

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS**



**“MEJORA DE LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA, PARA LOGRAR UNA  
ATENCIÓN OPORTUNA A LOS CLIENTES, EN UNA FÁBRICA DE  
PLATOS DESCARTABLES”**

**INFORME DE SUFICIENCIA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**EFRÉN SUÁREZ QUISPE**

**Lima – Perú**

**2014**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios, el creador de todas las cosas, porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

De igual forma, dedico este trabajo a mi madre, quien me ha guiado y formado con buenas costumbres y valores a lo largo mi vida, quien siempre apostó por mí a pesar de que muchos opinaban de manera diferente. Este logro, al igual que otros, lo debo a mi madre Juana Quispe Uchasara.

A mi padre Efrén Suárez León, quien con su esfuerzo y dedicación sacó adelante a la familia, dándonos la oportunidad de progresar y avanzar, sacrificándose por su esposa e hijos.

A mis hermanos, sobre todo a Edgar, que siempre ha estado junto a mí, guiándome por el buen camino, aconsejándome, asesorándome y siempre brindándome todo su apoyo.

A mi esposa Gloria María Rivera Ceverino, y a mi hija Angelina Mariana Nicole Suárez Rivera, mi familia.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis amigos del CCAT, quienes me apoyaron y asesoraron en los primeros años de la carrera universitaria.

A mis amigos de los códigos 2001-I, 2001-II, 2003-I y otros, con quienes compartí muchas horas de estudio en clase, en amanecidas y otros eventos de excelencia profesional.

A mis profesores de la Universidad Nacional de Ingeniería.

A mis asesores y miembros de Programa de Titulación por Actualización de Conocimientos.

Gracias a todas las personas que me ayudaron directa o indirectamente en la realización de este proyecto.

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	2
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	3
<b>ÍNDICE</b> .....	4
<b>RESUMEN</b> .....	7
<b>DESCRIPTORES TEMÁTICOS</b> .....	8
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	9
<b>CAPÍTULO I : PENSAMIENTO ESTRATÉGICO</b> .....	11
1.1. DIAGNÓSTICO FUNCIONAL .....	11
1.1.1. Organización .....	11
1.1.2. Productos .....	12
1.1.3. Clientes .....	14
1.1.4. Proveedores .....	15
1.1.5. Procesos .....	15
1.2. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO .....	16
1.2.1. Misión .....	16
1.2.2. Visión .....	16
1.2.3. Análisis Interno .....	17
1.2.4. Análisis Externo .....	18
<b>CAPÍTULO II : MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO</b> .....	20
2.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS .....	20
2.1.1. Diagrama de Flujo de Proceso .....	20
2.1.2. Distancias .....	21
2.1.3. Diagrama de Análisis de Proceso .....	21
2.1.4. Redistribución de Planta .....	22
2.1.5. El Marco Conceptual .....	24
2.1.6. Descripción de la Empresa Tecnipack .....	25

2.1.7. Costo de Producción .....	29
2.2. BASES TEÓRICAS .....	30
2.2.1. Diagrama de Ishikawa .....	30
2.2.2. Productividad .....	31
2.2.3. Estudio de Métodos.....	32
2.2.4. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP) .....	32
2.2.5. Diagrama de Actividades del Proceso (DAP) .....	33
2.2.6. Diagrama de Recorrido o de Circulación .....	33
2.2.7. Medición del Trabajo .....	33
2.2.8. Disposición de Planta.....	34
2.2.9. Cálculo de los Requerimientos de Área.....	37
2.2.10. Distribución General.....	41
2.2.11. Distribución de Detalle.....	46
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	48
2.3.1. Scrap.....	48
2.3.2. Merma .....	48
2.3.3. Chancaca.....	49
2.3.4. Purgado de Máquina .....	49
2.3.5. Plásticos Reciclados .....	49
2.3.6. Máquinas Hechizas .....	49
2.3.7. Troquelado .....	49
2.3.8. Extrusión.....	50
2.3.9. Layout .....	50
<b>CAPÍTULO III : PROCESO DE TOMA DE DECISIONES .....</b>	<b>51</b>
3.1. ANTECEDENTES .....	51
3.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....	51
3.2.1. El Precio del Producto .....	52
3.2.2. Los Competidores .....	52
3.2.3. Atención Oportuna .....	52
3.3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN .....	53
3.3.1. Mejorando la Distribución de Planta .....	53
3.3.2. Semi-Automatización de Maquinaria .....	54
3.3.3. Outsourcing.....	54
3.3.4. Cambio Tecnológico.....	54
3.3.5. Aumentar Stock.....	54

3.4. SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	54
3.4.1. Criterios Para Evaluación de Alternativas de Solución .....	55
3.4.2. Puntajes Para Evaluación de Alternativas de Solución.....	55
3.4.3. Comparativo y Evaluación de Alternativas de Solución .....	56
3.5. PLANES DE ACCIÓN PARA DESARROLLAR LA SOLUCIÓN PLANTEADA.....	57
3.5.1. Reconocimiento de Áreas de Producción en la Empresa .....	57
3.5.2. Diagrama de Operaciones en el Proceso Productivo .....	59
3.5.3. Disposición de Planta, Cálculo del Área Requerida .....	70
3.5.4. Distribución General, Tabla Relacional.....	72
3.5.5. Diagrama Relacional de Recorrido y/o Actividades .....	75
3.5.6. Diagrama Relacional de Espacios.....	77
3.5.7. Disposición Ideal y Práctica.....	80
3.5.8. Distribución de Detalle, Diagrama de Recorrido Sencillo .....	83
<b>CAPÍTULO IV : ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO.....</b>	<b>93</b>
4.1. SELECCIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	93
4.2. INFORMACIÓN DE SITUACIÓN ECONÓMICA ACTUAL .....	93
4.2.1. Análisis de Costos .....	96
4.2.2. Análisis de Ingresos .....	100
4.2.3. Productividad .....	103
4.3. RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA .....	105
4.3.1. Resultados Cualitativos.....	105
4.3.2. Resultados Cuantitativos.....	106
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>107</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>109</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>111</b>

## **RESUMEN**

El presente informe de suficiencia tiene como objetivo proponer una mejora en la distribución de planta, para lograr una atención oportuna a los clientes de la fábrica de platos descartables Inversiones Kemver S.A.C.

En el capítulo I, conoceremos a la empresa Inversiones Kemver S.A.C., su organización, los productos que fabrica, sus clientes, proveedores, procesos y se realizará el diagnóstico estratégico.

En el capítulo II, conoceremos los antecedentes bibliográficos, como referencia necesaria a estudios de investigación anteriores a este trabajo, también las bases teóricas, que aplicaremos para la determinación del problema, controles y resultados. Finalmente presentaremos una definición de términos, para aclarar los significados de algunas palabras utilizadas en este rubro.

En el capítulo III, veremos el proceso de toma de decisiones, tomando en cuenta los antecedentes de la empresa. Asimismo identificaremos el problema que motiva la presente investigación. Posteriormente, propondremos planteamientos de alternativas de solución. Finalmente desarrollaremos la selección de la opción más adecuada y los planes de acción para desarrollar la solución planteada.

En el capítulo IV, veremos el análisis beneficio-costos, que consta de tres partes: la selección de criterios de evaluación, información de situación económica actual y los resultados de la solución planteada.

Finalmente conoceremos las conclusiones y recomendaciones.

## **DESCRIPTORES TEMÁTICOS**

- Diagrama de Operaciones.
- Diagrama de Actividades.
- Estudio de Métodos.
- Medición del Trabajo.
- Análisis de Métodos.
- Mejora de Procesos.
- Diagrama Causa Efecto.
- Diseño y Disposición de Planta.

## INTRODUCCIÓN

La industria del plástico en el Perú produce principalmente bienes intermedios, y su demanda local proviene básicamente de empresas del rubro de alimentos, bebidas, cosméticos, productos de aseo y limpieza, de la agroindustria de exportación, pesca y del sector construcción. La demanda internacional, exportaciones, tiene como principales clientes a Colombia, Bolivia y Venezuela. En este contexto es importante indicar que el sector del plástico peruano se encuentra en tercer lugar en Latinoamérica luego de Brasil y Argentina, lo cual nos muestra su importancia como campo de estudio, tomando en cuenta que esta industria es altamente tecnológica y necesita de profesionales especializados que colaboren con su desarrollo.

Con relación a lo mencionado, debemos indicar que la industria del plástico en nuestro país atraviesa una serie de dificultades, como la crisis internacional, la competencia desleal de ingreso de productos asiáticos subvaluados, principalmente de China, contrabando, inexistencia de una política estatal de apoyo a este sector; entre otros y debido al aumento de los costos de los insumos en este sector ya que son importados, mayormente de Estados Unidos y de los países de Asia como Corea. Esto ha traído como consecuencia el cierre de cientos de empresas y se han perdido miles de empleos.

Esta situación de la industria del plástico en el país ha llevado a que las empresas de este sector subsistan por su propia pericia, tenacidad y conocimiento del mercado. Es así, que algunas empresas optan por asumir

ese incremento de los costos y no impactar en el precio del producto final, disminuyendo sus márgenes de ganancia y/o la calidad del producto; y que otras empresas opten por el aumento progresivo de sus precios para el producto final.

Entre las empresas dedicadas a esta importante industria, se encuentra Inversiones Kemver S.A.C., es una empresa peruana dedicada a la fabricación y comercialización de platos descartables en el mercado nacional.

El señor Enver Quispe Gutiérrez, dueño de la empresa, inició las operaciones de la referida empresa, en julio del año 2010, motivado por sus veinte años de experiencia en este rubro, con los conocimientos en todas las áreas que involucran este negocio y sobre todo por la aceptación del producto en el mercado local.

No obstante el desarrollo de esta empresa se enfrenta a la alta competitividad que existe en el mercado actual de comercialización de platos descartables, por lo que se encuentra en riesgo constante de perder a muchos clientes, a los cuales Inversiones Kemver S.A.C. no puede abastecer en el plazo, por ellos requerido. Ante esto se propone hacer una mejora en la distribución de planta de tal forma que la fábrica de platos descartables pueda fabricar más productos en menor tiempo y así lograr una atención oportuna a sus clientes y a su vez ser más competitivo.

# **CAPÍTULO I**

## **PENSAMIENTO ESTRATÉGICO**

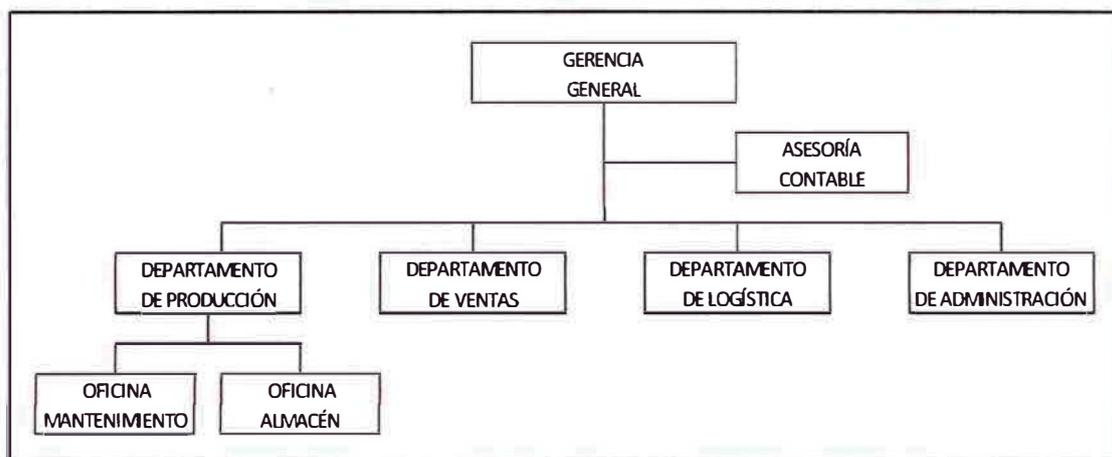
### **1.1. DIAGNÓSTICO FUNCIONAL**

#### **1.1.1. Organización**

“Inversiones Kemver S.A.C.” es una empresa privada dedicada a la fabricación y comercialización de platos descartables de plástico (Poli-estireno de alto impacto), que inicia operaciones en julio del año 2010. El dueño de la empresa es el Sr. Enver Quispe Gutiérrez. La planta de producción se encuentra ubicada en Jr. Pastaza 644, Breña (altura de la cuadra 12 de la Av. Arica – Lima).

La estructura organizativa de Inversiones Kemver S.A.C. se aprecia en el esquema N° 01.

## Esquema N°01. Organigrama de Inversiones Kemver S.A.C.



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

### 1.1.2. Productos

Sus productos están orientados a los sectores populares de la sociedad peruana, y son:

- Plato N° 20.
- Plato N° 18.
- Plato N° 17.
- Plato N° 15.
- Plato N° 14.
- Plato N° 12.
- Bandeja N° 17.

**Figura N° 01. Productos de Inversiones Kemver S.A.C.**

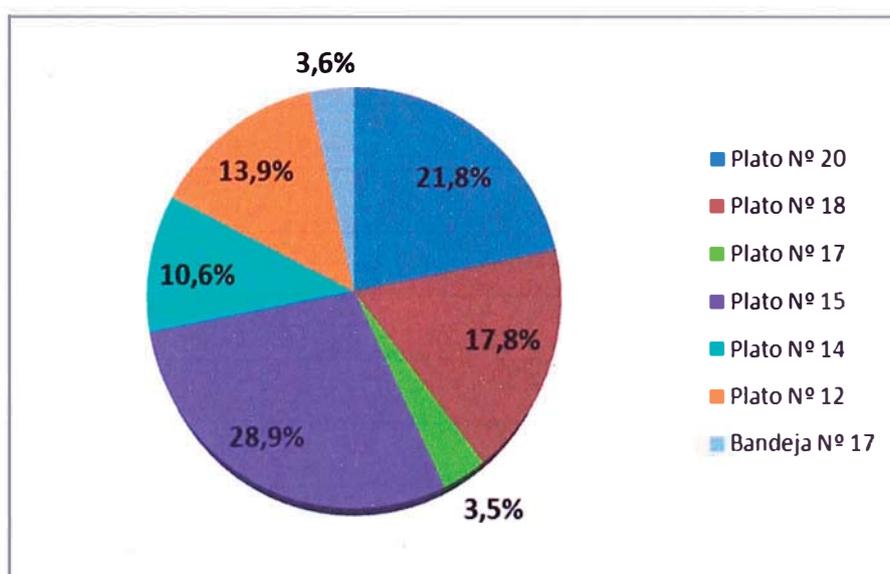


Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

El porcentaje del volumen de ventas del año 2011 de Inversiones Kemver S.A.C., del plato N° 20, representa el 21.8%; del plato N° 18, el 17.8%; del plato N° 17, el 3.5%; del plato N° 15, el 28.9%; del plato N° 14, el 10.6%; del plato N° 12, el 13.9% y de la bandeja N° 17, el 3.6%; lo que representamos en el gráfico N° 01 (detalles en el anexo N° 1).

**Gráfico N°01. Porcentaje del Volumen de Ventas del Año 2011 de Inversiones Kemver S.A.C.**



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

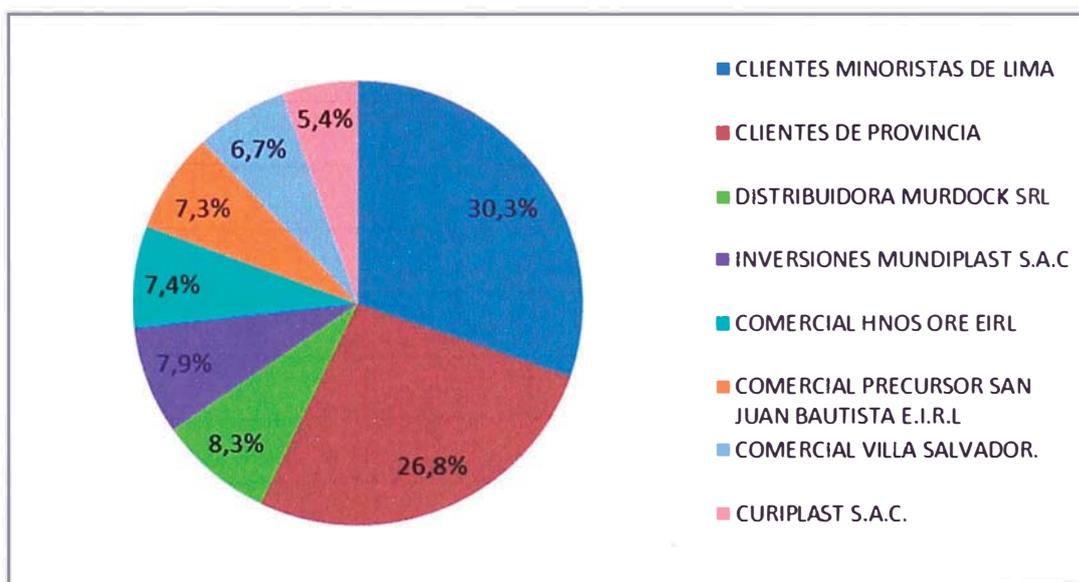
Elaborado por: Inversiones Kemver S.A.C.

### 1.1.3. Clientes

Los principales clientes de Inversiones Kemver S.A.C., son:

- Distribuidora Murdock S.R.L.
- Inversiones Mundiplast S.A.C.
- Comercial Hnos. Ore E.I.R.L.
- Comercial Precursor San Juan Bautista E.I.R.L.
- Comercial Villa Salvador S.R.L.
- Curi Plast S.A.C.
- Clientes Minoristas de Lima.
- Clientes de Provincia.

**Gráfico N°02. Porcentaje de Ventas de los Principales Clientes de Inversiones Kemver S.A.C.**



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaborado por: Inversiones Kemver S.A.C.

#### 1.1.4. Proveedores

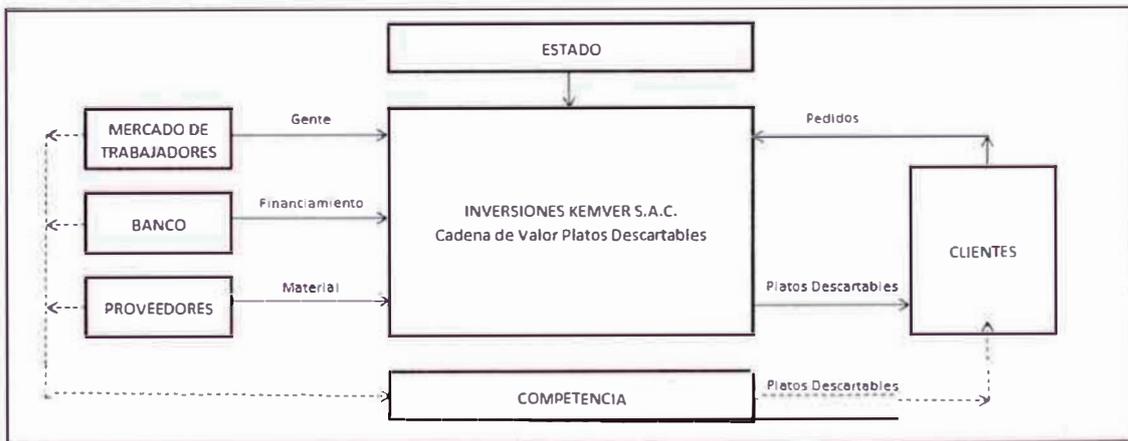
Los principales proveedores de Inversiones Kemver S.A.C., son:

- Polinplast S.A.C.; provee Poliestireno de alto impacto, blanco y cristal.
- Corinplast S.A.C.; provee Poliestireno de alto impacto, blanco y cristal.
- Comercial Conte S.A.C.; provee Master Batch y Esterato de Zinc.
- Ferretera Pacasmayo; provee materiales y herramientas ferreteras.
- Recicladores; Scrap y afines, producto del Poliestireno de Alto Impacto.

#### 1.1.5. Procesos

Inversiones Kemver S.A.C., forma parte de la cadena de valor de platos descartables.

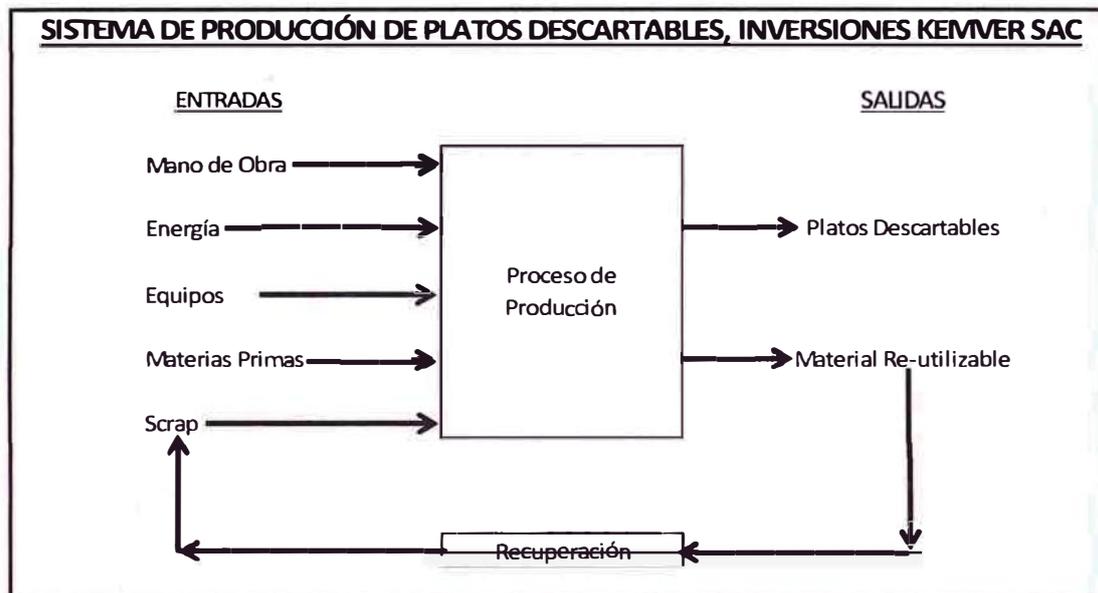
#### Esquema N°02. Diagrama de Organización de Inversiones Kemver S.A.C.



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

### Esquema N°03. Sistema de Producción de Inversiones Kemver S.A.C.



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

## 1.2. DIAGNÓSTICO ESTRATÉGICO

A continuación el análisis estratégico de la empresa Inversiones Kemver S.A.C.

### 1.2.1. Misión

“Comercializar artículos descartables que garanticen un valor agregado para nuestros clientes, mediante procesos y acciones que la empresa ejecute en un entorno de desarrollo industrial, y además mantenga el respeto y la armonía con la sociedad y así logre el máximo retorno para sus accionistas y trabajadores”.

### 1.2.2. Visión

“Ser una empresa productora de artículos de plástico que satisface las

necesidades de nuestros clientes con productos de fácil utilización y cuidando el medio ambiente, logrando de esta manera liderar la producción y distribución de descartables en Perú y Sudamérica”.

### **1.2.3. Análisis Interno**

Según el análisis interno se identificaron las siguientes fortalezas y debilidades.

#### **1.2.3.1. Fortalezas**

F1: Sus productos tienen gran demanda.

F2: Producto fácilmente transportable (por el volumen que ocupa).

F3: Publicidad en Páginas Amarillas.

F4: Burocracia inexistente.

F5: Posee equipos de funcionamiento continuo.

F6: Procesos fáciles y de rápida capacitación.

F7: Las devoluciones son casi nulas.

F8: Cuenta con clientes fijos.

F9: Acuerdos estratégicos con la empresa EMINDUS S.R.L. (empresa de fabricación de máquinas y equipos industriales).

F10: Acuerdos estratégicos con la empresa POLIMPLAST S.A.C., que entrega materia prima a crédito, la cual es pagada con producto terminado.

F11: Flexibilidad al cambio en los procesos.

#### **1.2.3.2. Debilidades**

D1: El órgano gerencial necesita más capacitación.

D2: No existe buena comunicación en la empresa.

D3: Alta rotación en los puestos de trabajo.

D4: No cuenta con supervisores en el área de producción.

D5: Deficiente planificación de compras.

- D6: La gerencia no cumple las promesas ofrecidas a los trabajadores.
- D7: Falta de identificación de los trabajadores con la empresa.
- D8: Los proveedores no entregan a tiempo los materiales.
- D9: Mala distribución de planta, hay muchos cruces en el ciclo de producción.
- D10: Áreas funcionales no definidas, no existe ni MOF, ni ROF.
- D11: No existe un programa de mantenimiento preventivo de la maquinaria.
- D12: No hay un control de calidad estandarizado.
- D13: No existen ni equipos, ni herramientas para estandarizar.
- D14: No usan herramientas informáticas.
- D15: No existen políticas de retención de clientes.
- D16: No se realiza investigación de mercado.
- D17: Incumplimiento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- D18: Falta de atención oportuna a los clientes.
- D19: Existen muchos tiempos y demoras durante los procesos.
- D20: Equivocada delegación de funciones.
- D21: Falta de procedimientos claros para cada área de trabajo.
- D22: Excesivo inventario de productos en proceso.
- D23: Descuido del personal de planta que origina errores de la producción y gran cantidad de mermas.

#### **1.2.4. Análisis Externo**

Según el análisis externo se identificaron las siguientes oportunidades y amenazas.

##### **1.2.4.1. Oportunidades**

- O1: Expandir y aumentar las ventas en provincia (mercado oculto).
- O2: Diversidad de productos a base de plástico.
- O3: Continuos eventos en el mercado local y provincia donde utilizan los productos descartables.
- O4: Precios estándares en el mercado que le permiten competir.

- O5: Bajo potencial de ingreso de nuevos competidores.
- O6: Transportar sus productos a provincia tiene un costo bajo.
- O7: Diversos negocios (como restaurantes, reposterías, panaderías) utilizan estos productos.
- O8: Existen diversos cursos de capacitación en dirección y gestión.

#### **1.2.4.2. Amenazas**

- A1: Existencia de productos sustitutos y similares como por ejemplo, los productos a base de tecnopor.
- A2: Existencia de muchas empresas productoras de platos descartables en el mercado local (Lima).
- A3: Riesgo de incendios.
- A4: Riesgo de enfermedades ocupacionales.
- A5: Cierre del local por incumplir Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- A6: Alta dependencia de proveedores de insumos importados (Poliestireno).
- A7: Migración de trabajadores a la competencia.
- A8: Incremento de los costos de las materias primas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.**

Existen muchas investigaciones ligadas al tema de redistribución de planta e industrias plásticas, cuyos conceptos han sido de apoyo para elaborar este informe de suficiencia.

##### **2.1.1. Diagrama de Flujo de Proceso<sup>1</sup>**

También conocido como diagrama de proceso de flujo, se define como la representación gráfica de todas las operaciones, transportes, inspecciones, retrasos o demoras y almacenamientos que tiene lugar durante un proceso o procedimiento. Se incluye toda la información que se considere necesaria para el análisis.

Un diagrama de flujo es específicamente útil para poner de manifiesto costos ocultos, tales como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez enfocados estos periodos no productivos, se puede lograr su mejoría.

En seguida veamos las definiciones de las actividades que intervienen en un diagrama de flujo de procesos.



**Operación:** se efectúa una operación cuando la parte que se

<sup>1</sup> Gamarra Carmona, Guido Bernan. Estudio de Métodos y Tiempos, Redistribución de Planta y Cálculo del Requerimiento Futuro de Áreas en el Laboratorio SYDNEY ROSS S.A., 1975, pág. 47-48.

estudia es transformada intencionalmente, o cuando es estudiada o planeada, antes de desarrollar un trabajo productivo en ella.

✓ **Inspección:** se efectúa una inspección, cuando la parte que se estudia es examinada para determinar si está en conformidad con el estándar.

✓ **Transporte:** definido como el mover un objeto de un lugar a otro, a menos que el movimiento se efectuó durante el curso normal de una operación o inspección.

✓ **Demora:** ocurre cuando una parte no se puede procesar inmediatamente al llegar a la siguiente estación de trabajo.

✓ **Almacenamiento:** cuando una parte se guarda y protege de un traslado no autorizado.

### 2.1.2. Distancias<sup>2</sup>

Las distancias a considerar, son aquellas realizadas en los diversos transportes durante los procesos de fabricación, es decir las distancias recorridas por la materia prima, el producto casi terminado, etc.

Para determinar la medida final, se han efectuado dos mediciones, para descartar cualquier error. Los resultados de estas mediciones, podemos apreciarlos en los diagramas de análisis de proceso, presentados en el ítem siguiente.

### 2.1.3. Diagrama de Análisis de Proceso<sup>3</sup>

Conocido también como tabla de flujo, es una técnica muy difundida para el análisis de proceso. Este contiene en forma sistematizada la información que muestra un diagrama de flujo y describe los elementos del proceso mediante símbolos conocidos mostrando lo que ocurre al material cuando pasa a través del proceso, y opcionalmente, la forma en que se efectúan varios de los pasos.

<sup>2</sup> Ídem, pág. 89.

<sup>3</sup> Ídem, pág. 89-90.

En los diagramas a presentar, además de la descripción u esquematización de las diferentes actividades, incluimos las veces en que estos se realizan para la unidad de producción considerada (un Batch para todos los casos), tal como se aprecia en la columna de cantidad. Asimismo se presentan los valores numéricos de las distancias cubiertas en los transportes (ver columna distancia); también los tiempos estándar de las diversas actividades (columna tiempo); y finalmente las observaciones que sean necesarias.

#### **2.1.4. Redistribución de Planta<sup>4</sup>**

Distribución o disposición de planta, es el arreglo de las áreas y espacios requeridos para el movimiento de materiales, almacenamientos, ubicación de maquinaria y equipos, personal y otros que permitan cumplir con las actividades propias de todo proceso.

En base al concepto anterior se tratará de lograr una disposición de planta apropiada a los procesos que se desarrollan. Para ello convendrá apreciar las motivaciones de los cambios en la redistribución, así mismo conocer las limitaciones existentes, y finalmente efectuar un análisis de proximidad de las diferentes secciones con el fin de lograr la mejor conexión entre ellos.

Motivaciones para la redistribución y limitaciones.

##### **a) Motivaciones.**

Los aspectos que motivaron la redistribución de planta, parten de la oportunidad y necesidad de corregir los inconvenientes detectados al evaluar la actual disposición.

De esto se deduce que se debe lograr:

- ✓ El establecimiento de un orden relativo del flujo de materia prima,

<sup>4</sup> Ídem, pág. 103-105.

productos semi-terminados, productos terminados y demás materiales.

- ✓ La minimización de los recorridos de circulación de los materiales en general y los operarios.
- ✓ El establecimiento de una delimitación entre el área de trabajo y los pasajes de circulación.
- ✓ Mantener una holgada amplitud de los pasajes de circulación obligados.
- ✓ Brindar mayor amplitud a muchas de las áreas de trabajo.
- ✓ En general brindar la disposición más apropiada posible, para cada una de las líneas de producción, y así conseguir la cómoda ejecución de sus procesos de ejecución.

#### **b) Limitaciones.**

Considerando que para la redistribución, se partirá de una disposición ya dada, es lógico suponer que se presentarán restricciones de diversa índole para determinar las modificaciones, traslados y cambios en general. Las principales limitaciones en este sentido han sido:

- ✓ La construcción existente; es decir las diferentes secciones en planta tienen su propia área construida y delimitada, de tal manera que todo cambio requerirá eliminar sino toda, parte de estas consideraciones.
- ✓ La asignación de áreas a las actuales secciones; pues cualquier afán de ampliación implicará comprometer áreas conexas de trabajo.
- ✓ Las instalaciones de cierta maquinaria y equipo; ya que en muchos casos forman parte de la construcción y tienen conexiones especialmente acondicionadas, de tal manera que cualquier modificación determinaría el cambio de esta infraestructura.

Y otras pequeñas que restringirían la concreción de la disposición ideal.

En general la redistribución se efectuara en dos fases:

La primera que tratara sobre la redistribución de las áreas de trabajo y la segunda sobre la redistribución de la maquinaria y equipo.

### 2.1.5. El Marco Conceptual<sup>5</sup>

En el presente estudio se han utilizado varios términos considerados relevantes en la investigación, de entre los cuales se procederá a definir los siguientes:

- ✓ **Termoformado.** Es el proceso de calentar una lámina termoplástica al punto de ablandamiento y presionarla a través de un medio neumático contra un molde contorneado. Este medio neumático puede consistir en un vacío entre el plástico y el molde, el uso de aire comprimido para presionar el material contra el molde o una combinación de los dos.
- ✓ **Planificación.** Proceso para establecer metas y objetivos, y un curso de acción para alcanzarlos.
- ✓ **Administración.** Administración es el proceso dinámico de planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades de los miembros de la organización, y el empleo de todos los demás recursos organizacionales, con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos para la organización.
- ✓ **Administración Estratégica.** Proceso administrativo que implica que la organización realice la planificación estratégica y luego actúe de acuerdo con dichos planes. Consta de tres etapas, formulación de la estrategia, implementación de la estrategia y evaluación de la estrategia.
- ✓ **Proceso.** Método sistemático para manejar actividades.
- ✓ **Estrategia.** Es la determinación de las metas y objetivos básicos de una empresa a largo plazo y la adopción de cursos de acción y asignación de recursos necesarios para lograr dichas metas (Alfred Chandler).
- ✓ **Control.** Proceso para asegurar que las actividades reales se ajusten a las actividades planificadas.
- ✓ **Indicadores.** Son índices o ratios que permiten medir el desempeño organizacional.
- ✓ **Objetivos.** Son los resultados que uno desea alcanzar y deben ser cuantificables y establecidos sobre un periodo de tiempo. A nivel operativo los objetivos reciben el nombre de metas.

<sup>5</sup> Córdova Aguirre, Luis Jesús. Aplicación del Balanced Scorecard Como Metodología de Gestión en la Empresa de Fabricación de Envases Termoformados de Plástico TECNIPACK SAC, 2004, pág. 17-18.

- ✓ **Visión.** Es un punto de vista de la dirección futura del negocio y de la estructura del negocio; un concepto que sirve de guía para lo que se está tratando de hacer y en lo que se quiere convertir la organización.
- ✓ **Misión.** Propósito o fines que desarrolla una organización desde un claro entendimiento de sus clientes cautivos y sus clientes potenciales, sirve de guía e inspiración para tomar las decisiones de objetivos, estrategias y tácticas.
- ✓ **Productividad.** Es la relación entre insumos y productos; y mide la eficiencia de un administrador o empleado en cuanto al aprovechamiento de los recursos escasos de la organización para producir bienes y servicios.
- ✓ **Eficiencia.** Capacidad de reducir al mínimo los recursos usados para alcanzar los objetivos de la organización. P. Drucker dice; eficiencia significa: "Hacer correctamente las cosas".
- ✓ **Eficacia.** Capacidad para determinar los objetivos apropiados. P. Drucker dice; eficacia significa: "Hacer las cosas correctas".

### 2.1.6. Descripción de la Empresa Tecnipack<sup>6</sup>

Tecnipack es una empresa industrial del ramo de plásticos, cuyo rubro principal es la elaboración de envases plásticos termoformados, para tortas, chocolates, etc. Además de servicios de embalaje por termo encogido, blíster pack y skin pack; cuenta también con un área de impresión serigráfica en plástico, donde se elabora material publicitario.

#### a) Productos que Elabora la Empresa

Los productos que elaboran son:

- Envases plásticos termoformados, impresiones serigráficas y servicio de empaques (termo-contraídos, skin pack, etc.).
- Envases plásticos termoformados
- Envases de tortas.

<sup>6</sup> Ídem, pág. 23-26, 30-32.

- Envases de chocolates.
- Envases de turrónes.
- Envases de sándwich.
- Envases de flores.
- Otros envases.

**b) Descripción de los procesos que permiten la obtención de los bienes.**

El proceso se inicia con el retiro de la materia prima (láminas de PSHI o PVC) según el producto a fabricar para ser llevado al área de máquinas. Al recibir la bobina de material el operario lo pesa para luego controlar las mermas. Luego se coloca el molde en la máquina de acuerdo al modelo del producto que se va a fabricar y se acondicionan las máquinas de acuerdo al proceso. Después de ello, se encienden las máquinas, se coloca las láminas en las máquinas termoformadoras y se forma el producto. Finalmente se corta el remanente de la máquina termoformadora, ese remanente se corta, se pesa y luego se reprocesa.

Si el envase termoformado requiere ser troquelado, pasa al área de troquelado para ser procesado, después de troquelarlo pasa al área de acabado y ensamble, donde se apilan los productos en determinado número y luego se embolsan.

Finalmente el proceso termina con el almacenamiento del producto, para su posterior despacho de acuerdo a los pedidos de los clientes.

Dentro de los procesos que permiten la obtención de los bienes, se tiene que considerar lo siguiente:

**c) Materia Prima**

Existen dos materias primas principales que se utilizan durante el proceso de producción de envases plásticos alimentarios: Poliestireno de

alto impacto (PSHI) y Policloruro de vinilo (PVC).

La materia prima PSHI se adquiere en pellets y es enviada a las fábricas extrusoras o laminadoras externas, quienes la procesan y devuelven en bobinas ya laminadas listas para ser utilizadas en el proceso de producción.

La materia prima PVC se adquiere en forma de láminas por lo que no necesita un proceso adicional.

#### **d) Materiales Indirectos**

- Matrices de termoformado.
- Resina epóxica.
- Lijas.
- Pegamento
- Bolsas de polietileno.
- Cuchillas de corte.
- Cintas de embalaje.
- Troqueles de corte.
- Pinturas.
- Planchas galvanizadas.
- Etiquetas.
- Etc.

#### **e) Productos Terminados**

Se produce treinta modelos distintos de envases plásticos termoformados para alimentos clasificados de acuerdo a su forma y dimensiones (diámetro y altura).

Los mismos que son utilizados en las industrias de pastelería, chocolatería, vegetales y carnes. Cabe destacar que todos los modelos de envases sufren el mismo proceso de producción. Los envases constan de

dos partes, las tapas hechas con PVC y las bases con PSHI.

#### **f) Principales Proveedores**

##### **✓ Poliestireno de Alto Impacto (PSHI):**

- Mercado internacional.
  - Dexton (Venezuela).
  - Dow Chemical (Colombia).
  - Mobil (USA).
- Mercado Nacional
  - Celimsa.
  - Cominter S.A.

##### **✓ Policloruro de Vinilo (PVC)**

- Mercado internacional.
  - Plastifilm (Brasil).
  - Klockner Pentafilm (USA).
- Mercado Nacional
  - Corporación de industrias plásticas.
  - Dista S.A.

##### **✓ Insumos y Materiales Indirectos**

- Resinas epóxicas: Química Suiza.
- Pinturas: AIL
- Bolsas: Plastibel S.A.
- Troqueles: T. Graficas S.A.
- Planchas Galvanizadas: Yohersa
- Cintas de embalaje: Kuresa S.A.
- Etiquetas para empaque: Imprenta Grafica S.A.
- Los demás materiales son adquiridos en ferreterías locales.

#### **g) Principales Clientes**

- Corporación E. Wong S.A.
- Corporación José R. Lindley S.A.
- Embotelladora Latinoamericana S.A.
- SC Johnson & Son del Perú S.A.
- Procter & Gamble S.R.L.
- Henkel Peruana S.A.
- Panificadora Bimbo del Perú S.A.
- Total Pack S.A.C.
- FIP del Perú S.A.
- Industrias Pacocha S.A.
- Etc.

#### **h) Participación en el Mercado**

Pamolsa, es la compañía líder del mercado con el 71% de participación del mismo. Tecnipack ocupa el segundo lugar con el 21% de participación y el restante 8% las pequeñas compañías.

#### **i) Volumen de Ventas Anuales**

La empresa actualmente genera un volumen de ventas anual de US\$ 740000, del cual, aproximadamente, el 43% envases termoformados, 20.5% a productos con impresiones serigráficas planos, 18% a productos termoformados con impresión sergráfica, 12% a servicios de empaque blíster, 3.5% a servicios de empaque termo encogido, 0.25% a servicio de empaque skin pack y el resto a otros ingresos.

#### **2.1.7. Costo de Producción<sup>7</sup>**

En el costo de producción tomamos los costos relevantes que influyen directamente en el costo de producción como son:

<sup>7</sup> Sánchez Rafael, Oscar Abelardo. Optimización del Sistema de Productivo de una Empresa de Plásticos, 2001, pág. 25.

- Costo de la materia prima.
- Costo de producción de la sección extrusión.
- Costo de producción de la sección impresión.
- Costo de producción de la sección sellado.
- Costo de producción de la sección mordaza.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. Diagrama de Ishikawa<sup>8</sup>**

Conocido como; de causa - efecto o de espina de pez, fue ideado y desarrollado por Kaoru Ishikawa. Es una técnica gráfica ampliamente utilizada, que permite apreciar con claridad las relaciones entre un tema o problema y las posibles causas que pueden estar contribuyendo a que este ocurra. Los diagramas de causa - efecto se pueden utilizar junto con diagramas de flujo, lluvia de ideas y diagramas de Pareto para identificar la(s) causa(s) de un problema.

Este diagrama nos permite:

- Visualizar, en equipo, las causas principales y secundarias de un problema.
- Ampliar la visión de las posibles causas de un problema, enriqueciendo su análisis y la identificación de soluciones.
- Analizar procesos en búsqueda de mejoras.
- Ser guiados para modificar procedimientos, métodos, costumbres, actitudes o hábitos, con soluciones, muchas veces, sencillas y baratas.
- Profundizar en la comprensión de un problema.
- Contar con una guía objetiva y motivadora para la discusión.
- Observar el nivel de conocimientos técnicos que existe en la empresa sobre un determinado problema.

<sup>8</sup> Huarez Cedano, Magaly. Análisis de Rentabilidad del Canal de Venta Mayorista de una Empresa Estatal del Sector Hidrocarburos para el Mejor Uso de Las Políticas Comerciales, 2013, pág. 20.

- Prever los problemas y controlarlos, no solo al final, sino durante cada etapa del proceso.

### 2.2.2. Productividad<sup>9</sup>

Se define como la relación que existe entre los recursos y los productos de un sistema productivo. Esto se refiere a la utilización eficiente e inteligente de los recursos al producir bienes y/o servicios.

Se mide como el cociente entre producción y los recursos. Estos recursos pueden ser: materia prima, mano de obra, capital, máquinas y herramientas.

#### 2.2.2.1. Indicador de Productividad

Un Indicador de productividad para el presente trabajo puede definirse como una relación entre la cantidad de bienes producidos y la cantidad de recursos utilizados.

La finalidad de usar indicadores es analizar los índices obtenidos para luego “hacer más producción con menos recursos o por lo menos con los mismos”.

- Índice de Productividad de un Proceso.

$$\text{INDICE DE PRODUCTIVIDAD DE UN PROCESO} = \frac{\text{PRODUCCIÓN DEL PROCESO}}{\text{RECURSOS UTILIZADOS EN EL PROCESO}}$$

- Índice de Mano de Obra.

$$\text{INDICE DE PRODUCTIVIDAD MANO DE OBRA} = \text{IPMO} = \frac{\text{UNIDADES PRODUCIDAS}}{\text{COSTO DE HORAS HOMBRE EMPLEADAS}}$$

<sup>7</sup> Sánchez Rafael, Oscar Abelardo. Optimización del Sistema de Productivo de una Empresa de 31 Plásticos, 2001, pág. 25.

### **2.2.3. Estudio de Métodos<sup>10</sup>**

Consiste en el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y reducir los costos” (OIT 1980).

Su objetivo es reducir el esfuerzo humano y la fatiga, así como el uso de materiales, máquinas y mano de obra, para así crear un mejor ambiente físico de trabajo. De este modo se logra incrementar la productividad.

El estudio de métodos consta de las siguientes fases:

- Seleccionar la tarea a estudiar.
- Registrar todo lo relacionado con la tarea para una mayor comprensión de la misma.
- Examinar críticamente el método actual de la tarea para resaltar las deficiencias que pudiera presentar y poderle plantear mejoras.
- Idear un nuevo método tomando como base las mejoras propuestas en el punto anterior. A partir de las ideas más productivas, se definirá el nuevo método.
- Implantar el nuevo método sustituyendo el actual.
- Mantener el nuevo método para evitar el retorno del método anterior.

### **2.2.4. Diagrama de Operaciones del Proceso (DOP)<sup>11</sup>**

Es la representación gráfica y simbólica del acto de elaborar un producto o proporcionar un servicio, mostrando las operaciones e inspecciones efectuadas o por efectuar, con sus relaciones sucesivas cronológicas y los materiales utilizados.

<sup>7</sup> Sánchez Rafael, Oscar Abelardo. Optimización del Sistema de Productivo de una Empresa de Plásticos, 2001, pág. 25.

En este diagrama solo se registrarán las principales operaciones e inspecciones para comprobar la eficiencia de aquellas, sin tener en cuenta quién las efectúa ni dónde se llevan a cabo.

### **2.2.5. Diagrama de Actividades del Proceso (DAP)<sup>12</sup>**

El diagrama de actividades del proceso (DAP), es una representación gráfica simbólica del trabajo realizado o que se va a realizar en un producto a medida que pasa por algunas o por todas las etapas de un proceso. Información que se consignará:

- Cantidad de material.
- Distancia recorrida.
- Tiempo de trabajo realizado.
- Equipo utilizado.

### **2.2.6. Diagrama de Recorrido o de Circulación<sup>13</sup>**

Es un esquema de distribución de planta en un plano bidimensional o tridimensional a escala, que muestra donde se realizan todas las actividades del proceso (DAP), la ruta de los movimientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente y numerada de acuerdo con el DAP.

### **2.2.7. Medición del Trabajo<sup>14</sup>**

“Se centra en la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador cualificado en llevar a cabo una tarea definida. Efectuándola según una norma de ejecución preestablecida” (OIT, 1980).

La medición del trabajo en una empresa es de gran utilidad, ya que se

---

<sup>12</sup> Ídem, pág. 61.

<sup>13</sup> Ídem, pág. 73.

<sup>14</sup> Ídem, pág. 103.

puede lograr eliminar los tiempos improductivos en los procesos y buscar sus mejoras; comparar los distintos métodos que se pueden aplicar, tomando como referencia sus tiempos; repartir el trabajo dentro de los equipos o grupos para hacerlo más equitativo; determinar la carga de trabajo adecuada para una persona, entre otras.

Es importante antes de aplicar las técnicas de medición, seleccionar al trabajador calificado o sino uno promedio o representativo del grupo de trabajo, para que el tiempo que se fije deba ser de un nivel que se pueda alcanzar y mantener, sin excesiva fatiga.

### **2.2.8. Disposición de Planta<sup>15</sup>**

La disposición de planta es el ordenamiento físico de los factores de la producción en el cual, cada uno de ellos está ubicado de tal manera que las operaciones sean seguras, satisfactorias y económicas en el logro de sus objetivos. Esta disposición puede ser una disposición física existente o una nueva disposición proyectada.

Por lo general, la mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida; sin embargo, a medida que la organización crece y/o ha de adaptarse a los cambios internos y externos, la distribución se hace inadecuada y es necesario efectuar una redistribución.

#### **2.2.8.1. Ventajas**

Las ventajas de una buena distribución de planta se traducen en una reducción del costo de fabricación y un aumento de la productividad como resultado de los siguientes aspectos:

✓ **Reducción**

- De la congestión y confusión.
- Del riesgo para el material o su calidad.
- Del material en proceso.
- Del trabajo administrativo y del trabajo indirecto en general.
- Del riesgo para la salud y aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Del manejo de materiales, coordinando apropiadamente el uso de los diferentes equipos.
- De la inversión en equipo.
- Del tiempo total de producción.
- De costos de acarreo de material.

✓ **Eliminación**

- Del desorden en la ubicación de los elementos de producción.
- De los recorridos excesivos.
- De las deficiencias en las condiciones ambientales de trabajo.

✓ **Facilitar**

- O mejorar el proceso de manufactura.
- La definición de la estructura organizacional.
- El ajuste a los cambios de condiciones.

✓ **Uso más eficiente**

- De la maquinaria, de la mano de obra y de los servicios.
- Del espacio existente.

- ✓ Mejora de las condiciones de trabajo para el empleado.
- ✓ Logro de una supervisión más fácil y mejor.
- ✓ Incremento de la producción.
- ✓ Mantener flexibilidad de la operación existente.

**2.2.8.2. Principios**

Para poder lograr una disposición de planta óptima, se deberán considerar los siguientes principios expuestos por Muther:

a) **Integración de conjunto.** La mejor disposición es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que se logre la mayor coordinación entre ellos.

b) **Mínima distancia recorrida.** En igualdad de condiciones es mejor la disposición que permite que la distancia a recorrer por el material, entre operaciones sucesivas en lugares adyacentes. De este modo eliminaremos el transporte innecesario entre ellas, pues cada una descargará el material en el punto en el que el siguiente lo recogerá.

c) **Circulación o flujo de materiales.** Es mejor aquella disposición que ordena las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales. El material se moverá progresivamente desde cada operación o proceso hacia el siguiente hasta su terminación (pero no significa necesariamente en línea recta ni en una sola dirección). Se centra en un constante progreso hacia la terminación, con un mínimo de interrupciones, interferencia o congestiones.

d) **Espacio cúbico.** La economía se obtiene utilizando, de modo efectivo, todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal. Los hombres, las máquinas y el material tienen tres dimensiones, por tanto la disposición debe utilizar la tercera dimensión de la fábrica tanto como el área del suelo.

e) **Satisfacción y seguridad.** En igualdad de condiciones será siempre más efectiva la disposición que haga el trabajo más satisfactorio y seguro

para los trabajadores. La seguridad es un factor de gran importancia en la mayor parte de las disposiciones y es vital en algunas de ellas. Una disposición nunca puede ser efectiva si se somete a los trabajadores a riesgos y accidentes.

Se debe tener en cuenta lo siguiente:

- La seguridad y la salud son siempre primero; ningún diseño es aceptable cuando pone en peligro la salud o seguridad de los trabajadores.
- La comodidad es importante; la fatiga, el sufrimiento o el dolor innecesario deben evitarse. Así como también considerarse el factor ergonómico.
- Se debe diseñar un espacio para estimular el contacto social de los trabajadores o hacerlo más interesante.

f) **Flexibilidad.** Siempre será más efectiva la disposición que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes. Para lograrlo deben contemplarse los siguientes aspectos:

- Diseño del edificio.
- Servicios de planta.
- Selección del equipo.
- Expansión y contracción planeadas.
- La investigación y la tecnología avanzan con rapidez, exigiendo que la industria siga este ritmo de progreso. Ello implica cambios frecuentes en los diseños, métodos, equipo y fecha de entrega.
- Se perderían clientes si la empresa no se readapta con la suficiente rapidez. Por ello se esperan grandes beneficios de una disposición que nos permita obtener una planta fácilmente adaptable o ajustable con rapidez y economía.

## 2.2.9. Cálculo de los Requerimientos de Área<sup>16</sup>

### 2.2.9.1. Generalidades

Para disponer adecuadamente los elementos de producción en la

<sup>16</sup> Valencia Napán, Adolfo. Curso UNI-FIIS Diseño y Disposición de Planta, Versión 2013, Lima-Perú, Separata 7, pág. 289-308.

planta debemos analizar sus diferentes características.

Así, a partir de la información de número de máquinas, podemos evaluar las necesidades básicas de espacio requerido para su ubicación. Existen varios métodos para la evaluación del espacio físico, aquí presentaremos el método de Guerchet que da una buena aproximación del área requerida.

### **2.2.9.2. Cálculo de las Superficies de Distribución**

Habiendo definido el número de máquinas y conociendo estaciones de trabajo y se determinan las áreas requeridas. Para ello se pueden utilizar diferentes métodos de evaluación, a continuación presentaremos el método de Guerchet.

### **2.2.9.3. Método de Guerchet**

Por este método se calcularán los espacios físicos que se requerirán para establecer la planta.

Por lo tanto, se hace necesario identificar el número total de maquinaria y equipo, llamados elementos estáticos y también el número de operaciones y el equipo de acarreo, llamados elementos móviles.

Para cada elemento a distribuir, la superficie total necesaria se calcula como la suma de tres superficies parciales:

$$S_T = S_s + S_g + S_e$$

Donde:

$S_T$  = Superficie total.

$S_s$  = Superficie estática.

$S_g$  = Superficie de gravitación.

$S_e$  = Superficie de evolución.

**a) Superficie Estática ( $S_s$ )**

Corresponde al área de terreno que ocupan los muebles, máquinas y equipos.

Esta área debe ser evaluada en la posición de uso de la máquina o equipo, esto quiere decir que debe incluir las bandejas de depósito, palancas, tableros, pedales, etc.; necesarios para su funcionamiento.

$$S_s = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

Se toman las dimensiones mayores que incluyen el área ocupada por la máquina.

**b) Superficie de Gravitación ( $S_g$ )**

Es una superficie utilizada por el obrero y por el material acopiado para las operaciones en curso alrededor de los puestos de trabajo.

Esta superficie se obtiene para cada elemento, multiplicando la superficie estática ( $S_s$ ) por el número de lados a partir de los cuales el mueble o la máquina deben ser utilizados.

$$S_g = S_s \times N$$

Siendo:

$S_g$  = Superficie de gravitación.

$S_s$  = Superficie estática.

$N$  = Número de lados.

La superficie gravitacional depende del requerimiento de áreas de trabajo.

**c) Superficie de Evolución ( $S_e$ )**

Es la que se reserva entre los puestos de trabajo para los desplazamientos del personal, del equipo, de los medios de transporte y para la salida del producto terminado.

Para su cálculo se utiliza un factor "K" denominado coeficiente de evolución, con el que representamos una medida ponderada de la relación entre las alturas de los elementos móviles y los elementos estáticos.

$$S_e = (S_s + S_g) \times K$$

Siendo:

$$K = h_{EM} / (2 \times h_{EE})$$

$$h_{EM} = \left( \sum_{i=0}^r S_s \times n \times h \right) / \left( \sum_{i=0}^r S_s \times n \right)$$

Donde:

r : Variedad de elementos móviles.

S<sub>s</sub> : Superficie estática de cada elemento.

h : Altura del elemento móvil o estático.

n : Número de elementos móviles o estáticos de cada tipo.

$$h_{EE} = \left( \sum_{j=0}^t S_s \times n \times h \right) / \left( \sum_{j=0}^t S_s \times n \right)$$

Donde:

t : Variedad de elementos estáticos.

S<sub>s</sub> : Superficie estática de cada elemento.

h : Altura del elemento móvil o estático.

n : Número de elementos móviles o estáticos de cada tipo.

En síntesis, es la superficie requerida para el movimiento alrededor de la máquina.

La altura incluida nos da una idea de volumen y visibilidad para el movimiento.

Para el cálculo de la superficie que se asigna a los inventarios, bien sea en almacén o en puntos de espera, no se considera la superficie gravitacional, sino únicamente la superficie estática y la de evolución.

#### d) Superficie Total (S<sub>T</sub>)

Normalmente, la superficie ocupada por las piezas o materiales acopiados junto a un puesto de trabajo para la operación en curso, no da lugar a una asignación complementaria, ya que está comprendida entre las superficies de gravitación y de evolución.

## **2.2.10. Distribución General<sup>17</sup>**

### **2.2.10.1. Generalidades**

Después de haber calculado, por el método de Guerchet, todos los espacios físicos que se requerirán para la planta, se procederá a analizar la disposición de estos con ayuda de la tabla relacional.

### **2.2.10.2. Tabla Relacional**

La tabla relacional es un cuadro organizado en diagonal, en el que aparecen las relaciones de cercanía o proximidad entre cada actividad (entre cada función, entre cada sector) y todas las demás actividades.

Además de mostrarnos las relaciones mutuas, evalúa la importancia de la proximidad entre las actividades, apoyándose en una codificación apropiada.

➤ Procedimiento para su construcción:

Cada casilla representa la intersección de dos actividades, a su vez cada casilla está dividida horizontalmente en dos:

La parte superior representa el valor de proximidad.

La parte inferior nos indica las razones que han inducido a elegir ese valor.

➤ La escala de valores para la proximidad de las actividades, queda indicada por las letras A, E, I, O, U, X; donde cada una de ellas tiene el siguiente valor:

<sup>17</sup> Valencia Napán, Adolfo, Curso UNI-FIIS Diseño y Disposición de Planta, Versión 2013, Lima-Perú, Separata 09, pág. 345-375.

**Cuadro N°01. Escala de Valores de Proximidad**

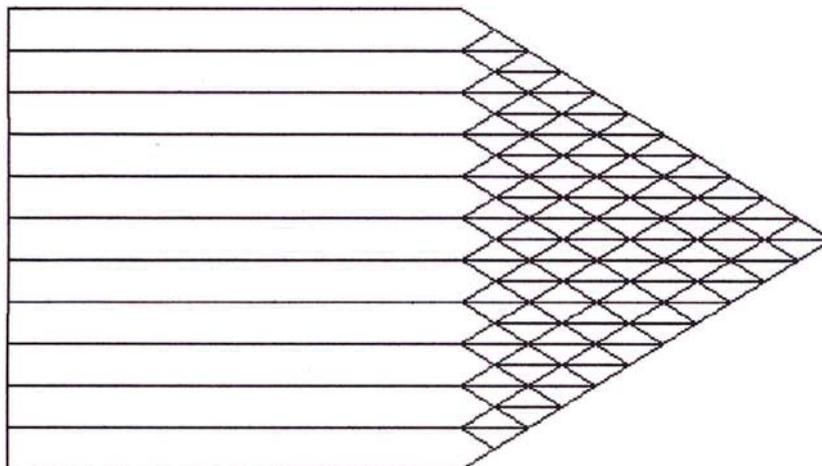
<b>CÓDIGO</b>	<b>Valor de proximidad</b>
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u ordinario
U	Sin importancia
X	No recomendable

Fuente: Curso Diseño y Disposición de Planta

Elaborado por: Valencia Napán, Adolfo

- Con respecto a la lista de razones o motivos para el sustento de valor de proximidad, sería recomendable elaborarla en forma independiente por cada tipo de empresa que se esté analizando.
  
- A continuación se muestra una lista general de razones:
  - Importancia de los contactos directos.
  - Importancia de los contactos administrativos o de información.
  - Utilización de los mismos equipos industriales.
  - Utilización de impresos o formatos comunes.
  - Utilización del mismo personal: Conveniencias personales o deseos de la dirección.
  - Inspección o control.
  - Condiciones ambientales.
  - Distracciones, interrupciones.
  - Recorrido de los productos.
  
- Esquema de la tabla relacional  
El formato de la presentación de la tabla relacional es el siguiente:

#### Esquema N°04. Modelo de Tabla Relacional, Formato

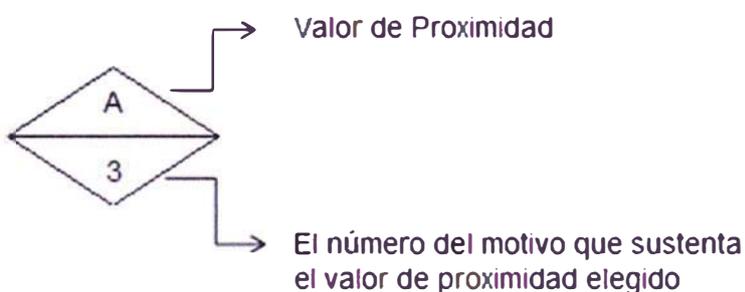


Fuente: Curso Diseño y Disposición de Planta

Elaborado por: Valencia Napán, Adolfo

- Cada casillero indica:

#### Esquema N°05. Modelo de Tabla Relacional, Casilleros



Fuente: Curso Diseño y Disposición de Planta

Elaborado por: Valencia Napán, Adolfo

- Para que la calificación de la proximidad y la asignación de la razón sea lo más acertada, los responsables del estudio deben de conocer perfectamente el área o sección a distribuir, así como también el proceso de producción.
- Deberían, para complementar la información, recoger información de las personas involucradas en el proceso.

### 2.2.10.3. Diagrama Relacional de Recorrido y/o Actividades

#### Definición.

Es una técnica que permite observar gráficamente todas las actividades en estudio de acuerdo con su grado o valor de proximidad entre ellos.

En caso se tome como valor de proximidad la intensidad de recorrido el diagramado estará representando la necesidad de minimizar las distancias entre áreas de trabajo.

#### Procedimiento Para su Construcción.

- Los puntos esenciales para su trazado son los siguientes:
  - ✓ Un conjunto adecuado y sencillo de símbolos para identificar cualquier actividad.
  - ✓ Un método que permita indicar la proximidad relativa de las actividades y la intensidad relativa del recorrido de los productos.

**Cuadro N°02. Valores de Proximidad, Representación Gráfica con Líneas**

Código	Proximidad	Color	Nº de líneas
A	Absolutamente necesario	Rojo	4 Rectas
E	Especialmente necesario	Amarillo	3 Rectas
I	Importante	Verde	2 Rectas
O	Normal u ordinario	Azul	1 Recta
U	Sin importancia	-	-
X	No deseable	Plomo	1 Zig-zag
XX	Altamente no deseable	Negro	2 Zig-zag

Fuente: Curso Diseño y Disposición de Planta

Elaborado por: Valencia Napán, Adolfo

- ✓ Teniendo como base la tabla relacional, debemos agrupar todas las actividades de acuerdo con su valor de proximidad.
- ✓ Usar un papel en blanco de forma rectangular, en el cual se construirá el gráfico.
- ✓ Agrupar las actividades por pares teniendo en cuenta el valor de proximidad (de acuerdo con la tabla relacional).
- ✓ Ingresar el papel de forma aleatoria respecto de la ubicación y representar todas las actividades de valor de proximidad A, empleando para ello la información de los dos cuadros auxiliares.
- ✓ Cuando se han dibujado ya todas las uniones tipo A, se añaden las uniones que siguen a continuación en el orden de importancia.
- ✓ Se debe tener cuidado (para mejorar la presentación y la forma) al añadir uniones, de manera que se presente el menor número de líneas cruzadas y que las actividades de mayor valor de proximidad estén lo más cerca posible.
- ✓ Para realizar las recomendaciones del paso anterior, se debe desplazar, retirar y cambiar de posición las actividades ya graficadas.
- ✓ Así se obtendrá un gráfico definitivo y con una buena presentación.

#### **2.2.10.4. Diagrama Relacional de Espacios**

Este diagrama se utiliza con la finalidad de visualizar gráficamente la distribución de las áreas, tomando como base su importancia de proximidad. Para ello en el diagrama relacional de actividades se asignan las áreas correspondientes a cada actividad.

Para la presentación de las áreas se debe trabajar con una unidad de área para facilitar su presentación y poder adoptar varias formas, que posteriormente permitan unificar las áreas hasta formar el área completa de la planta o taller.

Entiéndase como unidad de área la unidad representativa que permite visualizar un área requerida en diferentes formas, garantizando su funcionalidad.

#### **2.2.10.5. Disposición Ideal**

Con la finalidad de presentar una disposición compacta, se juntan las áreas asignadas a los departamentos, respetando las dimensiones de la propuesta inicial para cada área; respetando asimismo, las relaciones importantes.

#### **2.2.10.6. Disposición Práctica**

A partir de la disposición ideal se trasladan las áreas a un plano del terreno, segmentado en unidades de área.

El traslado de cada área se hará respetando el área requerida y, si fuera necesario, modificando la forma del área, haciendo uso del número de unidades equivalentes.

#### **2.2.11. Distribución de Detalle<sup>18</sup>**

##### **2.2.11.1. Generalidades**

El análisis de recorrido es la base sobre la que se funda la preparación de la disposición de planta, cuando los movimientos de los materiales representan una parte importante del proceso o cuando los volúmenes, los materiales o los pesos en juego son considerables, o bien cuando los costos de transporte o de manutención son elevados, comparados con los costos de las operaciones, el almacenaje o la verificación.

##### **2.2.11.2. Métodos de Análisis del Recorrido**

---

<sup>18</sup> Valencia Napán, Adolfo, Curso UNI-FIIS Diseño y Disposición de Planta, Versión 2013, Lima-Perú, Separata 10, pág. 377-382.

Este método depende del volumen y de la variedad de productos fabricados:

- ✓ Si se trata de un solo producto o de algunos productos o artículos estandarizados, debe utilizarse el diagrama de recorrido sencillo y el balance de línea.
- ✓ Si se trata de varios productos o artículos debe utilizarse el diagrama multi-producto
- ✓ Si se trata de varios productos o artículos, y la presencia de una carga o volumen que recorrerá distancias variables entre áreas funcionales, deberá utilizarse el método de carga distancia.

Es una técnica del estudio de métodos que a través de un gráfico nos muestra donde se realizan las actividades del proceso productivo sobre el plano de distribución de planta.

La ruta de los movimientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente y se numera de acuerdo con la secuencia ordenada de actividades del proceso.

Los símbolos empleados son los siguientes:

**Cuadro N°03. Símbolos Representativos del Diagrama de Recorrido**

ACTIVIDAD	SÍMBOLO	EJEMPLO
<b>OPERACIÓN</b>		Clavar un clavo Mecanografiar una carta Mezclar
<b>TRANSPORTE</b>		Mover material por medio de un carro Mover material mediante un transportador Mover material cargándolo
<b>ALMACENAJE</b>		Materia prima almacenada a granel Productos terminados almacenados en paletas Archivos de documentos
<b>DEMORA</b>		Esperar el elevador Material en un camión esperando Papeles en espera de ser archivados
<b>INSPECCIÓN</b>		Examinar materiales en calidad o cantidad Leer un indicador de vapor en una caldera Examinar información impresa

Fuente: Curso Diseño y Disposición de Planta

Elaborado por: Valencia Napán, Adolfo

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS.

A continuación algunos términos usados comúnmente en este rubro.

### 2.3.1. Scrap.

Se le conoce como material de segundo uso, proviene de reproceso, recuperación de material y productos no conformes que son generados en el proceso productivo de los platos descartables.

### 2.3.2. Merma.

Se considera así a los siguientes:

- ✓ Sobrante de planchas luego de extraer los platos descartables.
- ✓ Láminas no conformes.
- ✓ Planchas termoformadas no conformes.
- ✓ Platos descartables no conformes.

Todos ellos van a la sección de molienda para convertirse en Scrap.

### **2.3.3. Chancaca.**

Se considera así al material procesado que ha pasado por la laminadora fuga del cabezal, formando una masa plástica quemada. También se llama así a la masa producida por el purgado de la máquina.

### **2.3.4. Purgado de Máquina.**

Es la operación de limpieza interna de la laminadora (husillo o tornillo sin fin). Se purga la máquina una vez a la semana o dependiendo de las impurezas detectadas en las láminas producidas.

### **2.3.5. Plásticos Reciclados.**

Son materiales de poliestireno comprados a diferentes recicladores. Serán molidos, clasificados y usados en baja proporción para la mezcla de materiales.

### **2.3.6. Máquinas Hechizas.**

Son maquinaria hecha en el Perú. Generalmente su armado es artesanal realizado por técnicos o ingenieros de la rama mecánica industrial. Sus componentes y repuestos son adaptados y una parte de ellos no son estandarizados, pero cumplen la función principal a realizar en el proceso productivo.

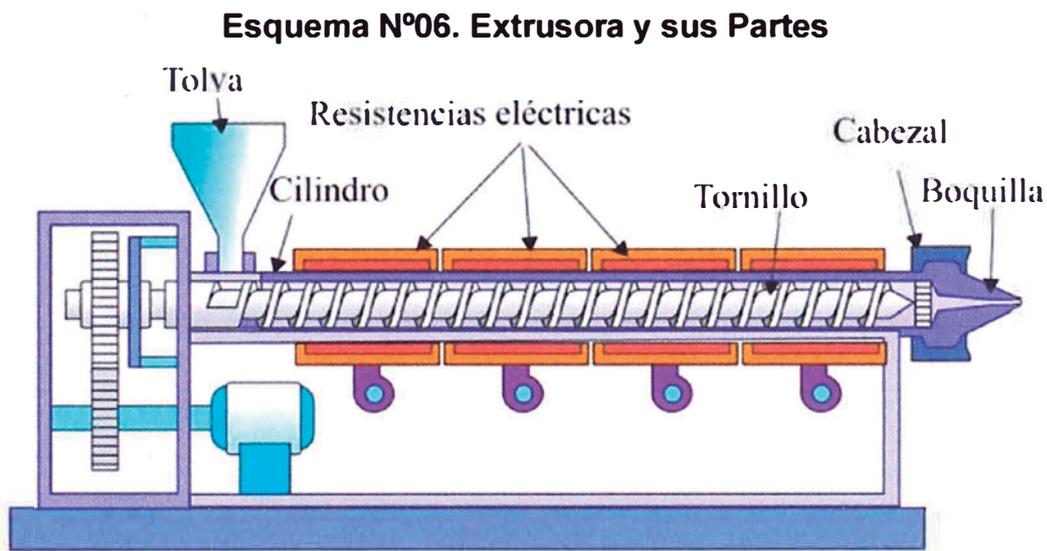
### **2.3.7. Troquelado.**

El troquelado es un método para trabajar láminas en frío, en forma y tamaño predeterminados, por medio de un troquel (Matriz) y una prensa (Máquina Prensa). El troquel determina el tamaño y forma de la pieza terminada y la prensa suministra la fuerza necesaria para realizar la

operación que en este trabajo llamaremos “**Prensado**”.

### 2.3.8. Extrusión.

Operación de transformación en la que un material fundido es forzado a atravesar una boquilla para producir un artículo de sección transversal constante, en este informe de suficiencia lo llamaremos “**laminadora**” al conjunto de: máquina extrusora, cabezal de lámina y el sistema de cilindros (calandra), ya que el producto resultante de este son láminas de poliestireno de alto impacto.



Fuente: Tecnología de Polímeros.

Elaboración M. Beltrán y A. Marcilla

### 2.3.9. Layout.<sup>19</sup>

Este término resume la disposición o distribución de planta, la forma de las instalaciones, la ubicación de los activos combinando diversos factores de mercado y proceso.

<sup>19</sup> Valencia Napán, Adolfo. Curso UNI-FIIS Diseño y Disposición de Planta, Versión 2013, Lima-Perú, Separata 1, pág. 3.

## **CAPÍTULO III**

### **PROCESO DE TOMA DE DECISIONES**

#### **3.1. ANTECEDENTES**

Entre los años 1980 y 2006 en el Perú, la comercialización de platos descartables (plástico) era un negocio muy rentable, ya que su precio de venta era muy alto en comparación con su costo de producción. En este contexto nacieron pequeñas empresas, entre ellas Inversiones Kemver S.A.C. La mayoría de estas empresas tiene máquinas hechizas, que usan tecnología de los 80'.

Actualmente se han incrementado los precios de materia prima, pero también la competencia en este rubro, motivo por el cual los precios de venta han disminuido. Esta situación ha hecho que Inversiones Kemver S.A.C. busque reducir los costos operativos, además de atender al cliente oportunamente.

Es necesario que Inversiones Kemver S.A.C., pueda atender cualquier pedido en forma oportuna para no perder clientes.

#### **3.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA**

Es necesario que Inversiones Kemver S.A.C. pueda competir en el mercado sin afectar al cliente, por ello tendremos en cuenta los factores que puedan afectarlo:

### **3.2.1. El Precio del Producto.**

Actualmente se han tomado acciones como hacer uso de materiales sustitutos, de la materia prima con un costo más bajo, como lo es el Scrap que cuenta con todas las propiedades del producto final. Usando este material en la proporción adecuada, se conserva las propiedades mínimas necesarias de los platos descartables y se reduce el costo de fabricación del producto.

### **3.2.2. Los Competidores.**

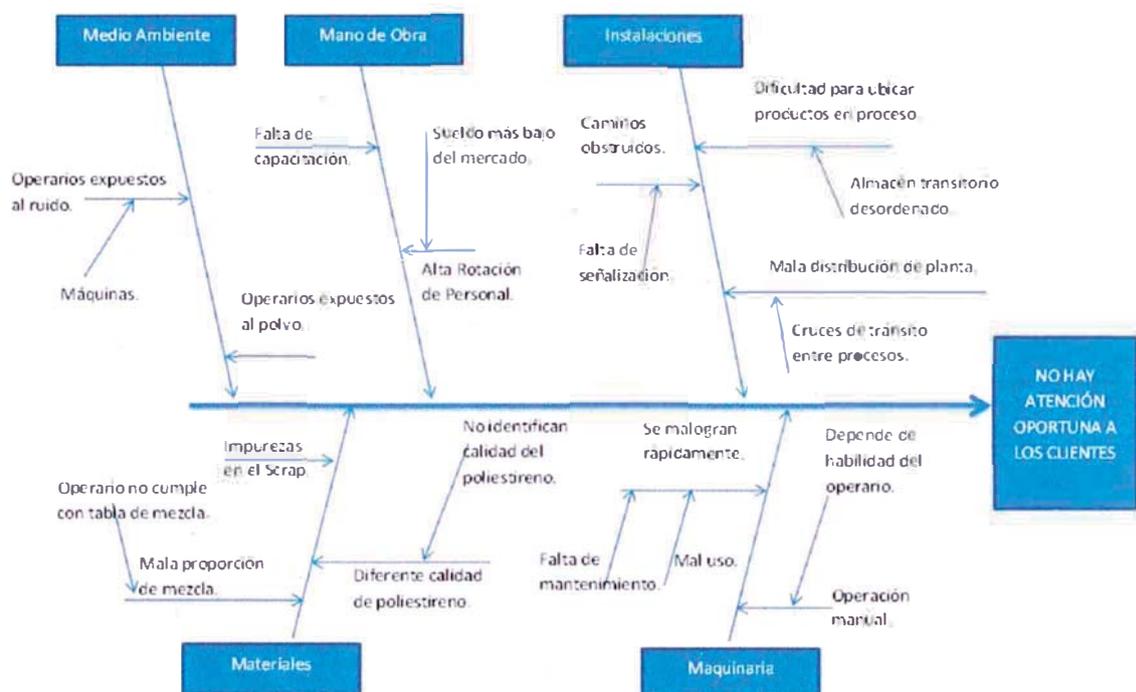
Las pequeñas y micro empresas de este rubro tienen la misma tecnología de Inversiones Kemver S.A.C., mientras las medianas y grandes tienen una mejor tecnología. Sin embargo en ambos casos el producto es similar de modo que los clientes reciben y aceptan el producto sin ninguna objeción. Para los clientes es indiferente la empresa que le provee el producto con respecto a la calidad.

### **3.2.3. Atención Oportuna.**

Los clientes al hacer pedidos, suelen dejar un tiempo muy corto para su atención, este sí es un problema que no se puede sobrellevar como los anteriores ya que no se cumple con la atención de los pedidos en el tiempo pactado, es por ello que hay que realizar el análisis correspondiente a fin de solucionar este problema.

Por lo ya mencionado el problema principal es: **“No hay atención oportuna a los clientes”**.

## Esquema N°07. Diagrama de ISHIKAWA



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

### 3.3. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Al realizar el diagrama Ishikawa (esquema N°07) del problema identificado, se puede observar los factores que hacen que nos centremos en la espina más ramificada. Vamos a analizar las propuestas de solución teniendo en cuenta la viabilidad del negocio.

Tenemos las siguientes alternativas de solución:

#### 3.3.1. Mejorando la Distribución de Planta.

De tal forma que sea más ordenada, segura, que incremente su capacidad productiva y que disminuyan los tiempos muertos de producción para lograr una respuesta rápida ante pedidos grandes en un poco tiempo.

Esta alternativa es viable.

### **3.3.2. Semi-Automatización de Maquinaria.**

Inversiones Kemver S.A.C., cuenta con máquinas manuales de los años 80'. En tanto todas las máquinas pueden semi-automatizarse, esta es una solución viable.

### **3.3.3. Outsourcing.**

Consiste en tercerizar los productos a otros fabricantes del mismo rubro, adquirir bobinas o planchas, para eliminar los procesos de laminado y mezclado. Sin embargo esto genera incertidumbre respecto a la composición del producto en proceso y no se aprovecha el Scrap que se obtiene y reutiliza en la fabricación de los productos en proceso adquiridos. No es viable puesto que se está reforzando a la competencia.

### **3.3.4. Cambio Tecnológico.**

Implica hacer una gran inversión para una pequeña empresa que utiliza y pone toda su inversión en la adquisición de materia prima. Por esta situación, el mencionado cambio no es viable.

### **3.3.5. Aumentar Stock.**

Se puede hacer solo en los productos estrella. Sin embargo, esto lleva a tener un gran inventario lo que implica mucho dinero inmovilizado por un periodo de tiempo no definido, motivo por el cual no es viable.

## **3.4. SELECCIÓN DE UNA ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN**

Planteamos criterios y puntajes para evaluar las alternativas de

solución, luego comparamos y elegimos la mejor.

### 3.4.1. Criterios Para Evaluación de Alternativas de Solución.

Para este trabajo se han realizado reuniones con la gerencia general de Inversiones Kemver S.A.C. en las que se establecieron los criterios y su ponderación de importancia. Para elegir la alternativa más conveniente, los evaluaremos:

- **Tiempo (30%):** Se refiere al tiempo que demoraría la aprobación y la implementación de la alternativa de solución.
- **Costo (25%):** Se refiere al costo que generaría implementar la alternativa de solución.
- **Eficiencia (25%):** Se refiere a utilizar de la mejor manera los recursos con los que se dispone para desarrollar la alternativa de solución.
- **Calidad (20%):** Se refiere al acabado del producto final y la inspección constante durante el proceso.

### 3.4.2. Puntajes Para Evaluación de Alternativas de Solución.

Estos Puntajes han sido establecidos por la Gerencia General de Inversiones Kemver S.A.C. y por el autor del informe de suficiencia.

**Cuadro N°04. Puntajes Para Evaluar Propuestas de Solución**

<b>Puntaje</b>	<b>Descripción</b>
4	Excelente
3	Bueno
2	regular
1	Malo

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

### 3.4.3. Comparativo y Evaluación de Alternativas de Solución.

A continuación el desarrollo de las propuestas de solución 1 y 2.

**Cuadro N°05. Propuesta 1 “Mejora de la Distribución de Planta”**

<b>Criterios</b>	<b>Peso Ponderado</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Total</b>
Tiempo	0.30	4	1.20
Costo	0.25	4	1.00
Eficiencia	0.25	2	0.50
Calidad	0.20	2	0.40
			3.10

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

**Cuadro N°06. Propuesta 2 “Semi-Automatización de Maquinaria”**

<b>Criterios</b>	<b>Peso Ponderado</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Total</b>
Tiempo	0.30	3	0.90
Costo	0.25	3	0.75
Eficiencia	0.25	3	0.75
Calidad	0.20	3	0.60
			3.00

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

- En cuanto al Tiempo, se está aplicando una mayor puntuación a la propuesta 1, debido a que el tiempo en su aprobación e implementación sería menor al tiempo en implementar la propuesta 2.
- En cuanto al Costo, la propuesta 1 resulta más económica y por ello tiene un mayor puntaje, ya que la propuesta 2 implica adaptar maquinaria y equipos no estandarizados para limitadas operaciones con un alto presupuesto económico, no solo por la adecuación de la maquinaria sino por

el alto costo en mano de obra especializada para operar equipos semi-automatizados.

- En cuanto a la Eficiencia, la propuesta 1 implica esfuerzos repetitivos del personal operativo. La propuesta 2 tiene un mayor puntaje ya que se reducen estos esfuerzos.

- En cuanto a la Calidad, la propuesta 2 recibe mayor puntaje debido a que el operador es más especializado y tiene mayor tiempo para inspeccionar el producto en proceso, previniendo posibles fallas.

Según los resultados obtenidos, elegimos la propuesta 1 por tener un mayor puntaje.

### **3.5. PLANES DE ACCIÓN PARA DESARROLLAR LA SOLUCIÓN PLANTEADA**

La propuesta mejora de la distribución de planta, es la elegida a implementar y las primeras acciones a desarrollar son:

- ✓ Reconocimiento de áreas de producción en la empresa.
- ✓ Desarrollo de diagrama de operaciones en el proceso productivo.
- ✓ Disposición de Planta, cálculo del área requerida.
- ✓ Distribución general, tabla relacional.
- ✓ Diagrama relacional de recorrido y/o actividades.
- ✓ Diagrama relacional de espacios.
- ✓ Disposición ideal y práctica.
- ✓ Distribución de detalle, diagrama de recorrido sencillo.

#### **3.5.1. Reconocimiento de Áreas de Producción en la Empresa.**

Con la finalidad de conocer y analizar cada área de trabajo y el rol que cumple en el proceso productivo.

### **3.5.1.1. Mezclado**

El mezclado es una de las operaciones unitarias que consiste transmitir un movimiento circular con unas hélices que se encuentran al fondo de la máquina mezcladora (tipo licuadora). Esta acción mueve el contenido de modo tal que uniformiza la distribución del contenido dando la mezcla.

### **3.5.1.2. Laminado**

Comprende la extrusión de polímeros principalmente poliestireno de alto impacto (PSAI), que se funde a 280 °C en el husillo (tornillo sin fin) y luego sale por el cabezal de regulación por la boquilla o ranura plana para formar una película o lámina de PSAI. Esta película se “sujeta” sobre la superficie de un conjunto de cilindros de enfriamiento que a la vez determinan la formación correcta de la lámina de PSAI (internamente el primer cilindro tiene un flujo constante de agua fría). El producto obtenido es enrollado manualmente, obteniendo rollos o bobinas de PSAI.

### **3.5.1.3. Termoformado**

El proceso de termoformado consiste en la transformación de láminas principalmente (Poliestireno, ABS, Polietileno, Polipropileno, etc.) en productos plásticos terminados.

### **3.5.1.4. Prensado**

El proceso de prensado (troquelado) es aquel donde se obtiene el producto final antes de empacarlo. La máquina que interviene es la prensa hidráulica. Funciona con un operario realizando un movimiento perpendicular de corte en frío, con una matriz afilada a los bordes y de acuerdo a las medidas del producto a obtener.

### **3.5.1.5. Embolsado**

Es el proceso de empaque y/o presentación del producto final, los productos son colocados manualmente en bolsas de plástico. Estas están impresas indicando: el tipo de producto, la cantidad y datos de la empresa.

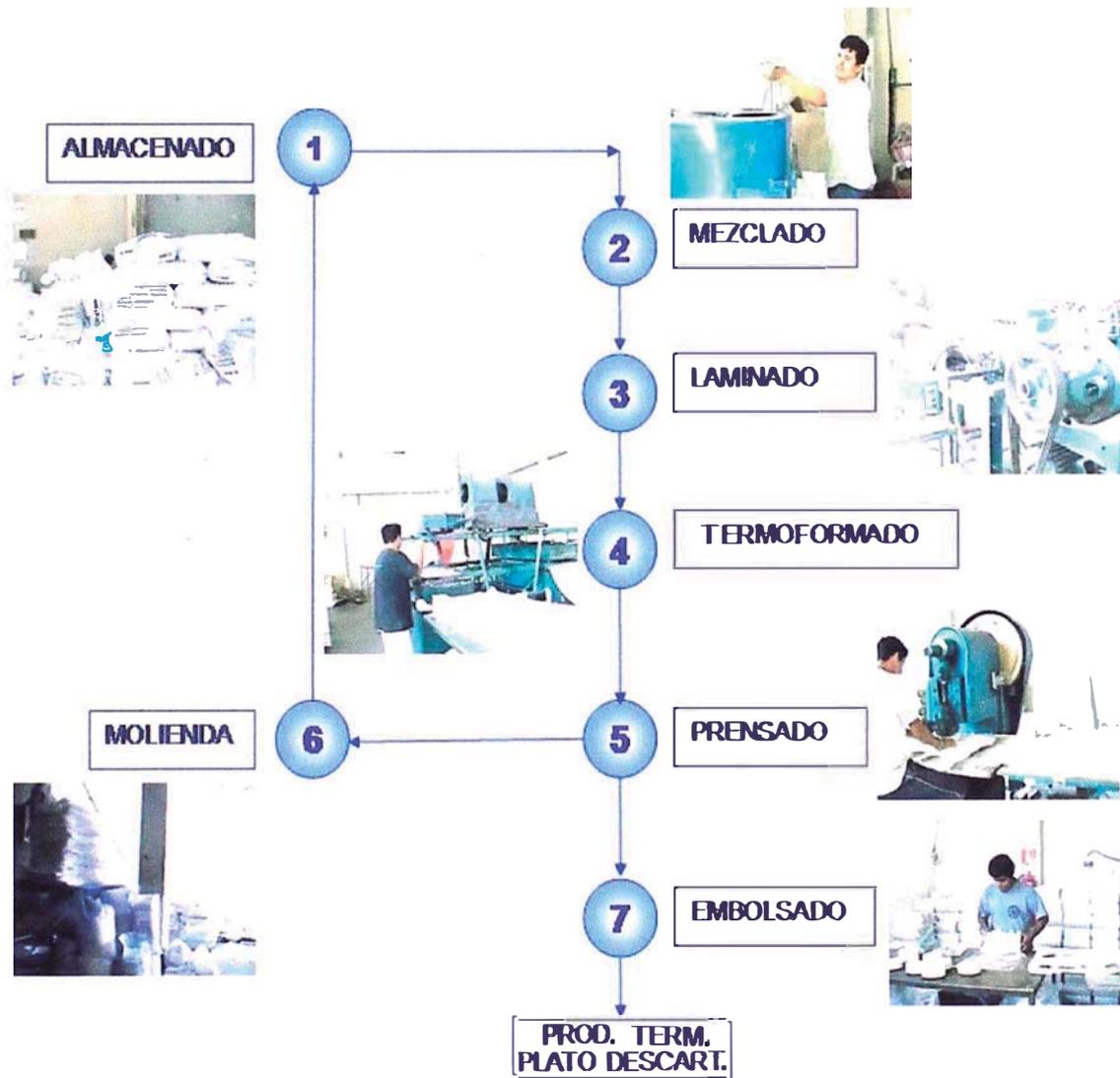
### **3.5.1.6. Molienda**

Proceso mediante el cual se muelen las mermas en partículas pequeñas, obteniendo Scrap. También se muelen otros polímeros y se agrupan para que sean parte de la mezcla, en pequeñas proporciones.

### **3.5.2. Diagrama de Operaciones en el Proceso Productivo.**

Tener conocimiento y reconocer puntos críticos en el proceso para realizar acciones de mejora.

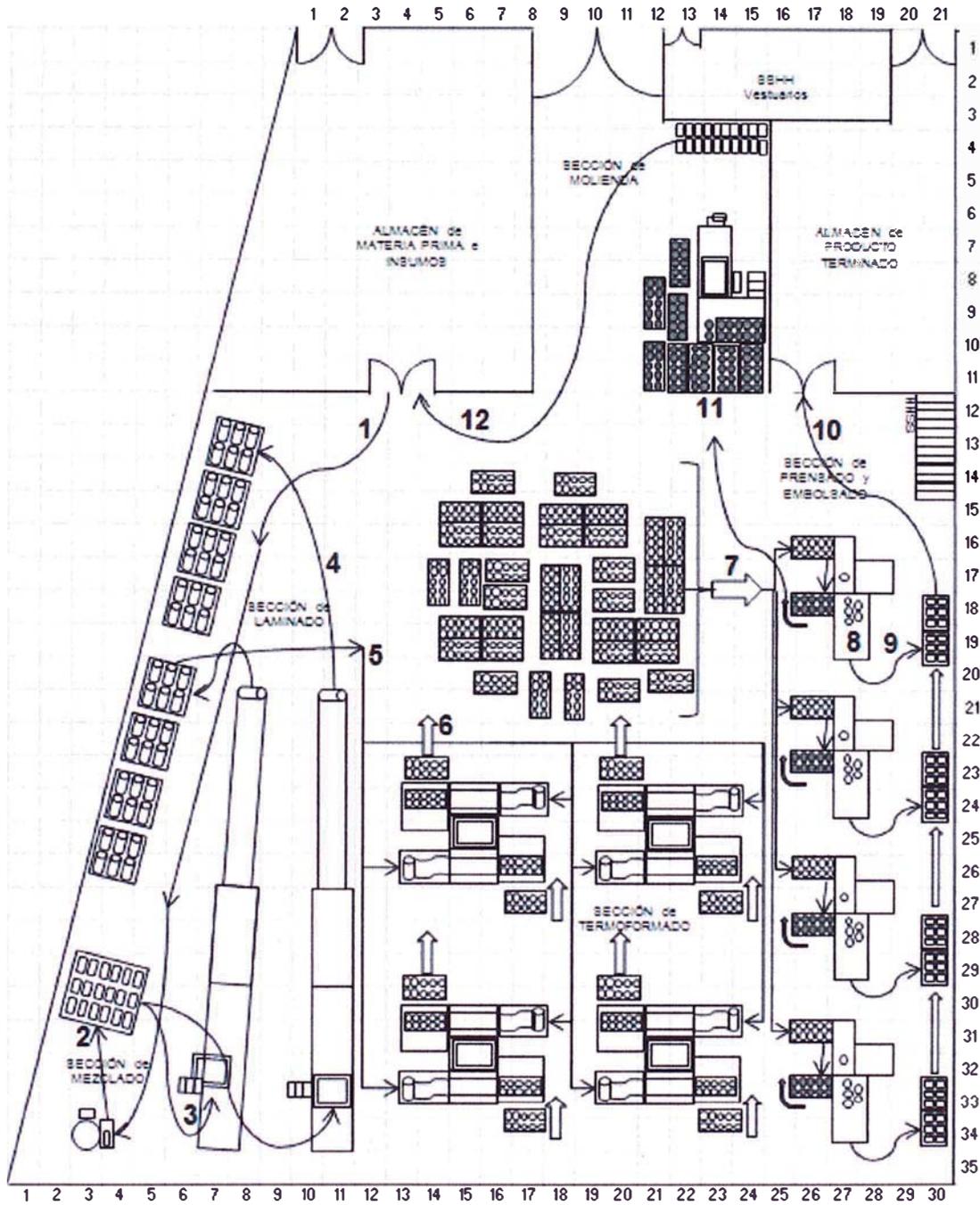
### Esquema N°08. Diagrama de Operaciones del Proceso Producción de Platos Descartables



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

**Esquema N°09. Diagrama de Recorrido Original de Inversiones Kemver S.A.C.**

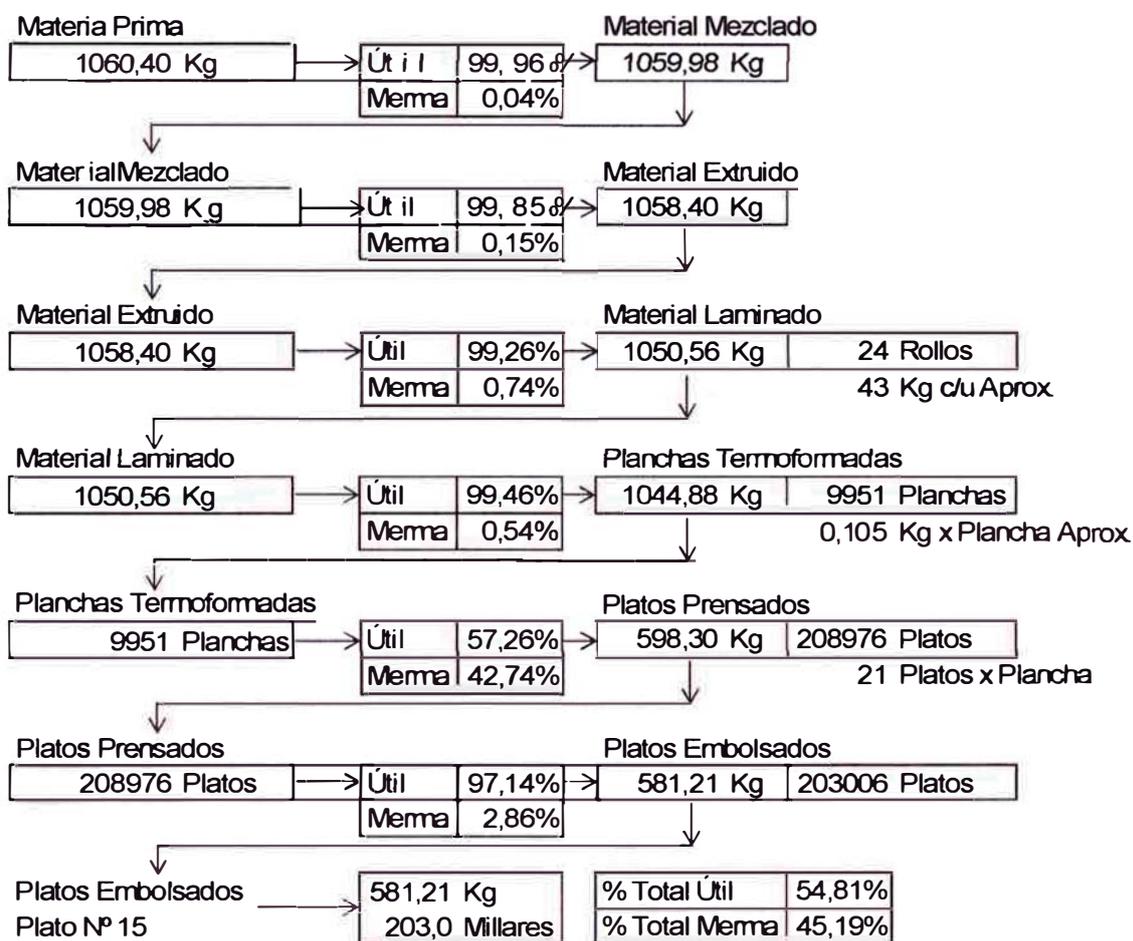


Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

Como base de estudio partimos del uso de 1060.40 kilos de materia prima de donde finalmente se obtendrán 203 millares de platos descartables N° 15, según lo podemos observar en el esquema N°10. Con la finalidad de analizar los tiempos que se utilizan en cada proceso usaremos el Diagrama de Actividades (DAP) de Mezclado, Laminado, Termoformado, Prensado y Embolsado.

### Esquema N°10. Rendimiento de Materia Prima Para Obtener 203 Millares del Plato N°15



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

### Esquema N°11. DAP Mezclado:

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➡	◐	◻	▽	OBSERVACIONES
1	Inspeccionar la Programación Mezclado.	2,00				x		Set-Up
2	Inspeccionar máquina mezcladora.	4,00				x		Set-Up
3	Inspección de instrumentos de medición y control.	3,00				x		Set-Up
4	Solicitar al almacén los materiales.	5,00						Set-Up
5	Comprobar el peso de los materiales.	7,00						Set-Up
6	Trasladar los materiales a la zona de trabajo.	20,00						Set-Up
7	Se procede a cargar la máquina mezcladora.	50,00						
8	Mezclado de material dentro de la máquina.	160,00	x					
9	El material mezclado, se colocará en costales.	80,00	x					
10	Se pesa el material mezclado.	60,00	x					
11	Se registrará en un cuaderno de control de salida.	10,00						
12	Se guardará en un almacén transitorio.	60,00						
13	Traslado y entrega de materiales al encargado de almacén.	20,00						
14	Orden y limpieza	10,00	x					Durante el mezclado.
15	Se entrega materiales no procesados al encargado de almacén.	10,00						
		501,00						

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

En el DAP Mezclado, podemos observar que el tiempo total que demanda este proceso es de 501 minutos, lo que equivale a 8.35 horas. La empresa cuenta con una máquina mezcladora, con un puesto de trabajo.

### Esquema N°12. DAP Laminado:

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➔	◐	◑	▽	OBSERVACIONES
1	Inspeccionar la programación de producción.	2,00				x		Set-Up
2	Inspeccionar de máquina laminadora	5,00				x		Set-Up
3	Inspeccionar que los rangos de temperatura.	3,00				x		Set-Up
4	Inspección de los instrumentos de medición y control.	3,00				x		Set-Up
5	Solicitar al almacén los materiales.	5,00			x			Set-Up
6	Comprobar el peso de materiales mezclados.	20,00	x					Set-Up
7	Trasladar los materiales a la zona de trabajo.	30,00		x				Set-Up
8	Se procede a cargar la máquina laminadora.	40,00		x				
9	Registrar en un cuaderno de control el material cargado.	25,00				x		
10	Inspección constante de medidas de ancho y espesor.	150,00				x		
11	Bobinado	450,00	x					
12	Se pesan los rollos.	36,00	x					
13	Se registrará en un cuaderno de control bobinas.	24,00				x		
14	Se guardará en un almacén transitorio.	48,00					x	
15	Se entrega rollos al encargado de almacén.	48,00		x				
16	Orden y limpieza constantemente.	12,00	x					
17	Mantenimiento preventivo máquina laminadora.	24,00	x					
18	Se entrega materiales sin procesar al encargado de almacén.	5,00		x				
19	Pesado del producto no conforme.	4,00	x					
20	El producto no conforme entregar al encargado de almacén.	3,00		x				
		937,00						

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

En el DAP Laminado, podemos observar que el tiempo total que demanda este proceso es de 937 minutos, lo que equivale a 15.62 horas.

La empresa cuenta con dos máquinas laminadoras, con dos puestos de trabajo funcionando en paralelo, con un solo operador a cargo.

### Esquema N°13. DAP Termoformado:

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➔	◐	◑	▽	OBSERVACIONES	
1	Inspeccionar la programación de producción.	2,00				x		Set-Up	
2	Inspeccionar máquina termo formadora.	3,00				x		Set-Up	
3	Inspeccionar que los rangos de temperatura.	3,00				x		Set-Up	
4	Inspeccionar todos los instrumentos de medición y control.	3,00				x		Set-Up	
5	Solicitar materiales al encargado de almacén.	20,00			x			Set-Up	
6	Comprobar que el peso de los materiales estén completos.	4,00	x					Set-Up	
7	Trasladar los materiales a la zona de trabajo.	48,00		x				Set-Up	
8	Solicitar molde al encargado de almacén.	7,00			x			Set-Up	
9	Trasladar los molde a la zona de trabajo.	10,00		x				Set-Up	
10	Colocar molde a la zona de trabajo.	10,00		x				Set-Up	
11	Se proceder a cargar la máquina termoformadora con el rollo.	48,00		x					
12	Termoformado de platos descartables planchas.	1.587,33	x						
13	Inspección del material resultante.	952,40				x			
14	Se agrupan en bloques de 25.	500,00	x						
15	Se registrará en el formato de control de planchas.	5,00				x			
16	Se guardará en un almacén transitorio.	20,00					x		
17	Se traslada y entrega al encargado de almacén las planchas termoformadas.	20,00		x					
18	Orden y limpieza al final de turno de trabajo.	8,00	x						
19	Se traslada y entrega materiales sin procesar al encargado de almacén.	10,00		x					
20	Pesado del producto no conforme.	10,00	x						
21	El producto no conforme se entrega al encargado de almacén.	10,00					x		
		3.280,73							

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

En el DAP Termoformado, podemos observar que el tiempo total que demanda este proceso es de 3,280.73 minutos, lo que equivale a 54.68 horas.

La empresa cuenta con cuatro máquinas de termoformado y cada una tiene capacidad para dos moldes en simultáneo, esto hace que para el análisis contemos con ocho puestos de trabajo para el termoformado.

### Esquema N°14. DAP Prensado:

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➔	◐	◑	▽	OBSERVACIONES	
1	Inspeccionar la programación de producción.	2,00				x		Set-Up	
2	Inspección de máquina troqueladora.	5,00				x		Set-Up	
3	Inspeccionar todos los instrumentos de medición y control.	5,00				x		Set-Up	
4	Solicitar materiales al encargado de almacén.	20,00						Set-Up	
5	Comprobar que la cantidad de planchas estén completos.	5,00	x					Set-Up	
6	Trasladar los materiales a la zona de trabajo.	192,00		x				Set-Up	
7	Coordinar con el embolsador según el producto que estén procesando.	3,00				x			
8	Troquelado de planchas, Hombre-Máquina	952,38	x						
9	Se agrupan en bloques de 25 o 100.	38,10	x						
10	Se entregará inmediatamente al embolsado.	19,05	x						
11	Mantenimiento filo de corte cada 2 horas.	20,00	x						
12	Registrar en el formato de control salida.	7,00				x			
13	Orden y limpieza al final de turno de trabajo.	5,00	x						
14	Traslado y entrega materiales sin procesar al encargado de almacén.	20,00		x					
15	Pesado del producto no conforme.	15,00	x						
16	Traslado de sobrantes luego de troquelar, se entrega al encargado de almacén.	192,00		x					
17	Pesado de sobrantes luego de troquelar.	20,00	x						
		1.520,52							

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

En el DAP Prensado, podemos observar que el tiempo total que demanda este proceso es de 1,520.52 minutos, lo que equivale a 25.34 horas.

La empresa cuenta con cuatro máquinas de prensado, esto hace que para el análisis contemos con cuatro puestos de prensado.

### Esquema N°15. DAP Embolsado:

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➡	◐	◑	▽	OBSERVACIONES	
1	Inspeccionar la programación de producción.	2,00				x		Set-Up	
2	Inspeccionar equipos de sellado y herramientas.	5,00				x		Set-Up	
3	Inspección de instrumentos de medición y control.	5,00				x		Set-Up	
4	Solicitar al almacén, materiales para el embolsado.	10,00			x			Set-Up	
5	Traslado de materiales para el embolsado a zona de trabajo.	6,00			x			Set-Up	
6	Coordinar con el troquelador según el producto que estén procesando.	3,00				x			
7	Embolsado y sellado manual de 25 o 100 unidades por bolsita.	800,00	x						
8	Agrupación por fardos (múltiplos de mil) de producto terminado.	100,00	x						
9	Registrar en el formato de control de producción salida.	5,00				x			
10	Traslado y entrega al encargado de almacén de productos terminados.	150,00		x					
11	Orden y limpieza al final de turno de trabajo.	5,00	x						
12	Traladar materiales sin procesar al almacén.	6,00		x					
13	Entrega materiales sin procesar al encargado de almacén.	5,00	x						
14	Traslado y pesado del producto no conforme.	6,00		x					
15	El producto no conforme se entrega al encargado de almacén.	2,00		x					
		1.110,00							

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

En el DAP Embolsado, podemos observar el tiempo total que demanda este proceso, es de 1110.00 minutos, lo que equivale a 18.50 horas.

La empresa cuenta con cuatro puestos de trabajo para este proceso.

Considerando los DAP, se muestra el plan de producción para producir 203 millares de platos descartables N° 15 (ver cuadro N°07).

**Cuadro N°07. Plan de Producción Para Fabricar 203 Millares del Plato  
N°15 “Layout Original”**

Procesos	Tiempos Minutos	Nº de Máquinas y/o puestos necesarios	Nº de Máquinas y/o puestos disponibles	Tiempos Minutos	Tiempos Horas
Mezclado	501,00	1	1	501,00	8,35
Laminado	937,00	2	2	468,50	7,81
Termoformado	3280,73	7	8	468,68	7,81
Prensado	1520,52	4	4	380,13	6,34
Embolsado	1110,00	3	4	370,00	6,17

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

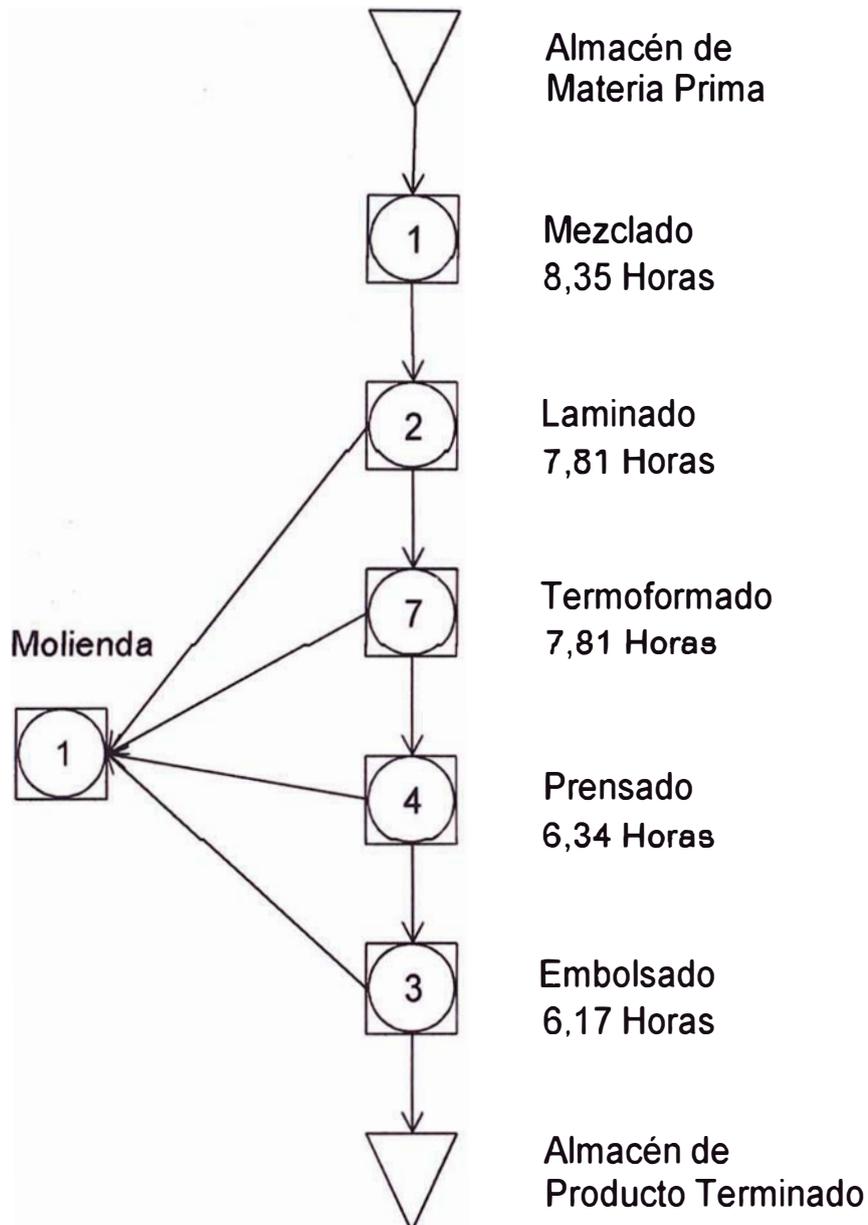
Por lo tanto:

- Tiempo Mezclado: 501.00 minutos (8.35 horas), con un puesto de trabajo.
- Tiempo Laminado: 468.50 minutos (7.81 horas), con dos puestos de trabajo.
- Tiempo Termoformado: 468.68 minutos (7.81 horas), con siete puestos de trabajo.
- Tiempo de Prensado: 380.13 minutos (6.34 horas), con cuatro puestos de trabajo.
- Tiempo de Embolsado: 370.00 minutos (6.17 horas), con tres puestos de trabajo.

Se considera a todos los procesos con stock disponible de entrada para cada proceso y que son procesos que se ejecutan en paralelo.

Podemos observar la línea de producción original en el esquema N°16:

### Esquema N°16. Línea de Producción, Layout Original



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

Para esta línea de producción en la etapa inicial de Inversiones Kemver S.A.C., el objetivo se logra en un tiempo no menor a 8.35 horas, y para tratar de equilibrar o balancear la línea de producción, a menudo se mantenía al proceso de mezclado trabajando horas extra, dependiendo del plan de producción.

Teniendo en cuenta que hay puestos libres, tiempos de desplazamientos largos y cruces, hay que demostrar si la planta de producción cuenta con el espacio necesario y determinar una mejor distribución de planta que permita mejorar los tiempos de producción de cada proceso y así mejorar la velocidad de producción para poder brindar una atención oportuna a los clientes.

### 3.5.3. Disposición de Planta, Cálculo del Área Requerida.

El valor del área requerida según los equipos, máquinas y personal de Inversiones Kemver S.A.C. utilizando el método de Guerchet.

**Cuadro N°08. Número de Máquinas, Lados y Dimensiones**

Máquinas	n	N	l	a	h
Mezcladora	1,00	1,00	3,20	2,30	1,70
Laminadora	2,00	1,00	14,00	1,30	2,10
Termoformadora	4,00	2,00	7,00	3,00	2,20
Prensa - Embolsado	4,00	2,00	4,20	3,70	1,90
Molino	1,00	2,00	5,00	3,00	2,10
Balanza Móvil	2,00	1,00	0,80	0,60	1,10
Coche Móvil Merma	4,00	1,00	1,30	0,70	1,20

Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

Donde:

n = Número de máquinas.

N = Número de lados de máquina para operadores.

l = Largo.

a = Ancho.

h = Altura.

Calculando  $S_s$  (Superficie estática) y K (coeficiente de evolución):

$$S_s = l \times a$$

**Cuadro N°09. Máquinas vs Superficie Estática y Relaciones**

Máquinas	Ss	n	h	Ssxn <sub>x</sub> h	Ssxn
Mezcladora	7,36	1,00	1,70	12,51	7,36
Laminadora	18,20	2,00	2,10	76,44	36,40
Termoformadora	21,00	4,00	2,20	184,80	84,00
Prensa - Embolsado	15,54	4,00	1,90	118,10	62,16
Molino	15,00	1,00	2,10	31,50	15,00
Balanza Móvil	0,48	2,00	1,10	1,06	0,96
Coche Móvil Merma	0,91	4,00	1,20	4,37	3,64

Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

$$h_{EM} = \frac{5,42}{4,60} \quad \mathbf{1,18}$$

$$h_{EE} = \frac{423,36}{204,92} \quad \mathbf{2,07}$$

$$K = 0,29$$

Calculando  $S_g$  (Superficie de gravitación),  $S_e$  (Superficie de evolución),  $S$  (Superficie por máquina),  $S_T$  (Superficie total).

$$S_g = S_s \times N$$

$$S_e = (S_s + S_g) \times K$$

**Cuadro N°10. Método de Guerchet, Superficie Total**

<b>Máquinas</b>	<b>S<sub>s</sub></b>	<b>S<sub>g</sub></b>	<b>S<sub>e</sub></b>	<b>S</b>	<b>S<sub>T</sub></b>
Mezcladora	7,36	7,36	4,20	18,92	18,92
Laminadora	18,20	18,20	10,39	46,79	93,58
Termoformadora	21,00	42,00	17,98	80,98	323,91
Prensa	15,54	31,08	13,30	59,92	239,70
Molino	15,00	30,00	12,84	57,84	57,84
Balanza Móvil	0,48	0,48	0,27	1,23	2,47
Coche Móvil Merma	0,91	0,91	0,52	2,34	9,36
<b>Total</b>					<b>745,77</b>

Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

En conclusión el área requerida utilizando el método de Guerchet será de 746 m<sup>2</sup>.

#### **3.5.4. Distribución General, Tabla Relacional.**

Para la planta de Inversiones Kemver S.A.C. "fábrica de platos descartables", se han determinado las siguientes áreas:

1. Mezclado.
2. Laminado.
3. Termoformado.
4. Prensado.
5. Embolsado.
6. Molienda.
7. Almacén de Materia Prima.
8. Almacén de Producto Terminado.
9. Almacén Transitorio de Material Mezclado.
10. Almacén Transitorio de Bobinas.

11. Almacén Transitorio de Planchas Termoformadas.

12. Almacén Transitorio de Producto Terminado.

Tomando en cuenta la escala de valores de proximidad (ver cuadro N°01) y las nueve razones que fundamentan el valor de proximidad (ver cuadro N°11), obtendremos la tabla relacional de actividades de Inversiones Kemver S.A.C. (ver esquema N°17).

### **Cuadro N°11. Razones y Condiciones para determinar la Proximidad**

<b>Número</b>	<b>Razón</b>
1	Reducir la manipulación y contaminación del material mezclado, los productos en proceso o los productos terminados.
2	Para no contaminar el material mezclado, el producto en proceso o el producto terminado.
3	Para facilitar el control de inventario en el almacén de materia prima, transitorio o de productos terminados
4	Para no interrumpir el flujo de los productos en proceso o productos terminados.
5	Por no ser importante.
6	Por la distancia y carga del material mezclado, mermas, productos en proceso o productos terminados.
7	Por el polvo y/o ruido.
8	Inmediatamente de la obtención del producto final se embolsa el producto terminado.
9	Por continuar en la secuencia del proceso productivo.

Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

La tabla relacional de actividades de Inversiones Kemver S.A.C. muestra en cada casilla el valor de proximidad y el número del motivo "razón" que sustenta el valor de proximidad elegido.

**Esquema N°17. Tabla Relacional de Actividades de Inversiones Kemver S.A.C.**

1. Mezclado	A
2. Laminado	1 U
3. Termoformado	I 5 U
4. Prensado	9 U 5 X
5. Embolsado	E 5 U 4 U
6. Molienda	9 U 5 U 5 E
7. Almacén de Materia Prima	A 5 O 5 U 6 X
8. Almacén de Producto Terminado	8 I 6 X 5 U 4 A
9. Almacén Transitorio de Material Mezclado	I 6 U 4 X 5 U 1 U
10. Almacén Transitorio de Bobinas	6 U 5 O 3 U 5 A 5 U
11. Almacén Transitorio de Planchas Termoformadas	E 5 E 6 U 5 A 1 U 5 X
12. Almacén Transitorio de Producto terminado	6 X 3 X 5 U 6 A 5 U 3
	O 7 U 7 U 5 A 6 U 5
	3 O 5 O 5 U 6 I 5
	X 3 O 7 O 5 A 6
	2 U 3 U 7 U 6
	U 5 U 4 U 5
	5 U 5 A 5
	U 5 X 6
	5 U 3
	U 5
	5

Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

Como resultado de la tabla relacional obtenemos los siguientes resultados de proximidad, vertidos en el cuadro N° 12.

**Cuadro N°12. Valores de Proximidad de Actividades de Inversiones  
Kemver S.A.C.**

<b>CÓDIGO</b>	<b>VALORES DE PROXIMIDAD</b>
A	(1,2) (1,9) (2,10) (3,10) ( 3,11) (4,5) (4,11) (5,12) (8,12)
E	(1,7) (3,4) (6,7) (5,8)
I	(2,3) (4,6) (4,12) (5,6)
O	(3,6) (4,8) (6,10) (6,11) (7,8) (7,9) (7,10)
U	(1,3) (1,4) (1,6) (1,10) (1,11) (2,4) (2,5) (2,6) (2,7) (2,8) (2,9) (2,11) (2,12) (3,5) (3,9) (3,12) (4,7) (4,9) (4,10) (5,7) (5,10) (5,11) (6,9) (6,12) (7,11) (7,12) (8,10) (8,11) (9,10) (9,11) ( 10,11) (10,12) (11,12)
X	(1,5) (1,8) (1,12) (3,7) (3,8) (5,9) (6,8) (8,9) (9,12)

Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

**3.5.5. Diagrama Relacional de Recorrido y/o Actividades.**

Teniendo en cuenta como base los valores de proximidad de Inversiones Kemver S.A.C., (ver cuadro N°12), los valores de proximidad en representación gráfica con líneas (ver cuadro N°02) y su simbología de las actividades (ver cuadro N°13), obtenemos el diagrama relacional de recorrido y/o actividades (ver esquema N° 18).

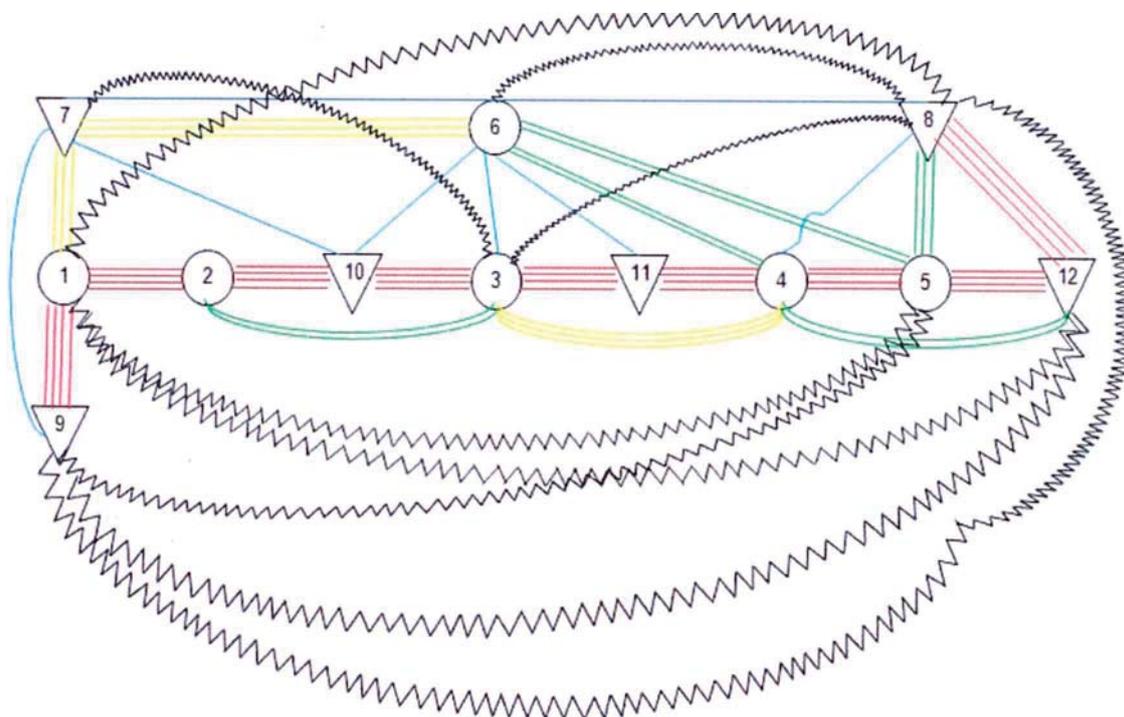
**Cuadro N°13. Símbolos de Actividades de Inversiones Kemver S.A.C.**

<b>Número</b>	<b>Área</b>	<b>Símbolos</b>
1	Mezclado	①
2	Laminado	②
3	Termoformado	③
4	Prensado	④
5	Embolsado	⑤
6	Molienda	⑥
7	Almacén de Materia Prima	▽7
8	Almacén de Producto Terminado	▽8
9	Almacén Transitorio de Material Mezclado	▽9
10	Almacén Transitorio de Bobinas	▽10
11	Almacén Transitorio de Planchas Termoformadas	▽11
12	Almacén Transitorio de Producto terminado	▽12

Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

### Esquema N°18. Diagrama Relacional de Recorrido y/o Actividades de Inversiones Kemver S.A.C.



Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo  
Elaboración: Propia

#### 3.5.6. Diagrama Relacional de Espacios.

Tomando las dimensiones de las máquinas-componentes de cada sección de planta y asignando el doble del área que ocupan en metros cuadrados (ver Anexo N° 2), visualizamos el área requerida en diferentes formas, pero garantizando su funcionalidad (ver cuadro N° 14).

**Cuadro N°14. Actividades y Espacios Sugeridos Para Inversiones  
Kemver S.A.C.**

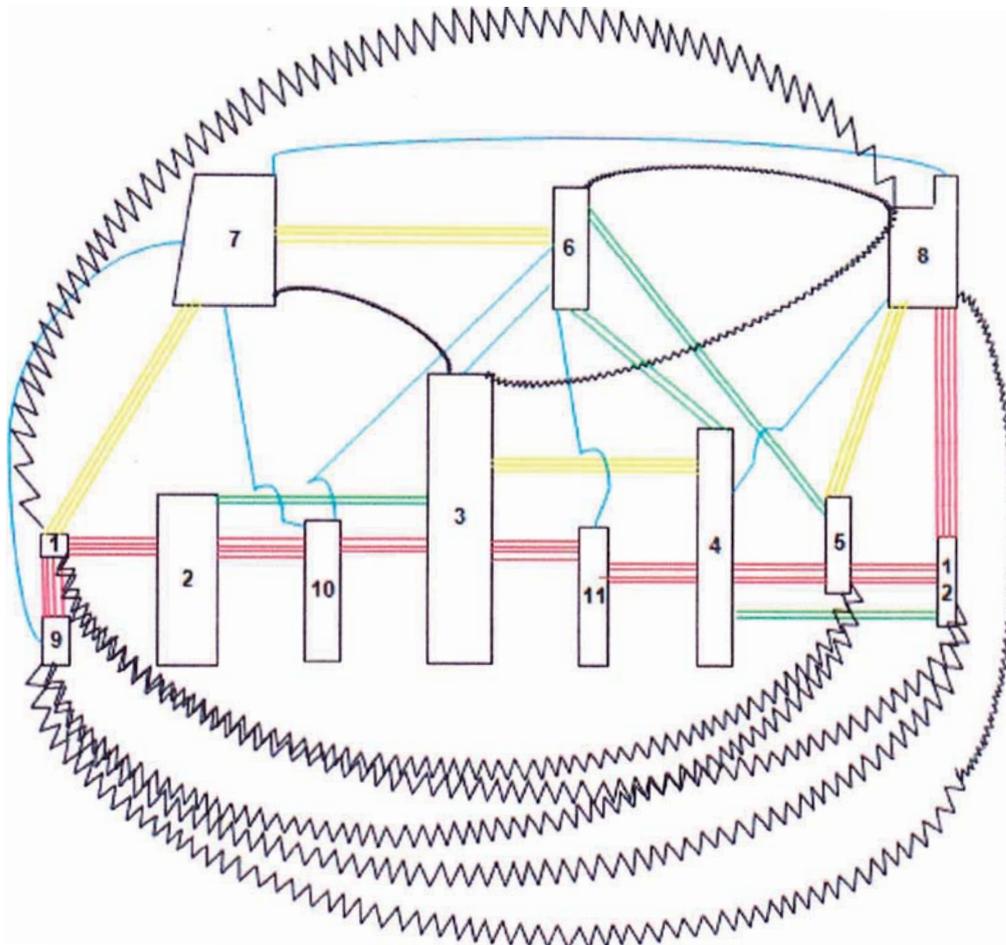
<b>Número</b>	<b>Actividades</b>	<b>Símbolos</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>
1	Mezclado	①	3,6
2	Laminado	②	72,8
3	Termoformado	③	132,0
4	Prensado	④	55,7
5	Embolsado	⑤	16,0
6	Molienda	⑥	30,0
7	Almacén de Materia Prima	▽ <sup>7</sup>	93,5
8	Almacén de Producto Terminado	▽ <sup>8</sup>	54,0
9	Almacén Transitorio de Material Mezclado	▽ <sup>9</sup>	9,2
10	Almacén Transitorio de Bobinas	▽ <sup>10</sup>	36,0
11	Almacén Transitorio de Planchas Termoformadas	▽ <sup>11</sup>	29,1
12	Almacén Transitorio de Producto Terminado	▽ <sup>12</sup>	10,8

Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

Tomando en cuenta las actividades y espacios sugeridos de Inversiones Kemver S.A.C., obtenemos el diagrama relacional de espacios (ver esquema N°19).

**Esquema N°19. Diagrama Relacional de Espacios de Inversiones  
Kemver S.A.C.**

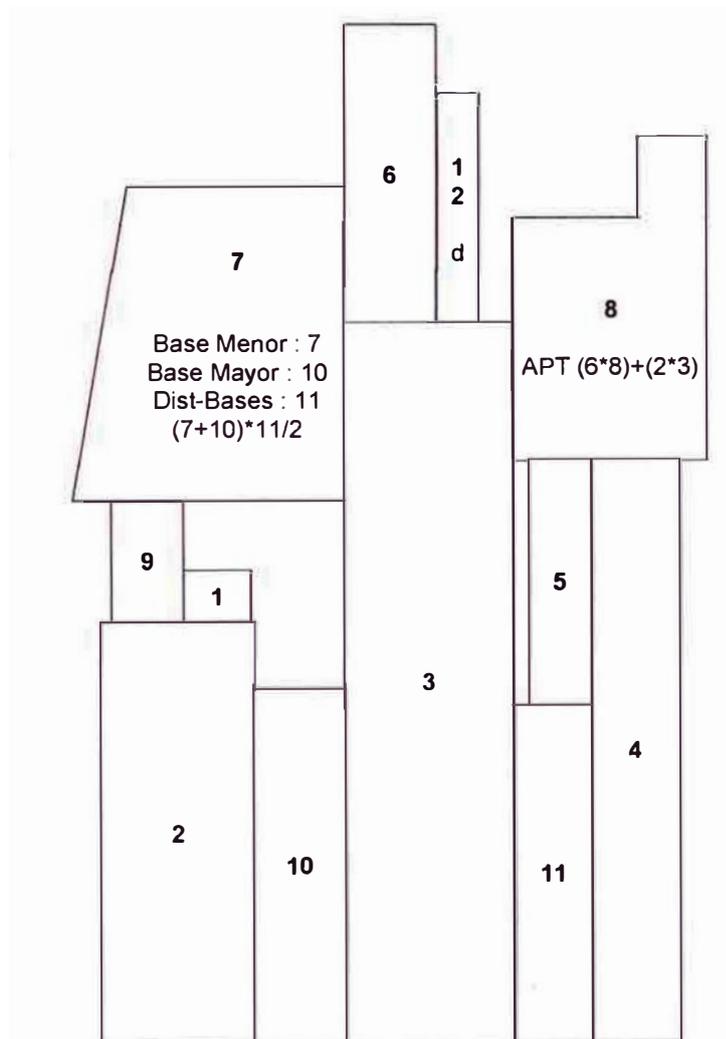


Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo  
Elaboración: Propia

### 3.5.7. Disposición Ideal y Práctica.

Con el diagrama relacional de espacios, podemos visualizar mejor la proximidad de cada sección de producción. Presentaremos una disposición preliminar (compacta), siendo esta la disposición ideal.

**Esquema N°20. Disposición Ideal de la Distribución de Planta  
Inversiones Kemver S.A.C.**



Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

**Cuadro N°15. Actividades vs Áreas Sugeridas de Inversiones Kemver S.A.C.**

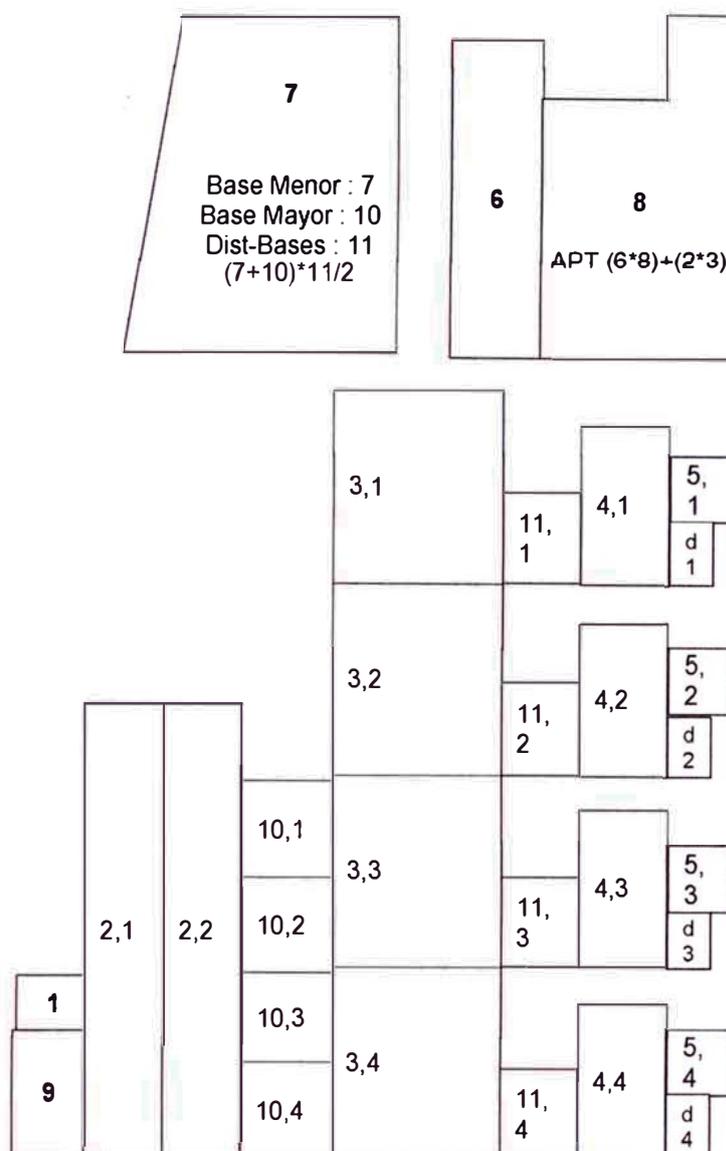
<b>Actividades</b>	<b>Largo m</b>	<b>Ancho m</b>	<b>Área m<sup>2</sup></b>	<b>Observación</b>
1	2,4	1,5	3,6	
2	14	5,2	72,8	
3	22	6	132,0	
4	19,2	2,9	55,7	
5	8	2	16,0	
6	10	3	30,0	
7			93,5	Trapezio = $(7+10) \times 11/2 \text{ m}^2$
8			54,0	Irregular = $(2 \times 3 + 6 \times 8) \text{ m}^2$
9	4	2,3	9,2	
10	12	3	36,0	
11	10,4	2,8	29,1	
12	7,2	1,5	10,8	

Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

En el caso de la disposición ideal tenemos que ajustar más el diseño, de modo que podamos considerar los principios de la distribución de planta y ajustarnos a las restricciones que presenta el terreno asignado para la planta de producción de Inversiones Kemver S.A.C.

**Esquema N°21. Disposición Práctica de Planta Inversiones Kemver  
S.A.C.**



Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

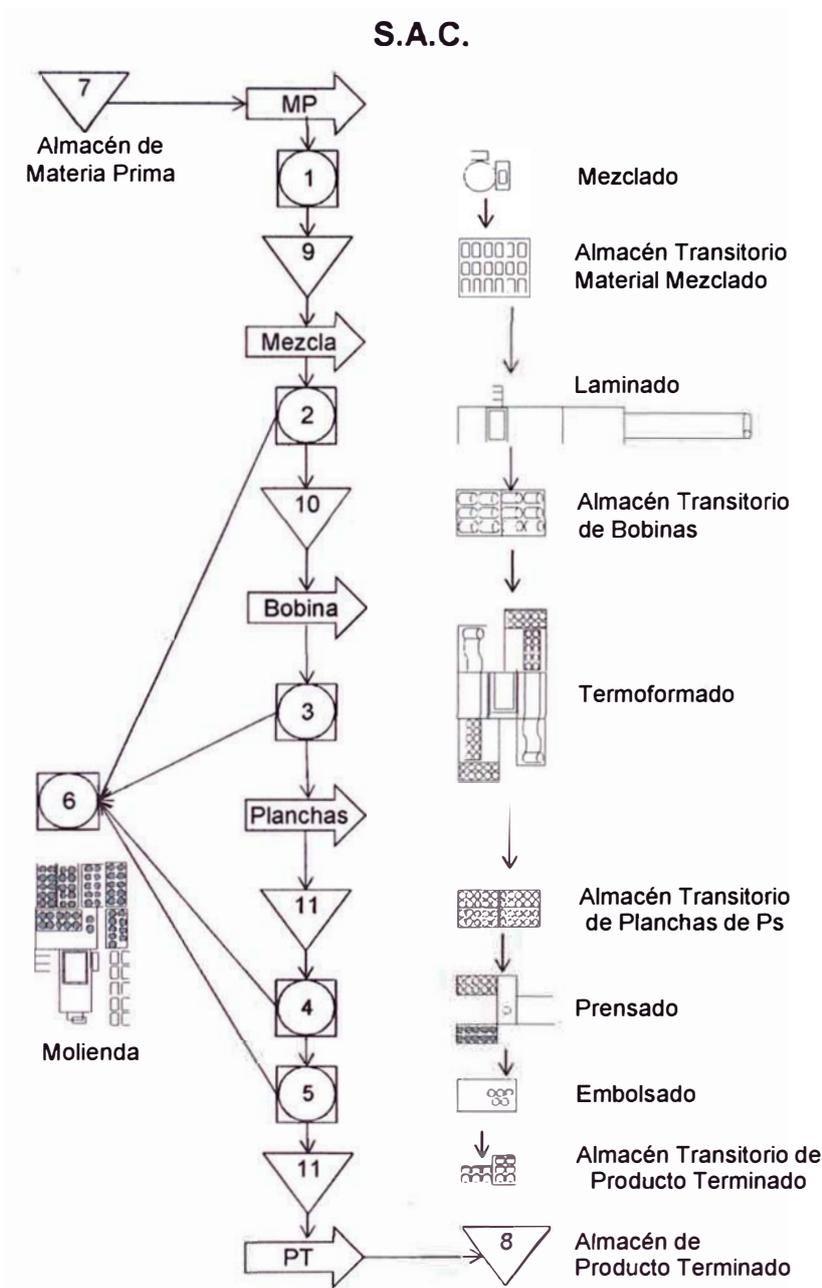
Elaboración: Propia

Finalmente la disposición práctica se ajusta más a la realidad de las dimensiones del área asignada a la planta de producción de Inversiones Kemver S.A.C., puesto que el área tiene forma de un trapecio cuyas base menor es de 21 metros, base mayor es de 30 metros y altura 35 metros y su área es de 892.50 metros cuadrados.

### 3.5.8. Distribución de Detalle, Diagrama de Recorrido Sencillo.

Inversiones Kemver S.A.C., produce platos descartables de Poliestireno de Alto Impacto, su proceso productivo es el mismo que realiza en todos sus productos.

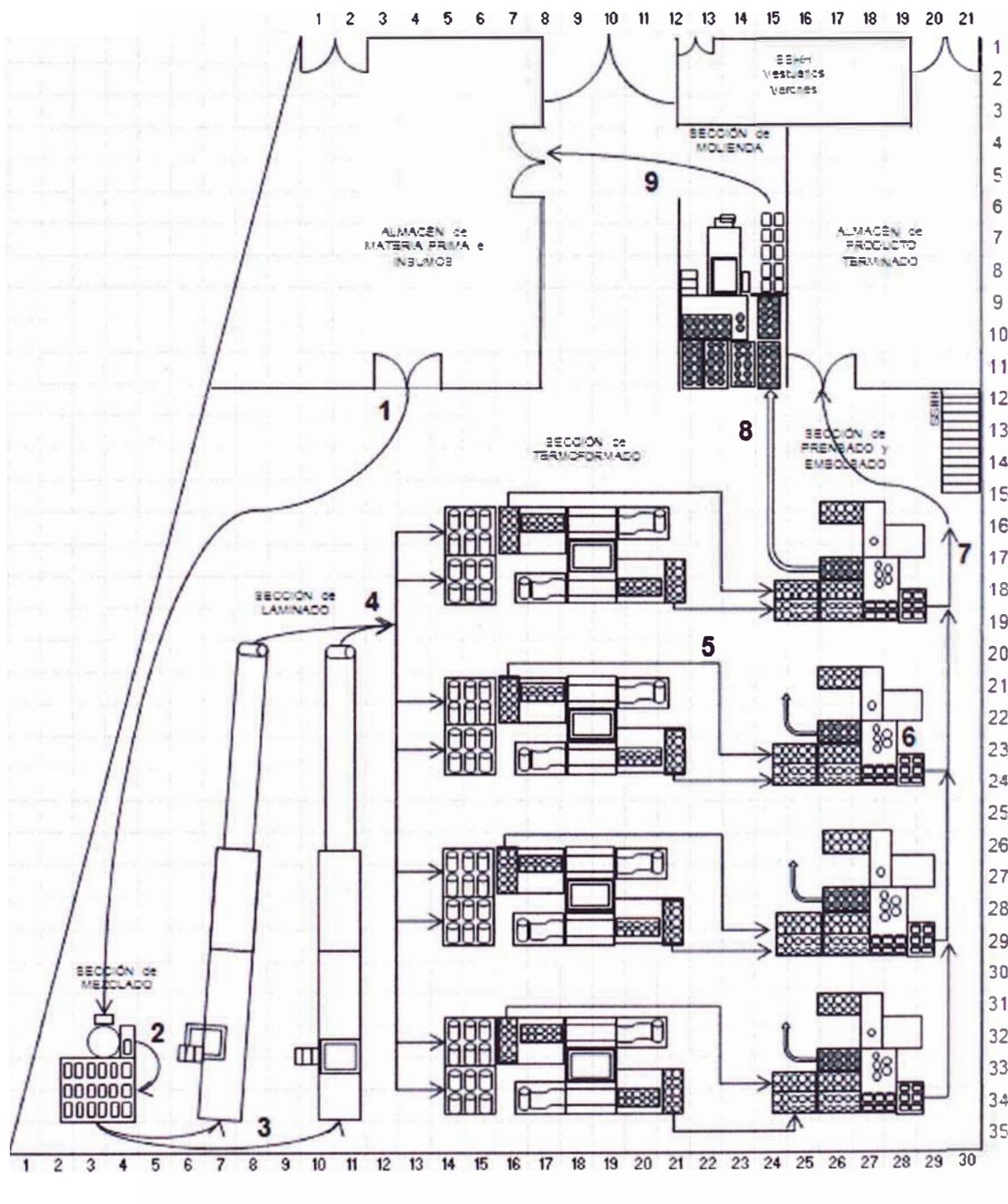
**Esquema N°22. Diagrama de Flujo Sencillo de Inversiones Kemver S.A.C.**



Fuente: Diseño y Distribución de Planta, Valencia Napán, Adolfo

Elaboración: Propia

**Esquema N°23. Diagrama de Recorrido Mejorado de Inversiones  
Kemver S.A.C.**



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

Veamos a continuación los DAP mejorados, luego de implementar el layout mejorado:

**Esquema N°24. DAP Mezclado Mejorado:**

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➡	⊔	□	▽	OBSERVACIONES
1	Inspeccionar la Programación Mezclado.	2,00				x		Set-Up.
2	Inspeccionar máquina mezcladora.	4,00				x		Set-Up.
3	Inspección de instrumentos de medición y control.	3,00				x		Set-Up.
4	Solicitar al almacén los materiales.	5,00						Set-Up.
5	Comprobar el peso de los materiales.	5,00						Set-Up.
6	Trasladar los materiales a la zona de trabajo.	10,00						Set-Up.
7	Se procede a cargar la máquina mezcladora.	40,00						
8	Mezclado de material dentro de la máquina.	160,00	x					
9	El material mezclado, se colocará en costales.	60,00	x					En zona más cerca.
10	Se pesa el material mezclado.	40,00	x					La balanza en otro lugar más cerca y más accesible.
11	Se registrará en un cuaderno de control de salida.	3,00						Al final registra cuanto material queda.
12	Se guardará en un almacén transitorio.	40,00						
13	Traslado y entrega de materiales al encargado de almacén.	10,00						
14	Orden y limpieza	10,00	x					Durante el mezclado.
15	Se entrega materiales no procesados al encargado de almacén.	5,00					x	Se realiza al final de la jornada.
		397,00						

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

El DAP Mezclado Mejorado con el nuevo layout, nos reduce el tiempo del proceso a 397 minutos lo que equivale a 6.62 horas.

$$\text{Porcentaje de variación Mezclado} = (397-501)/501 = -0.2076$$

El tiempo que utiliza este proceso ha disminuido en un 20.76% del tiempo original.

### Esquema N°25. DAP Laminado Mejorado:

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➔	◐	◑	▽	OBSERVACIONES
1	Inspeccionar la programación de producción.	2,00				x		Set-Up
2	Inspeccionar de máquina laminadora.	5,00				x		Set-Up
3	Inspeccionar que los rangos de temperatura.	3,00				x		Set-Up
4	Inspección de los instrumentos de medición y control.	3,00				x		Set-Up
5	Solicitar al almacén los materiales.	5,00			x			Set-Up
6	Comprobar el peso de materiales mezclados.	5,00	x					Set-Up
7	Trasladar los materiales a la zona de trabajo.	5,00		x				Set-Up
8	Se procede a cargar la máquina laminadora	20,00		x				
9	Registrar en un cuaderno de control el material cargado.	25,00				x		Al final registra cuanto material queda.
10	Inspección constante de medidas de ancho y espesor.	150,00				x		
11	Bobinado	450,00	x					
12	Se pesan los rollos.	36,00	x					Colocar balanza cerca del mezclado.
13	Se registrará en un cuaderno de control bobinas.	24,00				x		
14	Se guardará en un almacén transitorio.	24,00					x	
15	Se entrega rollos al encargado de almacén.	5,00		x				
16	Orden y limpieza constantemente.	5,00	x					Se realiza con un apoyo externo.
17	Mantenimiento preventivo máquina laminadora.	20,00	x					
18	Se entrega materiales sin procesar al encargado de almacén.	5,00		x				
19	Pesado del producto no conforme.	2,00	x					
20	El producto no conforme entregar al encargado de almacén.	2,00		x				
		796,00						

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

El DAP Laminado Mejorado con el nuevo layout, nos reduce el tiempo del proceso a 796 minutos; considerando dos puestos de trabajo disponibles para este proceso.

$$\text{Porcentaje de variación Laminado} = (796 - 937) / 937 = - 0.1505$$

El tiempo que utiliza este proceso ha disminuido en un 15.05% del tiempo original.

### Esquema N°26. DAP Termoformado Mejorado:

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➡	◐	◻	▽	OBSERVACIONES
1	Inspeccionar la programación de producción.	2,00				x		Set-Up
2	Inspeccionar máquina termo formadora.	3,00				x		Set-Up
3	Inspeccionar que los rangos de temperatura.	3,00				x		Set-Up
4	Inspeccionar todos los instrumentos de medición y control.	3,00				x		Set-Up
5	Solicitar materiales al encargado de almacén.	5,00						Set-Up
6	Comprobar que el peso de los materiales estén completos.	4,00	x					Set-Up
7	Trasladar los materiales a la zona de trabajo.	5,00		x				Set-Up
8	Solicitar molde al encargado de almacén.	5,00						Set-Up
9	Trasladar los molde a la zona de trabajo.	5,00		x				Set-Up
10	Colocar molde a la zona de trabajo.	10,00		x				Set-Up
11	Se proceder a cargar la máquina termoformadora con el rollo.	24,00		x				
12	Termoformado de platos descartables planchas.	1.587,33	x					
13	Inspección del material resultante.	952,40				x		
14	Se agruparan en bloques de 25.	500,00	x					
15	Se registrará en el formato de control de planchas.	5,00				x		
16	Se guardará en un almacén transitorio.	10,00					x	
17	Se traslada y entrega al encargado de almacén las planchas termoformadas.	5,00		x				
18	Orden y limpieza al final de turno de trabajo.	4,00	x					
19	Se traslada y entrega materiales sin procesar al encargado de almacén.	5,00		x				
20	Pesado del producto no conforme.	5,00	x					
21	El producto no conforme se entrega al encargado de almacén.	5,00					x	
		3.147,73						

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

El DAP Termoformado Mejorado con el nuevo layout, nos reduce el tiempo del proceso a 3,147.73 minutos; considerando ocho puestos de trabajo disponibles para este proceso.

$$\text{Porcentaje de variación Termoformado} = (3147.73 - 3280.73) / 3280.73 = - 0.0405$$

El tiempo que utiliza este proceso ha disminuido en un 4.05% del tiempo original.

### Esquema N°27. DAP Prensado Mejorado:

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➔	◐	◻	▽	OBSERVACIONES
1	Inspeccionar la programación de producción.	2,00				x		Set-Up
2	Inspección de máquina troqueladora.	5,00				x		Set-Up
3	Inspeccionar todos los instrumentos de medición y control.	5,00				x		Set-Up
4	Solicitar materiales al encargado de almacén.	6,00	x					Set-Up
5	Comprobar que la cantidad de planchas estén completos.	5,00	x					Set-Up
6	Trasladar los materiales a la zona de trabajo.	24,00		x				Set-Up
7	Coordinar con el embolsador según el producto que estén procesando.	3,00				x		
8	Troquelado de planchas, Hombre-Máquina	952,38	x					
9	Se agrupan en bloques de 25 o 100.	38,10	x					
10	Se entregará inmediatamente al embolsado.	19,05	x					
11	Mantenimiento filo de corte cada 2 horas.	20,00	x					
12	Registrar en el formato de control salida.	7,00				x		
13	Orden y limpieza al final de turno de trabajo.	5,00	x					
14	Traslado y entrega materiales sin procesar al encargado de almacén.	5,00		x				
15	Pesado del producto no conforme.	10,00	x					
16	Traslado de sobrantes luego de troquelar, se entrega al encargado de almacén.	10,00		x				
17	Pesado de sobrantes luego de troquelar.	10,00	x					
		1.125,52						

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

El DAP Prensado Mejorado con el nuevo layout, nos reduce el tiempo del proceso a 1,125.52 minutos; considerando cuatro puestos de trabajo disponibles para este proceso.

Porcentaje de variación Prensado =  $(1125.52 - 1520.52) / 1520.52 = -0.2598$

El tiempo que utiliza este proceso ha disminuido en un 25.98% del tiempo original.

### Esquema N°28. DAP Embolsado Mejorado:

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➡	⊔	□	▽	OBSERVACIONES
1	Inspeccionar la programación de producción.	2,00				x		Set-Up
2	Inspeccionar equipos de sellado y herramientas.	5,00				x		Set-Up
3	Inspección de instrumentos de medición y control.	5,00				x		Set-Up
4	Solicitar al almacén, materiales para el embolsado.	10,00			x			Set-Up
5	Traslado de materiales para el embolsado a zona de trabajo.	5,00			x			Set-Up
6	Coordinar con el troquelador según el producto que estén procesando.	3,00				x		
7	Embolsado y sellado manual de 25 o 100 unidades por bolsita.	800,00	x					En coordinación con Prensado
8	Agrupación por fardos (múltiplos de mil) de producto terminado.	100,00	x					
9	Registrar en el formato de control de producción salida.	5,00				x		
10	Traslado y entrega al encargado de almacén de productos terminados.	125,00		x				
11	Orden y limpieza al final de turno de trabajo.	5,00	x					
12	Trabajar materiales sin procesar al almacén.	5,00		x				
13	Entrega materiales sin procesar al encargado de almacén.	5,00	x					
14	Traslado y pesado del producto no conforme.	5,00		x				
15	El producto no conforme se entrega al encargado de almacén.	2,00		x				
		1.082,00						

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

El DAP Embolsado Mejorado con el nuevo layout, nos reduce el tiempo del proceso a 1082.00 minutos; considerando cuatro puestos de trabajo disponibles para este proceso.

$$\text{Porcentaje de variación Embolsado} = (1082 - 1110) / 1110 = - 0.0252$$

El tiempo que utiliza este proceso ha disminuido en un 2.52% del tiempo original.

Considerando los DAP mejorados tenemos que producir 203 millares de platos descartables N° 15, elaboramos el nuevo plan de producción mejorado (ver cuadro N°16).

**Cuadro N°16. Plan de Producción Para Fabricar 203 Millares del Plato N°15 “Layout Mejorado”**

Procesos	Tiempos Minutos	Nº de Máquinas y/o puestos necesarios	Nº de Máquinas y/o puestos disponibles	Tiempos Minutos	Tiempos Horas
Mezclado	397,00	1	1	397,00	6,62
Laminado	796,00	2	2	398,00	6,63
Termoformado	3147,73	8	8	393,47	6,56
Prensado	1125,52	3	4	375,17	6,25
Embolsado	1082,00	3	4	360,67	6,01

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

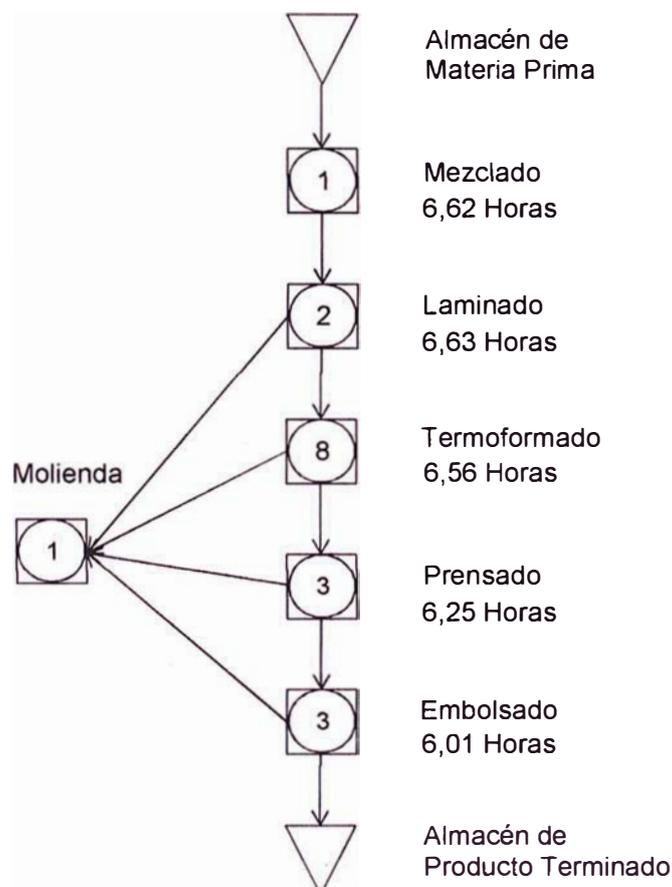
- ✓ Tiempo Mezclado: 397.00 minutos (6.62 horas), con un puesto de trabajo.
- ✓ Tiempo Laminado: 398.00 minutos (6.63 horas), con dos puestos de trabajo.
- ✓ Tiempo Termoformado: 393.47 minutos (6.56 horas), con ocho puestos de trabajo.
- ✓ Tiempo de Prensado: 375.17 minutos (6.25 horas), con tres puestos de trabajo.

✓ Tiempo de Embolsado: 360.67 minutos (6.01 horas), con tres puestos de trabajo.

Con el DAP Mejorado todos los procesos (Mezclado, Laminado, Termoformado, Troquelado y Embolsado) han disminuido sus tiempos sobre todo por las operaciones de transporte. En este escenario el tiempo total para producir 203 millares de platos descartables lo marca el proceso de Laminado el cual es de 398.00 minutos o 6.63 horas.

En la mejora obtenemos una línea de producción balanceada de la siguiente forma (ver esquema N°29):

### Esquema N°29. Línea de Producción con Layout Mejorado



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

Para este escenario, analizando los tiempos de Prensado, el disminuir de cuatro a tres puestos de trabajo no altera el tiempo límite que es de 6.63 minutos, marcado por el proceso de Laminado.

En caso del termoformado. El aumentar de siete a ocho puestos de trabajo mejora su tiempo de producción y hace más productivo este proceso sin sobrepasar el tiempo marcado por el laminado.

Por lo tanto el tiempo total requerido para producir 203 millares de platos descartables ha disminuido en 20.56% (de 501 a 398 minutos), lo cual logra optimizar los procesos y aumentar la capacidad productiva de la empresa en 25.88% (relación inversa a los tiempos de producción).

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO**

#### **4.1. SELECCIÓN DE CRITERIOS DE EVALUACIÓN**

Entre los principales criterios que se deben tener en cuenta para verificar los resultados de la alternativa seleccionada podemos mencionar los siguientes:

- Aumento en 20% del volumen de la producción diaria.
- Aumento del 10% de la utilidad del producto.
- Aumento del 15% del índice de productividad de mano de obra.

#### **4.2. INFORMACIÓN DE SITUACIÓN ECONÓMICA ACTUAL**

La empresa Inversiones Kemver S.A.C., con el layout original, trabajando a toda su capacidad durante dos turnos (un total de 14.50 horas productivas), en base al estudio de producción del Plato N° 15. Tenemos lo siguiente:

**Cuadro N°17. Tiempo, Producción y Material, con el Layout Original**

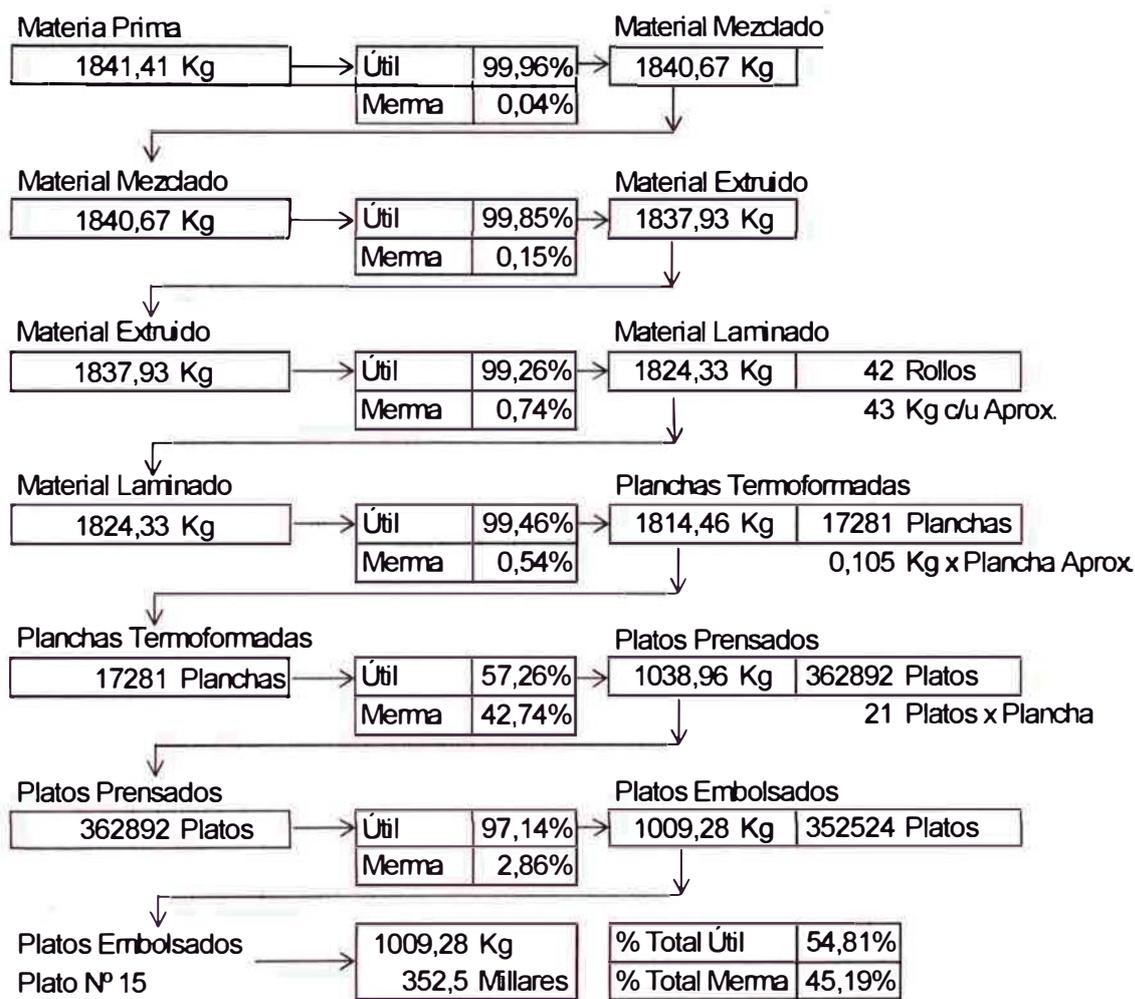
<b>Tiempo Minutos</b>	<b>Producción</b>	<b>Total de Material a Procesar</b>
501	203,0	1060,40
870	352,5	1841,41

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

Este es el resultado de una regla de tres simple ya que el tiempo, la producción y el material a procesar, están en relación directa; por lo tanto el rendimiento del material es el siguiente (ver esquema N°30):

**Esquema N°30. Rendimiento de Materia Prima Para Obtener 352 Millares del Plato N°15**



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

Y con ello podemos analizar los costos de producción teniendo en cuenta que en el proceso productivo total obtenemos el producto terminado y también Scrap, es el resultado del proceso de molienda que es un ahorro importante en el cálculo del costo del producto (ver cuadro N°18).

**Cuadro N°18. Costos de Producción de un Lote de 352.5 Millares del Plato N°15 con el Layout Original**

<b>Material Directo</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Proporción de Mezcla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Poliestireno de Alto Impacto Natural	Sl. / Kg	25,00	955,09	5,32	5.081,07
Poliestireno de Alto Impacto Cristal	Sl. / Kg	0,50	19,10	5,18	98,95
Master Batch Blanco	Sl. / Kg	0,07	2,67	11,16	29,83
Esterato de Zinc	Sl. / Kg	0,03	1,15	6,12	7,01
Scrap	Sl. / Kg	20,00	764,07	3,00	2.292,21
Poliestireno de Colores Varios	Sl. / Kg	2,60	99,33	2,80	278,12
<b>Costo Total de Materia Prima</b>					<b>7.787,19</b>
<b>Mano de Obra Directa</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sueldo</b>	<b>Costo HH</b>	<b>Horas Totales</b>	<b>Costo Total</b>
Mezcladores	1	850,00	4,087	16	65,38
Laminadores	1	950,00	4,567	16	73,08
Thermoformadores	7	Destajo	0,024	17281	414,74
Prensadores	4	950,00	4,567	16	292,31
Embolsadores	3	750,00	3,606	16	173,08
Molineros	2	850,00	4,087	16	130,77
<b>Costo de Mano de Obra Directa</b>					<b>1.149,36</b>
<b>Costos Indirectos de Fabricación</b>					<b>Costo Total</b>
Alquiler de Edificio					107,69
Depreciación de Máquinas					71,47
Mano de Obra Indirecta					326,92
Electricidad					508,22
Mantenimiento de Máquinas y Equipos					119,85
Vigilancia					92,31
Transporte					440,63
<b>Total Costos Indirectos de Fabricación</b>					<b>1.667,09</b>
<b>Gastos Administrativos</b>					<b>Gasto total</b>
Remuneraciones del Personal Administrativo					698,08
Consultorías					50,00
Gastos varios de oficina y otros					450,00
<b>Total Gastos Administrativos</b>					<b>1.198,08</b>
<b>Gastos de Ventas</b>					<b>Gasto total</b>
Publicidad					84,00
Sueldo de vendedores.					69,23
Comisión de vendedores (3% de la venta)					380,70
<b>Total Gastos de Ventas</b>					<b>533,93</b>
<b>Recuperación del Material "Merma"</b>					<b>Ahorro total</b>
Merma Resultante del Proceso "Kg."	832,13	Eficacia	98%	815,49	2.446,47
<b>Costo Total "Sl."</b>					<b>9.889,18</b>
<b>Costo Unitario (Costo Total / Producción " Sl. / Mill ")</b>					<b>28,0544</b>

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

#### 4.2.1. Análisis de Costos

En Inversiones Kemver S.A.C., para realizar las mejoras plasmadas, respetando los principios de distribución de planta y mejorando los espacios de proximidad para un mejor desplazamiento y reducción de esfuerzos innecesarios, se requiere de lo siguiente:

- ✓ Estudio, análisis y ejecución del proyecto "Diseño y Distribución de Planta Inversiones Kemver S.A.C."
- ✓ Construir una puerta de acceso para el almacén de materia prima (altura 3m y ancho 2m) en el lado de molienda.
- ✓ Construir un muro de contención en la sección de molienda (altura 3.5m y ancho 6m).
- ✓ Redistribución de máquinas en la planta de producción.
- ✓ Señalización total de rutas de acceso y salidas.
- ✓ Compra de ocho mesas para la sección de termoformado.

La inversión necesaria es la siguiente:

**Cuadro N°19. Presupuesto de Inversión de Inversiones Kemver S.A.C.**

<b>Actividades</b>	<b>Costo "S/."</b>
Estudio, análisis y ejecución del proyecto "Diseño y Distribución de Planta Inversiones Kemver S.A.C."	16.630,00
Construir una puerta de acceso para el almacén de materia prima (altura 3m y ancho 2m) al lado de la sección de molienda.	2.598,00
Construir un muro de contención en la sección de molienda (altura 3.5m y ancho 6m).	3.713,00
Redistribución de máquinas en la planta de producción.	27.839,00
Señalización total de rutas de acceso y salidas.	950,00
Compra de ocho mesas para la sección de termoformado.	3.600,00
<b>Total de inversión</b>	<b>55.330,00</b>

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

La inversión mostrada según el cuadro N°19, nos permitió optimizar los tiempos de producción en cada proceso y en consecuencia incrementar el volumen de producción, con el objetivo de mejorar la atención oportuna a los clientes.

Analizando el layout mejorado, trabajando a toda su capacidad durante dos turnos (un total de 14.00 horas productivas), en base al estudio de producción del Plato N° 15. Tenemos lo siguiente (ver cuadro N°20):

**Cuadro N°20. Tiempo, Producción y Material, con el Layout Original**

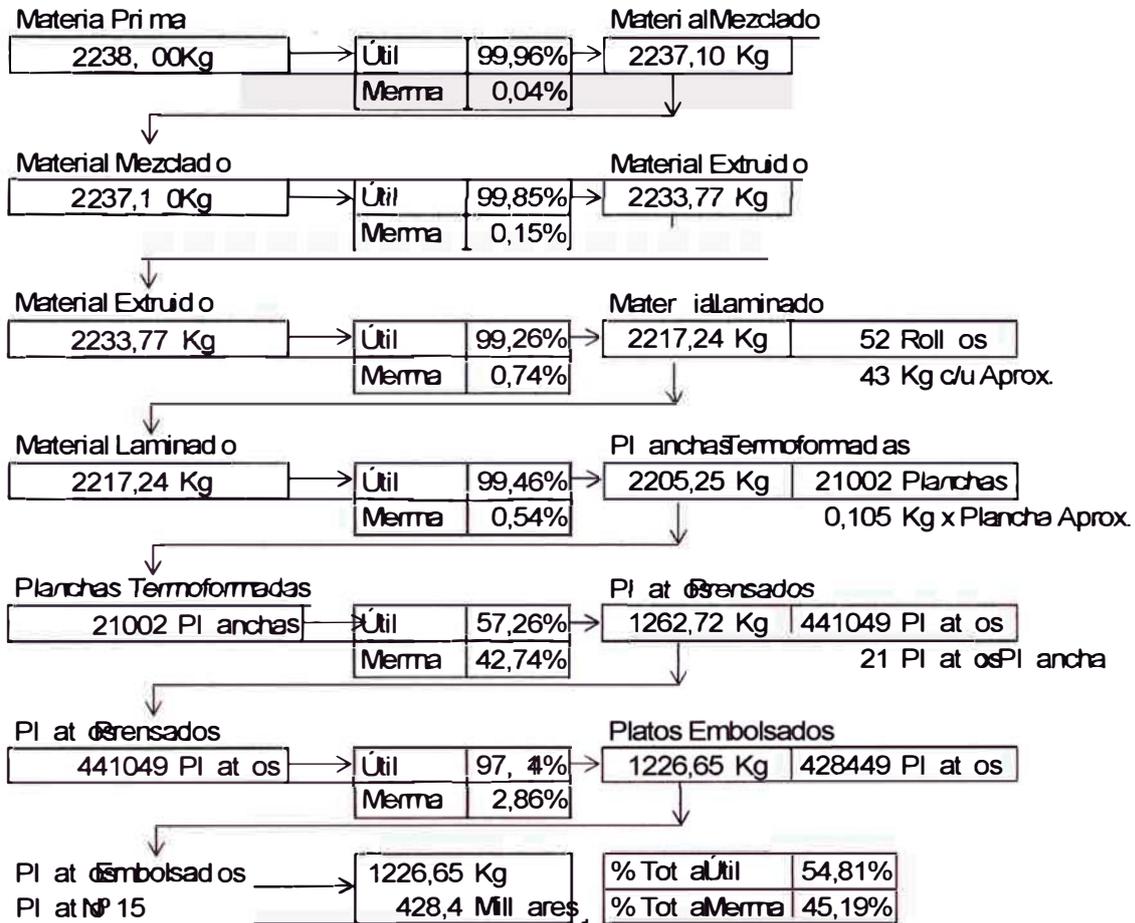
<b>Tiempo Minutos</b>	<b>Producción</b>	<b>Total de Material a Procesar</b>
398	203,0	1060,4
840	428,4	2238,0

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

Este es el resultado de una regla de tres simple ya que el tiempo, la producción y el material a procesar, están en relación directa; por lo tanto el rendimiento del material es el siguiente (ver esquema N°31):

**Esquema N°31. Rendimiento de Materia Prima Para Obtener 428.4 Millares del Plato N°15**



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

Y con ello podemos analizar los costos de producción teniendo en cuenta que en el proceso productivo total obtenemos el producto terminado y también Scrap, como resultado del proceso de molienda, lo cual representa un ahorro importante en el cálculo del costo del producto, (ver cuadro N°21).

**Cuadro N°21. Costos de Producción de un Lote de 428.4 Millares del  
Plato N°15 con Layout Mejorado**

<b>Material Directo</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Proporción de Mezcla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo Unitario</b>	<b>Costo Total</b>
Poliestireno de Alto Impacto Natural	Sl. / Kg	25,00	1160,79	5,32	6.175,39
Poliestireno de Alto Impacto Cristal	Sl. / Kg	0,50	23,22	5,18	120,26
Master Batch Blanco	Sl. / Kg	0,07	3,25	11,16	36,26
Esterato de Zinc	Sl. / Kg	0,03	1,39	6,12	8,52
Scrap	Sl. / Kg	20,00	928,63	3,00	2.785,89
Poliestireno de Colores Varios	Sl. / Kg	2,60	120,72	2,80	338,02
<b>Costo Total de Materia Prima</b>					<b>9.464,34</b>
<b>Mano de Obra Directa</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sueldo</b>	<b>Costo HH</b>	<b>Horas Totales</b>	<b>Costo Total</b>
Mezcladores	1	850,00	4,087	16	65,38
Laminadores	1	950,00	4,567	16	73,08
Termoformadores	8	Destajo	0,024	21002	504,05
Prensadores	3	950,00	4,567	16	219,23
Embolsadores	3	750,00	3,606	16	173,08
Molineros	2	850,00	4,087	16	130,77
<b>Costo de Mano de Obra Directa</b>					<b>1.165,59</b>
<b>Costos Indirectos de Fabricación</b>					<b>Costo Total</b>
Alquiler de Edificio					107,69
Depreciación de Máquinas					71,47
Mano de Obra Indirecta					326,92
Electricidad					508,22
Mantenimiento de Máquinas y Equipos					145,66
Vigilancia					92,31
Transporte					535,50
<b>Total Costos Indirectos de Fabricación</b>					<b>1.787,77</b>
<b>Gastos Administrativos</b>					<b>Gasto total</b>
Remuneraciones del Personal Administrativo					900,00
Consultorías					50,00
Gastos varios de oficina y otros					550,00
<b>Total Gastos Administrativos</b>					<b>1.500,00</b>
<b>Gastos de Ventas</b>					<b>Gasto total</b>
Publicidad					102,00
Sueldo de vendedores.					69,23
Comisión de vendedores (3% de la venta)					462,67
<b>Total Gastos de Ventas</b>					<b>633,90</b>
<b>Recuperación del Material "Merma"</b>					<b>Ahorro total</b>
Merma Resultante del Proceso "Kg."	1011,35	Eficacia	98%	991,12	2.973,37
<b>Costo Total "Sl."</b>					<b>11.578,23</b>
<b>Costo Unitario (Costo Total / Producción, " Sl. / Mill ")</b>					<b>27,0267</b>

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

#### **4.2.2. Análisis de Ingresos**

Teniendo en cuenta que el precio de venta de un millar de platos descartables N°15 es de S/. 36.00, que incluye el 18% de Impuesto General a las Ventas (IGV), podemos indicar que su precio base, descontando el IGV es de S/. 30.51.

En el escenario del Layout original, el costo de producción por un millar del plato N° 15 era de S/. 28.0544 y su utilidad por cada millar producido y vendido era de S/. 2.4541. Además se ha considerado que la planta trabaja a toda capacidad obteniendo 352.5 millares en los dos turnos o 14.5 horas productivas por lo que la utilidad diaria era de S/. 865.06.

En el escenario con Layout mejorado el costo de producción por un millar del plato N° 15 es S/.27.0267 y su utilidad por cada millar producido y vendido es de S/. 3.4818. Además se ha considerado que la planta trabaja a toda capacidad obteniendo 428.4 Millares en los dos turnos o 14.00 horas productivas, (se implementó 0.5 horas en charlas de seguridad industrial y seguimiento en los dos turnos), por lo que la utilidad diaria es de S/. 1491.60.

Dichos resultados los podemos observar en el cuadro N°22, donde se muestra el beneficio mensual obtenido, que es S/. 16,289.96.

**Cuadro N°22. Beneficio del Layout Mejorado**

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>LAYOUT ORIGINAL</b>	<b>LAYOUT MEJORADO</b>
Producción (Millares de Platos)	352,5	428,4
Precio de Venta+IGV	S/. 36,00	S/. 36,00
Precio de Venta	S/. 30,51	S/. 30,51
Costo Unitario	S/. 28,0544	S/. 27,0267
Utilidad x Millar	S/. 2,4541	S/. 3,4818
Venta Diaria+IGV	S/. 12.690,00	S/. 15.422,40
Venta Diaria	S/. 10.754,24	S/. 13.069,83
Utilidad Diaria	S/. 865,06	S/. 1.491,60
Porcentaje de Utilidad	8,04%	11,41%
Utilidad Mensual	S/. 22.491,55	S/. 38.781,52
<b>Beneficio Mensual (Utilidad adicional)</b>	<b>S/.</b>	<b>16.289,96</b>

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

**Cuadro N°23. Flujo de Caja Mensual (Moneda "S/."') de Inversiones Kemver S.A.C.**

DESCRIPCIÓN	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
INVERSIÓN (COSTO)												
BENEFICIO (UTILIDAD ADICIONAL)	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96
FLUJO MENSUAL	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96	16.289,96
FLUJO ACUMULADO	-39.040,04	-22.750,07	- 6.460,11	<b>9.829,85</b>	26.119,81	42.409,78	58.699,74	74.989,70	91.279,66	107.569,63	123.859,59	140.149,55

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.  
Elaboración: Propia

## Cuadro 24. Indicadores Financieros

INDICADORES FINANCIEROS	
TIR MENSUAL	27,91%
VAN	S/. 127.399,51
BENEFICIO TOTAL	S/. 182.729,51
BENEFICIO / COSTO	330,25%
PERIODO DE RECUPERACIÓN	4 MESES

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

### 4.2.3. Productividad.

Se usó dos indicadores de productividad, el indicador de productividad del proceso productivo y el indicador de productividad de mano de obra.

#### 4.2.3.1. Indicador de productividad del Proceso IPP

- El índice de Productividad del Proceso en el Layout Original "IPP<sub>O</sub>".  
Tomando en cuenta el costeo de un lote de producción de 352.5 Millares del plato N°15, en el Layout original (cuadro N°18), obtenemos el siguiente índice:

$$IPP_O = 352.5/9889.18 = 0.0356$$

- El índice de Productividad del Proceso en el Layout Mejorado "IPP<sub>M</sub>".

Tomando en cuenta el costeo de un lote de producción de 428.4 Millares del plato N°15, en el Layout mejorado (cuadro N°21), obtenemos el siguiente índice:

$$IPP_M = 428.4/11578.23 = 0.0370$$

- Comparativo de índices de productividad del Proceso en el layout original con el layout mejorado.

Comparando los índices de productividad del proceso vemos:

$$\text{Porcentaje de variación (IPP): } (0.0370-0.0356)/0.0356 = 3.80\%$$

#### **4.2.3.2. Indicador de productividad de mano de obra IPMO**

- El índice de Productividad de Mano de Obra en el Layout Original "IPMO<sub>O</sub>".

Tomando en cuenta el costo de mano de obra directa, resultado del costeo de un lote de producción de 352.5 Millares del plato N°15, en el Layout original (cuadro N°18), obtenemos el siguiente índice:

$$IPMO_O = 352.5/1149.36. = 0.3067$$

- El índice de Productividad de Mano de Obra en el Layout Mejorado "IPMO<sub>M</sub>".

Tomando en cuenta el costo de mano de obra directa, resultado del costeo de un lote de producción de 428.4 Millares del plato N°15, en el Layout mejorado (cuadro N°21), obtenemos el siguiente índice:

$$IPMO_M = 428.4/1165.59 = 0.3675$$

- Comparativo de índices de productividad de mano de obra en el layout original con el layout mejorado.

Comparando los índices de productividad de mano de obra vemos:

$$\text{Porcentaje de variación (IPMO): } (0.3675-0.3067)/0.3067 = 19.87\%$$

### **4.3. RESULTADOS DE LA SOLUCIÓN PLANTEADA**

En la solución planteada se propuso mejorar la distribución de planta. De esto se obtuvo lo siguiente:

#### **4.3.1. Resultados Cualitativos**

- ✓ Un layout ordenado.
- ✓ Un flujo productivo libre de obstáculos.
- ✓ Cumple con los requisitos mínimos de seguridad industrial.
- ✓ Se eliminaron tres cruces en los desplazamientos de procesos (Laminado-Termoformado, Termoformado-Prensado, Molienda-Prensado).
- ✓ Se optimizó el espacio, respetando las dimensiones del método de Guerchet, para un mejor desplazamiento.
- ✓ Se ubicó correctamente los almacenes transitorios, para reducir los desplazamientos y transporte de materiales.
- ✓ Se implementó las charlas de seguridad industrial con el objetivo de confraternizar al personal y motivarlo, trabajando con seguridad.
- ✓ Se incorporó dos coordinadores de producción para un mejor control de la producción y mantener la mejora continua.
- ✓ La imagen de la empresa ha mejorado gracias al cumplimiento de los pedidos.

### 4.3.2. Resultados Cuantitativos

- ✓ El aumento del volumen de producción en un día de trabajo (dos turnos de 8 horas cada uno) es de 75.9 millares del Plato N°15, este aumento, equivale al 21.53%, de 352.5 millares (layout original) a 428.4 millares (layout mejorado).
- ✓ Reducción del costo de producción de un millar fabricado del producto Plato N°15, en S/. 1.0277 que equivale al 3.66%; de S/. 28.0544 (layout original) a S/. 27.0267 (layout mejorado).
- ✓ La utilidad por un millar fabricado del plato N°15, aumentó en S/. 1.0277 que equivale al 41.88%; de S/. 2.4541 (layout original) a S/. 3.4818 (layout mejorado).
- ✓ La utilidad total diaria, por la venta de un lote de producción (dos turnos de trabajo), aumentó en S/. 626.54 que equivale al 72.43%; de S/. 865.06 (layout original) a S/. 1491.60 (layout mejorado).
- ✓ La utilidad total por la venta mensual (26 días de trabajo con 2 turnos cada uno), aumentó en S/. 16,289.96 equivale al 72.43%; de S/. 22,491.55 (layout original) a S/. 38,781.52 (layout mejorado).
- ✓ El porcentaje de utilidad diaria del producto plato N° 15 aumentó en 3.37%; de 8.04% (layout original) a 11.41% (layout mejorado).
- ✓ Aumentó el índice de productividad del proceso total, en 0.0014 que equivale a 3.80%; de  $IPP_O = 0.0356$  a  $IPP_M = 0.0370$ .
- ✓ Aumentó el índice de productividad de mano de obra en 0.0608 que equivale a 19.87%, del  $IPMO_O = 0.3067$  a  $IPMO_M = 0.3675$ .

## CONCLUSIONES

- En el análisis interno de la empresa se han encontrado una serie de debilidades entre las cuales podemos resaltar, las demoras durante procesos, la mala distribución de planta y la falta de atención oportuna a los clientes.
- Se tomaron las bases teóricas sobre Productividad, Diagrama de Ishikawa, Estudio de Métodos, Diagrama de Operaciones del Proceso, Diagrama de Actividades del Proceso, Diagrama de Recorrido, Medición del Trabajo, Distribución de Planta, Distribución de Detalle, Cálculo de Requerimiento del Área y Distribución General.
- Al aplicar las bases teóricas en la realidad de la empresa identificamos el problema principal, “la atención no oportuna a los clientes”, y se tomó la decisión hacer una redistribución de planta como la mejor alternativa de solución viable para la empresa.
- La solución propuesta es aceptable puesto que el TIR mensual es 27.91% con un VAN de S/. 127,399.51, la inversión se recupera en cuatro meses.
- El aumento de la capacidad de producción en 21.53% en dos turnos completos, logra una mejora en la atención oportuna a los clientes.

## RECOMENDACIONES

- La empresa no debe descuidar el análisis interno y externo para continuar con las mejoras para la organización.
- Es necesario ampliar los conceptos, teorías, experiencias y otras investigaciones referentes al rubro y procesos de la empresa, también asistir a conferencias y exposiciones de la industria del plástico como “Expo Plast Perú” (Feria internacional de la Industria del Plástico) realizada una vez cada dos años en el Centro de Exposiciones del Jockey Plaza.
- Las mejoras realizadas son un punto de partida, a medida que se desarrollen las actividades en el proceso productivo se podrán mejorar otros problemas.
- Es de gran utilidad usar formatos y registros de control de productos en proceso y terminados, que permitan analizar los índices de productividad, eficiencia, velocidad de producción, etc., a fin de lograr retroalimentación, conforme se vean los cambios de la empresa.

## BIBLIOGRAFÍA

✓ Autor: Córdova Aguirre, Luis Jesús.

Título: Aplicación del Balanced Scorecard Como Metodología de Gestión en la Empresa de Fabricación de Envases Termoformados de Plástico TECNIPACK S.A.C.

Tesis Maestro en Ciencias, Lima Perú 2004.

✓ Autor: Gamarra Carmona, Guido Bernan.

Título: Estudio de Métodos y Tiempos, Redistribución de Planta y Cálculo del Requerimiento Futuro de Áreas en el Laboratorio SYDNEY ROSS S.A.

Tesis de Bachiller, Lima Perú 1975.

✓ Autor: Harmon Paul

Título: Business Process Change

Editorial Morgan Kaufmann, Segunda Edición.

✓ Autor: Huarez Cedano, Magaly

Título: "Análisis de Rentabilidad del Canal de Venta Mayorista de una Empresa Estatal del Sector Hidrocarburos para el Mejor uso de las Políticas Comerciales"

Informe de Suficiencia, Lima – Perú 2013.

✓ Autor: Jó Pérez, Juan Manuel; Barrenechea Obregón Juan Pablo

Título: Mejora de Procesos y Redistribución del Almacén de Avíos de una Empresa de Confecciones.

Tesis de Grado, Lima – Perú 2009

✓ Autor: Kanawaty, George.

Título: Introducción al Estudio del Trabajo.

Editorial Oficina de Publicaciones de la OIT, 1998 - Suiza, 4ta Edición.

✓ Autor: Noriega A. María Teresa y Díaz G. Bertha Haydeé

Título: Técnicas para el Estudio del Trabajo.

Editorial Oficina de Publicaciones de la OIT, 1998 - Segunda Edición, 1998, Lima-Perú.

✓ Autor: Rey Sacristán, Francisco

Título: En busca de la Eficacia del Sistema de Producción.

Editorial Fundación Confemetal, España 2003.

✓ Autor: Sánchez Rafael, Oscar Abelardo.

Título: Optimización del Sistema de Productivo de una Empresa de Plásticos.

Tesis Ingeniería Industrial, Lima Perú 2001.

✓ Autor: Valencia Napán, Adolfo

Título: Curso Diseño y Disposición de Planta

Material Didáctico, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Industrial y de Sistemas, especialidad Ingeniería Industrial, versión 2013.

✓ Autor: Velázquez Fernández, Angel; Rey Córdova, Nérida

Título: Metodología de la investigación científica.

Lima Perú 1999.

## ANEXOS

### ANEXO 01

Las cantidades que se vendieron durante el año 2011 en el mercado nacional por la empresa inversiones Kemver S.A.C. fueron.

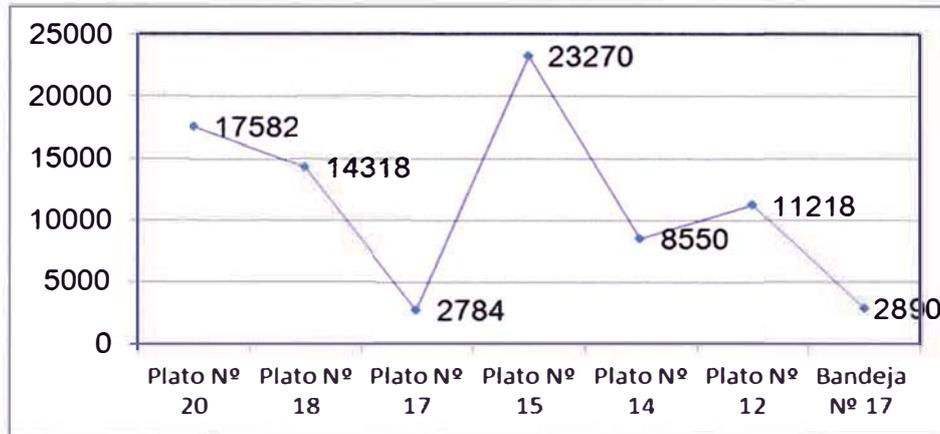
**Cuadro N°25. Volumen de Ventas de Inversiones Kemver S.A.C. en el Año 2011**

<b>Productos</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Millares</b>	<b>Unidades</b>
Plato N° 20	21,8%	17582	17582000
Plato N° 18	17,8%	14318	14318000
Plato N° 17	3,5%	2784	2784000
Plato N° 15	28,9%	23270	23270000
Plato N° 14	10,6%	8550	8550000
Plato N° 12	13,9%	11218	11218000
Bandeja N° 17	3,6%	2890	2890000
		80612	80612000

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Inversiones Kemver S.A.C.

**Gráfico N°03. Venta de Productos Terminados de Inversiones Kemver S.A.C. en el Año 2011 (Expresado en Millares)**



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Inversiones Kemver S.A.C.

## ANEXO 02

Dimensiones de máquinas de producción y almacenes de la empresa  
Inversiones Kemver S.A.C.,

Donde:

h, Representa la altura.

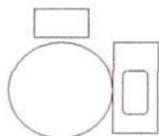
l: Representa el largo.

a: Representa el ancho.

n: Representa el número de lados disponibles para operarios.

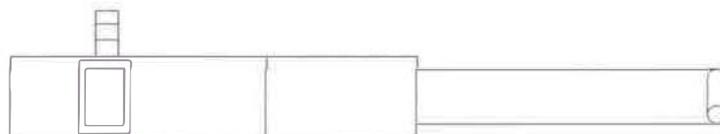
### 1. Mezclado

h :	1,7
l :	1,5
a :	1,2
n :	1



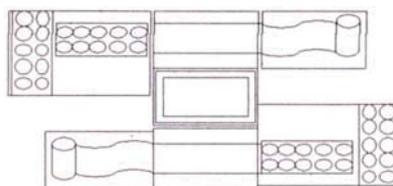
### 2. Laminado

h :	2,1
l :	14
a :	1,3
n :	2



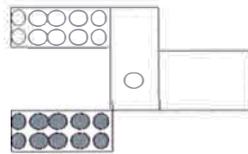
### 3. Termoformado

h :	2,2
l :	5,5
a :	3,0
n :	4



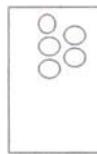
#### 4. Prensado

h :	2,2
l :	2,9
a :	2,4
n :	4



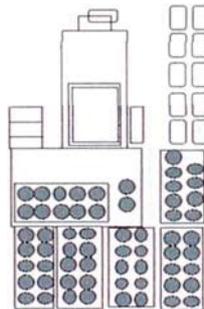
#### 5. Embolsado

l :	2,0
a :	1,0
n :	4

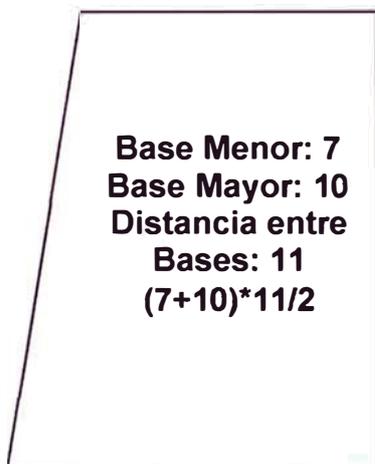


#### 6. Molienda

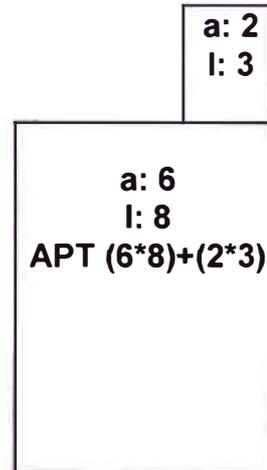
h :	2,1
l :	3,0
a :	5,0
n :	1



#### 7. Almacén de Materia Prima



**8. Almacén de Producto Terminado**



**9. Almacén Transitorio de Material Mezclado**

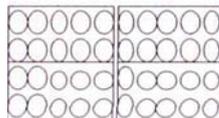
h :	0,8
l :	2,3
a :	2,0
n :	1

**10. Almacén Transitorio de Bobinas**

h :	1,4
l :	3,0
a :	1,5
n :	4

**11. Almacén Transitorio de Planchas Termoformadas**

l :	2,6
a :	1,4
n :	4



## 12. Almacén Transitorio de Producto Terminado

h :	1,0
l :	1,5
a :	0,9
n :	4



**Cuadro N°26. Áreas Correspondientes a Secciones o Actividades**

Número	Actividades	Símbolos	Área m <sup>2</sup>	Doble Área m <sup>2</sup>
1	Mezclado	①	1,80	3,60
2	Laminado	②	36,40	72,80
3	Termoformado	③	66,00	132,00
4	Prensado	④	27,84	55,68
5	Embolsado	⑤	8,00	16,00
6	Molienda	⑥	15,00	30,00
7	Almacén de Materia Prima	▽7	93,50	187,00
8	Almacén de Producto Terminado	▽8	54,00	108,00
9	Almacén Transitorio de Material Mezclado	▽9	4,60	9,20
10	Almacén Transitorio de Bobinas	▽10	18,00	36,00
11	Almacén Transitorio de Planchas Termoformadas	▽11	14,56	29,12
12	Almacén Transitorio de Producto Terminado	▽12	5,40	10,80
			<b>345,10</b>	<b>690,20</b>

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

## ANEXO 03

Proceso de molienda, considerando que se procesa la merma, para obtener una tonelada de Scrap, en una condición original y después con la mejora.

**Esquema N°32. DAP Molienda Original**

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➡	◐	◑	▽	OBSERVACIONES
1	Inspeccionar la máquina.	4,00				x		Set-Up
2	Inspeccionar los equipos de protección personal a utilizar.	3,00				x		Set-Up
3	Solicitar al almacén de materiales para empacar el scrap.	5,00	x					Set-Up
4	Posicionarse en su puesto de trabajo y coordinar con prensistas.	2,00	x					Set-Up
5	Inspeccionar el material previamente antes de la molienda.	80,00				x		Set-Up
6	Colocar al molino a velocidad constante de forma homogénea.	160,00	x					
7	Colocar en costales el scrap obtenido durante la molienda.	50,00	x					
8	Pesar y armar el scrap en cantidades estándar "20Kg."	62,50					x	
9	Almacenamiento temporal del material molido "Scrap"	12,50	x					
10	Registrar en el formato de control de producción salida.	10,00					x	
11	Traslado y entrega al encargado de almacén de materiales.	37,50		x				
12	Ordenar las mermas que se quedaron sin procesar.	10,00	x					
13	Orden y limpieza al final de turno de trabajo.	20,00	x					
		456,50						

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

### Esquema N°33. DAP Molienda Mejorado

Nº	PASOS	TIEMPO (MINUTOS)	○	➡	◐	◻	▽	OBSERVACIONES
1	Inspeccionar la máquina.	4,00				x		Set-Up
2	Inspeccionar los equipos de protección personal a utilizar.	3,00				x		Set-Up
3	Solicitar al almacén de materiales para empacar el scrap.	5,00	x					Set-Up
4	Posicionarse en su puesto de trabajo y coordinar con prensistas.	2,00	x					Set-Up
5	Inspeccionar el material previamente antes de la molienda.	80,00				x		Set-Up
6	Colocar al molino a velocidad constante de forma homogénea.	160,00	x					
7	Colocar en costales el scrap obtenido durante la molienda.	50,00	x					
8	Pesar y amarrar el scrap en cantidades estandar "20Kg."	50,00					x	
9	Almacenamiento temporal del material molido "Scrap"	12,50						
10	Registrar en el formato de control de producción salida.	10,00				x		
11	Traslado y entrega al encargado de almacén de materiales.	12,50		x				
12	Ordenar las mermas que se quedaron sin procesar.	10,00	x					
13	Orden y limpieza al final de turno de trabajo.	20,00	x					
		419,00						

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

El proceso de molienda es uno de los procesos de recuperación de material, lo que se traduce en un ahorro importante para disminuir el costo de producción en los productos terminados.

## ANEXO 04

Rendimiento de material para los productos terminados, el informe de suficiencia realiza un análisis del producto estrella “Plato N° 15” puesto que es el más vendido, pero se pone de conocimiento que los demás productos también generan un porcentaje útil y otro de merma.

**Cuadro N°27. Rendimiento del Material Resultante del Producto Terminado**

<b>Producto</b>	<b>% Útil</b>	<b>% Merma</b>
Plato N° 12	55,81%	44,19%
Plato N° 14	57,37%	42,63%
Plato N° 15	54,81%	45,19%
Plato N° 17	53,96%	46,04%
Plato N° 18	53,11%	46,89%
Plato N° 20	54,75%	45,25%
Bandeja 17	59,37%	40,63%

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

Considerando que la mezcla de los materiales contiene material virgen (Poliestireno de Alto Impacto) y material Scrap (reciclado del proceso productivo), ambas cantidades llegan a un equilibrio que se conserva por aproximadamente 100 ciclos y/o cuando exista fallas en la calidad del producto cuando se tiene que reducir la cantidad de material reciclado en la mezcla.

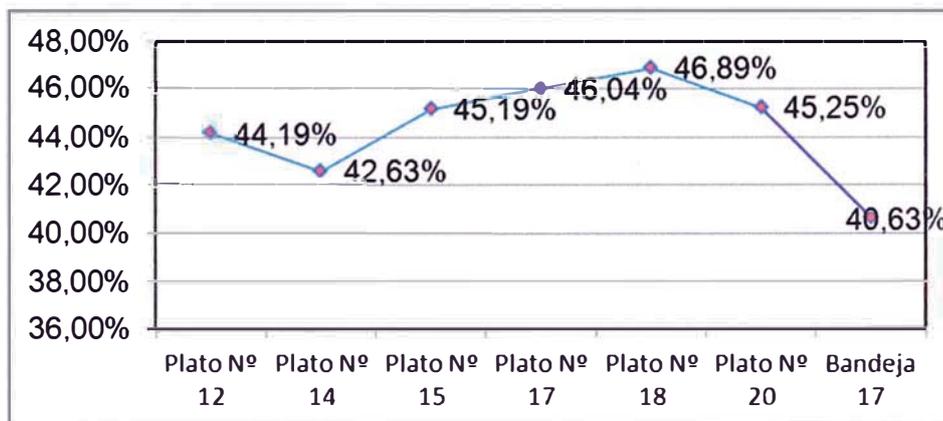
**Cuadro N°28. Proporción de Materiales en la Mezcla**

Material Directo	Proporción de Mezcla "Kg."	Porcentaje
Poliestireno de Alto Impacto Natural	25,00	51,87%
Poliestireno de Alto Impacto Cristal	0,50	1,04%
Master Batch Blanco	0,07	0,15%
Estearato de Zinc	0,03	0,06%
Scrap	20,00	41,49%
Poliestireno de Colores Varios	2,60	5,39%
Total	48,20	100,00%

Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

**Gráfico N°04. Porcentaje de Merma por Productos Terminados**



Fuente: Inversiones Kemver S.A.C.

Elaboración: Propia

Teniendo en cuenta las mermas se encuentran en un rango del 40% al 47%, y a su casi coinciden con la proporción que se utiliza en la mezcla para la elaboración de los productos.