueva propuesta de la bodega es de segunda categoría.

Para ello se hizo un análisis de los costos de construcción que se tendrán que realizar al momento de la construcción del nuevo edificio. La tabla X muestra los costos para la construcción de la nueva bodega de procesamiento de madera.

**Tabla X. Costos de construcción de bodega de procesamiento de madera.**

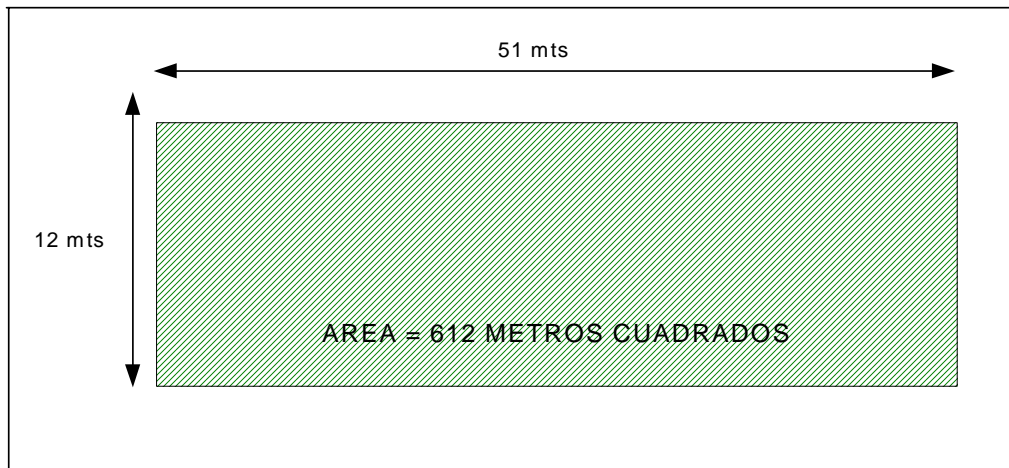
<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Monto (Q)</b>
Estructura de techo y cubierta	1	92,954.00
Tuberías y drenajes	41	3,280.00
Block de 0.19 X 0.14 X 0.39 mts	18781	75,124.00
Quintal de hierro de 0.0095 mts	25	2,825.00
Quintal de hierro de 0.00635 mts	19	2,147.00
Quintal de cemento 5000 psi	306	12,240.00
Metro cubico de arena	14	5,000.00
Metro cubico de pedrín	22	2,200.00
Mano de obra no calificada	15	103,847.00
Mano de obra calificada	1	8,500.00
Fosa septica	1	50,000.00
Pozo de absorcion	1	50,000.00
Luminarias	24	5,424.00
Mano de obra instalacion electrica	3	7,000.00
Ventanas	10	7,783.00
Porton	1	7,500.00
<b>TOTAL</b>		<b>435,824.00</b>

Los costos en que deberá de incurrir la empresa para la construcción de la bodega de procesamiento de madera es de Q 435,824.00. (Tipo de cambio de dólar 7.69).

### 4.3. Bodega procesamiento de cartón

La bodega de procesamiento de cartón cuenta con un área de 612 m<sup>2</sup> (12m x 51m), el área anteriormente descrita se utilizara exclusivamente para la elaboración de productos que tienen como materia prima el cartón, en la misma se colocara toda la maquinaria que se utiliza para el corte y troquelado del mismo. En determinada área se limitaran los espacios para cada proceso y las bodegas de producto terminado dejando espacio también para el ensamble de las tarimas de madera. La figura 44 muestra el área destinada para la bodega de procesamiento de cartón.

**Figura 44. Área destinada para bodega de procesamiento de cartón.**



#### **4.3.1. Tipo de construcción**

Para la bodega de procesamiento de cartón el tipo de construcción recomendado es el de una planta, ya que el mismo no abarcara mas áreas de las cuales se tiene destinadas. Entre las características para la construcción del mismo se puede definir que se cuenta con un costo menor al de otras plantas, menor terreno perdido en columnas, se pueden tener cargas altas debido al producto fabricado o a las máquinas usadas, rutas de trabajo eficientes, inspección fácil y eficaz, aprovechamiento de la iluminación y ventilación natural, y aislamiento de trabajos peligrosos.

#### **4.3.2. Tipo de edificio**

El tipo de edificio apropiado es el de segunda categoría ya que para la construcción del mismo estará formada por columnas de acero estructural, entre cada columna es necesario dejar un espacio de 5 mts, por lo que se hacen necesarias 10 columnas en cada lado de la bodega haciendo por lo tanto un total de 20 columnas. La altura de las columnas será de 7 mts, para el sostenimiento de la cubierta será necesario utilizar 10 vigas de acero estructural. El mismo no contara con entresijos en su interior, las paredes serán de block con cubierta de cemento. Por el tipo de proceso no es recomendado que se tenga una planta totalmente cerrada ya que la misma ventilación ayudara a los operarios a evitar fatiga por cansancio. La figura 45 muestra un diseño de la estructura propuesta para la construcción de la bodega de procesamiento de cartón.

**Figura 45. Estructura y columnas de la bodega de procesamiento de cartón.**

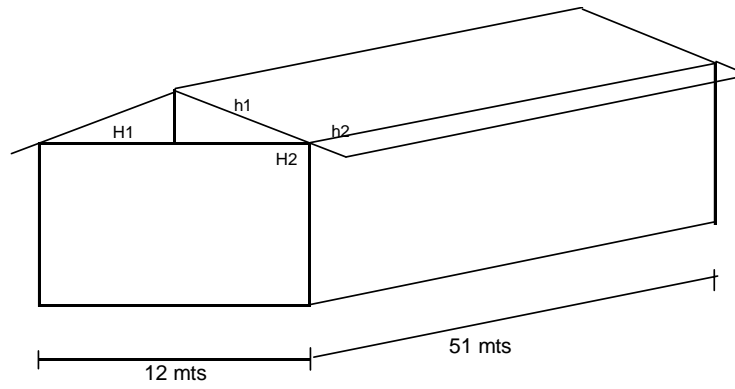


#### **4.3.2.1. Techo**

El tipo de techo que se utilizara en la planta es el denominado techo de dos aguas, contará con una altura de 7 mts, en la cubierta se utilizará lámina galvanizada, el techo deberá contar con una inclinación de  $15^\circ$  y una pendiente de 0.268, este tipo de techo facilita la instalación del mismo y su costo es menor. Para las láminas se tendrá que utilizar algún tipo de impermeabilizante ya que el clima de la región es templado. Para el techado de la cubierta de la planta de procesamiento de cartón será necesario utilizar 244 láminas de 14 ft de largo y 32 plg de ancho, el traslape recomendado es de 2 plg entre cada lámina, para contribuir con la iluminación natural será necesario colocar 49 láminas transparentes.

La figura 46 que se presenta a continuación muestra el cálculo de las láminas para el techo de dos aguas propuesta para la bodega de procesamiento de cartón.

Figura 46. Cálculo de láminas bodega de procesamiento de cartón



Ancho: 12 mts.

Largo: 51 mts.

CÁLCULO:

$$H1 = \frac{\text{sen } 20^\circ (6 \text{ mts})}{\text{Sen } 70^\circ} = 2.18 \text{ mts.}$$

$$H2 = \frac{\text{sen } 20^\circ (0.61 \text{ mts})}{\text{Sen } 70^\circ} = 0.22 \text{ mts.}$$

Por Pitágoras:

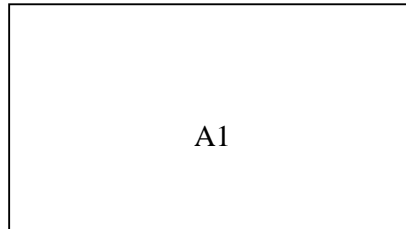
$$h1 = \sqrt{(2.18 \text{ mts})^2 + (6 \text{ mts})^2}$$
$$h1 = 6.3837 \text{ mts.}$$

$$h2 = \sqrt{(0.22 \text{ mts})^2 + (0.61 \text{ mts})^2}$$
$$h2 = 0.6484 \text{ mts.}$$



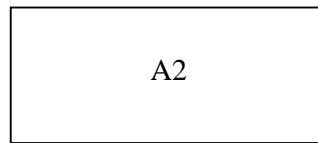
Continúa

6.3837 mts



51 mts

0.6484 mts



51 mts

$$A1 = (6.3837)(51) = 325.5687 \text{ mts}^2$$

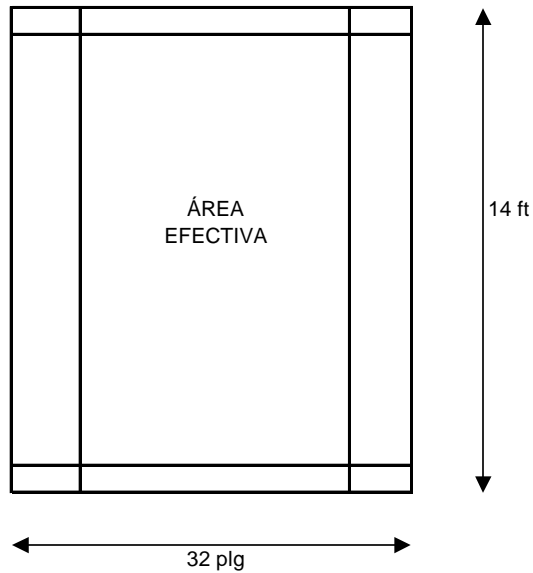
$$A2 = (0.6484)(51) = 33.0684 \text{ mts}^2$$

$$A_{\text{total}} = A1 + A2$$

$$A_{\text{total}} = 325.5687 \text{ mts}^2 + 33.0684 \text{ mts}^2$$

$$A_{\text{total}} = 358.6371 \text{ mts}^2$$

Continúa



$$\text{Área efectiva} = 4.1656 \times 0.7112$$

$$\text{Área efectiva} = 2.96 \text{ mts}^2$$

$$\text{Número total de láminas} = \frac{\text{área total de la cubierta}}{\text{Área efectiva de lámina}}$$

$$\text{Número total de láminas} = \frac{358.6371 \text{ mts}^2}{2.96 \text{ mts}^2}$$

$$\text{Número total de láminas} = 122 \text{ láminas (1 agua)}$$

**Número total de láminas en techo de dos aguas = 244 láminas**

La figura 47 muestra el tipo de techo de dos aguas que se propone para la bodega de procesamiento de cartón.

**Figura 47. Tipo de techo propuesto para bodega de procesamiento de cartón.**



#### **4.3.2.2. Piso**

El piso que satisface las necesidades de la planta es el construido por planchas de concreto reforzadas y acabados con cemento, dando un énfasis especial al reforzamiento a las bases donde se encontraran las máquinas troqueladoras, cortadoras, sierras de cinta y sierras circulares ya que por el peso y trabajo de las mismas es necesario contar con planchas especiales para el soporte del la fuerza ejercida. Este tipo de piso esta formado por materiales impermeables, antideslizante, tiene gran capacidad de esfuerzo y permite la fácil movilización de las personas y el equipo de manejo de materiales. La figura 48 muestra el tipo de piso propuesto para la planta de procesamiento de cartón.

**Figura 48. Tipo de piso propuesto para bodega de procesamiento de cartón**



### **4.3.3. Condiciones ambientales**

Las condiciones ambientales de la planta de procesamiento de cartón, tendrán que estar de acuerdo al tipo de proceso que allí se realiza, para ello se toma como referencia las actuales para poder determinar que cambios son necesarios y así poder mejorarlos, teniendo en cuenta también que la ubicación y estructura de la planta es totalmente diferente.

#### **4.3.3.1. Ruido**

La planta procesadora de cartón tiene un promedio de 83.4 db en toda la planta, el ruido se intensifica dependiendo del lugar en que se este ubicado, pero se puede observar que en promedio no sobrepasa los 90 db. Es recomendable que se use equipo de protección personal solo los operarios los cuales tienen contacto directo con las máquinas troqueladoras y cortadoras que son las que mayor ruido producen, los demás trabajadores pueden estar sin equipo de protección debido a que el lugar donde ellos se encontraran no alcanza esta exposición al ruido.

#### **4.3.3.2. Iluminación**

La iluminación adecuada con que contara la planta deberá distribuirse en iluminación natural y artificial, esto para que se puedan realizar los procesos de forma adecuada y no se haga un esfuerzo visual por parte de los trabajadores para realizar los trabajos requeridos dentro de la misma. Tomaremos en cuenta que los trabajos allí requeridos son de bastante precisión para poder realizar con exactitud las mediciones que se requieren.

##### **4.3.3.2.1. Natural**

La iluminación natural estará constituida por la luz del sol, para lograr un mejor aprovechamiento del mismo se colocaran 49 láminas transparentes en la cubierta del techo. También contara con ventanales en los paredes laterales de la bodega y así aprovechar al máximo la luz del sol.

Es necesario recalcar que las operaciones que allí se realizan están en horario diurno y eventualmente en horario nocturno por lo que la colocación de láminas transparentes constituirá un ahorro de energía. Para calcular el número de láminas transparentes se debe determinar la cantidad de láminas galvanizadas y del total de láminas sacar un 20% de las mismas, ya que este es el porcentaje correcto para iluminación natural referente a láminas galvanizadas para brindar la iluminación correcta dentro de la planta. A continuación se presenta el calculo de láminas transparentes para la iluminación natural, tomando como base los datos presentados en la página 99.

Número total de láminas transparentes =  $244 * 20\%$

**Número total de láminas transparentes = 49 láminas**

#### 4.3.3.2.2. Artificial

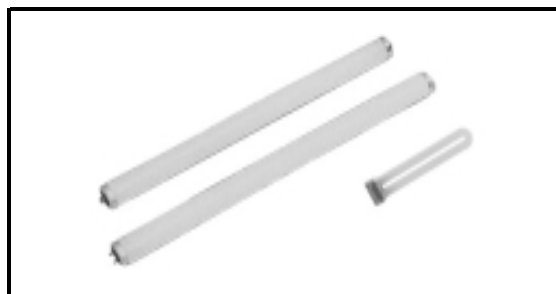
La iluminación artificial se usara solo si es necesario, para poder contar con la iluminación artificial necesaria se utilizo el método de cavidad zonal. Se tomo como puntos a evaluar dentro de la misma lo siguiente: color de techo gris, color de paredes gris y suelo gris. Se cuenta con un ancho de 12 mts, y largo 51 mts, la altura es de 7 mts, la altura sobre estaciones de trabajo es de 1 mt. Para la iluminación artificial se requerirá de 36 lámparas con 2 candelas cada una, las candelas tendrán que ser de tipo industrial con esmalte horneado. Las características que tienen las candelas propuestas para la iluminación artificial se presentan a continuación en la tabla XI.

**Tabla XI. Características de lámparas propuestas para bodega de procesamiento de cartón**

Base:	Bi-Pin
Abreviatura de orden:	F90/T17/D (Marca Sylvania)
Watts:	90
Tipo de luz:	luz de día
Encendido:	precalentamiento
Promedio de vida util:	9000 horas
Lumenes:	5400
Largo de tubo:	96 pulgadas

La figura 49 muestra el tipo de lámparas propuestas para la bodega de procesamiento de cartón.

**Figura 49. Lámparas propuestas para bodega de procesamiento de cartón**



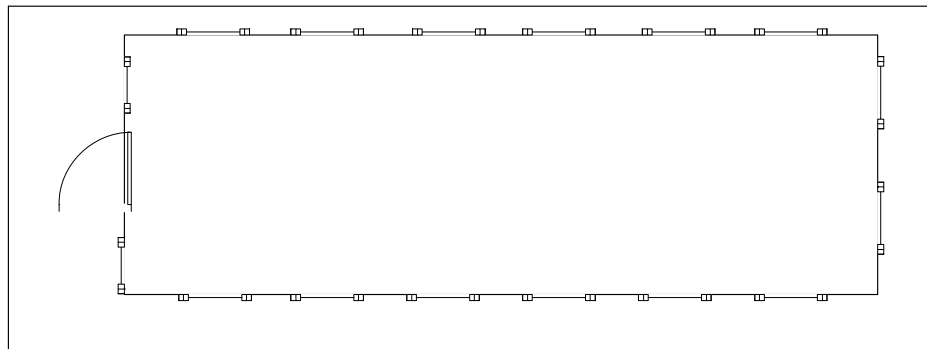
### 4.3.3.3. Ventilación

La ventilación esta constituida por ventilación natural como artificial, en esta bodega es necesario recalcar que por el tipo de maquinaria que se utiliza se crea un calor bastante alto dentro de la misma es por ello que es necesario contar con la ventilación adecuada presentada a continuación.

#### 4.3.3.3.1. Natural

La ventilación natural estará constituida por ventanales colocados longitudinal y frontalmente ya que de esta forma se podrá aprovechar al máximo la corriente del viento. Esto se hace con el fin de que a veces el viento sopla paralelo al lado longitudinal y otras al lado frontal. Las entradas de aire en superficie de ventanales deberán ser iguales a la salida de aire de la superficie de ventanales, para tener balanceadas las dos masas de aire entradas y salidas. Las ventanas se tendrán que colocar a 4 mts sobre la superficie ya que esto evitara que puedan ingresar algún tipo de roedores a la planta. Las ventanas deberán de tener un ancho de 1.5 mts y un largo de 2 mts para un mejor aprovechamiento del viento. La figura 50 presentada a continuación muestra un esquema de la posición propuesta de las ventanas de la bodega de procesamiento de cartón.

**Figura 50. Esquema de las ventanas para ventilación natural de bodega de cartón**



#### **4.3.3.3.2. Artificial**

La ventilación artificial no será necesaria ya que la ventilación natural es suficientemente para los trabajadores de la empresa ya que las ventanas ocuparan un 30 % de la superficie total de las paredes del edificio. No se recomienda ningún tipo de ventilación artificial ya que dentro de los procesos que se realizan existen algunos que emanan cierto polvillo de cartón, el cual cae directamente al suelo, y al colocar algún tipo de ventilación artificial provocaría que el polvillo se expanda por toda la empresa y así contaminar no solo el producto y afectaría directamente las salud de los trabajadores que se encuentran cercanos a las áreas del proceso.

#### **4.3.3.4. Pintura**

Por el tipo de bodega es de segunda categoría por lo cual no es necesario pintar las paredes de la misma ya que serán únicamente de cemento, hierro, block y concreto. En caso de pintar las paredes es recomendable usar un tipo de pintura de color claro. Las columnas y estructuras de acero se pintaran con pintura anticorrosiva para evitar el deterioro de las mismas. Para el techo se utilizara pintura anticorrosiva e impermeable para evitar la humedad en la planta y así prevenir que la materia prima se contamine y se desperdicie.

#### **4.3.4. Costos**

Actualmente para la bodega de procesamiento de cartón o bodega principal se cuenta con un edificio de segunda categoría que esta bajo alquiler. Debido a que se cuenta también con un terreno propio para la construcción de la bodega de cartón, se determino cuales son los costos que la empresa tendrá al momento de construirla. Es por ello que la tabla XII



muestra los costos que se tienen para la construcción de la bodega de procesamiento de cartón.

**Tabla XII. Costos de construcción de bodega principal**

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Monto (Q)</b>
Estructura de techo y cubierta	1	105,000.00
Tuberías y drenajes	64	5,120.00
Block de 0.19 X 0.14 X 0.39 mts	29026	116,104.00
Quintal de hierro de 0.0095 mts	39	4,407.00
Quintal de hierro de 0.00635 mts	30	3,390.00
Quintal de cemento 5000 psi	473	18,920.00
Metro cubico de arena	22	7,858.00
Metro cubico de pedrín	34	3,400.00
Mano de obra no calificada	15	103,847.00
Mano de obra calificada	1	8,500.00
Luminarias	72	16,272.00
Mano de obra instalacion electrica	3	7,000.00
Ventanas	15	11,675.00
Porton	1	7,500.00
<b>TOTAL</b>		<b>418,993.00</b>

Según la tabla anterior observamos que la empresa deberá de incurrir en un gasto de Q 418,993.00 para la construcción de la bodega principal de TAEMSA. (Tipo de cambio 7.69).

#### **4.4. Procesos de producción**

Los procesos de producción actuales cuentan con una serie de actividades en las cuales se pudo determinar que contienen ciertas ineficiencias o demoras, para los cuales se hace necesario una mejora dentro de los mismos, ya que esto ayudara no solo a incrementar la eficiencia de los procesos sino que también la producción de los diferentes productos con que cuenta la empresa.

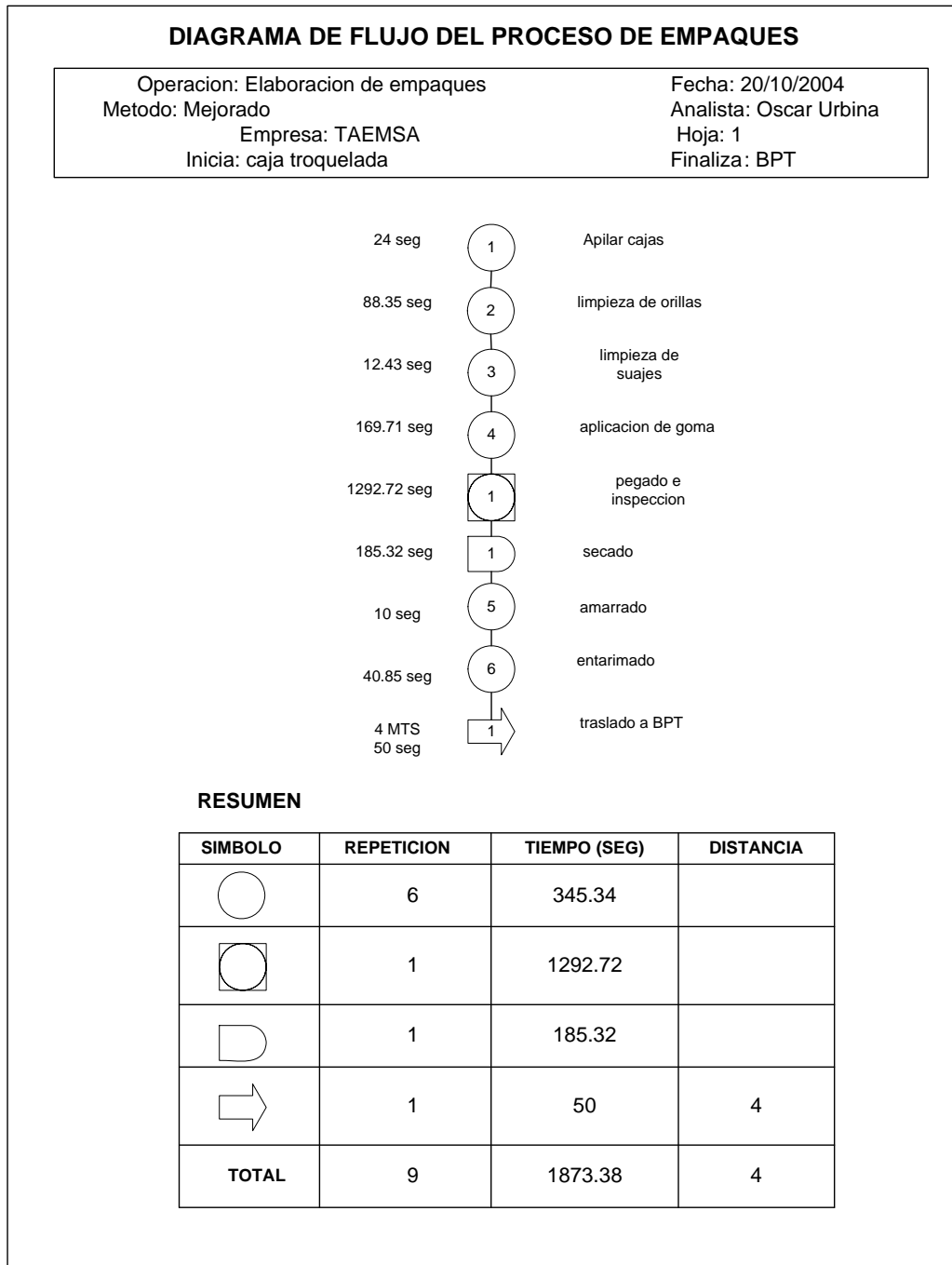
#### **4.4.1. Diagramas de flujo**

Los diagramas de flujo que se presentaran a continuación contienen una serie de modificaciones que ayudaran a que el proceso sea de mayor calidad y así evitar que sean rechazados por el cliente. Todo esto se ejemplifica con los tiempos determinados y cambios en rutas del producto.

##### **4.4.1.1. Empaque**

El proceso de elaboración de empaques cuenta con una serie de procesos en los cuales el operario lo elabora de forma muy mecánica, es por ello que es necesario hacer unas modificaciones para que el proceso aparte de agilizarse se elabore con una mayor calidad y en el menor tiempo posible. A continuación en la figura 51 se presentará el diagrama de flujo mejorado para la elaboración de empaques.

**Figura 51. Diagrama de flujo propuesto para la elaboración de empaques.**



Se puede observar que en la figura 19 presentada anteriormente se unieron dos operaciones como lo son el pegado y la inspección al mismo tiempo, se agrego también el amarrado de las cajas, y el traslado de las cajas tiene una distancia menor.

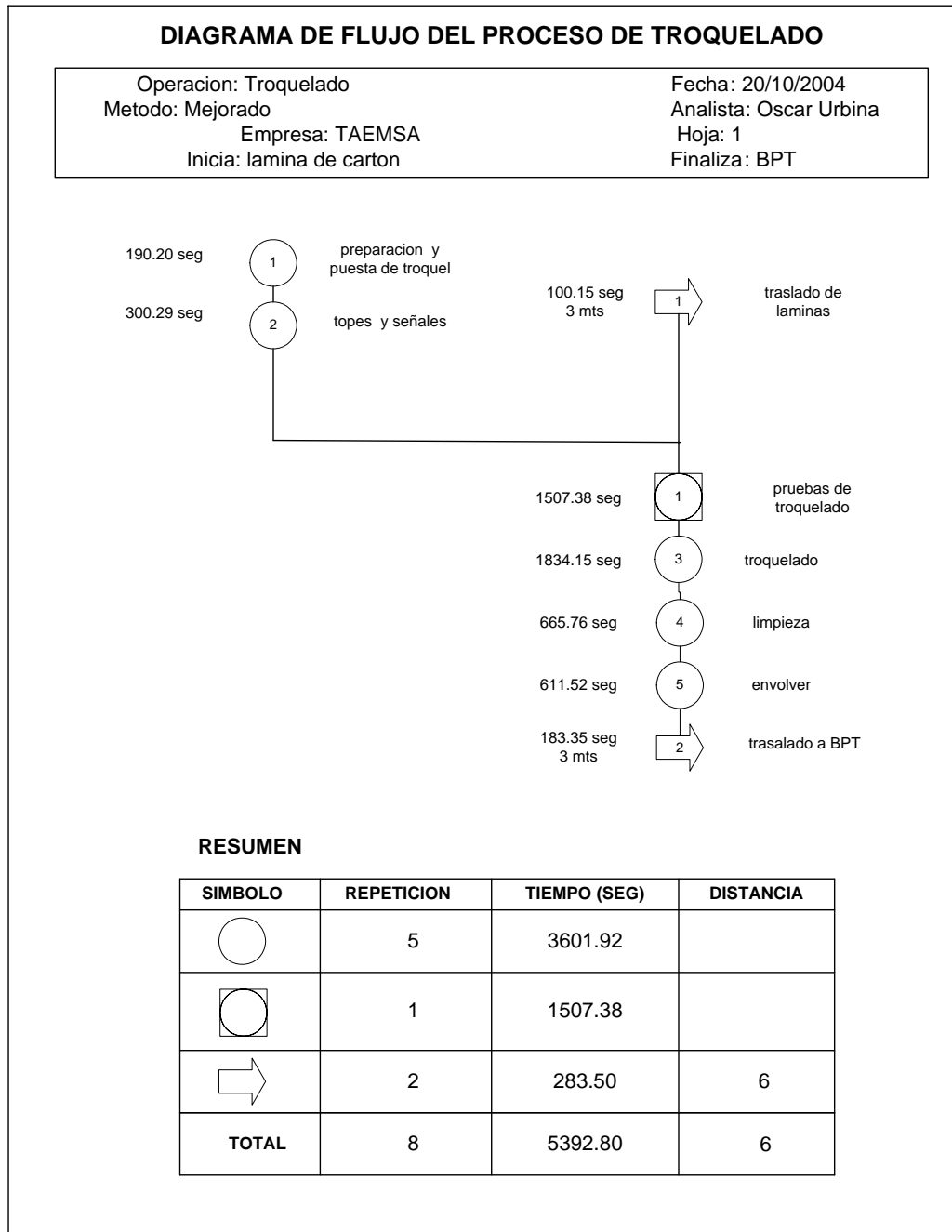
En el diagrama actual presentado en la pagina 46 el tiempo total es de 1916.86 seg, y en el diagrama actual es tiempo total es de 1873.38 seg, por lo que se pueda observar que el tiempo total se reduce en 43.48 seg. La distancia se reduce en total en 2 metros; por lo tanto podemos decir que el proceso aparte de reducirse en tiempo se mejora en calidad.

#### **4.4.1.2. Troquelado**

El proceso de troquelado es uno de los mas complicados actualmente ya que el proceso depende en mayor parte de la agilidad y rapidez con la cual cuenta el operario mas que todo para cuando se pone el troquel de la caja a elaborar.

Este proceso se puede agilizar de una manera mas eficiente y no por eso descuida la calidad del producto. A continuación en la figura 52 se presenta el diagrama de flujo mejorado para la elaboración de troquelado de cualquier producto.

Figura 52. Diagrama de flujo mejorado de troquelado.



En el diagrama anterior se puede observar que se unieron los procesos de preparación y poner el troquel ya que se puede observar que se puede trabajar las dos operaciones al mismo tiempo.

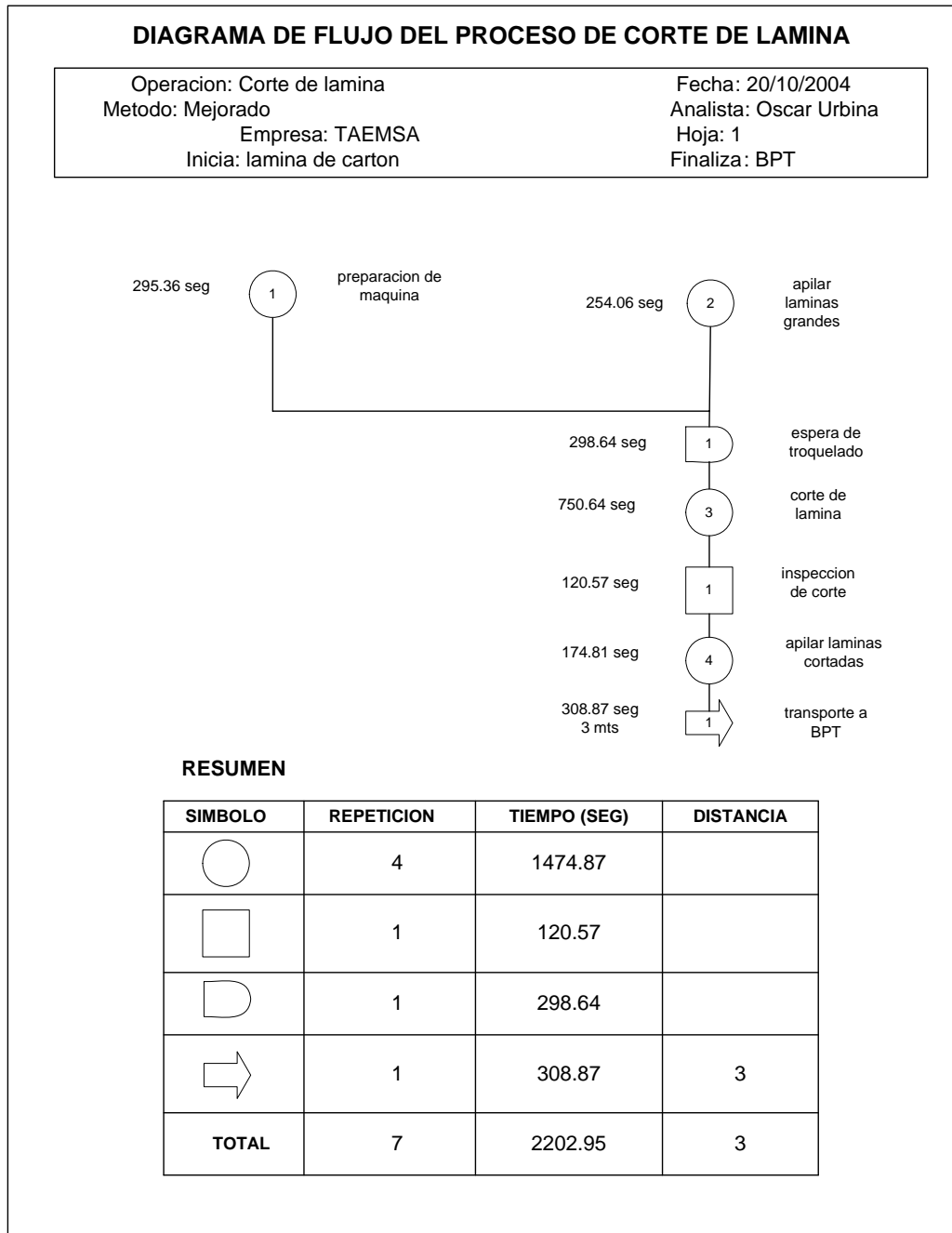
El traslado de láminas en la nueva planta va a ser menor en distancia por lo mismo se redujo el tiempo. Las pruebas de troquelado se pueden hacer conjuntamente con la inspección, lo que también reduce el tiempo.

Actualmente se tiene un tiempo de 5741.82 segundo y una distancia de 8 metros (ver pagina 49), en el diagrama mejorado se tiene un tiempo total de 5392.88 segundos y una distancia de 6 mts. Por lo tanto se tiene una reducción en tiempo de 349.02 segundos y la distancia en 2 metros.

#### **4.4.1.3. Corte de lámina**

El corte de lámina es uno de los procesos mas sencillos de elaborar ya que depende especialmente de las medidas de la caja las cuales solo las puede hacer un solo operario. A continuación se presenta en la figura 53 el diagrama de flujo mejorado para el corte de láminas de cartón.

Figura 53. Diagrama de flujo mejorado de corte de lámina



En el diagrama anterior se puede observar que se eliminó el primer transporte ya que se pudo observar que era un proceso en el cual se invertía tiempo y que en realidad se podían apilar las láminas directamente a un costado de la máquina.

Algunos procesos se pueden hacer en menor tiempo ya que en ocasiones los operarios se distraen por razones externas y eso hace que el tiempo sea mayor.

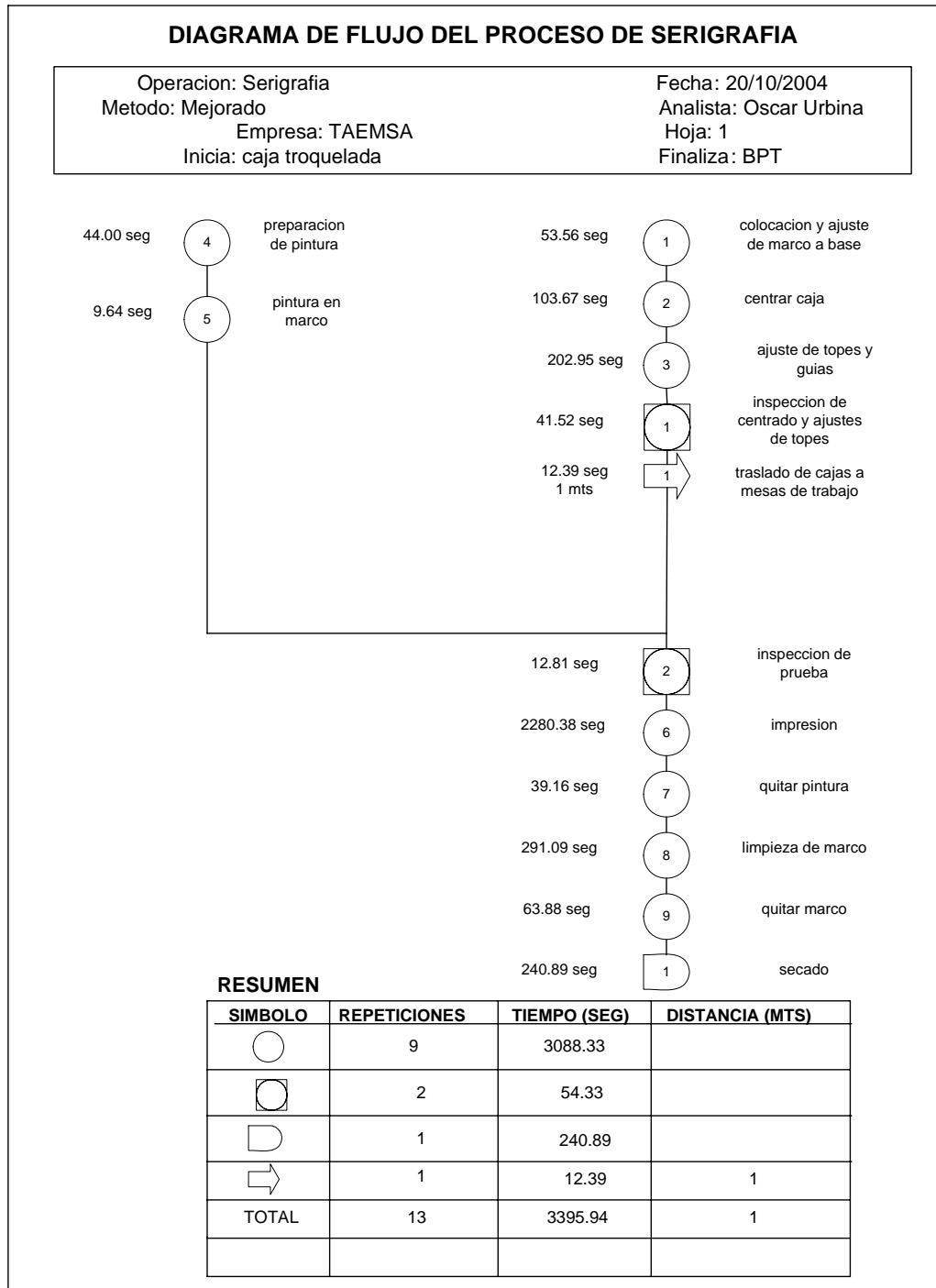
Actualmente el proceso de corte de lámina tiene un tiempo total de 2640.26 segundos y una distancia de 4 metros (ver página 54), en el diagrama mejorado el tiempo total es de 2202.95 segundos y una distancia de 3 metros por lo tanto el tiempo total del proceso se reduce en 473.31 segundos, todo esto contando siempre con la misma calidad del producto.

#### **4.4.1.4. Serigrafía**

El proceso de serigrafía ya que es un proceso manual dependerá mucho del tipo de caja y los colores a imprimir, sin embargo contiene algunas operaciones que se pueden reducir en tiempo tomando como base el proceso actual. A continuación en la figura 54 se presenta el diagrama mejorado para la elaboración de la serigrafía en las cajas de cartón.



Figura 54. Diagrama de flujo mejorado de serigrafía



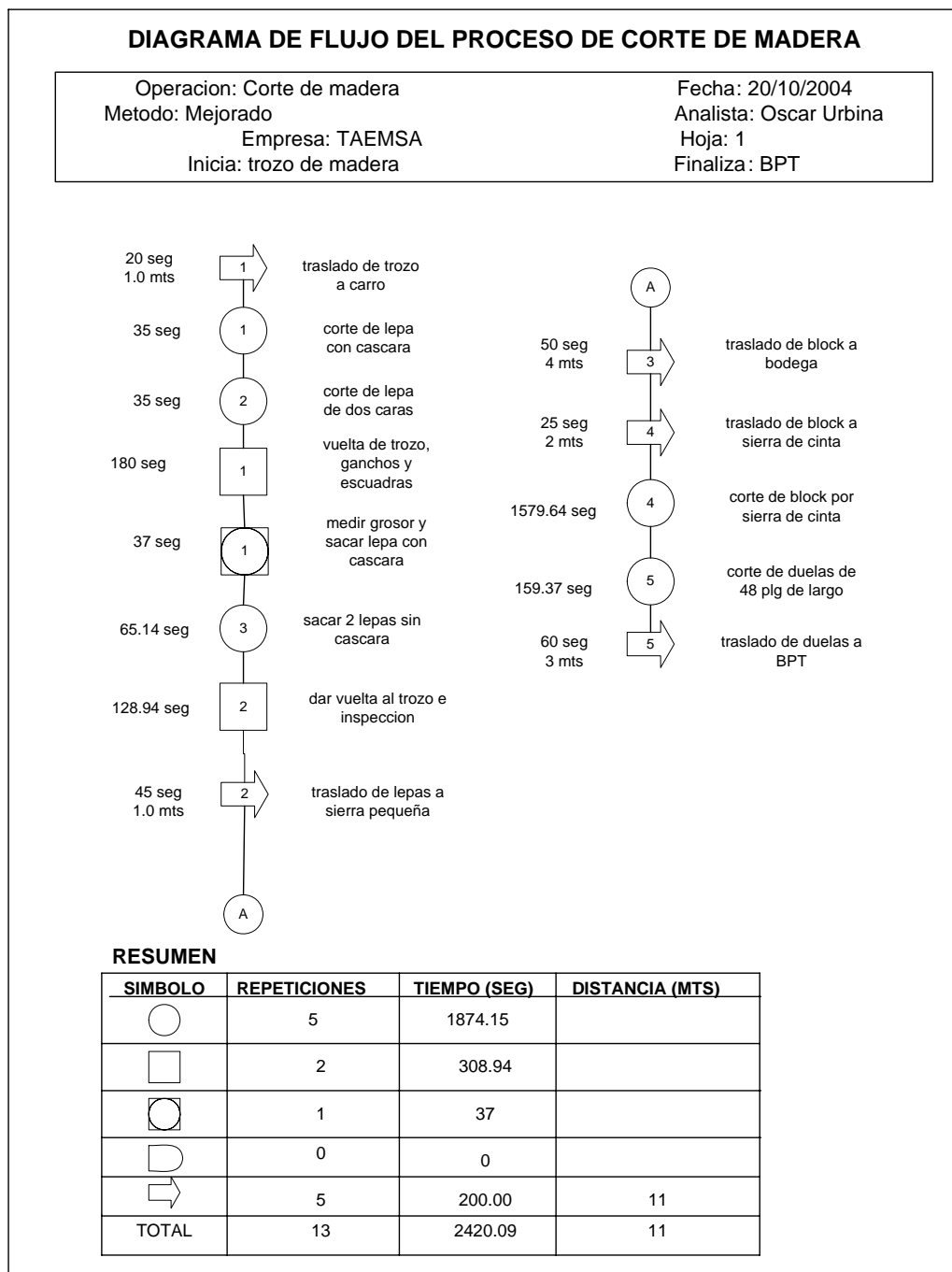
En el diagrama anterior se puede observar que se unificaron operaciones e inspecciones ya que el proceso anterior se tenía pérdida de tiempo en el mismo, también se puede observar que el ajuste y la inspección se pueden hacer al mismo tiempo para evitar atrasos en las demás operaciones no se pueden unificar ya que dependen de la operación siguiente.

Actualmente el proceso de serigrafía tiene un tiempo total de 3430.06 segundos y una distancia de 1 metro (ver pagina 57), en el diagrama mejorado el tiempo total es de 3395.94 segundos y sigue contando con la distancia de 1 metro ya que esta distancia no se puede eliminar debido al proceso ya que las cajas tienen un espacio determinado para bodega y solo se toman para la impresión. En total el tiempo se reduce en 34.12 segundos obteniendo mas rapidez y eficiencia el proceso.

#### **4.4.1.5. Corte de madera**

El proceso de corte de madera es un proceso muy diferente ya que tiene como base los trozos de madera y por lo tanto tienen diferentes medidas, todo esto influye en que en determinadas ocasiones los trozos se puedan manejar con 2 personas o a veces con 3 o 4 personas. El proceso por ende es muy repetitivo y solo dependerá de las tomas de las medidas que necesite el cliente dependiendo del tipo de tarima. A continuación se presenta en la figura 55 el diagrama de proceso de corte de madera mejorado.

**Figura 55. Diagrama de flujo mejorado de corte de madera**



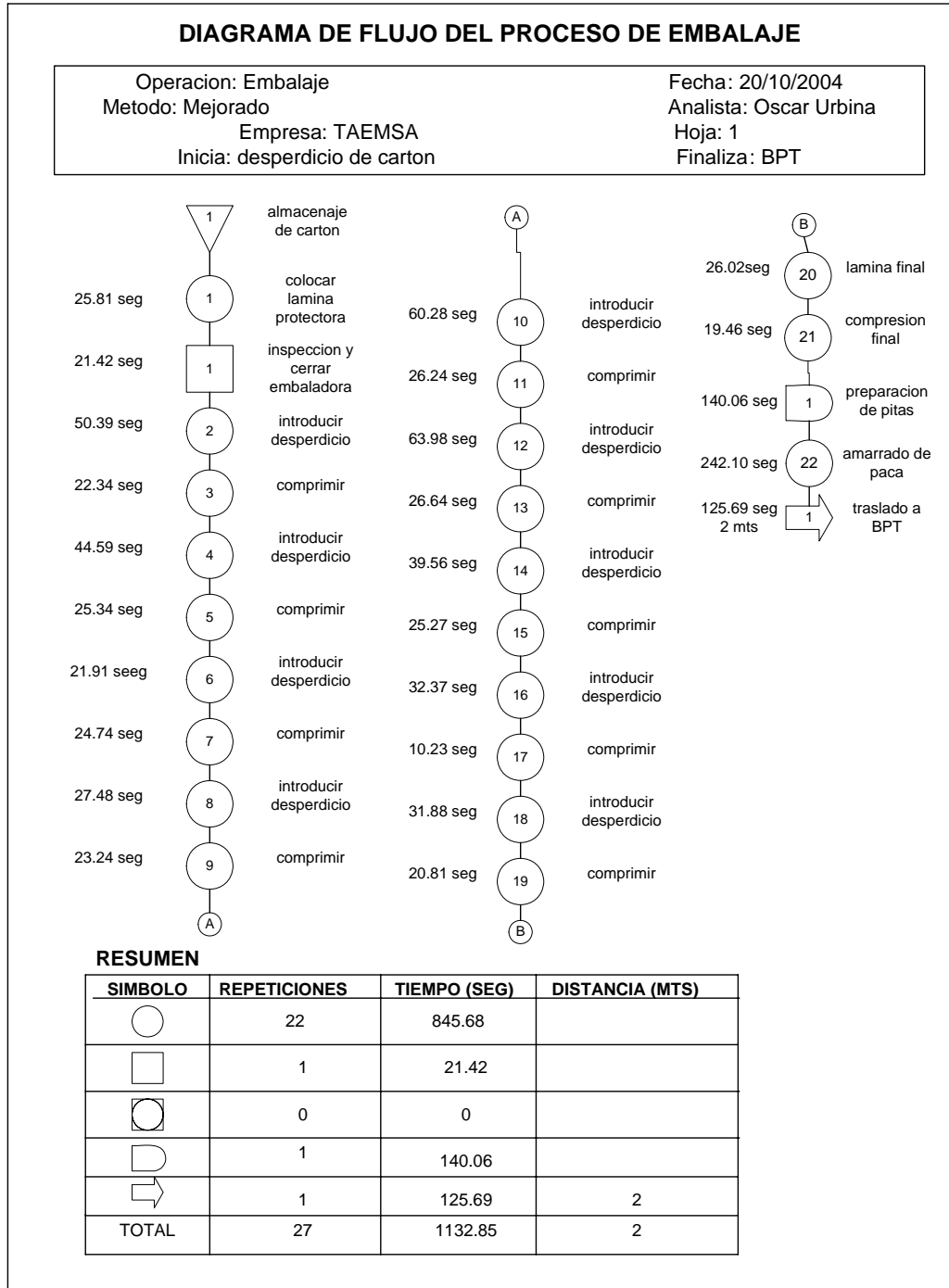
En esta actividad es muy difícil crear operaciones e inspecciones a la vez, por lo tanto se hizo solo en las operaciones convenientes, lo que se tomo en cuenta son los traslados de los trozos y que las distancias podrían ser menores para así minimizar los tiempos.

Actualmente el proceso de corte de madera tiene un tiempo total de 3130.00 segundo y una distancia de 15 metros (ver pagina 62), para el proceso mejorado el único cambio que se pudo lograr es tratar de minimizar los traslados de los trozos, en el diagrama mejorado se cuenta con un tiempo total de 2420.09 segundos y un total de 11 metros en traslados, por lo tanto se puede observar que el tiempo se reduce en 709.91 segundos.

#### **4.4.1.6. Embalaje**

En el proceso de embalaje es muy repetitivo y se hace con una máquina semiautomática y todo depende principalmente del operario que la maneja. A continuación se presenta en la figura 56 el diagrama de flujo propuesto para el proceso de embalaje.

**Figura 56. Diagrama de flujo mejorado de embalaje**



En el diagrama anterior se observó que solo se pudieron eliminar unas demoras en que el operario podría provocar y se pudieron disminuir ciertos tiempos que se creen están demasiado altos para la operación que se realiza, todo este atraso se debe a que el operario se distrae en su labor.

Actualmente el tiempo total del proceso es de 1362.33 segundos y tiene en total una distancia de 2 metros (ver página 65), en el diagrama del proceso mejorado se tiene un tiempo total de 1132.85 segundos y sigue contando con una distancia de 2 metros, por lo tanto el tiempo total de las operaciones se reduce en 229.48 segundos.

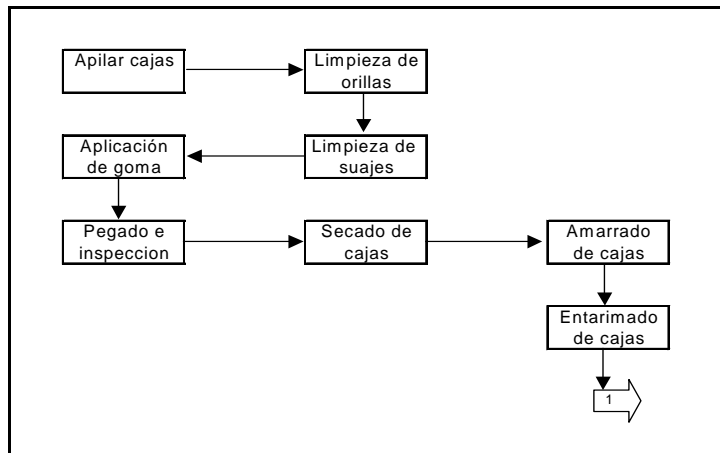
#### **4.4.2. Diagramas de recorrido**

Los diagramas de recorrido se elaboran tomando como base el área donde se realizan los productos, se tomarán los diagramas mejorados de flujo ya que de ellos depende la secuencia lógica que deberán de seguir al momento de la producción.

##### **4.4.2.1. Empaque**

Para la elaboración de empaques se tiene cierto recorrido del producto y es por ello que a continuación se presenta en la figura 57, el diagrama de recorrido para la elaboración de los empaques.

**Figura 57. Diagrama de recorrido de empaques**

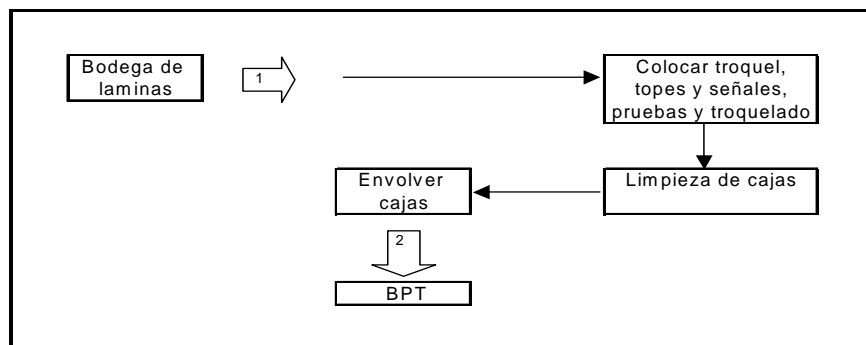


El diagrama anterior presenta el diagrama de recorrido propuesto para la elaboración de empaques, ya que tomando como base el diagrama anterior se puede lograr una mejor forma de hacer las operaciones.

#### 4.4.2.2. Troquelado

En el proceso de troquelado la mayor parte del proceso se hace en la máquina troqueladora, es por ello que el producto no tiene mucho movimiento dentro de la planta. A continuación la figura 58 muestra el diagrama de recorrido para el proceso de troquelado.

**Figura 58. Diagrama de recorrido del proceso de troquelado**

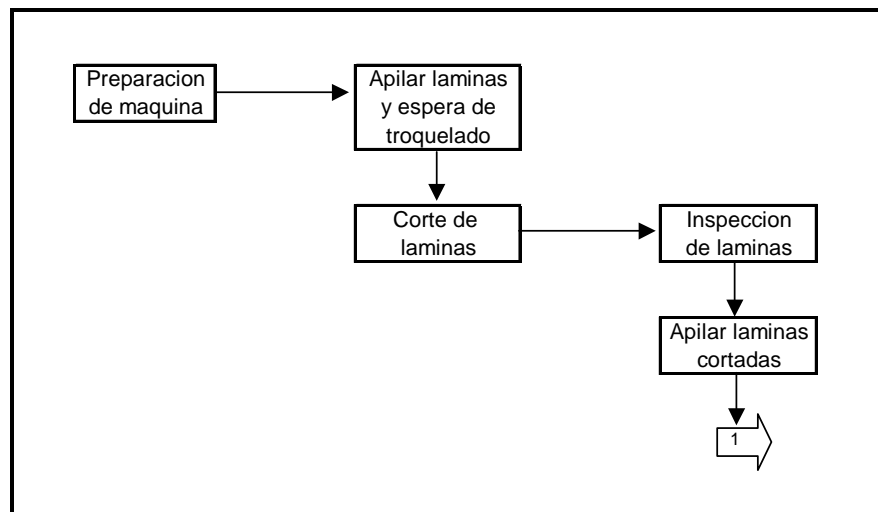


En el diagrama anterior se presenta una mejor forma de ubicación para el proceso de troquelado, esto ayudara a que el proceso se torne mas eficiente y mejor elaborado. Para el proceso de troquelado solo lo puede elaborar una sola persona pero según el diagrama se observa que los traslados de láminas y la envoltura de las cajas las puede hacer otra persona y así tener un mayor control de las operaciones.

#### 4.4.2.3. Corte de lámina

Para el corte de lámina la única operación que se hace es el corte de la misma ya que no lleva amarrado, ni envoltura, por lo tanto hace que el producto solo lo tengan que movilizar de la bodega de cartón hacia la máquina cortadora. A continuación se presenta la figura 59, la cual muestra el diagrama de recorrido para el proceso de corte de lámina.

Figura 59. Diagrama de recorrido de corte de lámina.



El diagrama anterior muestra que la operación principal es el de corte de lámina y que no tiene mayor movimiento dentro de la empresa ya que

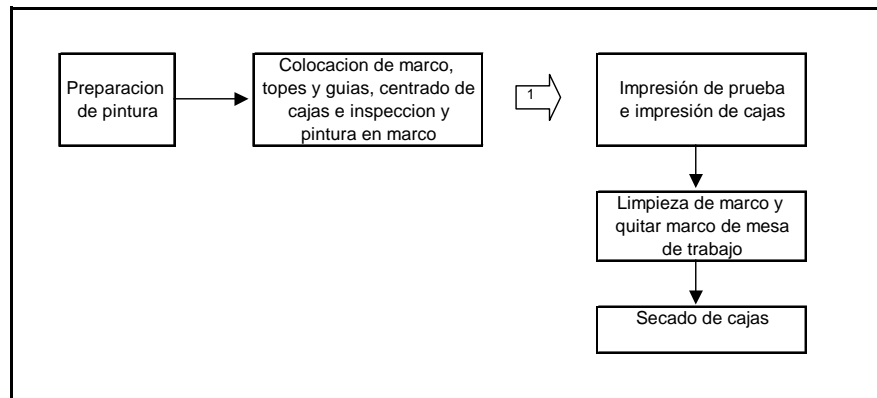


cuando se tiene el producto ya terminado solo se apilan en alguna tarima para que sea trasladado.

#### 4.4.2.4. Serigrafía

El proceso de serigrafía es otro producto que no tiene mayor movimiento dentro la planta ya que en el espacio destinado para este proceso se encuentran las cajas a imprimir y ahí mismo se encuentra la mesa de trabajo. A continuación se presenta la figura 60, la cual muestra el diagrama de recorrido para el proceso de serigrafía.

Figura 60. Diagrama de recorrido del proceso de serigrafía

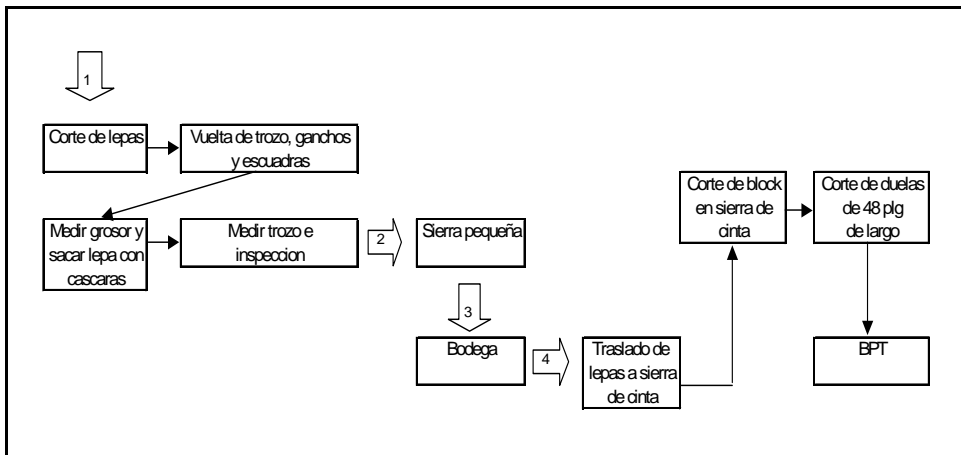


El diagrama anterior muestra el recorrido habitual que tiene las cajas para el proceso de serigrafía, todo esto se toma a base de los diagramas de flujo mejorados. Otro aspecto a mencionar es que el secado de las cajas se hace a un costado de la mesa de trabajo.

#### 4.4.2.5. Corte de madera

El proceso de corte de madera es mas difícil en lo que es el recorrido de los trozos de madera, ya que se tiene que estar movilizándolo de un proceso a otro. A continuación se presenta en la figura 61 el diagrama de recorrido del proceso de corte de madera.

Figura 61. Diagrama de recorrido de corte de madera



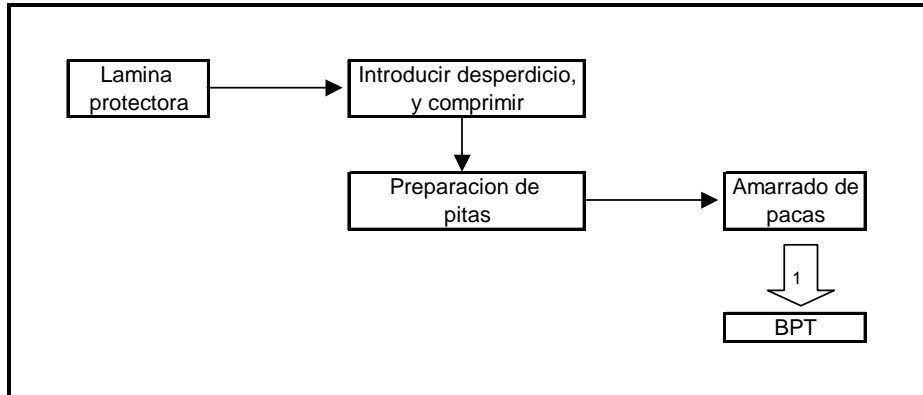
En el diagrama anterior se observa que este proceso es el mas complicado de todos en sentido de recorrido, ya que los trozos de madera se tiene que estar movilizándolo de un lado a otro y esto repercute en los tiempos determinados. Sin embargo la maquinaria esta ya en una base fija la cual no se puede movilizar, por lo tanto no se puede hacer cambios muy drásticos en el proceso.

#### 4.4.2.6. Embalaje

El embalaje es un proceso semiautomático, por lo tanto la maquinaria no se puede movilizar ya que tiene su base en concreto, pero si se puede

cambiar los procesos de apilado y amarrado. En la figura 62 se presenta el diagrama de recorrido para el proceso de embalaje.

**Figura 62. Diagrama de recorrido del proceso de embalaje**



El diagrama anterior muestra como debe de ser el recorrido para el proceso de troquelado para que este tenga un mayor flujo de proceso y por lo tanto el sistema productivo sea mas eficiente.

#### **4.5. Seguridad e Higiene**

La seguridad dentro de la planta es muy importante para la salud y protección de los trabajadores ya que dependiendo el área en que se encuentran o el trabajo que realicen puede ocurrir de manera voluntaria o involuntaria algún tipo de accidente. En caso de la higiene es necesario que se tomen las medidas correspondientes para que los trabajadores a base de capacitación, tengan el conocimiento de la importancia que tiene tanto para ellos como para los demás empleados.

#### **4.5.1. Equipo de protección personal**

Es importante hacer comprender a los trabajadores sobre las ventajas que se tienen al trabajar con equipo de protección personal adecuado, ya que ello evitara que ocurran lesiones o enfermedades entre los trabajadores. El uso de los equipos de protección personal puede a veces simplificar, en gran medida, los trabajos en caso de desperfectos y otras emergencias. Es necesario comprender que cuando en un planta o lugar de trabajo se cuenta con algún peligro, no deben escatimarse esfuerzos para su eliminación o control. Cuando lo anterior no es posible, será necesario aislar el proceso o bien poner resguardo al peligro. El equipo protector debe considerarse únicamente como ultimo recurso.

Una de las razones por las cuales los trabajadores no usan equipo de protección personal consiste en que les es incomodo trabajar con ellos. Para contrarrestar este inconveniente aparte de explicarles la importancia del equipo protector a los trabajadores es necesario hacer conciencia en ellos para que tomen la decisión ellos mismos de utilizarlos.

Entre las condiciones que debe de cumplir el equipo de protección personal que responda a un mismo nivel de protección, que sea manejable, cómodos, que no interfieran en el desempeño de los trabajadores y el mantenimiento debe ser sencillo. A continuación se presenta el equipo de protección personal que será necesario para las actividades que se realicen dentro de la empresa.

##### **4.5.1.1. Equipo de protección visual**

Para la protección visual será necesario usar las denominadas gafas de tapadera. Esta consiste en una cubierta de plástico transparente, sujeta a la cara con cinta elástica, esta le dará al operario protección en caso de

que algún material pueda ser lanzado por las máquinas hacia los ojos del operario. Entre el área de mayor utilización de los mismos se encuentra el área de corte de madera ya que allí se realizan trabajos como: corte de trozos de madera, corte de reglas de madera, armado de tarimas, etc. La figura 63 muestra el tipo de protección visual que se tiene que usar en las áreas que así lo requieran.

**Figura 63. Equipo de protección visual**



Fuente: [www.esmasa.com](http://www.esmasa.com)

#### **4.5.1.2. Equipo de protección respiratoria**

Un equipo sencillo y económicamente mas barato para la protección respiratoria es el uso de mascarillas personales y desechables, el cual la mascarilla se encuentra unida a una cinta elástica que se coloca en la parte trasera de la cabeza del operario, cuenta también con un material de metal que se adapta a la nariz y así lograr una mayor presión. Estas mascarillas se utilizaran en todos los trabajos que emanen polvo o gases, como por ejemplo la limpieza de cortes de cajas, corte de reglas de madera, área de serigrafía (en caso de aplicación de líquidos nocivos). Las mascarillas por ser desechables no requieren mantenimiento alguno. El equipo de protección respiratoria se muestra a continuación en la figura 64.

**Figura 64. Equipo de protección respiratoria**



Fuente: [www.intercomercial.cl](http://www.intercomercial.cl)

#### **4.5.1.3. Equipo de protección auditiva**

Debido a que se realizan trabajos donde el nivel de ruido esta entre los 85 y 90 decibles, es necesario que los operarios que realizan trabajos en máquinas se encuentren debidamente protegidos del sistema auditivo, para ello existen diferentes tipos de protección, pero para motivos de el uso que se le dará en la empresa se recomienda usar los tapa oídos. Los mismos se encuentran en forma de auriculares o almohadillas, están sujetas a la cabeza por medio de cintas o individuales, se fabrican de hule o de plástico, y tiene por objeto cubrir el oído sin comprimirlo.

Los tapa oídos permiten reducir el ruido entre 20 y 30 decibeles en las frecuencias altas, estos permiten oír a la vez que debilitan considerablemente las frecuencias elevadas. Entre las áreas que deben de usar los tapa oídos son: área de corte de madera, troquelado y corte de láminas de cartón, armado de tarimas y personal externo que se encuentre en área con un nivel alto de ruido. Los mismos deberán de ser personales y

deberán de lavarse cada cierto tiempo con abundante agua. El equipo de protección auditiva se presenta a continuación en la figura 65.

**Figura 65. Equipo de protección auditiva**



Fuente: [www.solacus.com](http://www.solacus.com)

#### **4.5.1.4. Equipo de protección capilar**

Las normas de calidad son de vital importancia, tanto para la empresa como para los clientes, es por ello, que se requiere que el producto este libre de contaminación de cualquier tipo, una de las mas importantes es que no se permita cabellos dentro del producto. La forma mas sencilla de evitar ese tipo de contaminación es usando equipo de protección capilar, entre la mas común tenemos las redecillas para el cabello, se encuentran tanto desechables como de uso permanente.

Las redecillas se deberán usar en todas las áreas que así lo requieran, principalmente en las empresas donde se encuentra personal externo, se deberá utilizar principal y eficientemente en el manejo de productos alimenticios, farmacéuticos. En el caso de las redecillas desechables se deberán de utilizar solo una vez, si la redecilla es de malla de tela, se deberá de limpiar todos los días y cambiarla cada tres meses, o

cuando se rompa y el supervisor de producción o la persona encargada lo determine. El equipo de protección capilar se presenta a continuación en la figura 66.

**Figura 66. Equipo de protección capilar**



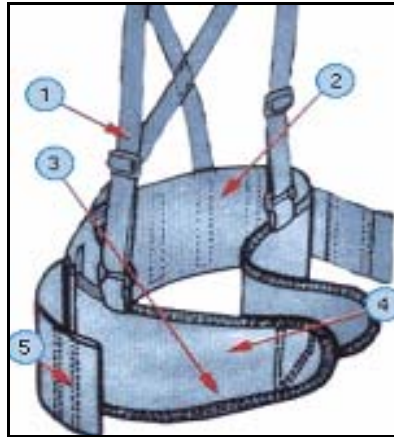
Fuente: [www.esmasa.com](http://www.esmasa.com)

#### **4.5.1.5. Equipo de protección lumbar**

Este tipo de protección se tiene destinado principalmente a las personas que tienen como tarea hacer grandes esfuerzos para cargar diferentes tipos de materiales, para evitar cualquier lesión en la columna vertebral del trabajador es necesario utilizar cinturones de cuero, estos evitan cualquier mal movimiento y refuerza la parte baja de la columna, se encuentran de diferente medida y cuentan con un cincho ajustable para la cadera. Se deberá utilizar principalmente para cuando se trasladan las tarimas de un lado a otro, ya que este tipo de trabajo es el que mayor fuerza humana requiere. La figura 67 presentada a continuación muestra el equipo de protección lumbar recomendado.



**Figura 67. Equipo de protección lumbar**



Fuente: [www.kneetek.de](http://www.kneetek.de)

#### **4.5.1.6. Equipo de protección del tacto**

Proteger las manos del trabajador es de vital importancia, ya que las manos y los dedos casi siempre están en contacto o muy cerca del objeto o material que se está manejando o trabajando. Los guantes ofrecen protección completa de la mano y poseen una cómoda adaptación al puño, que impide que los materiales deslicen al interior de la mano, en su fabricación se emplean diversos materiales, como amianto, tejido grueso, tela impregnada de productos resistentes y tejido recubierto con impermeabilizante.

Estos guantes deberán utilizarse en trabajos de pegado y limpieza de cajas, en la manipulación de productos de madera, cuando el operario necesite manejar herramientas de filo agudo, y todo lo que pueda dañar las manos del operario. El mantenimiento de los mismos será de limpiarlos al revés una vez por semana y cambiarlos cuando se presenten agujeros. La figura 68 presentada a continuación muestra el equipo de protección del tacto recomendado.

**Figura 68. Equipo de protección del tacto**



Fuente: [www.fronprevial.org.co](http://www.fronprevial.org.co)

#### **4.5.2. Equipo de seguridad de plantas**

La seguridad en la planta de producción es de vital importancia ya que puede evitarse por medio de protección a maquinaria o señalización varios accidentes. Para esto se tendrá que contar con la cooperación y entendimiento de cada uno de los supervisores y trabajadores para que así de esa manera la capacitación sea efectiva. Es necesario despertar en el personal, la noción del peligro o las ventajas que representa descubrirlo en su comienzo no desperdiciando ocasión de poner en practica la seguridad.

El descuido de poner herramientas en el lugar equivocado puede ser una causa de accidentes laborales, por ello se deberá de contar con áreas especificas para herramientas y materiales que se utilicen. Por el tipo de materia prima que se tiene (cartón), es necesario también que se cuiden aspectos como: el manejo de líquidos inflamables (principalmente en el área de serigrafía), arrojar colillas de cigarrillos o cerillos encendidos, y todo posibilidad de incendios dentro de la planta.

#### **4.5.2.1. Equipo de protección contra incendios**

Para ambas plantas de producción, los edificios se encuentran en la clasificación de segunda categoría; ya que ambas plantas son de estructuras de acero y paredes de concreto, el techo es de dos aguas y de la cubierta de lámina galvanizada. Tanto en la bodega de procesamiento de madera como en la bodega principal se manejan materiales combustible (madera y cartón), por lo tanto la probabilidad que ocurra un incendio, por causas naturales y descuidos personales, es bastante alta, para ello se necesita de protección en el interior de la misma y por ende la capacitación a todo el personal sobre los pasos a seguir en cualquier tipo de accidente o incendio.

Entre los peligro principales de incendio que amenazan a una planta industrial tenemos:

- a) Líquidos inflamables, tales como pinturas y aceites.
- b) Fumar, encender fósforos o tirar descuidadamente cerillos encendidos cerca de líquidos inflamables o material combustible.
- c) Mantenimiento inadecuado del establecimiento, es decir falta de orden y limpieza.
- d) Acumulación de desperdicios alrededor de edificios, en depósitos de aceites y pinturas, o metidos en cajas de cartón o cajones de madera.
- e) Equipos e instalaciones eléctricas deficientes o en malas condiciones.
- f) Superficies metálicas recalentadas, tubos de vapor de alta temperatura con mal aislamiento térmico, etc.

La acción requerida en el caso de que el fuego sea pequeño y parezca fácil de apagar, constituye los primeros auxilios en la lucha contra el fuego. Si no es fácil eliminar el combustible, excepto en el caso de los incendios por gas, en que puede cerrarse la llave de paso, deberá enfriarse el fuego y

restringir la entrada de oxígeno. Esto puede lograrse mediante el uso de extinguidores de incendios diseñados para controlar los diferentes tipos de fuegos, los cuales se clasifican en cuatro categorías:

- ❖ **Clase A:** Incendios de materiales sólidos, que al arder forman brasas que van abriendo grietas hacia el corazón del material, tales como maderas, géneros de papel, cereales y semillas.
  
- ❖ **Clase B:** Incendios que se producen en materiales líquidos inflamables y que solamente arden la superficie del contacto con el aire, tales como productos y subproductos del petróleo, aceites, grasas, etc.
  
- ❖ **Clase C:** Los incendios de esta clase pueden ser sólidos y líquidos, pero que se producen en aparatos eléctricos que se supone que generan o conducen electricidad.
  
- ❖ **Clase D:** Aplicable a camiones, automóviles, automotores de cualquier tipo, aviones y lanchas.

Existen varios tipo de extinguidores, pero la eficacia de ellos depende de los factores siguientes:

1. El extinguidor debe ser adecuado para combatir la clase de incendio que puede producirse.
  
2. El número de extinguidores que debe encontrarse en la ambas plantas, depende de las tareas o procesos que se lleven a cabo dentro de las mismas y de las dimensiones de cada una.

3. Es el hecho de saber como usar un extinguidor.

Por todo lo anteriormente descrito existen varios tipos de extinguidores de acuerdo a los diferentes tipos de fuego. A continuación se presenta en la tabla XIII los diferentes tipos de fuego que pueden existir en la planta de producción de TAEMSA.

**Tabla XIII. Diferentes tipos de fuegos**

Diferentes tipos de fuegos Utilice el extinguidor apropiado	
Prevenga, Mantenga cargado su extinguidor	
<b>A</b>	Madera Papel Algodón Trapos Hules Sólidos
<b>B</b>	Gas Gasolina Aceite Grasa Alcohol
<b>C</b>	Equipos Electricos

De acuerdo con lo anterior se puede observar que el tipo de fuego que se podría generar en ambas plantas es de clase A, y posiblemente un fuego de tipo B, por consiguiente se debe de elegir el tipo de extinguidor que serviría en caso de cualquier incendio en cualquiera de las plantas.

El extinguidor apropiado según el tipo de fuego que puede originarse es el denominado **extinguidor de espuma**, este posee una espuma que resulta de la reacción de dos soluciones químicas. Una es de bicarbonato de soda con agente estabilizador de espumas disuelto en agua, puesto en el compartimiento exterior dentro del aparato; la otra solución es sulfato de

aluminio disuelto en agua y puesto en el cilindro interior. Esta reacción produce gas carbónico en burbujas, su poder de sofocación permite con éxito el uso de esta espuma para extinguir incendios de la categoría A y B.

#### 4.5.2.1.1. Colores.

A fin de estimular la conciencia constante de la presencia de riesgos ( y de establecer procedimientos de prevención de incendios y otros de emergencia), en una planta industrial, se utilizan códigos de colores para señalar riesgos físicos. El código de colores propuesto para la señalización se presenta a continuación en la tabla XIV.

**Tabla XIV. Señalización por medio de colores en la planta de TAEMSA**

Rojo	Se utiliza exclusivamente en relacion con equipo de prevencion y combate de incendios.
Anaranjado	Indica puntos peligrosos de maquinaria que pueden cortar, apretar, causar choque o en su defecto causar lesión.
Amarillo	Señal universal de precaucion. Se utiliza con mayor frecuencia para marcar áreas cuando existen riesgos de tropezar, caer, golpearse contra algo o quedar atrapado entre objetos.
Verde	Color de seguridad basico. Debe usarse para indicar la ubicación de equipo de primeros auxilios, mascarar contra gases, rociadores de seguridad y pizarrones con boletinos de seguridad.
Azul	Color preventivo. Es una advertencia especifica en contra de utilizar equipo que este en reparacion. Se puede emplear como auxiliar preventivo general en equipo como elevadores, calderas, etc.
Morado	Indica la presencia de riesgo de radiacion. Rotulos, etiquetas, señales y marcas de piso se elaboran con una combinacion de colores morado y amarillo.
Negro, blanco, o combinaciones de negro y blanco	Indican sitios de transito y donde se realizan labores de aseo como escaleras, pasillos cerrados y la ubicación de botes de basura.

Los colores anteriormente descritos se utilizaran en ambas plantas de producción dependiendo de la señalización que se requiera en cada una de ellas, hay colores que por no existir señalización para la planta, no se utilizaran.

#### 4.5.2.1.2. Señalización.

La señalización en la planta, tiene como objetivo llamar la atención y alertar a los trabajadores y visitantes sobre las precauciones y comportamiento que deben seguirse dentro de ella para evitar accidentes. Con respecto a la señalización de la planta de producción, ésta deberá ser clara e indicar prohibiciones, restricciones de acciones, obligaciones y precauciones, colocando solo las que sean necesarias para no saturar las áreas y evitar la fatiga visual.

La tabla XV presentada a continuación muestra la cantidad de rótulos de señalización a utilizar en ambas plantas, así como también donde deberán se ubicadas, los colores y la descripción de ambas. Así como también la cantidad de extinguidores a utilizar.

**Tabla XV. Señalización**

Cantidad	Descripción	Área de colocación	Colores a utilizar
7	NO FUMAR	Bodega de materiales Bodega de producto terminado Área de troquelado y corte Área de armado de tarimas Área de corte de madera Área de serigrafía	Rojo, blanco y negro
8	EXTINGUIDOR CONTRA INCENDIOS	Bodega de corte de madera (3) Bodega procesadora de carton (4) Área de oficinas (1)	Rojo y blanco
10	USO OBLIGATORIO DE EQUIPO DE PROTECCION PERSONAL	Bodega de corte de madera (4) Bodega procesadora de carton (6)	Azul y blanco
1	NO ESTACIONAR	Entrada a la planta	Rojo, blanco y negro
2	PELIGRO MATERIALES INFLAMABLES	Área de serigrafía	Rojo, blanco y negro
1	ÁREA DE CARGA Y DESCARGA	Área de recepción y despacho de materia prima y producto terminado	Amarillo, blanco y negro
4	SALIDA DE EMERGENCIA	Caminos que conduzcan a la salida del edificio	Rojo y blanco
4	ruta de EVACUACION	A lo largo de los caminos de las rutas de evacuación	Verde y blanco

Las señales anteriormente descritas no deberán de sustituir las recomendaciones que la administración debe hacer periódicamente a sus trabajadores para que obedezcan las normas de seguridad. Cada supervisor o encargado de área deberá transmitir estas indicaciones a su personal a cargo para verificar que se cumplan las normas establecidas.

Para que la señalización de la planta sea funcional, deberá hacerse con rótulos de 30 \* 25 centímetros y afiches de 21.6 \* 27.90 centímetros, utilizando pintura brillante para llamar la atención, esperando con ellos interpretaciones rápidas y seguras por parte de los trabajadores.

#### **4.5.2.1.3. Resguardos de maquinaria.**

El diseño de los dispositivos de seguridad, es un problema de inventiva, debiendo alterarse mucho algunas operaciones para permitir procedimientos seguros. Las frecuentes lesiones personales, algunas mortales, confirman que no entendemos del todo los inventos que se nos han confiado y que no se tiene un control completo de la maquinaria que se usa. Se debe de contar con dispositivos que no estorben la realización el trabajo de los operarios, ya que los trabajadores se resisten a utilizarlos y porque disminuye la producción.

El resguardo apropiado no solo proporcionara la debida protección sino que también al mismo tiempo mejorará en calidad y cantidad al trabajo realizado con la máquina. El resguardo no deberá de limitarse a ser un medio de protección, sino que también deberá ser una herramienta que facilite el trabajo; este es uno de los motivos por lo que cualquier tentativa encaminada a prevenir los peligros que entrañe una máquina determinada requiere el conocimiento adecuado de los factores técnicos en juego.



Entre las máquinas con que cuenta la empresa y las cuales deberán de contar de resguardos tenemos:

a) **Sierra circular:** esta sierra es una de las mas peligrosas que se tiene para el corte de madera, el número de accidentes provocados por estas máquinas es mas elevado. Entre los accidentes mas comunes debido al mal uso de las sierras circulares se encuentran: contacto con el disco por debajo de la mesa de trabajo, proyección violenta hacia atrás de la pieza de trabajo, arranque la máquina de modo involuntario, entre otras. Luego de conocer los posibles daños que puede causar una sierra circular debemos evitarlos y para esto se deberá de realizar los pasos de seguridad siguientes:

- Usar cubierta de protección para la parte inferior del disco.
- Usar cubierta protectora para la parte superior del disco.
- Separador o cuchilla divisora.
- Cubierta de protección del sistema de transmisión, engranajes, etc.
- Guía.
- Empujadores.

b) **Sierra de cinta:** esta sierra es de uso muy corriente, las mismas no son tan peligrosas como las circulares ya que no dan retroceso y la gama de trabajos que puede hacerse con ellos es mucho menor; por eso debe ser sustituida esta ultima por la primera cada vez que sea posible. Entre los peligros que se tiene en el manejo de las sierras de cinta tenemos: contacto con la parte dentada de la cinta, proyección de nudos y virutas, contacto con los volantes, etc. Para ello se usa la siguiente protección.

- Protección del trozo de cinta actuante sobre la madera.
- La parte de la cinta (ascendente y descendente), deben de estar protegidas en toda su extensión.

**c) Tornos:** los tornos funcionan a gran velocidad y disparan nudos o astillas de madera que se trabaja en ellos. Los cabezales cortadores pudieran soltarse y ser proyectados por el aire con fuerza considerable. Es recomendable que se usen pantallas contra las astillas, y que aquellas sean lo bastante fuertes para resistir los proyectiles. También se deberán usar gafas protectoras cuando se este operando un torno.

#### **4.5.3. Plan de contingencia**

La planta debe de contar con un plan de contingencia para cualquier desastre que pueda ocurrir en la misma, es por eso que se deben de tomar las medidas necesarias para que los operarios sigan las instrucciones en caso de suceder algún tipo de incendio o algún desastre natural.

##### **❖ Qué hacer en caso de incendios**

Deben tomarse las medidas necesarias para que todo incendio en sus comienzos, pueda ser rápida y eficazmente combatido, Las medidas principales serán, según el caso:

- a) Los locales deben de disponer de agua y presión y de un número suficiente de tomas o bocas de esa agua con las correspondientes mangueras con lanza.
- b) Debe disponerse de una instalación de alarma y de rociadores automáticos de extinción.

- c) Debe haber siempre, el número suficiente de extintores de incendio, repartidos convenientemente. La naturaleza del producto extintor debe ser apropiada a la clase de riesgo.
- d) Debe disponerse también de recipientes llenos de arena, de cubos, palas, piochas y cubiertas de lona ignífuga.
- e) Todo el material de que se disponga para combatir el incendio debe mantenerse en perfecto estado de conservación y funcionamiento, lo cuál se comprobará periódicamente; y
- f) Deben darse a conocer al personal las instrucciones adecuadas sobre salvamento y actuación para el caso de producirse el incendio y deben designarse y aleccionarse convenientemente, aquellos trabajadores que hayan de actuar y manejar el material extintor.

#### **❖ Qué hacer en caso de un desastre natural**

La Empresa debe realizar entrenamiento de cursos preventivos para su personal en casos de incendios, huracanes, sismos, inundaciones, deslizamientos de tierras.

La Naturaleza es impredecible y en cualquier momento nos puede sorprender en cualquier forma, para ello es importante tomar en cuenta algunas recomendaciones que se detallan, las mismas pueden ser ampliadas por medio de divulgaciones internas y externas especializadas.

Medidas a tomar en caso de sismos:

- Mantener a la mano botiquín de primeros auxilios.
- Tener radio de baterías.
- Guardar en bolsa plásticas documentos personales.
- Identificar lugares seguros dentro de las instalaciones.
- Conservar la calma.
- No correr cerca del agua y gas.
- Alejarse de las ventanas.
- Buscar columnas de concreto y pararse a la par.
- Cubrirse la cabeza bajándola a las rodillas.
- No encender cerillos.
- Alejarse de las cajas de electricidad.
- No usar teléfonos.
- No salir corriendo hacia la calle.

#### **4.5.4. Costos**

TAEMSA no cuenta actualmente con ningún tipo de señalización en la planta es por eso que se hace necesario determinar cual es el costo en que tendrá que incurrir la empresa para poder así tener una señalización adecuada dentro de ambas plantas.

La empresa también deberá incurrir en gastos para proveer a los empleados de equipo de protección personal, es por ello que en la tabla XVI se muestran los costos de equipo de seguridad e higiene para ambas plantas.

**Tabla XVI. Costos de equipo de seguridad e higiene**

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C.U. (Q)</b>	<b>Costo Total (Q)</b>
Gafas de tapadera	5	17.00	85.00
Mascarillas desechables	50	1.50	75.00
Tapones auditivos	50	8.00	400.00
Redecillas	25	1.50	37.50
Cinturones de cuero	5	50.00	250.00
Guantes de neopreno (cajas de 24 unidades c/u)	2	14.00 c/par	672.00
Extintores ABC (20 lbs)	10	507.00	5070.00
Señalización de planta (rótulos de 30 x 25 cms)	38	25.00	950.00
		<b>TOTAL</b>	<b>7539.50</b>

En la tabla anterior se muestra que el costo del equipo de seguridad e higiene en que deberá incurrir la empresa para tener un adecuado sistema de seguridad e higiene es de Q 7,539.50. (Tipo de cambio 7.69).



## **5. PROPUESTA DE MANEJO DE DESECHOS**

### **5.1. Manejo de desechos sólidos**

Con relación a la gestión y el manejo de los residuos provenientes de las actividades humanas, en este caso específico de los residuos industriales, extendiéndose desde su generación hasta alcanzar al consumidor final, estos, pueden afectar seriamente la salud humana y tener influencia negativa sobre el medio ambiente, si no son manejados correctamente. El primer paso para poder desarrollar estrategias de manejo de los residuos industriales es contar con un diagnóstico inicial sobre la situación actual en cuanto a su generación y disposición final.

En tal sentido, el Programa Ambiental Regional para Centroamérica en su componente de Sistemas de gestión para el Medio Ambiente, PROARCA / SIGMA, ha patrocinado al Centro Guatemalteco de Producción mas Limpia (CGP+L) para la confección del Reporte Nacional de Residuos en Guatemala, con el fin de contar con esa información básica.

Una de las medidas a tomar para el manejo adecuado es crear en las instalaciones correspondientes, un sistema de formación que permita conocer el flujo de los volúmenes de los diferentes residuos sólidos, los medios de uso y la disposición final, para saber cuales con los usos que están provocando mayor impacto ambiental negativo, cuales son los volúmenes que se encuentran concentrados y cuales dispersos, etc.

Otra de las medidas es definir estrategias de manejo con todos los entes involucrados: instituciones del Estado, productores, comercializadores, recicladores, re-utilizadores, usuarios, etc., para prever las actividades

impactantes y proveer las acciones que reduzcan la disposición inadecuada de los residuos, estableciendo los niveles de responsabilidad en el potencial deterioro ambiental por esta causa.

Entre las medidas a tomar para el manejo de desechos en el sector industrial tenemos:

- Iniciar programas de sensibilización empresarial y social que coadyuven al manejo adecuado de los productos vendidos en el mercado nacional, con la participación y apoyo de transnacionales que comercializan los principales volúmenes de productos generadores de residuos.
- Aplicar el concepto de " el que contamina paga " para que los productores y distribuidores de productos generadores de residuos se hagan responsables del manejo final del producto y no dejen el problema únicamente a las municipalidades, fomentando el acopio de los residuos aprovechables.

Para el sector industrial existen soluciones para el manejo adecuado de los residuos, entre ellas están:

- Implementación de una estrategia que permita el desarrollo de alternativas tecnológicas y comerciales adecuadas para el manejo de los residuos sólidos, asignándole un valor al proceso de recolección, tratamiento y disposición final de los mismos, proporcional al impacto ambiental negativo producido, evitando el monopolio en el manejo.
- Desarrollo de una estrategia unificada, entre las instituciones del Estado, los proveedores, los industriales y los usuarios, en general,



para reducir los efectos negativos en el ambiente y la salud, aquellos que son provocados por el manejo adecuado de los residuos sólidos.

### **5.1.1. Requisitos para el manejo de desechos sólidos**

Para el manejo de los desechos sólidos es necesario considerar que cada uno de los desechos tiene su propio reglamento o manejo dependiendo el tipo de desecho sólido a considerar, por ello se presenta el manejo adecuado para cada uno de los desechos que se tendrán que evacuar en las plantas de producción de ambas plantas.

#### **5.1.1.1. Basura común**

La basura es una realidad que no se puede ocultar o esconder. Los desechos que generamos a lo largo de todas nuestras actividades productivas y de consumo están ahí, nos acompañan siempre, no desaparecen y no podemos hacer que desaparezcan. Tradicionalmente la responsabilidad del manejo y disposición de la basura, recae en el Estado y en los Gobiernos Municipales.

El rol de las municipalidades es de gran importancia pues son sus representantes los encargados de la organización y normación de las actividades productivas en sus territorios, de la ordenación de los asentamientos humanos, y del manejo de los desechos a nivel local.

#### **❖ Separación en la fuente: la clave del suceso:**

Nuestra forma usual de tratar la basura es la de mezclar todos los materiales descartados produciendo "basura contaminada". Esta denominación parece contradictoria, pues estamos acostumbrados a pensar en la basura como una variedad de desperdicios y materias en

descomposición que mas bien contaminan nuestro ambiente cuando las depositamos en el. Al mezclar desechos orgánicos con papel, plásticos, vidrios, metales, pilas, aceites, etc., se produce una contaminación recíproca de los diferentes materiales, que de otra manera podrían ir directamente a los centros de acopio y reciclaje.

Un plástico contaminado por materia orgánica o sustancias químicas, por ejemplo, no pueden ser reciclados directamente, y debe incurrirse en costos adicionales para realizar su limpieza. En el caso de los papeles y cartones descartados, estos pueden perder su calidad para el reciclado una vez están contaminados. A su vez, la basura orgánica que se contamina con químicos de pinturas, agroquímicos de uso domestico o ácidos de baterías, pierde su calidad para el compostaje. Por ello, la separación y clasificación de los desechos es el punto básico de partida y el requisito principal para facilitar la recuperación y reciclaje, y disminuir la cantidad inutilizable de desechos que deben ser vertidos en los sitios de disposición final.

#### ❖ **Sistemas de recolección selectiva:**

La recolección de residuos sólidos, en una zona urbana es difícil y compleja, ya que la generación de desechos comerciales-industriales y domésticos se produce en cada casa, cada bloque de viviendas y en cada instalación comercial e industrial, así como en las calles, en los parques e incluso en zonas vacías. Mientras las formas de generar residuos se vuelven mas difusas y se incrementa la cantidad total de residuos, la logística de recolección se vuelve mas compleja. Aunque estos problemas siempre han existido en algún grado; actualmente han llegado a ser críticos por los altos costos de combustible y en la mano de obra.

De la cantidad total del dinero gastado en la recolección, el transporte y la evacuación de residuos, el 50 o 70% aproximadamente se gasta en

recolección. Actualmente los métodos principales utilizados para la recolección de desechos son: la recolección en acera, cargo de los servicios municipales o empresas privadas, utilizando vehículos de recolección convencionales u otros especialmente diseñados; la recolección en acera incidental por parte de recolectores individuales u organizaciones de caridad, y la entrega por parte del ciudadano a centros de acopio selectivo o recompra.

#### ❖ **Recolección en acera:**

En el sistema de recolección en acera, los reciclados separados de origen son recogidos en acera, callejón o instalación comercial separadamente de los residuos no seleccionados. Como los residentes y comercios no tienen que transportar los reciclables más allá de la acera, los sistemas de recolección en acera normalmente tienen una tasa de participación mucho más alta que los programas de centros de recolección selectiva. Los programas de acera tienen variantes.

Algunos programas requieren que los residentes separen varios materiales distintos (por ejemplo, periódicos, plásticos, vidrios, metales) que luego son almacenados en sus propios contenedores y recogidos por separado. Otros programas utilizan solamente un contenedor para almacenar reciclable no seleccionados, o dos contenedores, uno para el papel y otro para reciclables "pesados", tales como vidrio y latas de aluminio y hojalata.

Obviamente, el método utilizado para recoger residuos separados en origen afectará directamente al diseño y forma de las instalaciones de separación y procesamiento. Los tipos principales de vehículos utilizados para la recolección de los residuos separados pueden clasificarse así:

- a) Vehículos de recolección estandarizados.
  
- b) Vehículos de recolección especializados, incluyendo camiones de reciclaje con caja cerrada, camiones compactadores, remolques de reciclaje, remolques de plataforma modificados, camiones de reciclaje con caja abierta y remolques compartimentarizados.

#### **5.1.1.2. Aserrín**

Actualmente el área total de bosques en Guatemala, estimado por el inventario forestal del INAB para el periodo 2002-03 es de 4,019,015 de hectáreas, correspondientes a una biomasa de 501,904,143 toneladas. Para el 2003, aprovechamiento total de madera fue de 744,873.440 m<sup>3</sup>, generando 297,949.38 m<sup>3</sup> de residuos. En cuanto a la utilización de maderas en el país, existe un volumen mayor de exportación que de importación de madera, en tablones y en manufacturas generales de madera.

En el caso de aglomerados y muebles de madera, con un mayor valor agregado los datos de las importaciones superan al de las exportaciones. Según información del banco de Guatemala se importaron durante el 2003 un total de 49,213,213 kg de madera y 6,249,030 kg en muebles.

Los aserraderos generan residuos de aserrín, viruta, lepa y trozos de madera de tercera. Todos estos residuos se venden, se regalan o se van a la basura. En el caso del aserrín y la viruta se utiliza igualmente para elaboración de aglomerados de durpanel, propanel, tablero aglomerado y melamina. Se utilizan técnicas de solidificación y compactación mediante resinas que transforman virutas trituradas de materiales ligeros en tablones para construcción y tarimas. En algunos casos los volúmenes de residuos

obtenidos en los aserraderos son relativamente bajos, lo que dificulta la comercialización.

A nivel industrial, hay generación de residuos en forma de tarimas, las cuales son utilizadas para almacenaje y transporte de producto o maquinaria. Cuando se dañan, estas se venden o regalan al personal que labora en la planta, que a su vez las utiliza para construcción o como leña. Los residuos agrícolas del campo, a la hora de la cosecha de árboles se dejan generalmente en el lugar donde pueden servir de abono para siguientes cosechas. En muy pocos casos se quitan de lugar y se compostan. En cuanto al aserrín y la viruta, estos se utilizan en las granjas de pollos como cama para los animales.

❖ **Tecnologías disponibles para el manejo adecuado del residuo:**

La trituración de los residuos de madera es la parte central del proceso. Es la que transforma realmente la materia prima convirtiéndola en producto. Se puede afirmar sin ninguna duda que la mejor solución posible para los residuos de biomasa, es el compostaje y posterior aplicación en la mejora orgánica de suelos. Esto es así especialmente en el caso de materiales que ayudan al drenaje, la aireación, y la estructura del compost, como es el caso de las virutas y restos de trituración de poda.

En el caso de las maderas no aprovechables, tradicionalmente incineradas o depositadas en vertederos, se puede plantear la alternativa de utilizarlas como materia prima en la fabricación de tabloncillos de aglomerado y material de embalaje. Si estas alternativas no son posibles de llevar a la práctica, queda la solución de la valorización energética. La biomasa supone algo más del 50% de las fuentes de energía renovables utilizadas actualmente.

❖ **Fuente de financiamiento actual para el residuo:**

La venta de residuos de madera es autofinanciable. La tabla XVII presentada a continuación muestra el precio a la venta de los residuos de aserrín, viruta, lepa, y trozos de madera de tercera.

**Tabla XVII. Precios de venta de productos**

<b>Producto</b>	<b>Precio (Q)</b>
Aserrin	3.00 por saco
Viruta	3.00 por saco
Lepa	5.00 por unidad
Trozos de madera de 3a	1.50 por pie

Fuente: Aserradero San Pedro

❖ **Objetivos para el manejo adecuado del residuo:**

- Incentivar el uso de madera de cultivos controlados y no de reservas forestales o áreas verdes sin manejo adecuado, reduciendo los índices de deforestación.
- Optimizar el manejo de residuos en las áreas de cosecha de árboles.
- Aumentar el uso de trozos de bajo calibre para usos artesanales, disminuyendo la cantidad de ramas que se desperdician después de la tala de árboles.
- Aumentar el volumen de aserrín y de lepa que se usan como materia prima para llevar a cabo los aglomerados.
- Aumentar el número de empresas y el volumen de producción de aglomerados y otros productos que utilizan residuos de madera como materias primas.

- Incentivar y diversificar la producción de aglomerados, introduciendo producción de aglomerados de alta calidad.

❖ **Principales medidas a tomar:**

- Optimizar el manejo de residuos en las áreas de cosecha de árboles.
- Incentivar y diversificar la producción de aglomerados, introduciendo producción de aglomerados de alta calidad.
- Promover alternativas técnicas para el correcto manejo, tratamiento y disposición final de los residuos de madera generados durante la cosecha.
- Capacitar y ofrecer tecnología y productos novedosos para la elaboración de muebles con aglomerados de alta calidad.

❖ **Soluciones y escenarios prioritarios:**

- Implementación de una estrategia que permita el desarrollo de alternativas tecnológicas y comerciales adecuadas para el manejo de residuos de madera, que le asigne un valor al proceso de recolección, tratamiento y disposición final de los residuos, proporcional con el impacto ambiental negativo y que se evite el monopolio del manejo del mismo.
- Definición de la instancia de liderazgo en relación al manejo de los residuos de madera, que sería la responsable de definir las estrategias de intervención para reducir el manejo inadecuado de estos, y con ellos los efectos negativos en el medio ambiente y en la salud.

- Organización del sector a través del Cluster Forestal, que facilita el intercambio de los distintos actores del sector.

❖ **Desarrollo a largo plazo:**

Se incentivará el uso de madera proveniente de cultivos controlados, ya que existirá una legislación clara y un control en cuanto al aprovechamiento de madera e índices de deforestación e incentivos fiscales para el empresario que siembre madera para uso energético. Se reducirán los índices de deforestación y aumentara la cobertura boscosa. Existirá una industria diversificada y fuerte en la elaboración de aglomerados y otros productos elaborados a partir de residuos de madera, que darán valor agregado a los residuos de los aserraderos.

Existirá un sector industrial fortalecido, con producción y exportación de muebles de alto valor agregado. Las acciones a largo plazo demandan el conocimiento pleno de todos los involucrados en el ciclo de usos de los residuos de madera, así como los efectos negativos y/o positivos derivados de ese uso, y los responsables de esos efectos. Esto se lograra con programas sostenidos de educación e información. La instancia líder en el manejo de residuos de madera, ejercerá el liderazgo y la comunicación correspondiente con las instituciones formales del gobierno, sus agremiados y los usuarios en general y que a su vez será el responsable de las estrategias y acciones relacionadas que disminuyan los impactos negativos al ambiente y a la salud provocados por la comercialización de sus productos.



### ❖ Lista de organizaciones relacionadas:

El listado de organizaciones relacionadas con el temas de manejo de desechos de aserrín se muestra en la tabla XVIII presentada a continuación.

**Tabla XVIII. Lista de organizaciones relacionadas con manejo de aserrín.**

<b>Nombre de la organización</b>	<b>Dirección</b>	<b>Telefono</b>
Cluster Forestal Camara de Industria de Guatemala	Ruta 6 9-21 Zona 4	23601992
Aserradero San Pedro	46 calle 18-99 Zona 12	24766065
Maderas y Derivados S.A.	19 av. 0-78 Zona 11	24750765
Muebles Molina	6 av. 13-17 zona 9	23642700
AGEXPRONT, Comision de Muebles	15 av. 14-72 Zona 13	23622002
INAB	7 av. 12-90 Zona 13	22720818

#### **5.1.1.3. Cartón**

Según datos obtenidos en el BANGUAT, durante el año 2003 se importo a Guatemala un total de 324,412,703 kilos de papel y cartón. No existe actualmente un estudio exacto sobre los volúmenes de cartón producidos en el país. El gerente de producción de Corrugadora de Guatemala, uno de los principales productores de cartón en el país, estima que se producen aproximadamente 6,500 toneladas de cartón para el mercado domestico y 6,500 toneladas para la industria de banano para un total aproximado de 14 millones de metros cúbicos de cartón.

En cuanto a los residuos del proceso, se estima que tiene un 10% de residuos durante el proceso de elaboración del cartón, lo que haría un total de 1,300 toneladas mensuales de residuos de cartón en el país, podemos mencionar a Cajas y Empaques, Corrugadora de Guatemala, Empaques San Lucas, Cajas y Bolsas (empresa salvadoreña), Cartones de Guatemala, Empaques Corrugados y la Esperanza.

En cuanto a la generación de residuos a nivel domiciliario, para el rubro de papel y cartón, se estima un porcentaje de generación alrededor del 12.9 a 20.4% del total de residuos a nivel nacional, según criterio de la OPS, un 10% del total de residuos producidos a nivel metropolitano según criterio de JICA y un 13.9% a nivel departamental según criterio de ECONSULT. Esto da un total de generación de 196,477 a 310,708 toneladas anuales nivel nacional, 55,480 toneladas anuales a nivel departamental y de 79,610 toneladas anuales en el área metropolitana.

En Guatemala la única empresa que elabora cartón reciclado es COPACASA, miembro del grupo SIGMA, ubicada en Escuintla. Según entrevista con el gerente de producción y el gerente de mantenimiento, actualmente están produciendo cartón chip a base de cartón reciclado. Otras empresas como Corrugadora de Guatemala, Empaques San Lucas y RECIPA, compactan y hacen pacas de los residuos y los exportan al extranjero.

❖ **Tecnologías disponibles para el manejo adecuado del residuo:**

El proceso de reciclaje involucra el paso del cartón por un hidropulper, que tritura con agua el cartón. Posteriormente pasa por un proceso de limpieza en donde se elimina el plástico y las grapas. Después se procede a la refinación y dependiendo del producto final requerido se hace fibra larga y corta según el proceso. Además de las tecnologías para el reciclaje del cartón convencional, existen tecnologías para el reciclaje de envases tetrabrik, de uso cada vez más importante en el mercado de bebidas.

El proceso de reciclado para esta clase de cartón inicia con hidrapulpado. Las capas de aluminio y polietileno recuperadas del proceso de repulpado son normalmente aprovechadas para generar vapor, que después se usa para secar la pulpa o para generar electricidad o introducirlas en hornos de cemento. La fabricación de distintos tipos de

planchas de aglomerado para los mas diversos usos es la solución elegida, generalmente en países asiáticos. Las ventajas de este aglomerado sobre los convencionales son la resistencia a los elementos, a causa de su impermeabilidad y el no necesitar de colas para su fabricación, ya que el polietileno que se encuentra en los envases Tetra Brik actúa de aglomerante.

❖ **Fuente de financiamiento actual para el residuo:**

En Guatemala, el proceso de reciclaje del cartón es autofinanciable. De hecho, el residuo de cartón es muy bien cotizado a nivel internacional en donde las demandas de este subproducto aun no están cubiertas. La tonelada de residuo de cartón oscila alrededor de los US\$110. En el vertedero municipal de zona 3 los precios oscilan entre 15 y 20 centavos la libra de cartón. A esto hay que sumarle el costo del transporte hacia la planta, por lo que los mínimos que se recolectan están alrededor de las 8,000 libras de cartón. La única institución que recibe un financiamiento externo es FUMENTE, quien recibe donaciones de la iniciativa privada, tanto en residuos como en efectivo.

❖ **Objetivos para el manejo adecuado del residuo:**

- Minimizar el uso del cartón como material de embalaje, promoviendo reutilización de las cajas de cartón.
- Reducir la disposición inadecuada de residuos en todo el territorio nacional y en todos los usos actuales que de ellos se hacen.
- Aumentar la cobertura de información a los usuarios y todos los involucrados, de la responsabilidad ambiental relacionada con el manejo de los residuos.

- Incrementar el volumen recolectado por las empresas que manejan adecuadamente los residuos.
- Reducir la cantidad de residuos que son inadecuadamente dispuestos en vertederos o a cielo abierto.
- Aumentar el numero de centros de acopio accesibles.
- Aumentar y optimizar la separación efectiva del residuo desde los puntos de generación, para mejorar la calidad del producto, evitando que este se ensucie.
- Aumentar el volumen de cartón exportado y el volumen de cartón para reciclaje que se comercializa a nivel nacional.

❖ **Principales medidas a tomar:**

- Llevar a cabo una campaña de información a los consumidores de cajas de cartón, sobre la existencia y ubicación de las empresas que comercializan cajas de cartón para reuso.
- Crear nuevos centros de acopio para consumo local de cartón reciclado y también la creación de nuevas industrias recicladoras de cartón. Así como para la exportación del material que tiene una demanda creciente en el país.
- Fortalecer la cultura de reciclaje en la población, implementando programas de separación de residuos desde la generación de los mismos.

❖ **Soluciones y escenarios prioritarios:**

- Implementación de un sistema de reciclaje completo, siguiendo el modelo de experiencias internacionales y exitosas (Duales System de Alemania o Eco Emballage de Francia), pero haciendo las adaptaciones necesarias a nuestro medio.
- Desarrollo de una estrategia unificada, entre las instituciones del gobierno, proveedores, industriales y usuarios en general para reducir los efectos negativos en el ambiente y la salud provocados por el manejo inadecuado de los residuos.

❖ **Desarrollo a largo plazo:**

La instancia líder en el manejo del residuo ejercerá el liderazgo y la comunicación correspondiente con las instituciones formales del gobierno, sus agremiados y los usuarios en general y que a su vez será la responsable de las estrategias y acciones relacionadas que disminuyan los impactos negativos al ambiente y a la salud provocados por la comercialización de sus productos. La cantidad de residuos que se recuperarán para reciclaje de sus componentes habrá aumentado significativamente y todos los componentes serán adecuadamente reciclados o dispuestos.

Las acciones a largo plazo demandan el conocimiento pleno de todos los involucrados en el ciclo de uso de los residuos, así como los efectos negativos y/o positivos derivados de esa utilización, y los responsables de esos efectos. Esto se logrará con programas sostenidos, de educación e información. Se desarrollarán productos amigables con el medio ambiente, considerando el impacto completo de su ciclo de vida.

❖ **Lista de organizaciones relacionadas:**

El listado de organizaciones relacionadas con el tema del manejo de cartón se presenta a continuación en la tabla XIX.

**Tabla XIX. Lista de organizaciones relacionadas con manejo de cartón**

<b>Nombre de la organización</b>	<b>Dirección</b>	<b>Teléfono</b>
Corrugadora de Guatemala	Bananera Morales Izabal	79478442
Cajas y Empaques	31 calle 25-83 Zona 12	24424091
Empaques San Lucas	13 Av. C 2-60 Mixco	24392952
RECIPA	3 av. 2-16 zona 9	24781502
FUMENTE	Carr. Al Atlántico Km.10 Zona 17	22582576
COPACASA	Finca Los Cerritos Km. 65, Escuintla	78799090

## **5.2. Manejo de desechos líquidos**

La limitación de recursos económicos no debe ser una justificación para no tener una visión global, si no una motivación para tener un plan de manejo comprensivo. Los planes de manejo que incorporen a toda la comunidad, área urbana o cuenca, son importantes porque:

- Los beneficios en salud y ambiente no se realizan a pequeña escala; por ejemplo, estudios realizados sobre proyectos rurales de agua y saneamiento han demostrado que si solamente una parte de la comunidad adopta prácticas de saneamiento, el beneficio integral de salud se pierde.

- Las soluciones aisladas no maximizan la eficiencia del uso de recursos, por ejemplo, la construcción de una serie de sistemas aislados de recolección y plantas de tratamiento para aguas residuales en cada nueva urbanización puede no presentar una planificación integral y podría costar mas que soluciones de mayor cobertura en toda la misma región.

Es importante realizar una planificación holística, integral, incluyendo todos los actores clave, con representantes de todos los niveles socio-económicos y considerando aspectos de sustentabilidad técnica, económica e institucionales. El plan debe incluir acciones a ejecutar a corte y mediano plazo. Este tipo de plan se debe actualizar aproximadamente cada cinco años. Elementos que se pueden incluir en las etapas de planificación, diseño / construcción y monitoreo de un plan de manejo para aguas residuales son:

#### ❖ **Etapas 1: Motivación y planificación**

El proceso para un buen manejo de aguas residuales requiere un alto nivel de participación de la ciudadanía, de planificación, y de tiempo para ejecutarlo con éxito. La voluntad política de las autoridades y el apoyo sincero de los miembros de la comunidad son requerimientos básicos para poner en marcha un sistema de aguas residuales.

Esta fase debe incluir al menos los siguientes componentes:

- **Diagnóstico:** El tiempo a invertir para hacer el diagnostico de las condiciones existentes en una comunidad o lugares de una misma región se estima entre 1 y 2 meses. Es importante destacar que el diagnostico considera las condiciones demográficas y topográficas del

municipio, así como datos de producción y calidad de aguas residuales, si los hubiera.

- Determinación de metas: para el programa a corto y a largo plazo; es importante determinar los usos del agua cuenca abajo (por ejemplo si hay posibilidades de re-uso) y definir con claridad los parámetros de calidad del agua tratada que se requiera obtener.
- Inicio de un programa de educación comunitaria: educación y capacitación en temas básicos de higiene y tratamiento de aguas residuales de las autoridades y de los actores claves de la comunidad es importante para que se entienda la prioridad del tema en términos de salud y ambiente.
- Evaluación del marco institucional: es importante determinar la institución o las instituciones que serán responsables del nuevo sistema. Y si fuese necesario, planificar la formación de una nueva institución.
- Inicio de un programa de participación pública: es importante discutir con grupos interesados el problema y las varias opciones posibles para su solución.
- Análisis preeliminar de alternativas tecnológicas: la evaluación técnica debe incluir costos posibles para el usuario y considerar la sustentabilidad económica potencial de las opciones a presentar. Se pueden evaluar opciones con diferentes tecnologías de tratamiento.
- Análisis de alternativas sobre los sitios para la(s) planta(s) de tratamiento: las posibilidades ideales serán económica y socialmente aceptables y protegerán el ambiente. Las alternativas ideales



también aprovecharán las pendientes naturales del terreno para evitar, si la topografía lo permite, la necesidad de sistemas con bombeo hacia la(s) planta(s) y entre las unidades o etapas de tratamiento en la(s) planta (s).

- Decisión sobre la acción a tomar
- Establecimiento del plan de acción: se preparan planes y se establecen prioridades, pasos a seguir y responsabilidades para lograr mejoramientos en el manejo de carácter técnico, institucional, legal, económico, social, ambiental y administrativo.

#### ❖ **Etapas 2: Diseño y construcción**

Esta fase podría incluir los siguientes componentes:

- Continuación del programa de participación pública.
- Continuación del programa de educación comunitaria.
- Selección del (o de los) sitio(s) para la planta(s) de tratamiento.
- Gestión para compra de terreno(s) para la(s) planta(s) de tratamiento.
- Diseño final
- Establecimiento de nuevas tarifas
- Establecimiento de nueva ordenanza

- Finalización del estudio de impacto ambiental y su gerencia
- Establecimiento de nuevos arreglos institucionales
- Construcción de la primera fase del programa

### ❖ **Etapa 3: Operación y evaluación**

Esta fase podría incluir los siguientes componentes:

- Continuación del programa de participación pública
- Continuación del programa de educación comunitaria
- Operación y mantenimiento del sistema
- Monitoreo mensual o trimestral de calidad del agua entrando y saliendo de la planta de tratamiento y del cuerpo receptor vertido de efluentes
- Evaluaciones periódicas del funcionamiento del sistema
- Cobro por el servicio

#### **5.2.1. Requisitos para el manejo de desechos líquidos**

Existen diferentes tipos de tratamiento para el manejo de desechos líquidos, debido a que el único desecho líquido que se tendrá en ambas plantas es el de aguas negras se presentara a continuación los métodos que se pueden utilizar para el tratamiento de dicho desecho.

### **5.2.1.1. Tratamiento de aguas negras**

Al final del alcantarillado sanitario, es importante ubicar una planta de tratamiento. Para escoger el tipo de tratamiento, es importante considerar:

- Las leyes nacionales.
- Las metas establecidas para la protección de la salud y el ambiente (podrían ir mas allá que la misma ley).
- Factores económicos; recuperación de los costos de construcción y de operación.
- Terrenos disponibles / valor de los terrenos.
- Capacidades para la operación y el mantenimiento.

Una clasificación para diferentes tipos de tratamiento se resume en el cuadro presentado en la figura 69. El nivel de tratamiento recomendable dependerá del uso final deseado de las aguas tratadas, de la calidad requerida al verter en cuerpos de agua y también se relacionará con la economía. Por ejemplo, si el agua tratada se utilizará para riego, los nutrientes (nitrógeno y fósforo) son un beneficio y es mejor no removerlos. Es recomendable considerar y planificar con el proceso del diseño incluir espacio físico suficiente como para ampliaciones de la planta de tratamiento y acomodar incrementos en el caudal o en el nivel de tratamiento a realizar en el futuro.

**Figura 69. Clasificación de diferentes tipos de tratamiento**

<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>
Tratamiento preliminar o pre-tratamiento	Es el conjunto de unidades que tienen como finalidad eliminar materiales gruesos, que podrían perjudicar el sistema de conducción en la planta. Las principales unidades son las rejillas y el desarenador.
Tratamiento primario	La finalidad de este es remover sólidos suspendidos por medio de sedimentación, filtración, flotación y precipitación.
Tratamiento secundario	La finalidad de este es remover material orgánico en suspensión. Se utilizan procesos biológicos aprovechando la acción de micro-organismos que en su proceso de alimentación degradan la materia orgánica. La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, los aerobios (en presencia de oxígeno) y los anaerobios (en ausencia de oxígeno).
Tratamiento terciario	Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad físico-química y biológica alta adecuada para cuerpos receptores sensibles o para ciertos tipos de re-uso. Normalmente, se trata de remover nutrientes (nitrógeno y fósforo) del agua, porque estos estimulan el crecimiento desmedido de plantas acuáticas.
Desinfección	Es el tratamiento adicional para remover patógenos microorganismos.
Tratamiento de lodos	Es el tratamiento de la porción "sólida" (más del 80% es agua) removida del agua contaminada. La finalidad del proceso es secar y tratar esa materia con una combinación de tiempo y temperatura para eliminar los patógenos.

**Fuente: Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales  
Brown Salazar, Dorren. PROARCA / SIGMA. 2004**

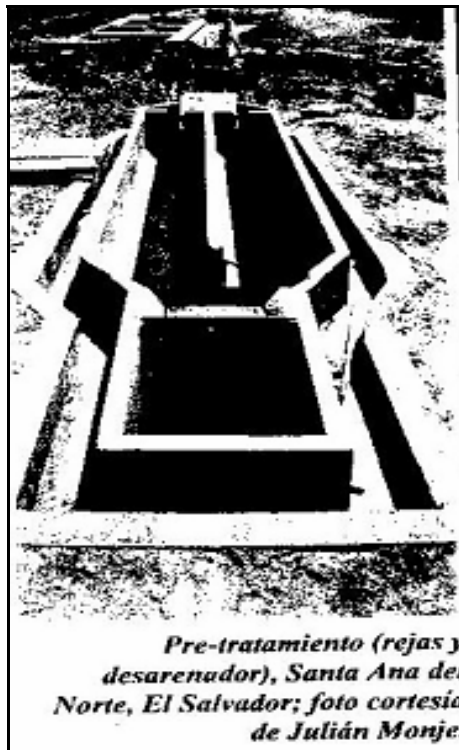
❖ **Pretratamiento:**

- **Canal de rejillas (pre-tratamiento)**

Tiene como objetivo la remoción de los materiales gruesos, los cuales podrían perjudicar el flujo de líquidos en el sistema de conducción de la planta. Esta unidad está formada por barras metálicas separadas entre sí en claros libres de 1.0 a 5.0 centímetros (comúnmente 2.5 centímetros),

colocadas en un ángulo de 30 a 60 grados respecto al plano horizontal. Los sólidos separados por este sistema se dispone de ellos enterrándolos o incinerándolos. La figura 70 presentada a continuación muestra el pretratamiento por medio de canales de reja.

**Figura 70. Pretratamiento por medio de canal de reja.**



**Fuente:** Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales  
Brown Salazar, Dorren. PROARCA / SIGMA. 2004

#### - **Desarenador (pre-tratamiento)**

El sistema mas utilizado para extraer la arena que va dentro de las aguas residuales es el desarenador rectangular de flujo horizontal. Los sólidos inorgánicos como arenas, cenizas y grava, a los que se les denomina como "arenas" varían en cantidad, dependiendo de factores como geología o si la red de alcantarillado es solo sanitaria o combinada (la combinada contiene

mas arena y grava). Las arenas pueden causar serias dificultades en el funcionamiento de los tanques de sedimentación y en la digestión de materia orgánica, al acumularse alrededor de las tuberías de entrada, causando obstrucciones. El desarenador esta formado por una caja o canal, donde las partículas se separan del liquido por acción de la gravedad (caen por su peso). Normalmente se construyen dos canales en forma paralela, con la intención de dejar funcionando un canal mientras el otro se limpia.

- **Trampas de grasa (pre-tratamiento)**

Acumulación de grasas puede causar problemas tanto en sistemas de alcantarillado como en unidades de tratamiento posteriores. Lo mejor es colocarlos a nivel individual para evitar problemas en el alcantarillado, pero también es recomendable construir una unidad para remover grasas a la entrada de la planta de tratamiento. Las trampas de grasas individuales idealmente serán obligatorios para el acondicionamiento de las descargas de las lavanderías, lavaplatos u otros aparatos sanitarios instalados en restaurantes, cocinas de hoteles, hospitales y similares. Las trampas de grasa individuales deberán ubicarse próximas a los aparatos sanitarios que descarguen desechos grasosos, y por ningún motivo deberán ingresar aguas residuales provenientes de los servicios higiénicos. La figura 71 presentada a continuación muestra el pretratamiento por medio de trampas de grasa.

**Figura 71. Pretratamiento por medio de trampas de grasa**



Fuente: Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales  
Brown Salazar, Dorren. PROARCA / SIGMA. 2004

- **Medición del caudal (pre-tratamiento)**

Para un adecuado control de un sistema de tratamiento, es necesario conocer el caudal (cantidad de agua por día) que ingresa a la planta. Existen varias opciones para la medición de los caudales, incluyendo:

- a) equipo eléctrico que trabaja por medio de sensores: puede registrar automáticamente y en forma constante las variaciones de caudal.
- b) vertederos en canales; como el vertedero Sutro, el canal Palmer Bowlus o el Parshall. La ventaja de este tipo de sistemas es que no utilizan energía para su funcionamiento y solamente dependen de la lectura periódica que haga el operador del sistema. En el caso de canal Parshall, es importante supervisar su instalación, pues estudios

han encontrado un buen numero de estos mal instalados en Honduras, y por ende, inútiles.

- **Bombeo**

Igual que para los sistemas de alcantarillado sanitario, siempre es mejor evitar el bombeo dentro de una planta de tratamiento, aprovechando por ello las pendientes naturales que puedan existir. Sin embargo, a veces es necesaria una estación de bombeo; lo mas común es la necesidad de elevar el agua a la entrada de la planta (idealmente después de las rejas y el desarenador para proteger las bombas) o a la salida de la planta al realizar la descarga final.

- ❖ **Tratamiento primario:**

- **Tanque séptico (tratamiento primario)**

Estos dispositivos combinan los procesos de sedimentación y de digestión anaerobia de la materia orgánica; en ocasiones los tanques se diseñan con dos o mas cámaras que operan en serie. En el primer compartimiento se efectúa la sedimentación, biodigestión y el almacenamiento de los lodos. Debido a que con la descomposición anaerobia se producen gases, mismos que suspenden sólidos sedimentados en la primera cámara, se requiere de una segunda cámara para mejorar el proceso de remoción, evitando que los sólidos sean arrastrados con el efluente, fuera del tanque. Dicho efluente se encuentra en condiciones sépticas (anaerobias, sin oxígeno) y aun lleva consigo un importante contenido de materia orgánica disuelta y suspendida, por lo que se requiere siempre de un tratamiento posterior.



- **Tanques Imhoff (tratamiento primario)**

Es una unidad de confinamiento donde la sedimentación se da en dos niveles. Se le utiliza como estanque de sedimentación y cámara de digestión. El tanque Imhoff es una unidad compacta, cuyo estanque de sedimentación esta ubicado sobre una cámara de digestión. El dispositivo de retención, en la superficie de deslizamiento, impide que el gas ascienda y altere el proceso de sedimentación. Los tanques Imhoff se construyen en secciones transversales circulares o cuadradas. Para comunidades de 5000 habitantes o menos, los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de las aguas residuales domesticas; tienen una operación muy simple y no requieren de partes mecánicas; sin embargo, para su uso correcto se requiere que las aguas residuales pasen por el proceso de cribado y remoción de arena. Funcionan muy bien en climas calurosos, pues esto facilita la digestión de la materia orgánica. En la selección de esta unidad de tratamiento se debe considerar que los tanques Imhoff también pueden producir olores desagradables.

- **Sedimentadores primarios (primario o primario avanzado)**

A diferencia del tanque séptico y los tanques Imhoff, en estas unidades no se almacenan los lodos, por lo que estos se extraen continuamente y necesitan de tratamiento adicional. Estas unidades pueden ser circulares o rectangulares y tienen como función la reducción de los sólidos suspendidos, grasas y aceites en las aguas residuales. Las eficiencias esperadas son del 55% en la remoción de los sólidos. Cuando se utilizan coagulantes (químicos que agrupan por atracción a las partículas finas para hacerlas mas pesadas), por ejemplo sulfato de aluminio, cloruro férrico o sulfato férrico, para aumentar la eficiencia del sistema, es lo que se considera tratamiento primario avanzado.

- **Reactor anaerobio de flujo ascendente o RAFA (primario avanzado)**

Este reactor es de flujo ascendente y en la parte superior cuenta con un sistema de separación gas-liquido-sólidos, el cual evita la salida de los sólidos suspendidos en el efluente y favorece a la evacuación del gas. Estas unidades son cerradas para facilitar la recolección del gas que se genera con este proceso anaerobio. Los puntos débiles son: lentitud del proceso de arranque del reactor, necesidad de uniformar el caudal, necesidad continua de corregir el pH y que necesita mas cuidado para su buena operación que algunas otras posibilidades. La figura 72 muestra el reactor anaerobio de flujo ascendente o RAFA para el tratamiento primario avanzado.

**Figura 72. Reactor anaerobio de flujo ascendente o RAFA**



Fuente: Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales  
Brown Salazar, Dorren. PROARCA / SIGMA. 2004

❖ **Tratamiento secundario:**

- **Filtro anaerobio de flujo ascendente, o FAFA (Secundario)**

Consiste en un reactor de flujo ascendente donde el material filtrante lo forman soportes plásticos o piedras de 3 a 5 centímetros de diámetro promedio. El agua pre-tratada ingresa por la parte inferior (por abajo) de la unidad y sube a través del material filtrante. En el medio filtrante se acumulan bacterias que al paso del agua van removiendo materia orgánica disuelta. En este proceso, también se producen gases. Desafortunadamente, los modelos que se han utilizado con frecuencia en Centroamérica tienden a resultar en una distribución desordenada del material filtrante o de soporte, por lo que las purgas (o limpiezas por retrolavado del filtro) no son efectivas. Las limpiezas se deben realizar porque se ha provocado una acumulación lenta, pero constante de biomasa, que con el tiempo va creando problemas de taponamiento. En cambio en Brasil estos filtros han funcionado muy bien y el Instituto Tecnológico de Costa Rica ha comprobado que filtros de este tipo, prefabricados, son muy apropiados para complementar soluciones sanitarias en casas individuales (incluido en sección sobre soluciones individuales).

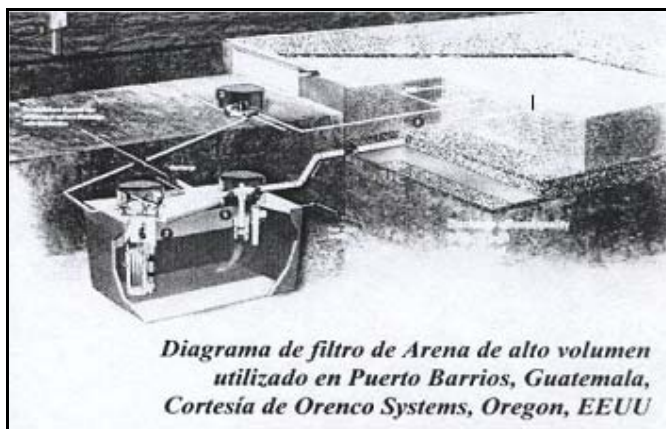
- **Filtros percoladores (primario avanzado o secundario)**

Consiste de un tanque rectangular o redondo, lleno con un medio filtrante (piedras u otro material); el agua es distribuida sobre el medio y baja por gravedad a través de él. Una sustancia viscosa y gelatinosa, conteniendo bacterias y otro tipo de microorganismos se forma en la superficie del medio, una vez que el filtro se encuentra operando; esta capa de microorganismos es la que actúa para remover sustancias orgánicas del agua. Este es un sistema aerobio por lo que se induce la entrada de aire por aberturas ubicadas en la parte inferior de la estructura, para que el aire suba y también

pase a través de todo el medio filtrante. El efluente del filtro deberá pasar a través de un clarificador secundario para coleccionar la biomasa desprendida. La sedimentación primaria es necesaria, antes de los filtros, para minimizar los problemas de obstrucción. Los filtros usados en Centroamérica se pueden dividir en dos categorías:

- a) Bajo volumen, de piedra: estos son los filtros mas comunes en Centroamérica. No hay recirculación del agua y si esta ubicado en un terreno con pendiente, las plantas que se construyen operan por gravedad.
- b) Alto volumen, de grava o plástico: estos, normalmente incluyen recirculación (de una a cuatro veces el caudal de entrada). Las ventajas de estos sobre los de bajo volumen son que se ocupan menos espacio físico, tienen un nivel de tratamiento de agua mas alto, tienen flexibilidad de operación, y tienen menos tendencia a invasión de moscas que los de piedra. La desventaja es que requieren electricidad y bombeo. La figura 73 muestra un filtro percolador de alto volumen.

**Figura 73. Filtro percolador de alto volumen**



Fuente: Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales  
Brown Salazar, Dorren. PROARCA / SIGMA. 2004

- **Lagunas de estabilización (primario, secundario y terciario)**

Se conoce con este termino cualquier laguna o estanque o grupo de ellos, proyectado para llevar a cabo un tratamiento primario, secundario, remoción de patógenos, y a veces nutrientes (tratamiento terciario). Existen diversos tipos de lagunas, dependiendo de sus características pueden ser:

- a) Lagunas anaerobias: generalmente se usan como una primera depuración o pre-tratamiento. Se pueden considerar como un digestor, ya que se le aplican cantidades de materia orgánica o carga orgánica por unidad de volumen de manera tal que prevalezcan las condiciones anaerobias, es decir la ausencia de oxígeno. Una desventaja de este tipo de lagunas es que pueden producir malos olores esporádicamente, principalmente debido a variaciones bruscas de temperatura, lo cual impide su ubicación en lugares cercanos (500 m) de zonas habitadas. Generalmente son estanques profundos de 3 a 5 metros de profundidad. Si el afluente tiene alto contenido de sulfatos, los olores pueden ser fuertes y se recomienda evitar el uso de lagunas anaerobias para el tratamiento de aguas residuales domesticas.
  
- b) Lagunas facultativas: es una combinación de áreas en el mismo estanque con y sin oxígeno. Se diseñan con una profundidad variando normalmente entre 1.5 a 2.0 metros y una cantidad de materia orgánica o carga orgánica por unidad de volumen que permita el crecimiento de organismos aeróbicos y facultativos (estos últimos pueden reproducirse tanto en presencia, como en ausencia de oxígeno). Es el tipo de lagunas mas usado por su flexibilidad; requieren menos terreno que las aerobias y no producen los olores de las anaerobias. Como en todos los procesos biológicos, un factor que afecta su eficiencia es la temperatura.

- c) Lagunas aerobias: como su nombre lo indica, son lagunas que operan en presencia de aire. Son de poca profundidad, no mas de 80 cm., lo que propicia la proliferación de algas, que suministran una buena parte del oxigeno necesario. No pueden ser utilizadas para aguas residuales crudas porque estas tienen un DBO<sub>5</sub> demasiado alto; requieren un pretratamiento primario.
- d) Lagunas de maduración: estas lagunas son usadas para efluentes de lagunas facultativas o aerobias con la principal finalidad de reducir coliformes fecales, huevos de helmintos y quistes de protozoarios. En ellas, la acción del sol y sus rayos ultravioleta es fundamental.

- **Humedales o "biofiltros" (secundario y terciario)**

Estos son una adaptación de los principios de las lagunas, usando plantas acuáticas en vez de algas para proveer oxigeno a las bacterias. Para evitar el problema potencial de que al colocarse las plantas y formar los humedales éstas puedan servir como eje indeseable donde los mosquitos se reproduzcan, es posible lograrlo al colocar piedras dentro del tanque y manteniendo el nivel del agua 10 centímetros bajo la superficie de estas piedras. Hay que tomar en cuenta que es necesario cosechar las plantas periódicamente, así este sistema requiere mas atención que las lagunas. Es mejor si se encuentra un uso comercial para las plantas "sembradas" en estos humedales (por ejemplo, como alimento para animales). Ventajas de este sistema en comparación con las lagunas:

- Menos olores (se puede reducir la distancia a la población).

- Menos área requerida (costos asociados a la adquisición de terreno y a la excavación necesaria).
- No algas en el efluente y muy buenas posibilidades para la remoción de nutrientes.

- **Lodos activados (secundario)**

Este proceso es el más utilizado en plantas de tratamiento grandes, en países económicamente avanzados. Es un proceso que requiere grandes cantidades de energía y un alto nivel de control, para su buena operación. El nombre de este proceso proviene de la producción de una masa "activada" (viva), formada por microorganismos, capaz de estabilizar materia orgánica vía procesos aerobios. El proceso consiste en introducir el residuo orgánico en un reactor, donde se mantiene un cultivo bacteriano aerobio, en suspensión (mezcla líquida). El ambiente aerobio en el reactor se consigue mediante la inyección de aire por medio del uso de difusores o de aireadores mecánicos que también sirven para mantener la mezcla líquida en estado homogéneo, en todo el tanque. Después del reactor aerobio sigue un sedimentador secundario, el cual remueve sólidos y bacterias. Una parte de las células sedimentadas se recirculan para mantener en el reactor la concentración de células deseadas, mientras que la otra parte se purga del sistema llevándola hasta el proceso para el tratamiento de lodos, de la misma planta.

❖ **Tratamiento terciario:**

Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una alta calidad físico-química y biológica. Son procesos por los cuales se le da un pulimento alto al agua. Las metas de tratamiento varían de acuerdo al reuso que se le pretenda dar a las aguas. Normalmente el tratamiento terciario es

para remover nutrientes del agua. Se pueden usar lagunas con plantas acuáticas para esta función. Generalmente no se utiliza el tratamiento terciario para aguas residuales municipales, a menos que el reuso de las aguas tenga alguna aplicación en la industria y en algunos casos, porque interesa la protección de un área ecológicamente sensitiva.



## CONCLUSIONES

1. Actualmente, TAEMSA cuenta con varias plantas de producción ubicadas en diferentes puntos de la ciudad de Guatemala, es por ello que para la planta de producción unificada se determinó que la mejor opción para la ubicación de la misma es el terreno que se encuentra en el Km. 30 Carretera Interamericana, Santiago Sacatepéquez, ya que con esta ubicación se podrá tener la unificación de las plantas y así tener un mejor control sobre los procesos de producción.
2. Las condiciones ambientales actuales no son las indicadas para las actividades que se realizan en la empresa, es por ello que se tomaron en cuenta para el desempeño de los trabajadores los aspectos de ruido, iluminación (natural y artificial), ventilación (natural y artificial), y pintura. Con estos aspectos se dan propuestas para contrarrestar las condiciones deterioradas y así lograr que los trabajadores desempeñen su labor operativa de la forma mas eficiente posible.
3. Dentro de las plantas actuales se encuentra una planta de tercera categoría, es por esto que el diseño de ambas plantas consistirá en la construcción de plantas de segunda categoría, y de una planta ya que este tipo de edificio permite una mayor facilidad al momento de operar. Este tipo de planta contempla un menor tiempo de construcción y una mayor flexibilidad para cambios futuros.
4. Alguna maquinaria se encuentra en condiciones de deterioro ya que el mantenimiento que se les da no es constante, para ello se requiere que a las máquinas se les brinde un mantenimiento constante tanto preventivo como correctivo, y así evitar atrasos en los procesos de producción.

5. Los desechos sólidos se manejan todos al mismo tiempo, es por eso que se necesita que los desechos sólidos sean manejados dependiendo del tipo de desecho que se tiene, ya que cada uno lleva un proceso distinto de manejo. Los desechos líquidos que se manejan en la planta son de tipo de aguas residuales, para esto se toma como base el manejo por medio de plantas de tratamiento.
  
6. Las condiciones de seguridad e higiene actuales, no son las óptimas para el tipo de proceso que se tiene en las plantas, es por eso que entre las condiciones de seguridad e higiene con las cuales las plantas de producción deberán contar será: protección visual, respiratoria, auditiva, capilar, lumbar y protección del tacto. Para la seguridad se contará con señalización indicando las precauciones en cada área de ambas plantas, también se deberá contar con extinguidores de espuma para cualquier caso de un posible incendio. Todo lo anterior evitará que ocurra algún accidente, ya sea de forma voluntaria o involuntaria.
  
7. No se cuenta con un manual de seguridad en plantas, por lo mismo, se deberá proveer a los operarios de algún manual de seguridad, el cual indique qué hacer en caso que ocurra algún desastre natural, ya sea incendios o de otra índole, y así mismo, capacitar a los operarios para la evacuación de la planta.

## RECOMENDACIONES

1. Para el gerente general: al momento de iniciar las operaciones se debe pintar las estructuras metálicas y láminas con material anticorrosivo e impermeable.
2. Para los supervisores de producción y/o persona encargada del departamento de seguridad industrial: mantener manuales de capacitación acerca de los planes de contingencia para evacuar la planta en caso de incendio y/o desastre, y así mismo la implementación de un programa de seguridad industrial en la cual se hace necesaria la participación de todas las personas que laboran en la planta, tanto el personal administrativo como el personal operativo.
3. Para el supervisor de producción: cuidar que el personal de proceso use el equipo de protección personal completo.
4. Para personal operativo: mantener orden y limpieza en toda la planta, ya que de ello dependerá que los procesos se realicen de una manera correcta.
5. Para el gerente general: mantener especial cuidado con el manejo de desechos industriales que la planta produce.
6. Para el gerente general: contratar a un mecánico de planta para que el mismo se encargue de darle mantenimiento constante y/o resolver situaciones cuando la maquinaria presente algún desperfecto mecánico.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Maynard, Harold B. **Manual del Ingeniero Industrial**. Editorial McGraw – Hill, 1996.
2. Torres, Sergio Antonio. **Ingeniería de plantas**. Folleto de docencia. Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala, 1998. 135 pp.
3. De León Maldonado, Alba. **El reciclaje en la ciudad de Guatemala**. Trabajo de Graduación Ingeniería Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 130 pp.
4. Asfahl, C. Ray. **Seguridad Industrial y Salud**. Editorial Prentice Hall, 2000.
5. Dessler, Gary. **Administración de personal**. Editorial Peal Son, 2001.
6. Ochoa Zaldaña, Willy Estuardo. **Implementación de un programa de Seguridad Industrial en una planta dedicada a la elaboración de cloro y desinfectante en la ciudad capital**. Trabajo de graduación Ingeniería Industrial, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 87 pp.
7. Kamawatu, George. **Introducción al estudio del trabajo**. Editorial Limusa, 2000.
8. Brown Salazar, Doreen. **Guía para el manejo de excretas y aguas residuales municipales**. PROARCA / SIGMA. 2004.