

**EVALUACION SOBRE LA MEJOR ALTERNATIVA DE DISTRIBUCION DE  
PLANTA DE PRODUCCION DE ALIMENTOS PARA EL FUTURO PLAN DE  
CRECIMIENTO A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL DE QUALA S.A.**

**Autor**

**FREDY HERNANDEZ SANCHEZ**



**Universidad  
de La Sabana**  
INSTITUTO DE POSTGRADOS

**UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
INSTITUTO DE POSTGRADOS FORUM  
FACULTAD DE INGENIERIA  
PROGRAMA DE GERENCIA LOGISTICA  
MARZO 2010**

## TABLA DE CONTENIDO

	Pag.
<i>Lista de tablas</i> .....	5
<i>Lista de graficas</i> .....	6
<i>Lista de figuras</i> .....	7
<i>Glosario</i> .....	8
<i>Dedicatoria</i> .....	9
<i>Agradecimiento</i> .....	10
<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>11</b>
<b>1 PROBLEMA DE INVESTIGACION</b> .....	<b>12</b>
<i>1.1 Descripción del problema</i> .....	<i>12</i>
<i>1.2 Formulación del problema</i> .....	<i>13</i>
<i>1.3 Justificación y delimitación del problema</i> .....	<i>14</i>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
<i>2.1 Objetivo general</i> .....	<i>15</i>
<i>2.2 Objetivos específicos</i> .....	<i>15</i>
<b>3 MARCOS DE REFERENCIA DEL PROYECTO</b> .....	<b>16</b>
<i>3.1 Marco teórico</i> .....	<i>16</i>
<i>3.1.1 Definición de concepto de distribución de planta</i> .....	<i>16</i>
<i>3.1.2 Factores para una distribución de planta</i> .....	<i>17</i>
<i>3.1.3 Tipos de distribución</i> .....	<i>17</i>
<i>3.1.3.1 Distribución por producto</i> .....	<i>17</i>
<i>3.1.3.2 Distribución por proceso</i> .....	<i>18</i>
<i>3.1.3.3 Distribución por grupo o célula de fabricación</i> .....	<i>19</i>
<i>3.1.3.4 Distribución por posición fija</i> .....	<i>19</i>
<i>3.1.3.5 Resumen tipos de distribución</i> .....	<i>20</i>
<i>3.2 Marco Conceptual</i> .....	<i>20</i>

<b>4</b>	<b>METODOLOGIA DE INVESTIGACION.....</b>	<b>21</b>
4.1	<i>Diseño de investigación.....</i>	<i>21</i>
4.2	<i>Propuesta de metodología.....</i>	<i>21</i>
4.3	<i>Hipótesis.....</i>	<i>22</i>
4.3.1	Hipótesis de planta en 2 niveles.....	22
4.3.2	Hipótesis de planta en 3 niveles.....	22
4.4	<i>Condiciones del mercado en Brasil y creación del negocio.....</i>	<i>23</i>
4.4.1	Características del negocio.....	23
4.4.2	Ubicación geográfica.....	23
4.4.3	Justificación de tercer izar la producción y la distribución.....	24
4.4.4	Mercado objetivo.....	24
<b>5</b>	<b>PROCEDIMIENTO.....</b>	<b>27</b>
5.1	<i>Análisis del proceso de fabricación de caldos.....</i>	<i>27</i>
5.1.1	Descripción del proceso productivo.....	27
5.1.2	Comparación entre áreas por planta.....	29
5.1.3	Comparativo entre áreas por procesos.....	30
5.1.4	Flujo de materiales y costos optimo de distribución.....	30
5.1.4.1	Análisis de flujo para planta en 2 niveles.....	30
5.1.4.2	Análisis de flujo para planta en 3 niveles.....	33
5.1.5	Comparación de inversiones en obras civiles.....	35
5.1.6	Comparación entre costos de operación.....	36
5.1.7	Comparación de flujo de materiales.....	37
5.1.8	Flujo de proceso de fabricación caldos de gallina y costilla en planta de 2 niveles.....	38
5.1.9	Flujo de proceso de fabricación caldos de gallina y costilla en planta de 3 niveles.....	39

<b>6</b>	<b>ANALISIS Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
6.1	<i>Áreas.....</i>	<i>40</i>
6.2	<i>Flujo de materiales.....</i>	<i>40</i>
6.3	<i>Costos de inversión.....</i>	<i>40</i>
6.4	<i>Costos de operación.....</i>	<i>41</i>
6.4.1	Cif.....	41
6.4.2	Mano de obra.....	41
6.4.3	Materia prima.....	41
6.5	<i>Calidad.....</i>	<i>42</i>
6.6	<i>Seguridad.....</i>	<i>42</i>
6.7	<i>Distribución de planta propuesta en 3 niveles.....</i>	<i>42</i>
6.7.1	Primer nivel: almacenamiento de materias primas.....	43
6.7.2	Segundo nivel: Mezclas, deshidratación harinas, prensado y empaque.....	44
6.7.3	Tercer nivel: Deshidratación carnes, molienda y enfriamiento.....	45
<b>7</b>	<b>ANALISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE FABRICACION DE BON ICE.....</b>	<b>46</b>
7.1	<i>Descripción del proceso productivo Bon Ice.....</i>	<i>46</i>
7.2	<i>Comparación entre áreas por planta.....</i>	<i>48</i>
7.3	<i>Comparación de distancias recorridas.....</i>	<i>49</i>
7.4	<i>Flujos de materiales y costo optimo de distribución.....</i>	<i>50</i>
7.4.1	Análisis del flujo para planta en 2 niveles.....	51
7.4.2	Análisis del flujo para planta en 3 niveles.....	52
7.5	<i>Comparación de inversiones en obras civiles. (Cifras en millones)...</i>	<i>54</i>
7.6	<i>Flujo de materiales en planta de 3 niveles.....</i>	<i>55</i>
7.7	<i>Flujo de materiales en planta de 2 niveles.....</i>	<i>56</i>
<b>8</b>	<b>ANALISIS Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>59</b>
8.1	<i>Distribución de planta propuesta en 2 niveles.....</i>	<i>60</i>
8.2	<i>Distribución de planta propuesta en 3 niveles.....</i>	<i>62</i>
	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>66</b>

## LISTA DE TABLAS

	Pag.
TABLA 1. Resumen tipos de distribución.....	20
TABLA 2. Comparación de áreas entre plantas proceso caldos.....	29
TABLA 3. Comparativo entre áreas por proceso.....	30
TABLA 4. Análisis de flujo para la planta en 2 niveles.....	30
TABLA 5. Costo por día por flujo entre procesos planta en 2 niveles...	32
TABLA 6. Análisis de flujo para planta en 3 niveles.....	33
TABLA 7. Costo por día por flujo entre procesos planta en 3 niveles...	37
TABLA 8. Comparación de inversiones en obras civiles .....	38
(cifras en millones).	
TABLA 9. Comparación entre costos de operación.....	39
TABLA 10. Comparación de flujo de materiales.....	40
TABLA 11. Comparativo entre áreas alternativas plantas Bon ice.....	48
TABLA 12. Comparación de distancias recorridas.....	49
TABLA 13. Análisis del flujo para planta en 2 niveles.....	50
TABLA 14. Costo por día por flujo entre procesos planta en 2 niveles.	52
TABLA 15. Análisis del flujo para planta en 3 niveles.....	53
TABLA 16. Costo por día por flujo entre procesos planta en 3 niveles	53
TABLA 17. Comparación de inversiones en obras civiles.....	54
(Cifras en millones)	

## LISTA DE GRAFICAS

	Pag.
<b>GRAFICA 1. Flujo de materiales para planta en 2 niveles proceso caldos.</b>	<b>31</b>
<b>GRAFICA 2. Flujo de materiales para planta en 3 niveles proceso caldos.</b>	<b>33</b>
<b>GRAFICA 3. Flujo de materiales para planta en 2 niveles proceso Bon Ice.</b>	<b>50</b>
<b>GRAFICA 4. Flujo de materiales para planta en 3 niveles proceso Bon Ice.</b>	<b>52</b>

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pag.</b>
FIGURA 1. Distribución por producto.....	17
FIGURA 2. Estado De Sao Pablo. Quala Brasil.....	24
FIGURA 3. Proceso de fabricación caldos.....	28
FIGURA 4. Áreas por tipo de plantas.....	29
FIGURA 5. Dimensiones de planta en 2 niveles y ubicación de proceso de..... fabricación caldos.	31
FIGURA 6. Dimensiones de planta en 3 niveles y ubicación de proceso de..... fabricación caldos.	33
FIGURA 7. Flujo de proceso de fabricación de caldos en planta de 2 niveles.....	38
FIGURA 8. Flujo de proceso de fabricación de caldos en planta de 3 niveles.....	39
FIGURA 9. Distribución de planta propuesta en 3 niveles, nivel 1.....	43
FIGURA 10. Distribución de planta propuesta en 3 niveles, nivel 2.....	44
FIGURA 11. Distribución de planta propuesta en 3 niveles, nivel 3.....	45
FIGURA 12. Proceso de fabricación de Bon Ice.....	47
FIGURA 13. Áreas por tipo de plantas.....	48
FIGURA 14. Dimensiones de planta en 2 niveles y ubicación de proceso de..... fabricación Bon Ice.	51
FIGURA 15. Dimensiones de planta en 3 niveles y ubicación de proceso de..... fabricación Bon Ice.	53
FIGURA 16. Flujo de proceso de fabricación de Bon Ice en planta de 2 niveles.....	55
FIGURA 17. Flujo de proceso de fabricación de Bon Ice en planta de 3 niveles.....	56
FIGURA 18. Distribución de planta propuesta en 2 niveles, nivel 1.....	58
FIGURA 19. Distribución de planta propuesta en 2 niveles, nivel 2.....	60

## **GLOSARIO**

**CALDOS:** producto fabricado a base de harina y sal, se utiliza para condimentar y también para preparación de sopas.

**BON ICE:** marca definida para comercializar el jugo de fruta listo para congelar.

**EMPAQUE PRIMARIO:** Empaque del producto en la unidad de venta.

**EMPAQUE SECUNDARIO:** Empaque del producto en cajas.

## DEDICATORIA

*“Agradezco a Dios por el amor y su misericordia que me dan la confianza y la felicidad para vivir.*

*A mi hermosa esposa Laura por su apoyo y especial cariño.*

*A mi hijita Isabella porque fueron muchas noches en que ella estuvo conmigo acompañándome en este gran esfuerzo.*

*A mis padres, Guillermo y Marina por su amor, comprensión y paciencia.*

*A mis hermanos, por sus ánimos.*

*A mis amigos, por sus sueños.”*

*Fredy Hernández*

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad de la Sabana, por su receptividad y apoyo a la investigación científica desde el concepto de la aplicación del conocimiento adquirido en la industria, factor que nos permite una mejor integralidad en la formación académica.

Agradezco al grupo de docentes que mostraron a través de la especialización toda su experiencia en la aplicación del conocimiento a la industria en especial en el área logística y de producción.

Agradezco también todo el apoyo recibido de Quala s.a. por permitirme realizar la investigación y aportar al desarrollo y mejora de sus procesos, a mis jefes que me apoyaron con sus conocimiento y recomendaciones y a todo el personal operativo de las plantas en donde estuve trabajando para hacer esta investigación.

## INTRODUCCION

En el ámbito del desarrollo tecnológico de las planta de producción de alimentos de Quala, se ha considerado como factor fundamental el diseño y desarrollo del de la distribución de planta y las instalaciones físicas. En el actual momento la compañía pasa por un periodo de crecimiento en las 5 filiales que tiene: México, República Dominicana, Colombia, Ecuador, Venezuela y Brasil, y este tema toma cada vez especial interés.

Durante el desarrollo y construcción de las plantas en México, República Dominicana y Ecuador se han analizado a profundidad los factores que inciden en una óptima distribución de planta: integración, utilización, versatilidad, flexibilidad, proximidad y orden y satisfacción y seguridad. La combinación e integración de dichos factores al conjunto de la distribución de planta permiten tener un mejor criterio de optimización y mejor funcionalidad de los procesos.

En las plantas que operan actualmente en Quala Colombia, la distribución de planta que se ha definido para algunos procesos es una combinación entre plantas con distribución vertical (en 3 niveles) y otras con distribución horizontal (en 2 niveles), es decir que en cada una se han hecho combinaciones de los factores determinantes de una mejor distribución con criterios independientes y según las características del proceso y de ubicación geográfica en cada país.

Para los próximos 3 años será muy importante dar cumplimiento a la visión que tiene la compañía: crecer en un 70% en las marcas existentes y en crear y desarrollar 2 nuevas categorías en los mercados nacionales e internacionales, para esto es claro tener en cuenta que será importante el papel que juegue el diseño y construcción de las nuevas plantas proyectadas: Tocancipa-Colombia y Sao Pablo-Brasil y que su contribución estén acorde con las expectativas de crecimiento para Compañía.

## **1. PROBLEMA DE INVESTIGACION.**

### **1.1. Descripción del problema.**

En los últimos 5 años de crecimiento de Quala se ha realizado el diseño y construcción de 4 plantas de producción en 4 países de Latinoamérica. En estos proyectos se han asociados y definido claramente las variables más importantes para una óptima distribución de planta: integración, utilización, versatilidad, flexibilidad, proximidad y orden y satisfacción y seguridad. Se han analizado en cada proyecto la mejor forma de combinar estas variables para establecer la distribución de planta en función del proceso y la ubicación geográfica. La compañía se ha visto enfrentada a problemas en el diseño de planta tales como: espacios reducidos para almacenamiento de materiales, exceso en flujo de materiales, incompleto diseño sanitario y baja posibilidad de expansión. Estos problemas han afectado el desempeño y productividad de los procesos, la funcionalidad de las áreas administrativas y la posibilidad de crecimiento futuro. Esto se presenta dado que cada proyecto tiene su propia autonomía para definir la distribución de planta y de áreas administrativas y argumentar las ventajas, desventajas y porqués de la propuesta antes de presentarla oficialmente a la presidencia.

Los problemas presentados en las primeras plantas construidas despierta el inmenso interés de la compañía de analizar a fondo sobre el tema, teniendo en cuenta la experiencia desarrollada hasta el momento, el conocimiento construido durante 25 años de operación y el desarrollo tecnológico del mundo en cuanto a las mejores prácticas empresariales, de procesos productivos de alimentos y de utilización de espacios.

## **1.2. Formulación del problema.**

En la definición y desarrollo de nuevas plantas de producción se han tenido desaciertos en el diseño de la distribución de planta tales como: espacios reducidos para almacenamiento de materiales, exceso en flujo de materiales, incompleto diseño sanitario y baja posibilidad de expansión. Para el futuro crecimiento y desarrollo de las nuevas plantas de Quala la firme intención es poder homologar las mejores prácticas de distribución integrando las experiencias de las demás plantas construidas de tal forma que los próximos proyectos a construir, tengan un mayor valor agregado y se desarrollen y definan criterios básicos y unificados que permitan un mejor desempeño de los procesos productivos.

### **Preguntas esenciales para formular el problema.**

¿Cuáles son los factores de distribución de planta a analizar que agregan el máximo valor en el diseño de la misma?

¿Que distribución de planta permite el mayor aprovechamiento del espacio, la menor inversión y el mejor desempeño productivo: distribución de planta en 3 niveles o distribución de planta en 2 niveles?

¿Si analizamos los factores de diseño de planta para los procesos de fabricación mas representativos en Quala como son la producción de caldos de costilla y de gallina y la producción de helados Bon ice, que distribución tendría mayor ventaja en 3 niveles o en 2 niveles ?

¿Qué decisión debe tomar la compañía para los futuros proyectos de construcción de plantas según el punto de vista de inversión y de productividad ?

¿De qué forma se aplicaran los criterios básicos definidos en el diseño y ejecución de la distribución de planta definida?

El 90% de las plantas diseñadas en Quala tienen distribuciones con utilización de espacio vertical (en 3 niveles) para aprovechamiento de la gravedad, mientras que el 10% de las plantas han sido construidas utilizando el espacio horizontal (en 2 niveles) especialmente en procesos líquidos. Para los años 2010 y 2011 se tiene el proyecto de construir 10 plantas más en tocancipa (Cundinamarca) y como proyecto de factibilidad expandir operaciones en Brasil con 2 plantas de producción. El cuestionamiento que la compañía se plantea es: ¿qué modelo de distribución de planta será el mejor y de qué manera se aplicaran los criterios básicos definidos en el diseño y construcción de las mismas?

### **1.3. Justificación y delimitación del problema.**

La investigación se soporta en el contexto del desarrollo tecnológico y la experiencia que ha acumulado la compañía durante 25 años en el diseño y montaje de plantas de producción para el procesamiento de alimentos. Durante este tiempo la compañía ha generado un gran conocimiento en el tema y ha encontrado muchas oportunidades de mejora en la definición de conceptos y criterios que permitan tomar decisiones sobre el diseño y ejecución de la distribución de planta óptima buscando siempre beneficio en la menor inversión y en desarrollo de procesos con la más alta productividad.

En estos tiempos de internacionalización de la economía, la competitividad juega papel fundamental para mantenerse y perdurar en el tiempo. Quala especialmente compite en los mercados nacionales e internacionales con compañías multinacionales tan fuertes como Nabisco, Nestle, Noel, Alpina entre otras que han consolidado el conocimiento y la experiencia en el desarrollo de las mejores prácticas de diseño y construcción de sus futuras plantas. Este ha sido un factor diferencial que ha generado muchos beneficios productivos y de rentabilidad para sus marcas ya que desde el inicio de sus procesos han definido muy bien la distribución ideal. Entonces porque no entrar también en el mismo concepto que todas estas compañías han desarrollado y mejorado? El beneficio es muy interesante para Quala y el planear con visión a futuro los factores de éxito en la distribución de planta por procesos representara una gran ventaja competitiva.

## **2. OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivo general.**

Evaluar a través del análisis cualitativo y cuantitativo las variables más importantes para diseñar y ejecutar la distribución de planta y definir los criterios más importantes que permitan decidir que opción debe tomar al compañía entre plantas con distribución vertical (3 niveles) y plantas con distribución horizontal (2 niveles) de tal forma que puedan ser aplicados al desarrollo de las plantas en las nuevas filiales y focalizados a los procesos de producción de mezclas sólidos como caldos de gallina y costilla y el proceso de producción de líquidos como bon ice.

### **2.2. Objetivos específicos.**

- Definir las mejores prácticas de diseño y distribución de planta para los procesos representativos de la compañía: Mezclas solidas y líquidos.
- Hacer una comparación de los costos de inversión para el montaje de una planta en 3 niveles y planta en 2 niveles, en función de los procesos definidos.
- Calcular y hacer comparación de los costos de operación de los procesos definidos en planta de 3 niveles y planta de 2 niveles. Hacer el cálculo del costo de mano de obra especialmente.
- Definir los factores básicos de diseño sanitario de las plantas de producción, desacuerdo a las normas vigentes y las BPM y establecer el compromiso de homologar su ejecución con las plantas que funcionan actualmente.
- Estandarizar los criterios definidos y hacer divulgación de las conclusiones de la investigación a todas las filiales de tal forma que sirva de apoyo al mejoramiento continuo y al desarrollo de nuevos proyectos.

### **3. MARCO DE REFERENCIA DE LA INVESTIGACION.**

#### **3.1. Marco teórico.**

##### **3.1.1. Definición del concepto de distribución de planta.**

Consiste en determinar la posición en cierta porción del espacio, de los diversos elementos que integran el proceso productivo.

Esta ordenación incluye tanto los espacios necesarios para el movimiento de material, almacenamiento, trabajos indirectos y todas las otras actividades o servicios como el equipo de trabajo o el personal de taller.

##### **3.1.2. Factores para una distribución de planta.**

###### **- INTEGRACION**

“Busca la mejor y más eficaz relación que integre los factores que afectan la distribución: espacio, maquinaria, materiales, operarios y las actividades auxiliares”<sup>1</sup>.

###### **- UTILIZACION**

“Este factor busca el efectivo aprovechamiento de maquinaria, personas y espacio de la planta” <sup>2</sup>.

\* Los procesos similares se localizan juntos como por ejemplo todos aquellos que utilizan el descargue por gravedad (mezclas, deshidratados, etc.).

\* La mejor utilización de los recursos por optimización del espacio, tiempos y/o movimientos.

- 
1. CHASE, B. Richard. Administración de producción y operaciones, manufactura y servicios, 8va edición, ed. Mc graw Hill. 2000. P 113.
  2. Ibid

### - VERSATILIDAD

“Facilidad de adaptación a los cambios del diseño del producto, exigencias de venta y mejoras en el proceso” 3.

### - FLEXIBILIDAD

“Facilidad para una nueva ordenación que permite una expansión y/o aumento de la capacidad” 4.

### - PROXIMIDAD Y ORDEN

“Secuencia lógica del flujo de trabajo, distancia mínima recorrida y zonas de trabajo limpias” 5.

### - SATISFACCION Y SEGURIDAD.

“Las áreas determinadas y la distribución de procesos deben ofrecer a los operarios seguridad y comodidad”6.

### 3.1.3. Tipos de distribución.

#### 3.1.3.1. Por producto:

Figura 1.



La línea es orientada según el flujo del proceso de acuerdo a la secuencia de las operaciones, colocando una operación inmediatamente adyacente a la siguiente. La materia prima ingresa por el frente de la línea y sale al final como producto terminado.

- 
3. CHASE, B. Richard. Administración de producción y operaciones, manufactura y servicios, 8va edición, ed. Mc graw Hill. 2000. P 113.
  4. COLLIER A. David y EVANS James R. Dirección de operaciones: servicios de bienes y la cadena de valor, 2da edición, Cengage. 2006
  5. ALDER, Martin Oscar. Producción y operaciones, 1ed, Ediciones Macch. Argentina 2004
  6. Ibid.

### **- Ventajas.**

Reducido tiempo de producción total.

Bajos niveles material en proceso.

Baja inversión en materiales.

Evita costos de almacenamiento, movimiento, obsolescencia y daño.

Mínima manipulación de materiales.

Utilización efectiva de la mano de obra por mayor especialización, facilidad de adiestramiento y mayor facilidad y disponibilidad de la mano de obra.

Mejor control de la producción.

Reduce la congestión y la superficie ocupada por pasillos y almacenamiento.

Efectiva cuando lo justifica un alto volumen de producción de unidades idénticas o bastantes parecidas.

Demanda de producto estable.

### **-Desventajas.**

Requiere mayor inversión.

Son diseñados para un producto específico, los que las hace poco flexible.

El ritmo de producción lo pone la máquina más lenta.

Una avería puede interrumpir todo el proceso.

Tiempos muertos en algunos puestos de trabajo.

### **3.1.3.2. Por procesos:**

“Se basa en que las maquinas deben ser capaces de ejecutar una gran variedad de operaciones productivas sobre una variedad de partes. Los departamentos están compuestos de maquinas con capacidades similares que realizan funciones similares”. 7

---

7. **GAITHER Y FRAZIER.** Administración de Producción y Operaciones — Thomson – 2000

### **-Ventajas.**

La menor utilización de maquinas permite una menor inversión en maquinas.

Flexibilidad para los cambios en los productos y en el volumen de la demanda.  
Alta motivación para los operarios de aumentar su rendimiento.

Es más fácil de mantener la continuidad de la producción en caso de maquinas averiadas, falta de producto y ausentismo de operarios.

### **-Desventajas.**

Presentan mayores tiempos de producción total, mayores tiempos muertos.

Altos niveles de inventarios de producto en proceso y mayores costos de almacenamiento.

Se requiere mano de obra más calificada.

Programación de planta más compleja.

Altos costos de mantenimiento.

### **3.1.3.3. Por grupo o por célula de fabricación.**

“Consiste en una combinación de la distribución orientada al proceso y la distribución orientada al producto. Es un taller organizado en diversos subtalleres cada uno de los cuales puede funcionar con cierta interdependencia”.<sup>8</sup>

### **-Ventajas**

Esta distribución reduce el tiempo de puesta en marcha, de traslado de materiales, inventarios de producto en proceso y tiempos de producción.

### **-Desventajas**

Los productos se clasifican en grupos homogéneos desde el punto de vista del proceso para asignarle una célula de fabricación.

---

8. **GAITHER Y FRAZIER.** Administración de Producción y Operaciones — Thomson — 2000

Es necesaria para ordenar las maquinas de cada célula en un completo flujo estándar donde todas las partes sigan la misma secuencia de las maquinas.

#### **3.1.3.4. Por posición fija.**

“Esta es una distribución donde el material o los componentes principales permanecen en una posición fija y todas las herramientas, hombres y resto de material se llevan a él.

Es usada para grandes productos como barcos, edificios, aviones porque el tamaño del producto hace poco práctico moverlo entre operaciones en el proceso”  
9.

#### **-Ventajas**

Se reduce la manipulación de la unidad principal de montaje y se incrementa la manipulación o transporte de piezas al punto de montaje.

#### **-Desventajas**

Ocupación de gran espacio.

Mantenimiento de las piezas hasta el emplazamiento principal de montaje.

### 3.1.3.5. Tabla 1. Resumen tipos de distribución.

<b>Característica</b>	<b>Por producto</b>	<b>Por proceso</b>	<b>Grupo</b>	<b>Posición fija</b>
<b>Tiempo de prod.</b>	bajo	alto	bajo	medio
<b>Trabajo en proceso.</b>	bajo	alto	bajo	medio
<b>Nivel de habilidad.</b>	A elección	alto	Medio alto	variado
<b>Flexibilidad del producto.</b>	bajo	Alto	Medio alto	Alto
<b>Flexibilidad de la demanda.</b>	medio	Alto	medio	medio
<b>Utilización de la maquinaria.</b>	alto	Medio bajo	Medio alto	medio
<b>Utilización de la mano de obra.</b>	alto	Alto	alto	medio
<b>Costo unitario de prod.</b>	bajo	Alto	bajo	alto

### 3.2. Marco conceptual.

A continuación se definen algunos términos utilizados en el actual estudio:

1. Cultura Quala: se refiere a todo lo que corresponde a la filosofía de trabajo que identifica a sus empleados.
2. Kaizen: terminología japonesa que significa sitio de la planta donde suceden las cosas.
3. Layout: Plano del diseño de áreas y espacios definidos para la distribución de planta.

## **4. METODOLOGIA DE INVESTIGACION.**

### **4.1. Diseño de investigación.**

El tipo de estudio que se realizó se basa en una investigación descriptiva que busca analizar toda la información histórica que ha desarrollado la compañía durante la creación de nuevas instalaciones y una investigación seccional que busca hacer mediciones y recolección de datos de los procesos productivos definidos para el estudio.

### **4.2. Propuesta de metodología.**

La metodología de la investigación está definida de la siguiente forma:

-Definir los procesos productivos representativos de la compañía que se tomarán como procesos a investigar y que servirán para ejecutar las mediciones y toma de datos. Para esto se tendrán en cuenta los procesos que más trayectoria tienen en la compañía y los que también se encuentran operando en las demás filiales del continente. Se definen como procesos para base de estudio: el proceso de producción de cubos de Gallina y costilla y el proceso de producción de los helados Bon Ice.

-Definir y estructurar el equipo de trabajo de la investigación, integrando un grupo de apoyo por profesionales conocedores de los procesos productivos escogidos y que también hagan parte de las demás áreas de apoyo al proceso. Buscar el apoyo en el área de calidad para analizar los conceptos sobre diseño sanitario y normas de BPM necesarias.

-Realizar una investigación descriptiva cuyo propósito será analizar la información que se tiene sobre los criterios para definir una distribución de planta en Quala, información se ha generado a través del conocimiento recogido en 25 años de experiencia y también con la teoría y nuevos avances que se tienen en el tema.

-Como segunda fase tendremos una investigación seccional ya que se pretende recoger mediciones sobre flujo de materiales, costos de operación y costos de inversión tanto para una planta en 2 niveles como para una en 3 niveles y con esta información definir criterios importantes para la toma de decisiones.

### **4.3. Hipótesis.**

#### **4.3.1 Hipótesis de planta en 2 niveles.**

##### **Hipótesis de investigación.**

La distribución de planta en 2 niveles presenta una mejor opción de aprovechamiento del espacio horizontal para procesos de fabricación líquidos como es el caso del Bon Ice. Por ser el Bon Ice un proceso donde el transporte de líquidos y las condiciones de temperatura son tan especiales, se requiere una distribución donde el recorrido de líquidos a través de tubería y empujadas por bombas sea óptima y con bajos costos.

#### **4.3.2. Hipótesis de planta en 3 niveles.**

##### **Hipótesis de investigación.**

La distribución de planta en 3 niveles con dimensiones de 26 mt de frente y 54 mt de fondo, así como 5 mt de altura en el primer nivel y 4 mt en cada nivel superior, presenta una mejor opción de montaje y puesta en funcionamiento de procesos de fabricación de caldo de costilla y de gallina dado que el aprovechamiento de la gravedad es importante por la reducción de costos de transporte, almacenamiento y la inversión final. Los procesos de mezclado y de enfriamiento de la mezcla final son determinantes en la configuración del proceso, por lo cual el aprovechamiento del espacio se convierte en factor determinante de efectividad y eficiencia.

#### **4.4. Condiciones del mercado en Brasil y creación del negocio.**

Desde hace 2 años Quala ha incursionado en el mercado del Brasil como respuesta a una estrategia planteada de crecimiento global del negocio.

Inicialmente se arranca las operaciones con la marca líder Bon Ice, para un mercado objetivo de 30 millones de consumidores en el área metropolitana de distrito de Sao Paulo.

##### **4.4.1. Características del negocio**

Nuestro negocio en Brasil se llama Equiparados Industriales, este esquema de negocio es un esquema en el cual, nuestra compañía realiza todo el proceso de compra de materiales y genera una remesa de materiales para las maquilas, quienes hacen el proceso de fabricación y solo nos cobran por el servicio de industrialización (Mano de Obra, Insumos, Energía eléctrica, Vapor, materiales para Calidad), el producto acabado es facturado a través de una nota fiscal, a la cual ellos le anexan una nota de retorno de industrialización de los materiales utilizados en la fabricación.

##### **4.4.2. Ubicación geográfica**

Quala Alimentos Brasil, está ubicada en Una ciudad cercana a Sao Paulo, llamada Barueri en el barrio Alphaville industrial y actualmente trabajamos con dos fábricas:

1. Laticinio Carolina, ubicada a 380 Km de nuestras oficinas, en Ribeirão Claro norte del estado de Paraná una ciudad pequeña (20000 habitantes aprox), Carolina es un Laticinio que se puede considerar grande, ya que producen un total de 1850 ton al mes de solo sus productos y con una tradición en el mercado de aproximadamente 50 años.
2. Salute Alimentos, Ubicada a 250 km de nuestras oficinas, en Sao Carlos interior del estado de Sao Paulo (200000 habitantes Aprox), es una

empresa más pequeña tanto en infraestructura física como en infraestructura administrativa, factura 600 ton de su producto al mes.

Figura 2. Estado de Sao Pablo. Quala Brasil.



#### **4.4.3. Justificación de tercerizar la producción y la distribución.**

El por qué de nuestro proceso a través de terceros es por la carga fiscal – tributaria que requiere tener plantas propias y por nuestra falta de experiencia en fabricación de productos lácteos en Brasil.

No tenemos centro de distribuciones propias, el producto es transportado de las maquilas a unos operadores logísticos que se encargan de realizar el almacenaje de producto en Cámaras frías a 8° C y realizan la distribución para las reventas.

#### **4.4.4. Mercado objetivo**

Como siempre en este negocio, nuestro mercado objetivo son las clases medias, con una estrategia de venta de nuestro producto en la calle, lo que hace ventas es que recluta posibles reventas (Puntos de distribución del producto), estas son abiertas como empresas independientes, las cuales se encargan de contratar los CA (Vendedores de Calle), y Quala suministra todos los equipos necesarios para estas revendas y sus vendedores (Refrigeradores, Carritos de venta, uniformes, material POP) y de capacitar a las personas, para lograr las ventas de unidades por CA esperadas para cubrir las estimativas, la compañía está trabajando en cubrir en este año los estados de Sao Paulo y Rio de Janeiro, en los cuales se concentra el 60% de la población del país y para el próximo año cubrir los estados de Minagerais y Espíritu Santo.

Actualmente tenemos una capacidad instalada de 1500 ton mensuales y nuestra proyección como pico máximo de ventas para este año es de 1300 ton en el mes de Octubre y noviembre, meses en los cuales inicia el tiempo seco y la temperatura sube, vale aclarar que este negocio es estacional, ventas altas entre agosto y marzo (tiempo seco) y ventas bajas entre abril y julio (Tiempo Húmedo).

Con respecto a las ventas, el mes de mayores ventas fue agosto 2010 con 400 ton, los planes de crecimiento es llevar a las maquilas a una capacidad máxima de 2400 ton al mes, es altamente probable que tengamos que desarrollar otra maquila en alguno de los nuevos estados, ya que las cargas tributarias por transportar el producto entre estados son altas ya que este es un país dividido en estados, los cuales generan diferentes tasas tributarias, es un análisis en el cual se tiene en cuenta al área Fiscal para tomar una decisión apropiada de ubicación de las plantas ya que a través de los impuestos se gana o se pierde dinero.

Con Respecto a los costos, una caja incluyendo todos los costos de producción cuesta R\$31 (reales) U\$ 18 aprox.

En ese orden de ideas pensamos que para el año 2013 estaremos en la capacidad de iniciar operaciones con 2 nuevas marcas (condimentos y shampo) y en nuestra propia planta de producción, para lo cual consideramos importante afianzar los conocimientos sobre las mejores opciones de distribución en planta de tal forma que optimicemos la inversión y las operaciones sean totalmente limpias y dinámicas.

## **5. PROCEDIMIENTO.**

Se hará un diagnóstico por medio del análisis de los factores críticos para definir el montaje de una planta de producción para los procesos de fabricación de caldos y para Bon Ice. El análisis comprende toma de datos sobre las distancias de transporte de materiales, costo de operación de cada planta, costos de inversión y lay out del proceso. Se realizará un análisis comparativo para concluir y tomar la decisión final.

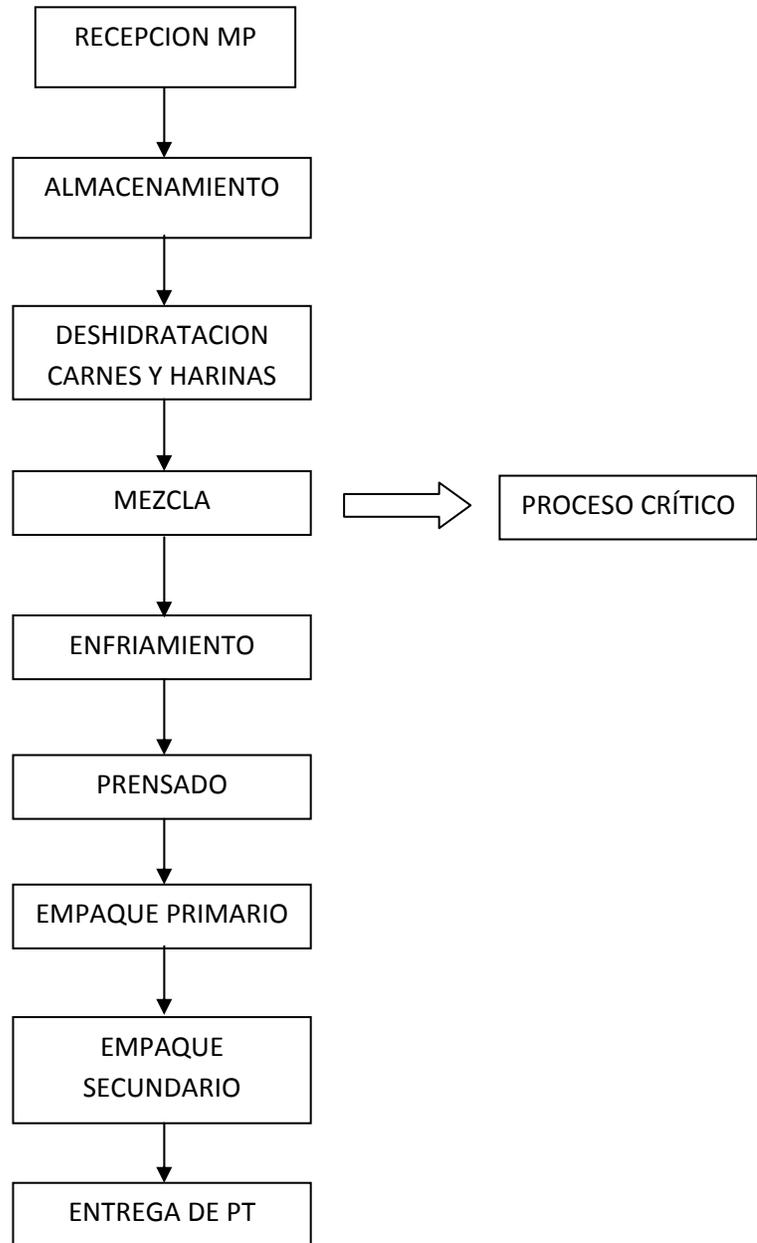
### **5.1. Análisis del proceso de fabricación de caldos.**

A continuación se presenta el análisis comparativo entre plantas de 2 y 3 niveles aplicado al proceso de fabricación de caldos de costilla. En este análisis se tendrá en cuenta: áreas (en mts) entre plantas, áreas (en mts) ocupadas por procesos, inversiones en obras civiles, costo de operación y comparación de flujo de materiales.

#### **5.1.1. Descripción del proceso productivo.**

El proceso productivo es un proceso que comprende 5 etapas grandes: deshidratación de carnes y harinas, mezclado, enfriamiento, prensado y empaque. Se producen en promedio 800 ton /mes, una plantilla de 160 personas y 7 líneas de producción. La etapa crítica del proceso es el de la mezcla de ingredientes.

Figura 3. Proceso de fabricación de caldos.



### 5.1.2. Comparación entre áreas por planta.

Figura 4. Áreas por tipo de planta.

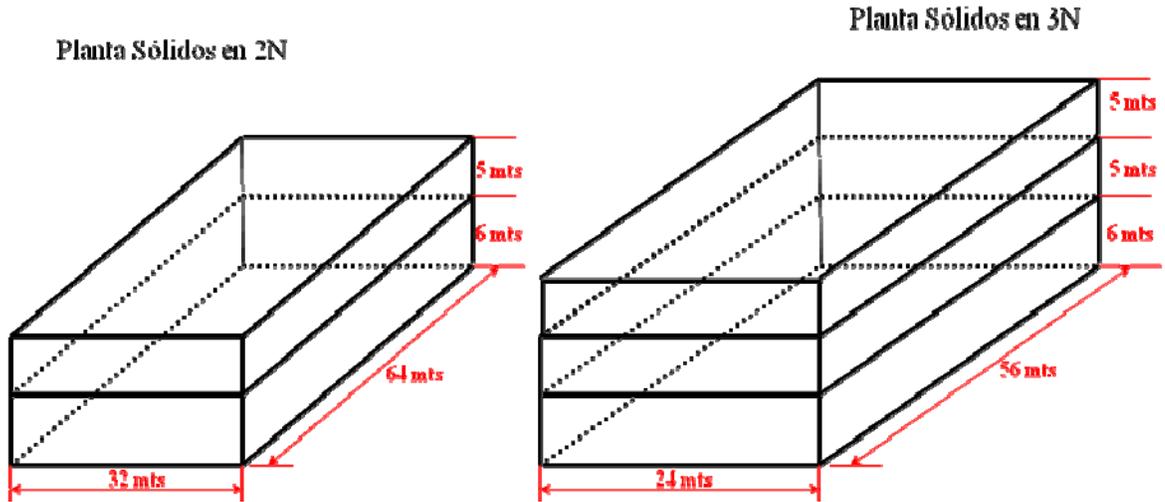


Tabla 2. Comparación de áreas entre plantas.

	PLANTA 3N			PLANTA 2 N		
	ANCHO	LARGO	AREA	ANCHO	LARGO	AREA
	MTS	MTS	MTS2	MTS	MTS	MTS2
NIVEL 1	24	56	1344	32	64	2048
NIVEL 2	24	56	1344	32	64	<b>2048</b>
NIVEL 3	24	56	1344			0
<b>TOTAL AREA</b>			<b>4032</b>			<b>4096</b>

**5.1.3. Tabla 3. Comparativo entre áreas por proceso.**

AREAS	3 NIVELES	2 NIVELES	AHORRO	
	M2	M2	M2	%
PROCESOS MEZCLAS	1,168	1,046	122	10.45%
ALM. MATERIAL DE EMPAQUE	336	320	16	4.76%
ALM. MATERIAS PRIMAS	856	936	-80	-9.35%
SERVICIOS INDUSTRIALES	128	128	0	0.00%
ASCENSORES	192	128	64	33.33%
OFICINAS	100	120	-20	-20.00%
INSUMOS	4	16	-12	-300.00%
PASILLOS	704	858	-154	-21.88%
BODEGA DE PASO	64	64	0	0.00%
EMPAQUE	480	480	0	0.00%
<b>TOTAL PLANTA</b>	<b>4,032</b>	<b>4,096</b>	<b>-64</b>	<b>-1.59%</b>

**5.1.4. Flujo de materiales y costos optimo de distribución.**

A continuación se presentan las graficas de flujo ínter procesos y la matriz de menor costo por desplazamiento de materias primas-materiales de empaque, producto en proceso y producto terminado.

**5.1.4.1. Tabla 4. Análisis de flujo para la planta en 2 niveles.**

FLUJO ENTRE PROCESOS (NUMERO DE MOVIMIENTOS POR DIA)

PROCESOS	1	2	3	4	5	6	7	8
1 RECEPCION DE MP Y ME		4	1	12	0	2	20	24
2 DESHIDRATACION DE CARNES Y HARINAS			6	12	0	2	0	0
3 MOLIENDA				12	0	0	0	0
4 MEZCLADO					24	1	1	1
5 ENFRIAMIENTO						24	0	0
6 PRENSADO							24	24
7 EMPAQUE PRIMARIO								24
8 EMPAQUE SECUNDARIO								

Grafica 1.

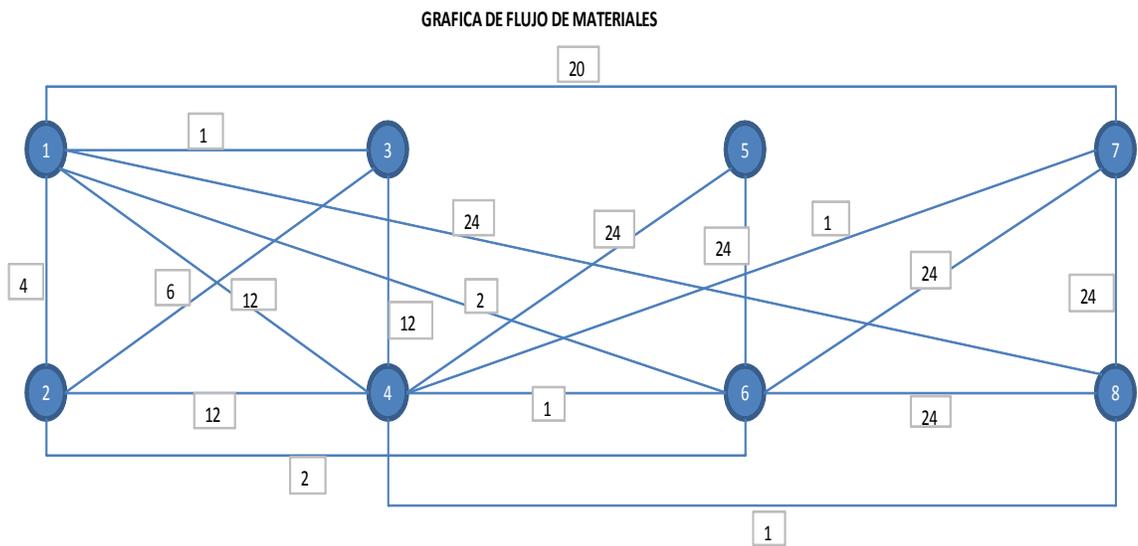


Figura 5.

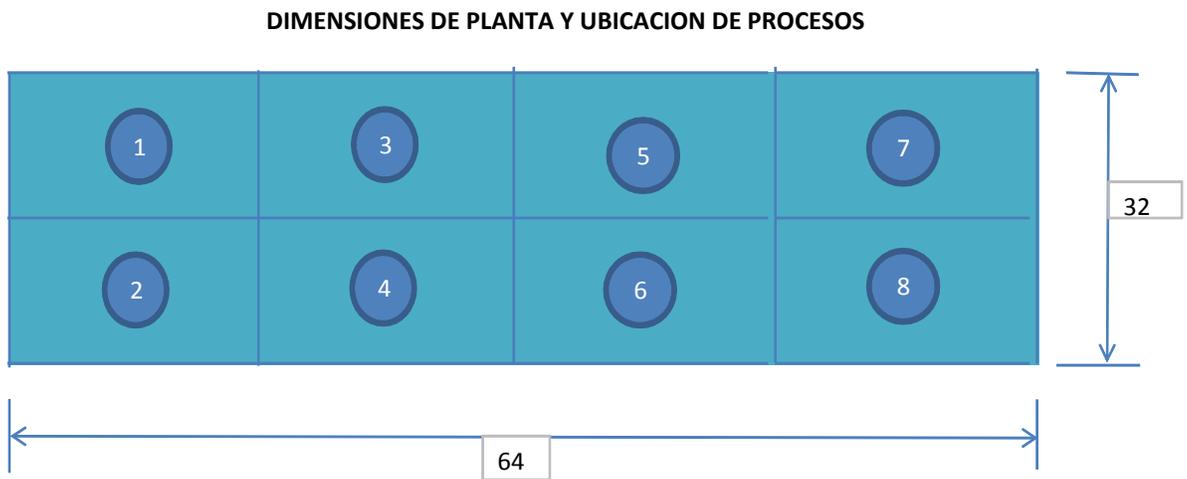


Tabla 5.

COSTO POR DIA POR FLUJO ENTRE PROCESOS

costos por recorrido										
areas adyacentes		\$ 916,67								
areas distantes		\$ 1.375,00								
PROCESOS		1	2	3	4	5	6	7	8 subtotales	
1	RECEPCION DE MP Y ME		\$ 3.666,67	\$ 916,67	\$ 11.000,00	\$ -	\$ 2.750,00	\$ 27.500,00	\$ 33.000,00	\$ 78.833,33
2	DESHIDRATACION DE CARNES Y HARINAS			\$ 5.500,00	\$ 11.000,00	\$ -	\$ 2.750,00	\$ -	\$ -	\$ 19.250,00
3	MOLIENDA				\$ 11.000,00	0	0	0	0	\$ 11.000,00
4	MEZCLADO					\$ 22.000,00	\$ 916,67	\$ 1.375,00	\$ 1.375,00	\$ 25.666,67
5	ENFRIAMIENTO						\$ 22.000,00	0	0	\$ 22.000,00
6	PRENSADO							\$ 22.000,00	\$ 22.000,00	\$ 44.000,00
7	EMPAQUE PRIMARIO								\$ 22.000,00	\$ 22.000,00
8	EMPAQUE SECUNDARIO									\$ -
total									\$ 222.750,00	

Estos costos están calculados sobre la base de empleo de mano de obra para transportar toda la materia prima, producto en proceso y producto terminado de un proceso a otro. El cálculo se realiza tomando como base los tiempos que gastan en cada recorrido y el número de veces que se realizan los recorridos en el día. El costo por recorrido es calculado en función del número de personas que participan en el mismo y los tiempos promedio de cada recorrido, esto varía si el recorrido es a un área adyacente o a un área distante.

**Análisis de costos**

En plantas de 2 niveles se debe hacer transporte de sólidos utilizando 2 vías, una a través de sistemas de elevación de carga y 2 utilizando la gravedad. En este caso el costo calculado representa la combinación de utilizar y hacer más movimientos en comparación que si utilizáramos solo al 100% la gravedad. Los sistemas de elevación de carga se dividen en dos tipos: tornillos sin fin para transportar y elevar mezcla sólida y ascensores para transportar el material de empaque (embalaje final). En este tipo de distribución el área de almacenamiento y recepción de materiales se debe compartir con otras áreas de proceso.

5.1.4.2. Tabla 6. Análisis de flujo para planta en 3 niveles.

FLUJO ENTRE PROCESOS (NUMERO DE MOVIMIENTOS POR DIA)									
PROCESOS	1	2	3	4	5	6	7	8	
1 RECEPCION DE MP Y ME		4	1	12	0	2	20	24	
2 DESHIDRATACION DE CARNES Y HARINAS			4	10	0	2	0	0	
3 MOLIENDA				8	0	0	0	0	
4 MEZCLADO					24	1	1	1	
5 ENFRIAMIENTO						24	0	0	
6 PRENSADO							24	24	
7 EMPAQUE PRIMARIO								24	
8 EMPAQUE SECUNDARIO									24

Grafica 2.

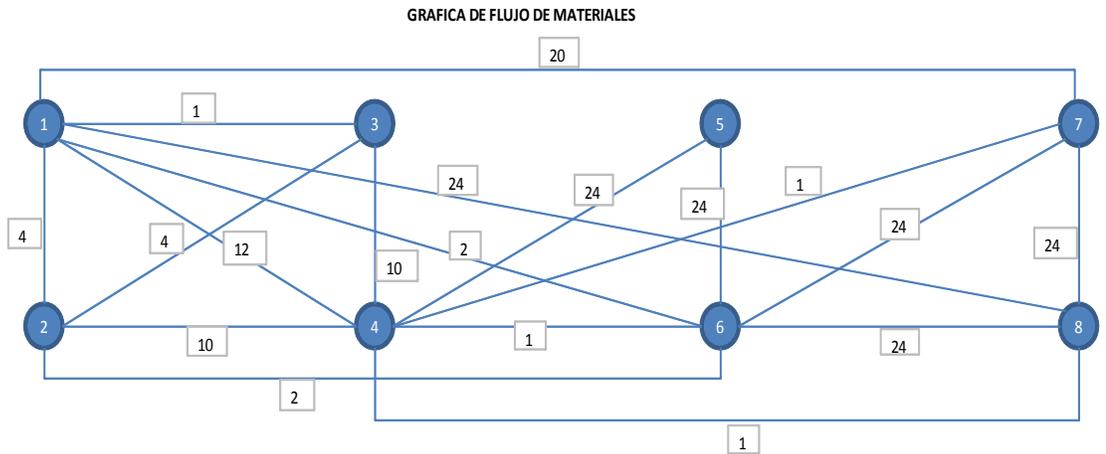


Figura6

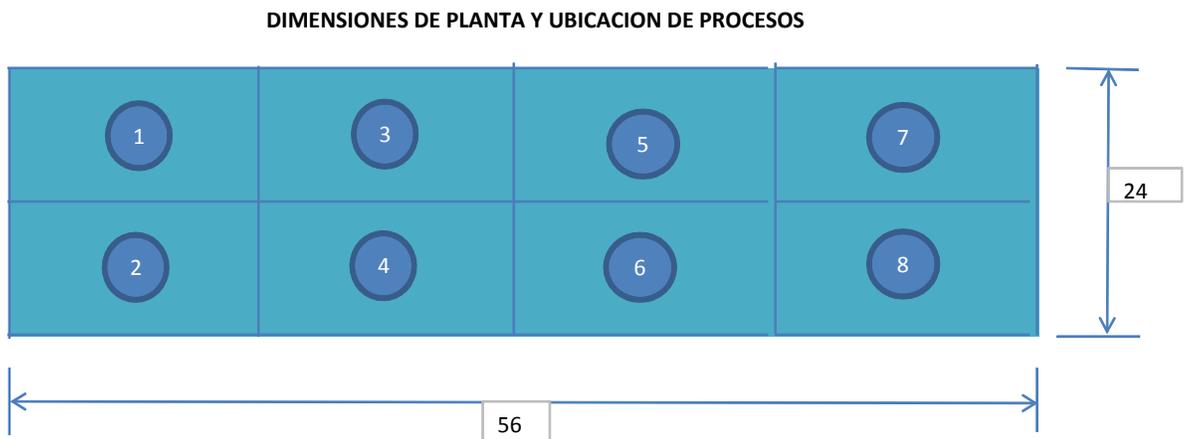


Tabla 7.

COSTO POR DIA POR FLUJO ENTRE PROCESOS

costos por recorrido										
areas adyacentes		\$ 916,67								
areas distantes		\$ 1.375,00								
PROCESOS		1	2	3	4	5	6	7	8 subtotales	
1	RECEPCION DE MP Y ME		\$ 3.666,67	\$ 916,67	\$ 11.000,00	\$ -	\$ 2.750,00	\$ 27.500,00	\$ 33.000,00	\$ 78.833,33
2	DESHIDRACION DE CARNES Y HARINAS			\$ 3.666,67	\$ 9.166,67	\$ -	\$ 2.750,00	\$ -	\$ -	\$ 15.583,33
3	MOLIENDA				\$ 7.333,33	0	0	0	0	\$ 7.333,33
4	MEZCLADO					\$ 22.000,00	\$ 916,67	\$ 1.375,00	\$ 1.375,00	\$ 25.666,67
5	ENFRIAMIENTO						\$ 22.000,00	0	0	\$ 22.000,00
6	PRENSADO							\$ 22.000,00	\$ 22.000,00	\$ 44.000,00
7	EMPAQUE PRIMARIO								\$ 22.000,00	\$ 22.000,00
8	EMPAQUE SECUNDARIO									\$ -
total									\$ 215.416,67	

Estos costos están calculados sobre la base de empleo de mano de obra para transportar toda la materia prima, producto en proceso y producto terminado de un proceso a otro. El cálculo se realiza tomando como base los tiempos que gastan en cada recorrido y el número de veces que se realizan los recorridos en el día. El costo por recorrido es calculado en función del número de personas que participan en el mismo y los tiempos promedio de cada recorrido, esto varía si el recorrido es a un área adyacente o a un área distante.

**Análisis de costos**

En plantas de 3 niveles se ve que el costo total por movimiento –día es más bajo ya que se utiliza la gravedad al 100% para transportar la mezcla sólida y también se utilizan los ascensores para transportar los materiales de empaque a las líneas de prensado y envasado. En este tipo de distribución el primer nivel sirve para hacer el almacenamiento y recepción de la materia prima y del material de empaque.

**5.1.5. Comparación de inversiones en obras civiles (cifras en millones).**

Tabla 8.

COSTOS CONTRUCCION Y EQUIPOS			
Terreno 2 N (2048 m2)		Terreno 3N (1344 m2)	
Area construida 2 N (4096 m2)		Terreno 3N (4032 m2)	
PLACA 1N	\$ 204.800.000	PLACA 1N	\$ 134.400.000
PLACA 2N	\$ 100.352.000	PLACA 2N	\$ 65.856.000
		PLACA 3N	\$ 65.856.000
TECHO 2304 mts	\$ 573.440.000	TECHO 1344 mts	\$ 376.320.000
68 COLUMNAS	\$ 96.725.000	84 COLUMNAS	\$ 119.780.000
PAREDES 2288 mts	\$ 134.076.800	PAREDES 2560 mts	\$ 150.016.000
DESAGUES 228 mts	\$ 10.260.000	DESAGUES 226 mts	\$ 10.176.705
LAMPA. 576	\$ 21.888.000	LAMPA. 567	\$ 21.546.000
ASCENSORES	\$ 60.000.000	ASCENSORES	\$ 80.000.000
TORNILLOS SIN FIN	\$ 84.000.000		
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.285.541.800</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.023.950.705</b>

<b>INCR. 3N Vs 2N</b>	<b>\$ 261.591.095</b>	<b>20,3%</b>
-----------------------	-----------------------	--------------

### 5.1.6. Comparación entre costos de operación.

Tabla 9.

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION 3N			
RUBRO	x TON	x MES	TOTAL
ACUEDUCTO	\$ 2.826	\$ 4.069.952	\$ 48.839.424
ENERGIA	\$ 11.329	\$ 16.313.693	\$ 195.764.316
GAS	\$ 3.678	\$ 5.296.180	\$ 63.554.160
MTTO	\$ 10.095	\$ 14.537.017	\$ 174.444.204
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 27.928</b>	<b>\$ 40.216.842</b>	<b>\$ 482.602.104</b>

COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACION 2N			
RUBRO	x TON	x MES	TOTAL
ACUEDUCTO	\$ 2.826	\$ 4.069.952	\$ 48.839.424
ENERGIA	\$ 12.072	\$ 17.383.757	\$ 208.605.084
GAS	\$ 3.678	\$ 5.296.180	\$ 63.554.160
MTTO	\$ 11.484	\$ 16.537.017	\$ 198.444.204
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 30.060</b>	<b>\$ 43.286.906</b>	<b>\$ 519.442.872</b>

AHORRO 3N Vs 2N	\$ 36.840.768	7,63%
-----------------	---------------	-------

Estos costos incluyen los servicios publicos que requiere la operación mas los costos de mantenimiento de todos los equipos de la planta. Se aclara que estos costos estan calculados para un mes y un año de operacion y son comparativos entre plantas. Se calculan los costos de operación por ton producida de caldos. Como se aprecia la diferencia esta en el consumo de energia (basicamente por la inclusion de los equipos elevadores de carga en la planta de 2 niveles) y en el costo de mantenimiento adicional para los mismo equipos.

Tabla 10. Costos totales de producción.

CIF			
	Día	Mes	Año
2N	\$ 1.442.896,87	\$ 43.286.906,00	\$ 519.442.872,00
3N	\$ 1.340.561,40	\$ 40.216.842,00	\$ 482.602.104,00
Diferencia 2N-3N	\$ 102.335,47	\$ 3.070.064,00	\$ 36.840.768,00
% Variación	7,63%		
Costo de materiales			
	Día	Mes	Año
2N	\$ 53.305.259	\$ 1.599.157.784	\$ 19.189.893.408
3N	\$ 52.938.593	\$ 1.588.157.784	\$ 19.057.893.408
% Variación	0,69%		
Mano de obra			
	Día	Mes	Año
2N	\$ 7.270.716	\$ 218.121.491	\$ 2.617.457.892
3N	\$ 7.142.939	\$ 214.288.158	\$ 2.571.457.896
% Variación	1,76%		
TOTAL			
2N		\$ 22.326.794.172	
3N		\$ 22.111.953.408	
% Variación		0,96%	
Diferencia		\$ 214.840.764	

En este cuadro se presenta el costo total de producción comparativo para una operación en una planta en 3N y otra en 2 N, se hace referencia a los costos indirectos de fabricación que comprende el costo de servicios públicos y costos de mantenimiento, también a los costos de materiales directos y a los costos de mano de obra directa. Se puede ver que los costos de materiales son superiores en la planta de 2N por el incremento del desperdicio dado que el proceso de cargue de material al mezclador es a través de tornillos sin fin. De igual forma el costo de mano de obra es mayor en la planta de 2N por la utilización de un operario mas en al cargue y descargue del producto por el tornillo sin fin. Al final se hace la comparación entre cada opción.

### 5.1.7. Comparación de flujo de materiales.

Para este análisis se toman como materias primas de estudio las de mayor consumo y rotación: sal, harinas, producto en proceso (masa) y material de empaque. El análisis se realiza revisando los flujos y recorridos de estas materias primas durante el proceso.

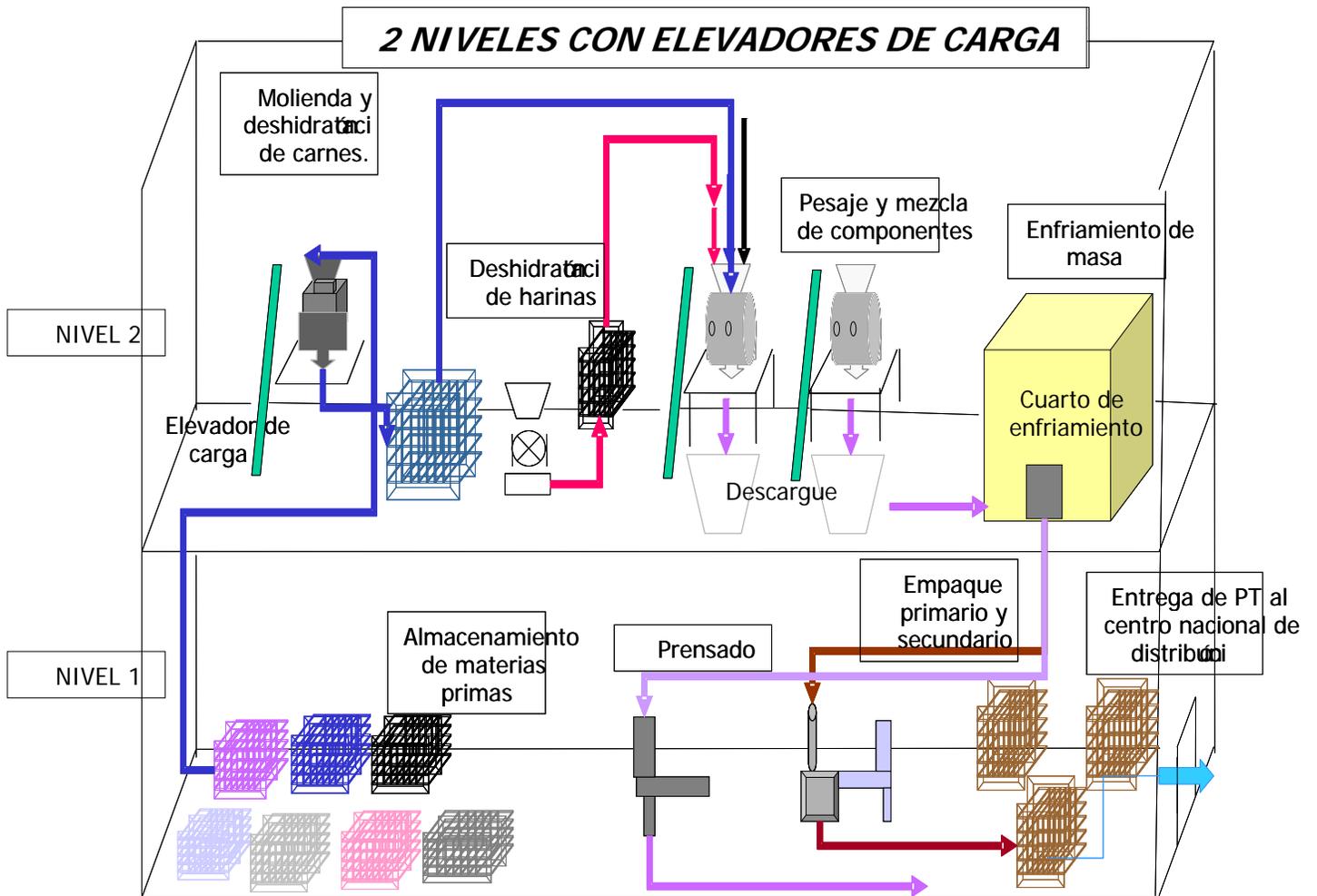
Tabla 11.

**Análisis de transporte de materias primas en proceso**

Materia prima	PLANTA 2 NIVELES		PLANTA 3 NIVELES		DIFERENCIA	
	Distancia (m)	Tiempo (min)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Distancia (m)	Tiempo (min)
SAL (2400Kg 7Lt 2h)	79,50	5,38	85,50	5,54	7%	3%
HARINA SECA (1150Kg, 9Lt. 2,5h)	119,00	6,33	129,00	9,91	8%	36%
<b>TOTAL MP</b>	<b>198,50</b>	<b>11,71</b>	<b>214,50</b>	<b>15,45</b>	<b>7%</b>	<b>24%</b>
CORRUGADO (530und, 2h)	134,00	8,88	130,00	9,33	-3%	5%
<b>TOTAL ME</b>	<b>134,00</b>	<b>8,88</b>	<b>130,00</b>	<b>9,33</b>	<b>-3%</b>	<b>5%</b>
LOTES Masa (750Kg, 1L, 21min)	48,50	1,93	36,50	1,59	-33%	-21%
<b>TOTAL PP</b>	<b>48,50</b>	<b>1,93</b>	<b>36,50</b>	<b>1,59</b>	<b>-33%</b>	<b>-21%</b>
CAJAS Rcx60 (40cjs, 20min)	32,00	1,47	34,00	1,52	6%	3%
<b>TOTAL PT</b>	<b>32,00</b>	<b>1,47</b>	<b>34,00</b>	<b>1,52</b>	<b>6%</b>	<b>3%</b>
<b>TOTAL CONSOLIDADO</b>	<b>381,00</b>	<b>22,52</b>	<b>381,00</b>	<b>26,37</b>	<b>0,00%</b>	<b>15%</b>

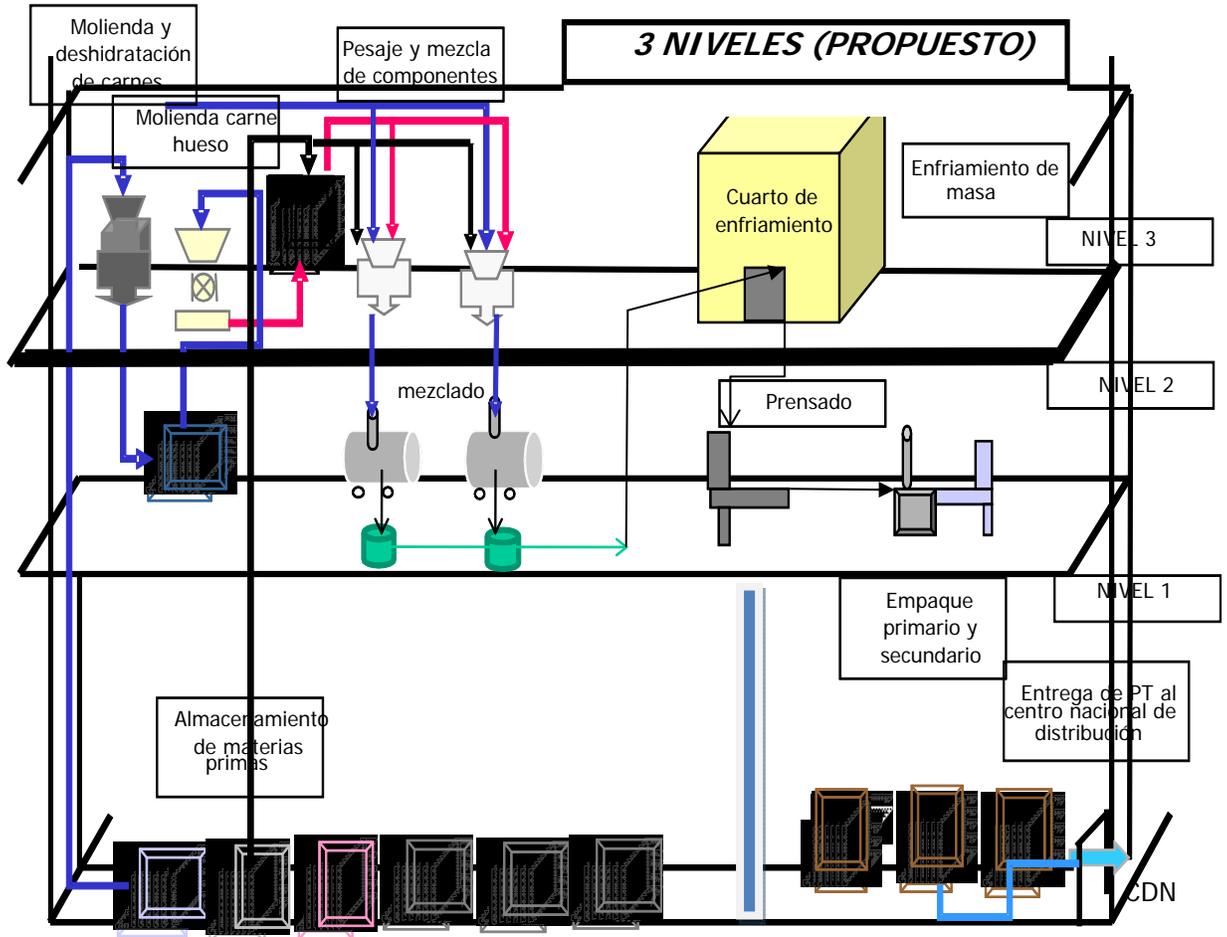
### 5.1.8. Flujo de proceso de fabricación caldos de gallina y costilla en planta de 2 niveles.

Figura 7.



### 5.1.9. Flujo de materiales en proceso de fabricación caldos de gallina y costilla en planta de 3 niveles.

Figura 8.



## **6. Análisis y recomendaciones.**

Después de realizado el análisis de los principios de distribución en planta aplicados a nuestro proceso de producción de caldos se recomienda la construcción de una planta de tres niveles por las siguientes razones:

### **6.1. Áreas.**

- Para una planta de dos niveles se requiere un 34.3% más en terreno que una planta de tres niveles (1344 m<sup>2</sup> en 3N Vs. 2048 m<sup>2</sup> en 2N).
- La planta de tres niveles requiere un 1.59% más de área construida que la de dos niveles (4096 m<sup>2</sup> en 2N Vs. 4032 m<sup>2</sup> en 3N).

-Con la planta de tres niveles se logra una mejor integración entre áreas de productividad: mantenimiento, calidad con el área de producción, gracias a la mayor proximidad entre estas.

### **6.2. Flujo de materiales.**

En una planta de tres niveles se aumenta el tiempo de transporte de MP, PP y PT en el 15%; aunque la distancia recorrida de los mismos materiales es igual (utilización en ascensores entre niveles). El número de movimiento día y su costo (se reduce en un 3%) son menores a comparación de una planta en 2 niveles ya que se utiliza el recurso de la gravedad para mover el 100% de la mezcla solida.

### **6.3. Costos de inversión.**

- El costo de inversión total en obra civil y equipos para la planta de tres niveles es un 20.3% menor que la de 2 niveles (Equivalente a \$261.6 MM), justificados en:

A. Los costos de la obra civil en una planta de tres niveles es un 17.3% (\$197.6 MM) menor con respecto a la de dos niveles (Principalmente por costos de placa y entechado).

B. Los equipos adicionales requeridos en la planta de dos niveles, aumentan el costo de inversión en 80% (7 Tornillos elevadores de carga).

#### **6.4. Costos de operación.**

- El costo de operación de la planta de 3N se reduce un 0.96% (\$214 MM anuales) con respecto a la de 2N (ver tabla 10), la cual soporta la comparación entre el costo total de producción y de la cual se concluye que el costo de producción es menor para la planta en 3 niveles.

##### **6.4.1. Cif.**

-Los costos indirectos de fabricación en 3N se reducen en un 7.63% (\$36.84 MM anuales) representados en la disminución del consumo de energía y costos de mantenimiento. (Ver tabla 9), de la cual se concluye que los costos de operación son menores para la planta en 3N ya que se utiliza la gravedad para mover las materias primas.

##### **6.4.2. Mano de obra.**

Se logra reducir y mejorar la eficiencia de mano de obra en la planta de tres niveles. (Ver tabla 10).

En una planta de tres niveles se logra mejorar la eficiencia en un 20% la capacidad de la sección mezclas caldos, como consecuencia del uso del cargue por gravedad, facilitando operación y contribuyendo a mejorar los tiempos, recorridos de MP y PS, y los niveles de inversión en equipos.

##### **6.4.3. Materia prima.**

- Se minimiza en 7.5% los desperdicios por barredura generada en los elevadores de carga, correspondiente a un ahorro de \$11 MM al año, gracias al uso del cargue por gravedad. (Ver tabla 10).

### 6.5. Calidad

- Permite una adecuada separación física de las operaciones susceptibles al riesgo de contaminación cruzada, a nivel físico, químico y/o microbiológico.
- La independencia de los niveles permite la realización de trabajos de mantenimiento, sin arriesgar las condiciones de inocuidad.
- Los sistemas de desinfección se facilitan.
- Se facilita el control sobre el personal y la operación
- Ver figuras 7 y 8. Se concluye que por la distribución y flujo de proceso la planta en 3N permite un mejor control del producto y de las materiales primas.

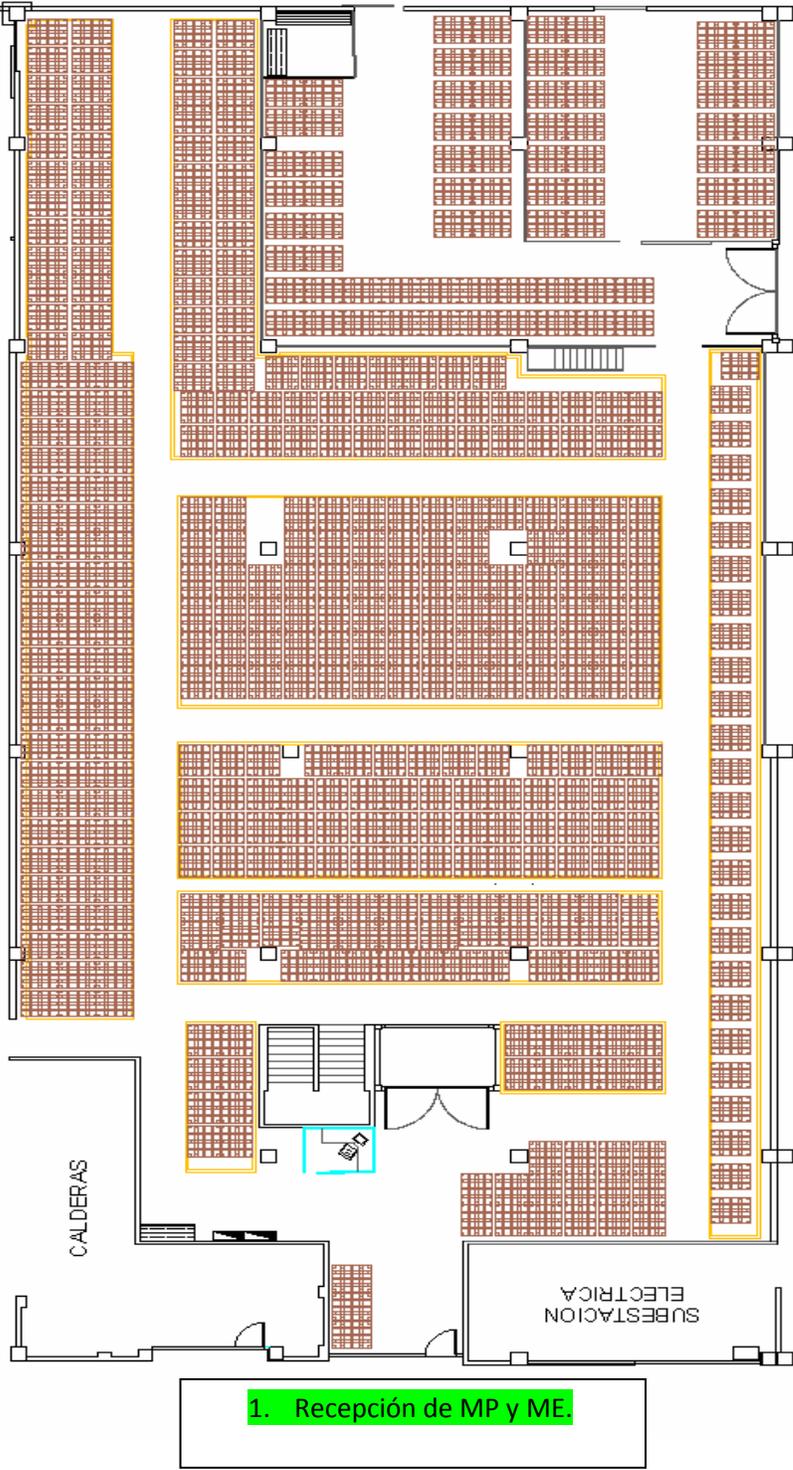
### 6.6. Tabla comparativa.

<b>tabla de conclusiones proceso caldos</b>			
	<b>planta 2 niveles</b>	<b>planta 3 niveles</b>	<b>ponderacion</b>
costo operación (año) MM	22325	22111	30%
costo flujo (dia)Miles	222	215	30%
Costo de inversion MM	1285	1023	20%
Area M2	4032	4096	10%
Almacenamiento M2	1044	1340	10%

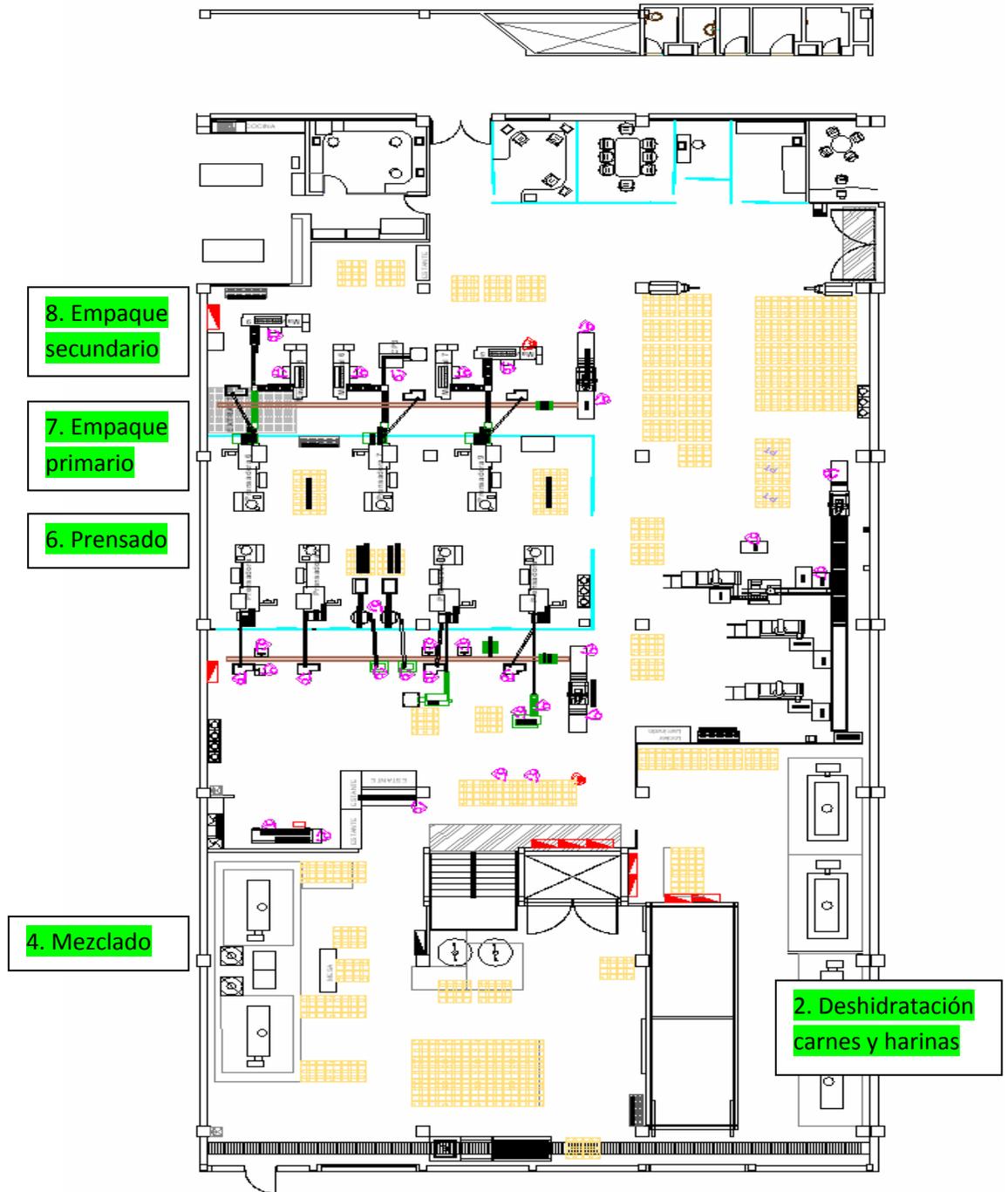
### 6.7. Distribución de planta propuesta en 3 niveles.

A continuación se presenta la distribución de planta propuesta para 3 niveles que según los resultados del estudio sería la mejor para el proceso de producción de caldos de gallina y costilla. En dicha propuesta se incluyen áreas de circulación, sistemas de elevación de cargas entre niveles y áreas de oficinas.

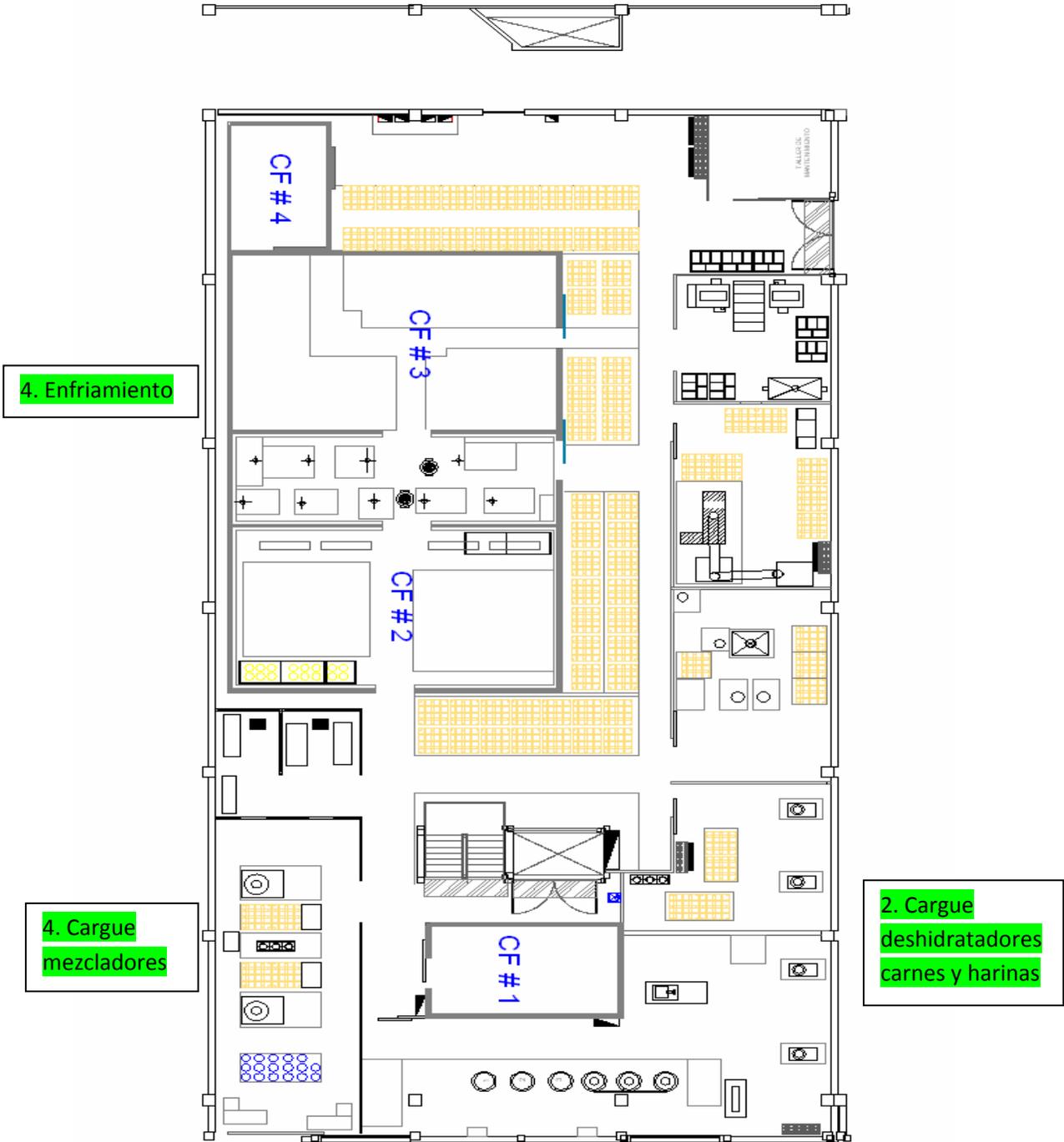
6.7.1. Primer nivel: almacenamiento de materias primas. Figura 9.



**6.7.2. Segundo nivel: Mezclas, deshidratación harinas, prensado y empaque.** Figura 10.



6.7.3. Tercer nivel: Deshidratación carnes, molienda y enfriamiento. Figura 11.



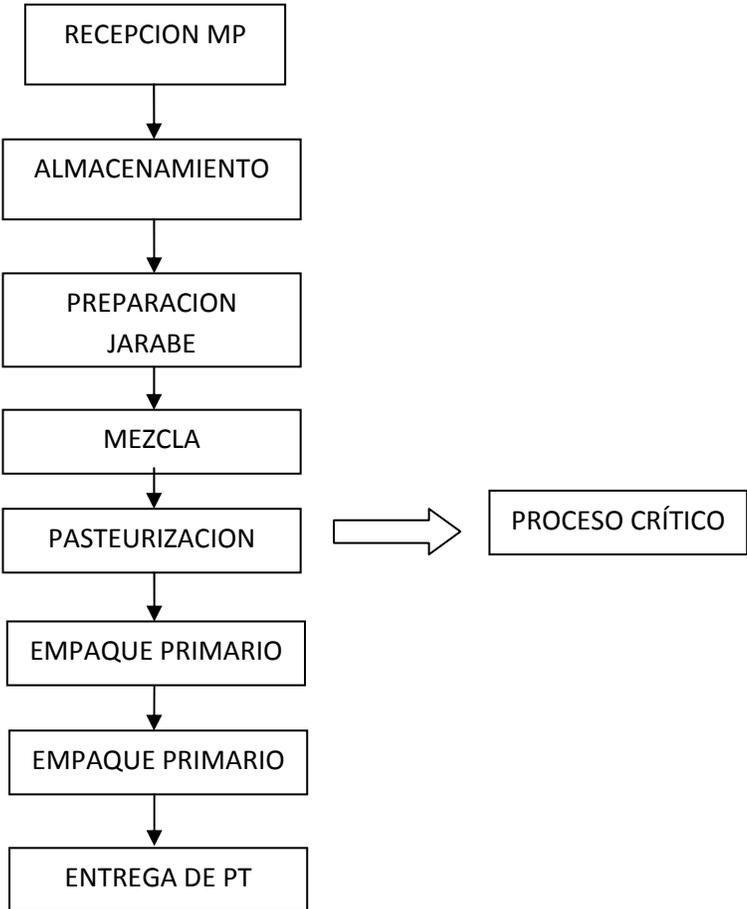
## **7. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE BON ICE.**

A continuación se presenta el análisis comparativo entre plantas de 2 y 3 niveles aplicado al proceso de fabricación de Bon ice. En este análisis se tendrá en cuenta: áreas (en mts) entre plantas, áreas (en mts) ocupadas por procesos, inversiones en obras civiles, costo de operación y comparación de flujo de materiales.

### **7.1. Descripción del proceso productivo Bon Ice.**

El proceso productivo es un proceso que comprende 5 etapas grandes: Pesaje de materias primas, mezcla sólida, mezcla líquida, pasteurización y envasado. Se producen en promedio 4000 ton /mes, una plantilla de 208 personas y 7 líneas de producción.

Figura 12.



## 7.2. Comparación entre áreas por planta.

Figura 13. Áreas por tipo de planta

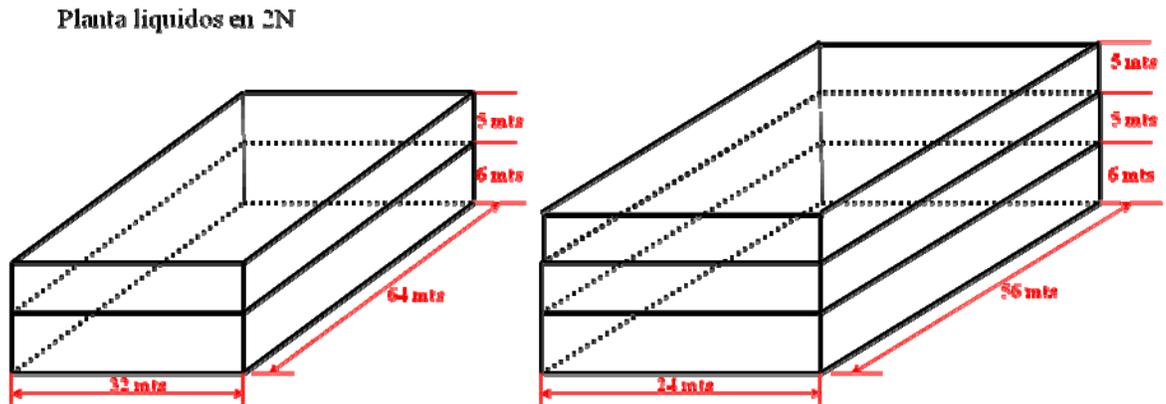


Tabla12. Comparativo entre áreas alternativas plantas Bon ice.

	PLANTA 3N			PLANTA 2 N		
	ANCHO	LARGO	AREA	ANCHO	LARGO	AREA
	MTS	MTS	MTS2	MTS	MTS	MTS2
NIVEL 1	24	56	1344	32	64	2048
NIVEL 2	24	56	1344	32	64	<b>2048</b>
NIVEL 3	24	56	1344			0
<b>TOTAL AREA</b>			<b>4032</b>			<b>4096</b>

### 7.3. Tabla 13. Comparación de distancias recorridas.

**Análisis de transporte materias primas en el proceso**

	PLANTA 2 NIVELES		PLANTA 3 NIVELES		DIFERENCIA	
	Distancia (m)	Tiempo (min)	Distancia (m)	Tiempo (min)	Distancia (m)	Tiempo (min)
<b>Materia prima</b>						
AZUCAR (6000 Kg 14 Batch c/7h)	21	35	21	35	0%	0%
ACIDOS (100 Kg 24 Batch c/12h)	43	72	38	88	-13%	19%
SAB (130 Kg 48 Batch c/24h)	20	78	95	158	79%	51%
<b>TOTAL MP</b>	<b>84</b>	<b>185</b>	<b>154</b>	<b>282</b>	<b>45%</b>	<b>34%</b>
LAMINADO (1670 Kg 720000 bolis c/12h)	55	117	55	117	0%	0%
PLEGADIZA (24 cj de 360 pleg 516 cj PT c/12h)	57	120	69	140	17%	14%
CORRUGADO (1750 corr c/6h)	47	103	70	142	33%	27%
<b>TOTAL ME</b>	<b>214</b>	<b>457</b>	<b>245</b>	<b>508</b>	<b>13%</b>	<b>10%</b>
CANASTILLA VACIA	50	83	46	102	-9%	18%
CANASTILLA CON PP	28	47	46	77	39%	39%
<b>TOTAL PP</b>	<b>78</b>	<b>130</b>	<b>92</b>	<b>178</b>	<b>15%</b>	<b>27%</b>
<b>TOTAL CONSOLIDADO</b>	<b>376</b>	<b>772</b>	<b>491</b>	<b>968</b>	<b>23%</b>	<b>20%</b>

### 7.4. Flujos de materiales y costo óptimo.

A continuación se presentan las graficas de flujo ínter procesos y la matriz de menor costo por desplazamiento de materias primas y materiales de empaque.

### 7.4.1. Análisis del flujo para planta en 2 niveles.

Tabla 14.

		FLUJO ENTRE PROCESOS (NUMERO DE MOVIMIENTOS POR DIA)						
PROCESOS		1	2	3	4	5	6	7
1	RECEPCION DE MP Y ME		2	6	12	0	2	20
2	PREPARACION DE JARABE			2	12	12	0	0
3	ADICION DE MATERIAS PRIMAS				12	0	0	0
4	MEZCLADO					12	12	12
5	PASTEURIZACION						12	12
6	ENVASADO							12
7	EMPAQUE SECUNDARIO							

Grafica 3.

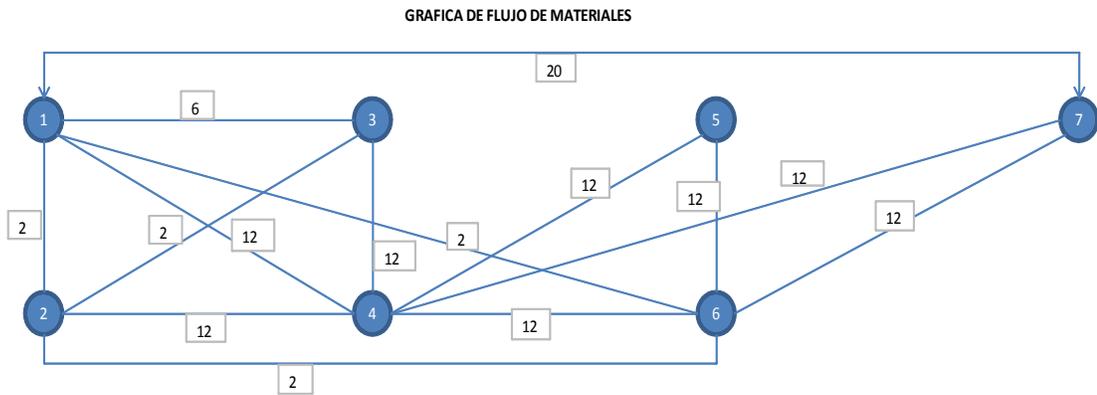


Figura 14.

**DIMENSIONES DE PLANTA Y UBICACION DE PROCESOS**

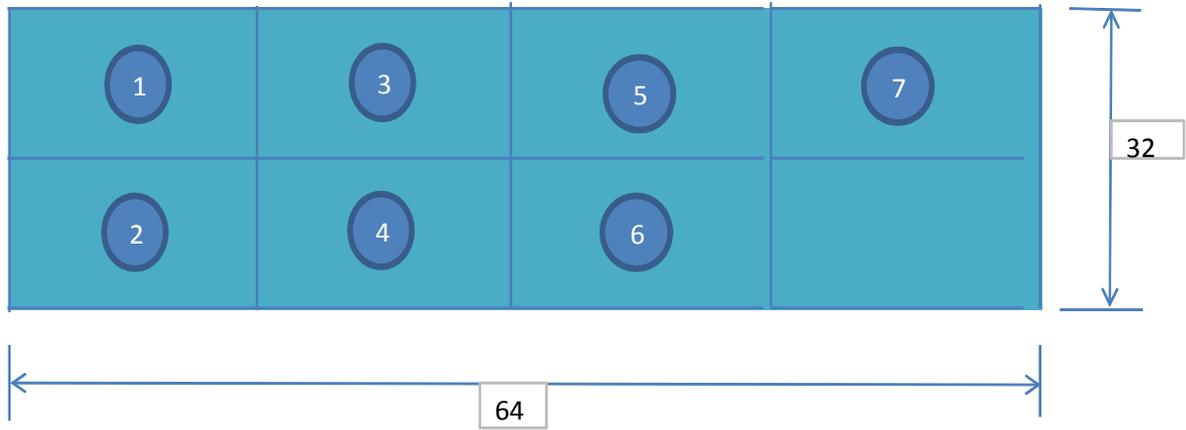


Tabla 15.

**COSTO POR DIA POR FLUJO ENTRE PROCESOS**

costos por recorrido									
areas adyacentes		\$ 916,67							
areas distantes		\$ 1.375,00							
PROCESOS		1	2	3	4	5	6	7 subtotales	
1 RECEPCION DE MP Y ME		\$ 1.833,33	\$ 5.500,00	\$ 11.000,00	\$ -	\$ 2.750,00	\$ 27.500,00	\$ 48.583,33	
2 DESHIDRATACION DE CARNES Y HARINAS			\$ 1.833,33	\$ 11.000,00	\$ 16.500,00	\$ -	\$ -	\$ 29.333,33	
3 MOLIENDA				\$ 11.000,00	0	0	0	\$ 11.000,00	
4 MEZCLADO					\$ 11.000,00	\$ 11.000,00	\$ 16.500,00	\$ 38.500,00	
5 ENFRIAMIENTO						\$ 11.000,00	0	\$ 11.000,00	
6 PRENSADO							\$ 11.000,00	\$ 11.000,00	
7 EMPAQUE PRIMARIO								\$ -	
							total	\$ 149.416,67	

Estos costos están calculados sobre la base de empleo de mano de obra para transportar toda la materia prima, producto en proceso y producto terminado de un proceso a otro. El cálculo se realiza tomando como base los tiempos que gastan en cada recorrido y el número de veces que se realizan los recorridos en el día. El costo por recorrido es calculado en función del número de personas que participan en el mismo y los tiempos promedio de cada recorrido, esto varía si el recorrido es a un área adyacente o a un área distante.

## Análisis de costos

En plantas de 2 niveles se debe hacer transporte de sólidos utilizando 2 vías, una a través de sistemas de elevación de carga y 2 utilizando la gravedad. En este caso el costo calculado representa la combinación de utilizar y hacer más movimientos en comparación que si utilizáramos solo al 100% la gravedad. Los sistemas de elevación de carga se dividen en dos tipos: tornillos sin fin para transportar y elevar mezcla solida y ascensores para transporta el material de empaque (embalaje final). En este tipo de distribución el área de almacenamiento y recepción de materiales se debe compartir con otras áreas de proceso.

### 7.4.2. Análisis del flujo para planta en 3 niveles.

Tabla 16.

PROCESOS		FLUJO ENTRE PROCESOS (NUMERO DE MOVIMIENTOS POR DIA)						
		1	2	3	4	5	6	7
1	RECEPCION Y ALMACENAMIENTO DE MP Y ME		2	6	12	0	6	24
2	PREPARACION DE JARABE			2	12	12	0	0
3	ADICION DE MATERIAS PRIMAS				16	0	0	0
4	MEZCLADO					12	12	12
5	PASTEURIZACION						12	12
6	ENVASADO							12
7	EMPAQUE SECUNDARIO							

Grafica 4.

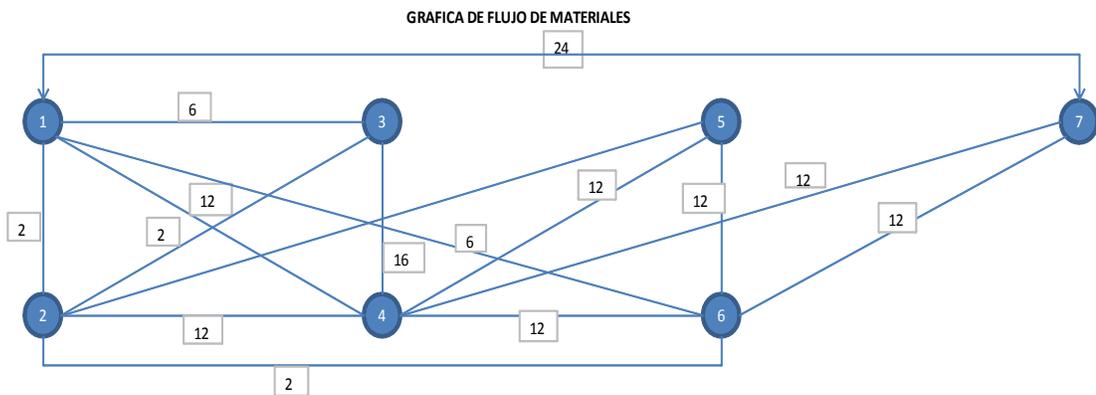


Figura 15.

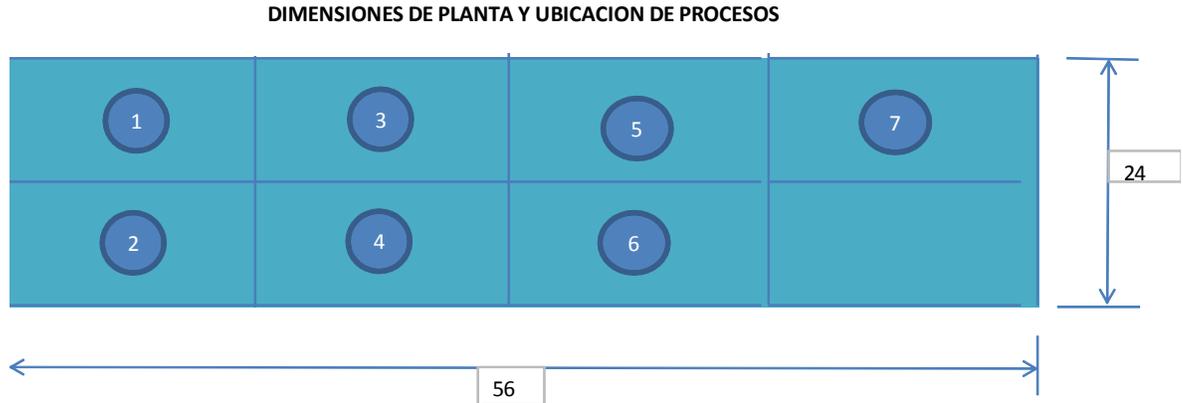


Tabla 17.

		costos por recorrido							
		areas adyacentes							\$ 916,67
		areas distantes							\$ 1.375,00
PROCESOS		1	2	3	4	5	6	7	subtotales
1	RECEPCION DE MP Y ME		\$ 1.833,33	\$ 5.500,00	\$ 11.000,00	\$ -	\$ 8.250,00	\$ 33.000,00	\$ 59.583,33
2	DESHIDRACION DE CARNES Y HARINAS			\$ 1.833,33	\$ 11.000,00	\$ 16.500,00	\$ -	\$ -	\$ 29.333,33
3	MOLIENDA				\$ 14.666,67	0	0	0	\$ 14.666,67
4	MEZCLADO					\$ 11.000,00	\$ 11.000,00	\$ 16.500,00	\$ 38.500,00
5	ENFRIAMIENTO						\$ 11.000,00	0	\$ 11.000,00
6	PRENSADO							\$ 11.000,00	\$ 11.000,00
7	EMPAQUE PRIMARIO								\$ -
total									\$ 164.083,33

Estos costos están calculados sobre la base de empleo de mano de obra para transportar toda la materia prima, producto en proceso y producto terminado de un proceso a otro. El cálculo se realiza tomando como base los tiempos que gastan en cada recorrido y el número de veces que se realizan los recorridos en el día. El costo por recorrido es calculado en función del número de personas que participan en el mismo y los tiempos promedio de cada recorrido, esto varía si el recorrido es a un área adyacente o a un área distante.

### **Análisis de costos**

En plantas de 3 niveles se ve que el costo total por movimiento –día es más bajo ya que se utiliza la gravedad al 100% para transportar la mezcla solida y también se utiliza los ascensores para transportar los materiales de empaque a las líneas de prensado y envasado. En este tipo de distribución el primer nivel sirve para hacer el almacenamiento y recepción de la materia prima y del material de empaque.

## 7.5. Comparación de inversiones en obras civiles. (Cifras en millones).

Tabla 18.

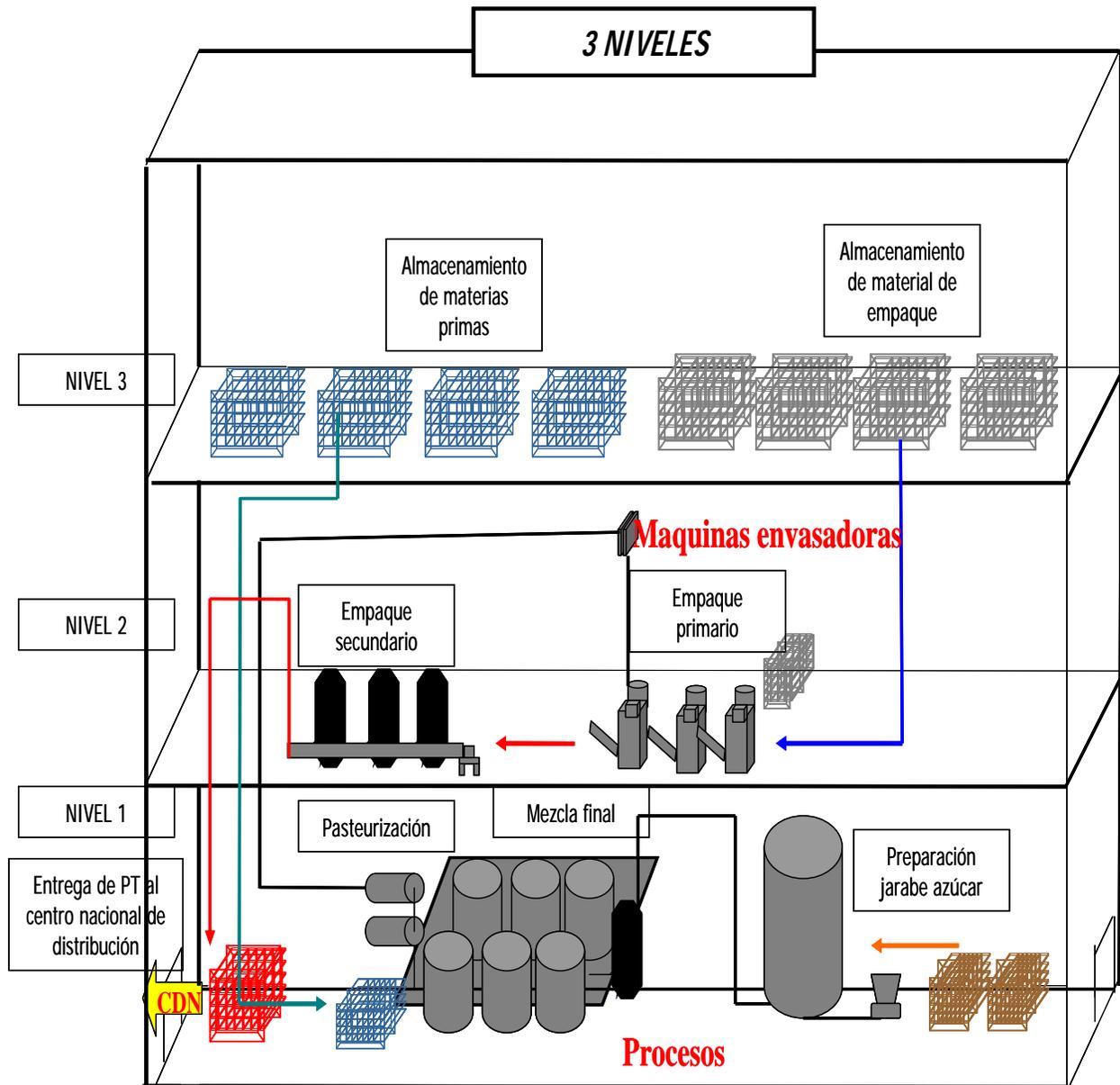
<b>COSTOS CONTRUCCION Y EQUIPOS</b>
-------------------------------------

Terreno 2 N (2048 m2)		Terreno 3N (1344 m2)	
<b>Area construida 2 N (4096 m2)</b>		<b>Terreno 3N (4032 m2)</b>	
PLACA 1N	\$ 204.800.000	PLACA 1N	\$ 134.400.000
PLACA 2N	\$ 100.352.000	PLACA 2N	\$ 65.856.000
		PLACA 3N	\$ 65.856.000
TECHO 2304 mts	\$ 573.440.000	TECHO 1344 mts	\$ 376.320.000
68 COLUMNAS	\$ 96.725.000	84 COLUMNAS	\$ 119.780.000
PAREDES 2288 mts	\$ 134.076.800	PAREDES 2560 mts	\$ 150.016.000
DESAGUES 228 mts	\$ 10.260.000	DESAGUES 226 mts	\$ 10.176.705
LAMPA. 576	\$ 21.888.000	LAMPA. 567	\$ 21.546.000
ASCENSORES	\$ 60.000.000	ASCENSORES	\$ 80.000.000
	\$ 84.000.000		
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.201.541.800</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1.023.950.705</b>

<b>INCR. 3N Vs 2N</b>	<b>\$ 177.591.095</b>	<b>14.8%</b>
-----------------------	-----------------------	--------------

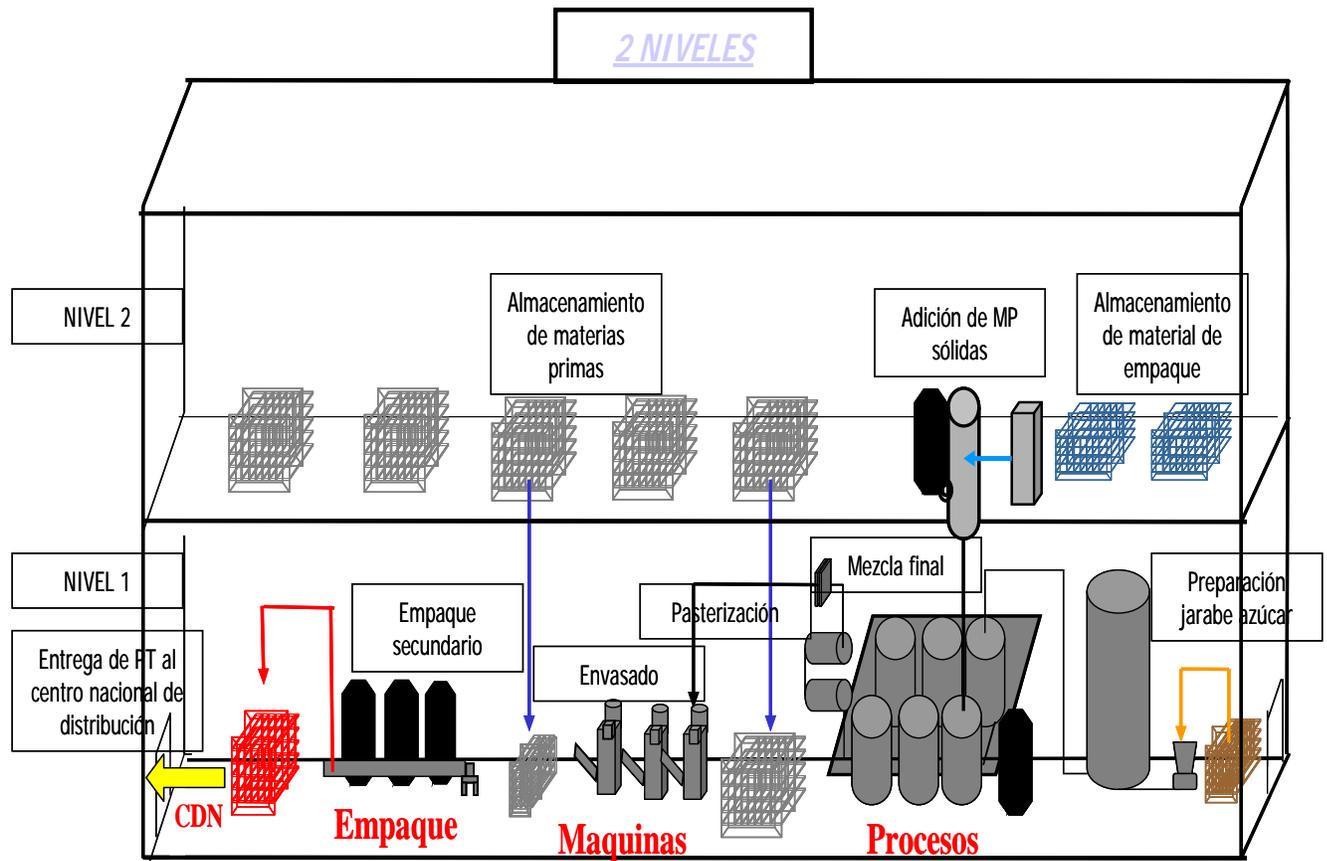
## 7.6. Flujo de proceso en planta de 3 niveles.

Figura 16.



### 7.7. Flujo de materiales en planta de 2 niveles.

Figura 17.



## 8. Análisis y recomendaciones.

De acuerdo al estudio realizado se concluye que:

1. Construcción. La planta de procesos líquidos debe ser construida de 3 niveles, ubicar el procesos productivo en los 2 primeros niveles y el almacenamiento de me en el tercer nivel.

2. Costos obras civiles. Una planta de 3 niveles tiene un costo de construcción 14.8% menor que el 2 niveles, generando un ahorro de \$177.591.095. Ver tabla 17

3. Tiempos y distancias. Los tiempos y distancias de transporte se reducen en un 20%, de la siguiente forma:

	<b>Mp</b>	<b>me</b>	<b>pp-pt</b>
• Distancia	45%	13%	15%
• Tiempo	34%	10%	27%

4. Flujos. Las distancias de recorridos en promedio de los materiales se reducen en un 20%, pasando de 491 mts (planta en 3N) a 376 mts (planta en 2N) en promedio. Ver tabla 12. El costo por recorrido también se ve disminuido en un 10% comparando la planta de 2N a la 3N. Ver tabla 14 y 16. Pero se aclara que el proceso productivo debe diseñarse para dos niveles y el almacenamiento en el tercer nivel.

5. Almacenamiento. Dado que las materias primas están almacenadas más cerca a las áreas de proceso disminuye la posibilidad de contaminación cruzada y se aumenta la inocuidad por menor manipulación. Se aprovecha gravedad para adición de materias primas a los procesos de mezclas.

6. Medio Ambiente. Mayor control de las condiciones ambientales dada la centralización de los sistemas de disipación de calor, y extracción de sólidos.

7. Seguridad. Se facilita la evacuación de la planta, pero requiere una mayor logística por la concentración de personas y equipos.

8. Supervisión. Permite una mejor supervisión por encontrarse los procesos productivos casi en su totalidad en dos niveles.

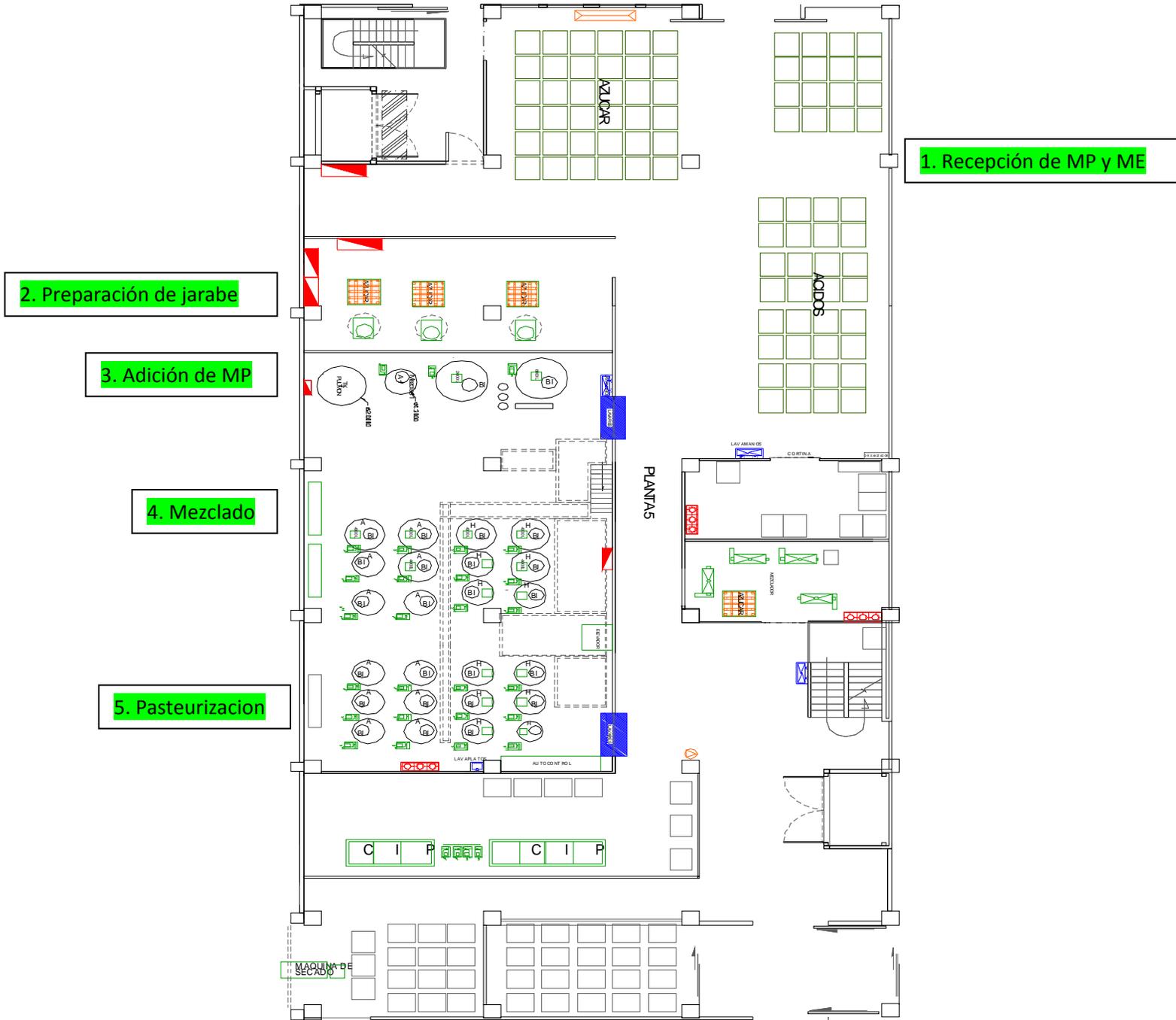
9. Tabla comparativa.

<b>tabla de conclusiones proceso Bon Ice</b>			
	<b>planta 2 niveles</b>	<b>planta 3 niveles</b>	<b>ponderacion</b>
Area M2	4032	4096	20%
costo flujo (dia)Miles	149	164	10%
Costo de inversion MM	1201	1023	20%
Almacenamiento M2	120	1340	30%

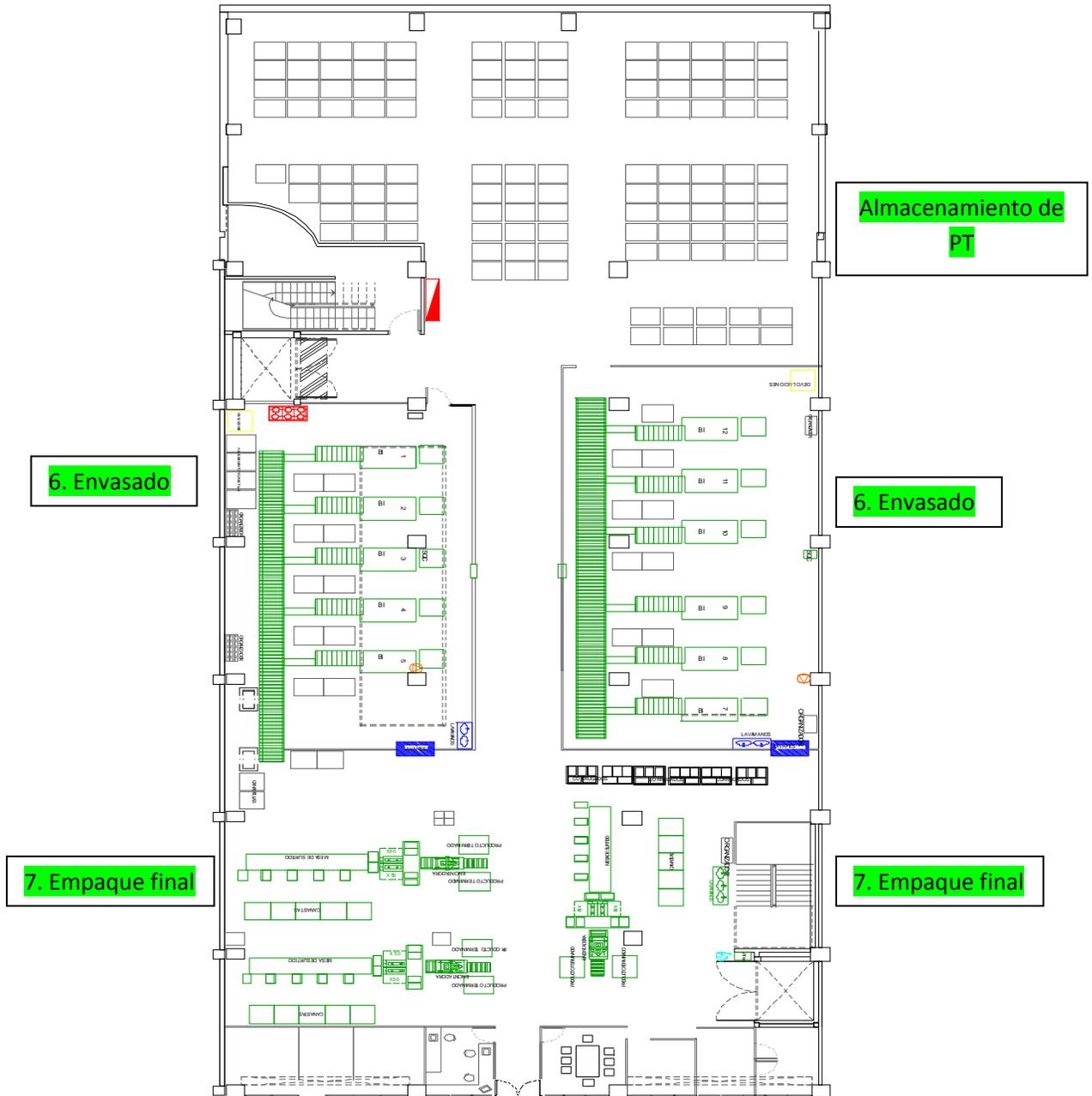
### **8.1. Distribución de planta propuesta en 2 niveles.**

A continuación se presenta la distribución de planta propuesta para 2 niveles que según los resultados del estudio sería la mejor para el proceso de producción de Bon Ice. En dicha propuesta se incluyen áreas de circulación, sistemas de elevación de cargas entre niveles y áreas de oficinas.

8.1.1. Primer nivel: procesos de mezclas y pasterización. Figura 18.



8.1.2. Segundo nivel: Envasado y almacenamiento temporal de producto terminado. Figura 19.



8.1.3. Tercer nivel: Almacenamiento de materiales de empaque. Figura 20.



## BIBLIOGRAFIA

**COLLIER A. David y EVANS James R.** Dirección de operaciones: servicios de bienes y la cadena de valor, 2da edición, Cengage. 2006.

**CHASE, B. Richard.** Administración de producción y operaciones, manufactura y servicios, 8va edición, ed. Mc graw Hill. 2000

**ALDER, Martin Oscar.** Producción y operaciones, 1ed, Ediciones Macch. Argentina 2004.

**GAITHER Y FRAZIER.** Administración de Producción y Operaciones — Thomson — 2000

**NOORI.** Administración de Operaciones y Producción — Mc Graw Hill — 1997

**RENDER Y HEIZER;** Principios de Administración de Operaciones — Prentice Hall — 1996