

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Rediseño de una Planta Productora de Alimentos Enlatados”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIEROS INDUSTRIALES

Presentado por:

Eduardo Javier Saraguay Vargas
Francisco Giuseppe Savioli Cevallos

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2018

DEDICATORIA

Nos complace el poder dedicar este trabajo, el cual conlleva un notable esfuerzo, en primer lugar, a nuestros padres, quienes fueron parte de este camino brindando su apoyo y ayuda constantemente; a nuestros maestros siendo guías incansables durante esta larga etapa. A la institución que nos acogió y quien finalmente nos está otorgando este título. Finalmente, y no menos importante, a la empresa que nos brindó su apoyo junto a sus colaboradores para poder efectuar este trabajo de titulación.

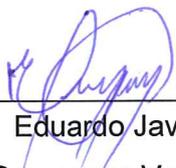
AGRADECIMIENTOS

Nuestros más sinceros agradecimientos a nuestros padres, por habernos apoyado incondicionalmente en cada paso que dimos. A nuestros jefes, por brindarnos toda flexibilidad y apoyo tanto fraternal como laboral para llegar a culminar este proyecto integrador.

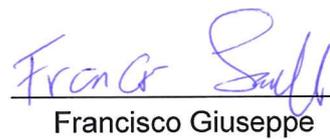
Gracias a ellos, pudimos culminar una etapa más en nuestra trayectoria como ser humano y profesional.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Eduardo Javier Saraguay Vargas y Francisco Giuseppe Savioli Cevallos damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

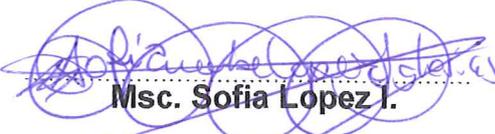


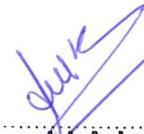
Eduardo Javier
Saraguay Vargas



Francisco Giuseppe
Savioli Cevallos

EVALUADORES


Msc. Sofia Lopez I.
PROFESOR DE LA MATERIA


Msc. Ingrid Adanaque
PROFESOR TUTOR

RESUMEN

En una planta alimenticia ubicada en la provincia de Los Ríos, con aproximadamente más de 30 años de operación en donde su giro de negocio es la producción y venta de alimentos enlatados, presenta un crecimiento desproporcional a lo largo de todos sus años de operación. Se propone cumplir con los diferentes estándares reglamentarios tanto civiles como alimenticios y mejorar notablemente el flujo dentro de las actividades rutinarias en una nueva planta industrial.

Bajo una metodología de Planeación Sistemática de una Planta, donde se buscará definir la ubicación óptima de la nueva planta industrial, reestructurando la distribución de cada área minimizando el cruce de materiales y la distancia recorrida y cumpliendo con cada requerimiento del cliente priorizándolos con las herramientas de QFD y Análisis Kano.

Se obtiene una alternativa, escogida bajo la evaluación de la mejor Efectividad de la Distribución, validando que dicha planta, mediante simulación, cumpla con la capacidad necesitada y esperada de producción como de almacenamiento tanto como en la actualidad y dentro del largo plazo.

El proyecto será rentable, si y sólo sí, posee un incremento en su rendimiento del grano en un 8%, teniendo como resultado una TIR del 19,5% cuando su tasa de descuento es del 16% y pagándose el proyecto en un plazo de 7,8 años.

Palabras Claves: Planeación Sistemática de una Planta, Proyecto, Distribución.

ABSTRACT

In a food plant located in the province of Los Rios, with approximately more than 30 years of operation where its business is the production and sale of canned food, it shows a disproportionate growth throughout all its years of operation. It is proposed to comply with the different regulatory standards, both civil and food, and to significantly improve the flow of routine activities in a new industrial plant.

Under a Systematic Plant Planning methodology, where the optimal location of the new industrial plant will be defined, restructuring the distribution of each area minimizing the crossing of materials and the distance covered and meeting each client's requirement, prioritizing them with the tools of QFD and Kano Analysis.

An alternative is obtained, chosen under the evaluation of the best Distribution Effectiveness, validating that said plant, through simulation, meets the needed and expected capacity of production as well as storage as well as in the present and in the long term.

The project will be profitable, if and only yes, it has an increase in its yield of grain by 8%, resulting in a TIR of 19.5% when its discount rate is 16% and paying the project within a period of 7.8 years.

Keywords: *Systematic Planning of a Plant, Project, Distribution.*

ÍNDICE DE GENERAL

| | |
|---|------|
| RESUMEN..... | I |
| ABSTRACT | II |
| ÍNDICE DE GENERAL | III |
| ABREVIATURAS..... | VI |
| SIMBOLOGÍA..... | VII |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS..... | VIII |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | X |
| CAPÍTULO 1..... | 1 |
| 1 Definición..... | 1 |
| 1.1 Introducción..... | 1 |
| 1.2 Descripción del problema | 1 |
| 1.3 Justificación del problema | 3 |
| 1.4 Objetivos | 4 |
| 1.4.1 Objetivo General..... | 4 |
| 1.4.2 Objetivos Específicos..... | 4 |
| 1.5 Marco teórico..... | 4 |
| 1.5.1 QFD | 4 |
| 1.5.2 Análisis Kano | 6 |
| 1.5.3 Planeación Sistemática de una Planta (SLP) | 8 |
| 1.5.4 Análisis de las relaciones entre actividades, Diagrama de Relaciones y Diagrama Nodal | 12 |
| 1.5.5 Análisis de requerimiento de Espacio y Diagrama de Relaciones de Espacio | 14 |
| 1.5.6 Evaluación de Alternativas de Propuestas de Distribución | 15 |
| CAPÍTULO 2..... | 17 |

| | | |
|-------|---|----|
| 2 | Medición | 17 |
| 2.1 | Metodología..... | 17 |
| 2.2 | Localización..... | 17 |
| 2.2.1 | Análisis del Requerimiento del Cliente..... | 21 |
| 2.2.2 | Análisis Kano | 22 |
| 2.2.3 | Análisis QFD..... | 24 |
| 2.2.4 | Análisis de las relaciones entre actividades, Diagrama de Relaciones y Diagrama Nodal. | 30 |
| 2.2.5 | Análisis de requerimiento de Espacio y Diagrama de Relaciones de Espacio 36 | |
| 2.2.6 | Evaluación de Alternativas de Propuestas de Distribución | 42 |
| | CAPÍTULO 3..... | 47 |
| 3 | Análisis y resultados..... | 47 |
| 3.1 | Simulación..... | 47 |
| 3.1.1 | Modelo | 47 |
| 3.1.2 | Estado actual | 47 |
| 3.1.3 | Estado Propuesto | 48 |
| 3.2 | Layout..... | 49 |
| 3.3 | Plan de definición de diseño..... | 52 |
| 3.4 | Plan de Control..... | 53 |
| 3.5 | Análisis financiero del proyecto | 54 |
| | CAPÍTULO 4..... | 60 |
| 4 | Conclusiones y recomendaciones..... | 60 |
| 4.1 | Conclusiones..... | 60 |
| 4.2 | Recomendaciones..... | 61 |
| | BIBLIOGRAFÍA..... | 63 |

ANEXOS.....64

ABREVIATURAS

| | |
|------------|---|
| ESPOL | Escuela Superior Politécnica del Litoral |
| VOC | Voice of Customer |
| FSSC 22000 | Food Safety System Certification 22000 |
| BPM | Buenas Prácticas de Manufactura |
| VAN | Valor Actual Neto |
| TIR | Tasa interna de Retorno |
| DMAIC | Define, Measure, Analyze, Improve and Control |
| QFD | Quality Function Deployment |
| SLP | Systematic Layout Planning |
| PP | Producto en Proceso |
| PT | Producto Terminado |
| MP | Materia Prima |

SIMBOLOGÍA

| | |
|----------------|----------------|
| g | Gramo |
| ton | Tonelada |
| Kg | Kilogramo |
| m | Metro |
| m ² | Metro cuadrado |
| Km | Kilómetro |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1.1. Definición de variables (ASQ) | 3 |
| Gráfico 1.2 Formato QFD (ASQ) | 5 |
| Gráfico 1.3 Matriz de cascada de relaciones QFD. (ASQ) | 6 |
| Gráfico 1.4 Diagrama Kano | 7 |
| Gráfico 1.5 Sistematic Layout Planning | 11 |
| Gráfico 1.6 Diagrama de Relaciones | 13 |
| Gráfico 1.7 Diagrama Nodal | 14 |
| Gráfico 1.8 Diagrama de Espacio y Relaciones | 15 |
| Gráfico 1.9 Ecuación de efectividad de la distribución | 16 |
| Gráfico 2.1 Diagrama Pareto de Ventas | 18 |
| Gráfico 2.2 Localización óptima de Planta | 21 |
| Gráfico 2.3 Variables de respuesta | 22 |
| Gráfico 2.4 Formato de cuestionario | 23 |
| Gráfico 2.5 Escala de ponderación de encuesta | 24 |
| Gráfico 2.6 Fotos de Focus Group | 25 |
| Gráfico 2.7 Requerimientos del cliente | 26 |
| Gráfico 2.8 Criterio de Requerimientos | 27 |
| Gráfico 2.9 Grado de correlación..... | 28 |
| Gráfico 2.10 QFD | 29 |
| Gráfico 2.11 Diagrama de Relaciones | 34 |
| Gráfico 2.12 Diagrama nodal..... | 35 |
| Gráfico 2.13 Vista superior del terreno disponible | 36 |
| Gráfico 2.14 Distribución actual..... | 42 |
| Gráfico 2.15 Evaluación de propuesta 1 | 43 |
| Gráfico 2.16 Propuesta de distribución 1 | 43 |
| Gráfico 2.17 Propuesta de diseño 2 | 44 |
| Gráfico 2.18 Evaluación de propuesta 2..... | 44 |
| Gráfico 2.19 Propuesta de diseño 3 | 44 |
| Gráfico 2.20 Evaluación de propuesta 3..... | 45 |
| Gráfico 3.1 Simulación actual | 48 |
| Gráfico 3.2 Simulación de propuesta..... | 48 |

| | |
|---|----|
| Gráfico 3.3 Layout de la nueva planta | 51 |
| Gráfico 3.4 Análisis de Sensibilidad | 59 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 2.1 Abastecimiento de materia prima por ubicación | 19 |
| Tabla 2.2 Despacho de producto terminado por canal | 19 |
| Tabla 2.3 Estándar de producción por línea | 30 |
| Tabla 2.4 Agregación de Áreas | 30 |
| Tabla 2.5 Relaciones para diagramación | 35 |
| Tabla 2.6 Dimensiones por área..... | 37 |
| Tabla 2.7 Dimensiones en bloques | 41 |
| Tabla 2.8 Criterios de Evaluación Cualitativa | 45 |
| Tabla 2.9 Evaluación cualitativa | 46 |
| Tabla 2.10 Evaluación Cuantitativa | 46 |
| Tabla 3.1 Supuestos para modelo actual | 47 |
| Tabla 3.2 Supuestos para modelo propuesto | 48 |
| Tabla 3.3 Detalle de rubros | 55 |
| Tabla 3.4 Costos de desmontaje | 56 |
| Tabla 3.5 Costo de proyectos de continuidad operacional | 56 |
| Tabla 3.6 Costos regulatorios..... | 57 |
| Tabla 3.7 Análisis de sensibilidad..... | 58 |

CAPÍTULO 1

1 DEFINICIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día, industrias manufactureras con largos años de operación y junto a un rápido crecimiento en sus giros de negocios provocan adaptaciones en sus infraestructuras, planes estratégicos y sus actividades operaciones con el fin de cumplir con la demanda.

La empresa de caso de estudio, una industria alimenticia ubicada en el km 7 vía a Babahoyo, cuyo giro de negocio es la fabricación de alimentos enlatados para consumo nacional e internacional, lleva aproximadamente 30 años de operación. Con un crecimiento de 700 pallets mensuales en los años 80 a 6000 pallets de producto terminado hasta la actualidad, reflejan un incremento del 800% de su volumen de producción.

Babahoyo al ser uno de los sectores que presenta frecuentes climas lluviosos a lo largo de todo el año en el Ecuador y sumado a que la construcción de la planta se encuentre por debajo del nivel de la carretera, la empresa de estudio se ve afectada durante las épocas de lluvias teniendo deterioros en su infraestructura y sus bienes en caso de inundaciones.

Esta empresa, con el fin de poder mitigar o eliminar estos problemas que han surgido a lo largo de sus años de operación, y además de cumplir con normas internacionales regulatorios en el ámbito alimenticio, se propone junto al equipo de proyectos de dicha empresa., el diseño de una nueva planta alimenticia con el objetivo de reducir costos a lo largo de toda la cadena de suministro y bajo sus respectivas restricciones.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La empresa de estudio hoy en día presenta severos deterioros en su infraestructura tanto por sus actividades operacionales cotidianas a lo largo de los años y su localización,

debido a los constantes climas lluviosos en el sector que poco a poco deterioran la infraestructura.

Al ser una industria alimenticia, tiene como obligación el cumplimiento de normas internacionales tales como FSSC 2200, que audita un sistema de gestión orientado al ámbito alimenticio. Junto la infraestructura que mantiene ahora, la empresa de estudio se ve limitada a llegar a cumplir estas normas. Además del crecimiento rápido y desproporcionado que optó, con el fin de seguir satisfaciendo la demanda todos los años, también presentan en la actualidad, problemas de flujos de materiales dentro sus actividades operacionales.

Basándonos en la metodología DMAIC de mejora continua donde se detalla el ¿Qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Cómo lo sé?, se define la oportunidad de mejora cómo:

“El crecimiento espontáneo en la demanda de 700 pallets por mes en 1989 a 6 000 pallets por mes en promedio a la actualidad, y con un constante cambio en su giro de negocio, forzaron a que la empresa de estudio. opté por tomar las adaptaciones correspondientes, tanto como en sus instalaciones para cumplir normas regulatorias, como en la redistribución de áreas para minimizar el cruce de materiales”

Es importante para medir el desempeño del actual proyecto, tomar en consideración los requerimientos del cliente y a su vez cómo poder transformar estos requerimientos en variables a las cuales se puedan dar un seguimiento.

Para ello, se realizó un “Focus Group”, el cual se conformaba por miembros estratégicos de la empresa de estudio al igual que los Tesisistas. El fin de esta actividad era reconocer e identificar los requerimientos del cliente y priorizarlos.

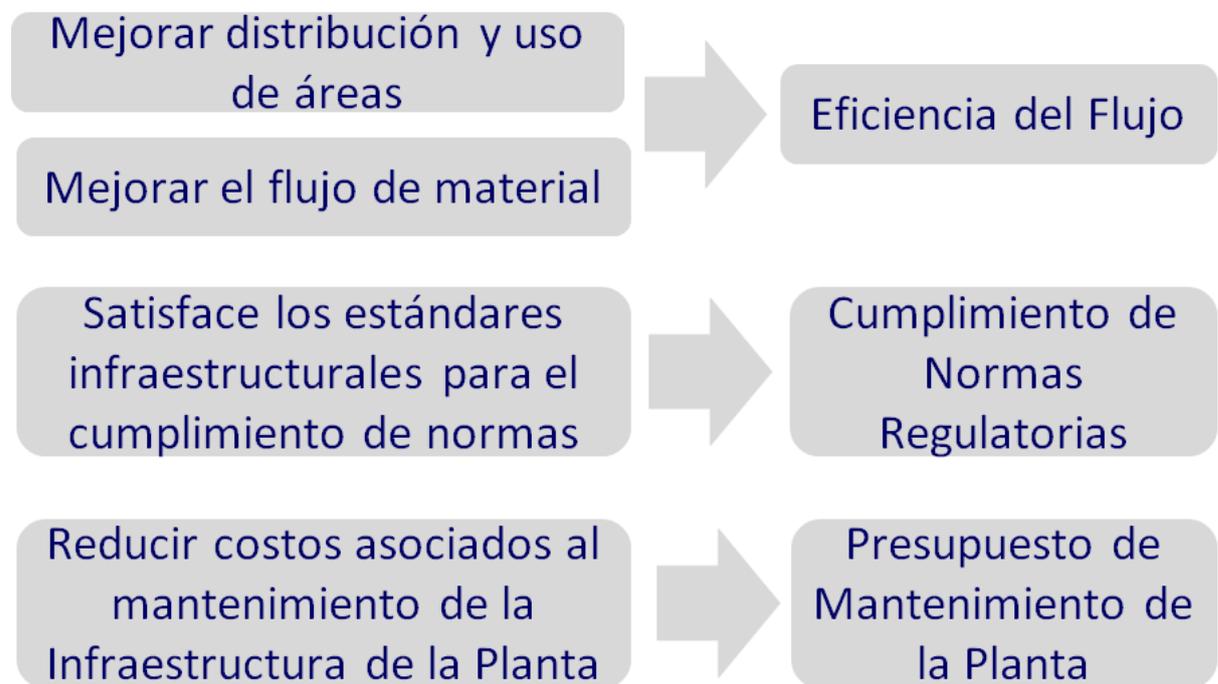


Gráfico 1.1. Definición de variables (ASQ)

En el gráfico 1.1, se evidencia del lado izquierdo los requerimientos del cliente obtenido mediante el “Focus Group” y del lado derecho como asocia cada requerimiento obtenido con una variable de interés.

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

A medida que una empresa crece a lo largo de los años de operación, está deberá adaptarse a los cambios de la demanda con el fin de poder responder de manera oportuna y al menor costo posible. Partiendo de un deterioro paulatino y continuo durante sus años operando y bajo la restricción de una posible restructuración total de sus instalaciones actualmente por posibles impedimentos en la capacidad productiva, la empresa de estudio opta por diseñar una nueva planta con el fin de remodelar sus infraestructuras, acondicionar sus departamentos bajo un esquema que cumpla con normas internacionales alimenticias y mejorando la distribución de las áreas, todo esto para ser competitivos y eficientes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo General

Rediseñar una planta de productos alimenticios enlatados

1.4.2 Objetivos Específicos

- Definir la localización óptima basado en restricciones externas minimizando los costos asociados a la cadena de suministro nacional. (Ingeniería Industrial)
- Evaluar las condiciones de cimentación mediante un análisis de suelo. (Ingeniería Civil)
- Diseñar la distribución óptima de las áreas dentro de la planta. (Ingeniería Industrial)
- Diseñar y evaluar la infraestructura metalmecánica de la planta. (Ingeniería Civil)
- Calcular la inversión inicial del proyecto. (Ingeniería Civil)
- Evaluar la rentabilidad y la factibilidad del proyecto (Ingeniería Industrial)

1.5 MARCO TEÓRICO

1.5.1 QFD

Despliegue de la función de la calidad, por la traducción de sus siglas en inglés al español, se puede definir como una caja negra en la cual ingresar los requerimientos del cliente para que esta los convierta en especificaciones técnicas de acuerdo con cada etapa de desarrollo para el producto y la producción. Es un método que busca desarrollar un producto o servicio centrado en la demanda del cliente, que responde meramente a sus deseos, y lo que realmente espera conseguir al adquirir dicho bien o servicio; este diseño va ligado directamente a los estándares o requisitos técnicos que se requieren en la etapa de producción.

Cuando se habla de calidad es común definir que, para tener calidad como tal, se debe reducir los defectos presentes en el producto, no conformidades, o fallas en el proceso. Cuando en realidad también es parte de la calidad el satisfacer al mayor nivel posible los requerimientos de los clientes tanto en funcionalidad, estética, operación, así como maximizar la experiencia creando valor para el consumidor. A continuación, en el gráfico 1.2, se observa un modelo de ejemplo del graficado QFD.

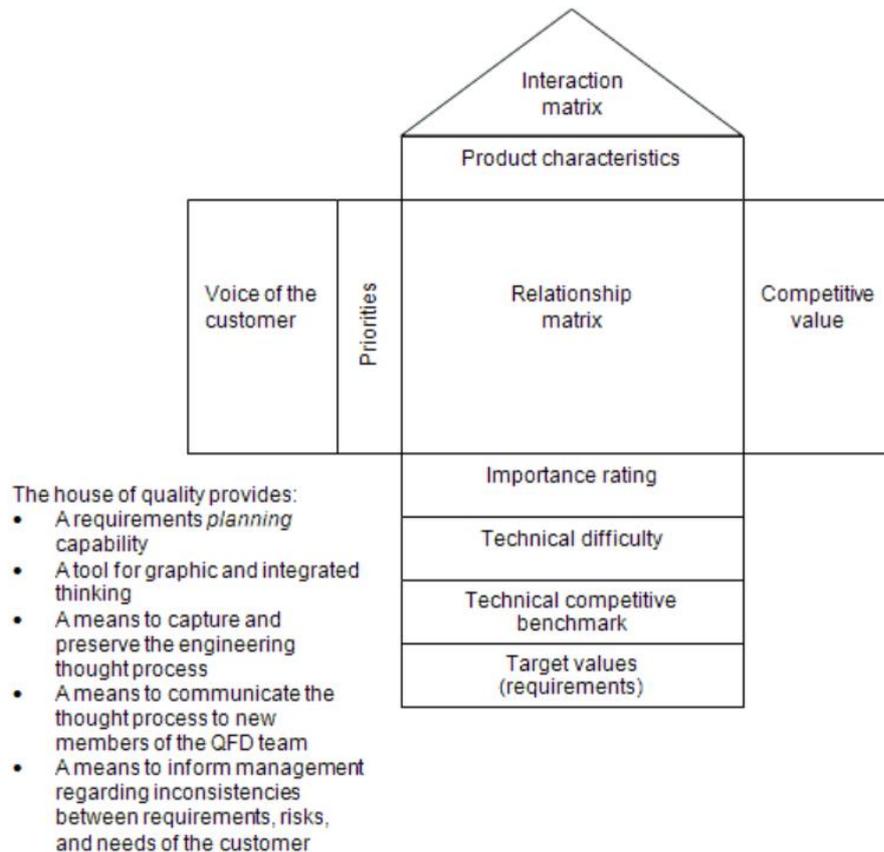


Gráfico 1.2 Formato QFD (ASQ)

Una breve explicación acerca de su método de empleo.

En las filas se tiene los aspectos de la calidad proporcionados por el cliente, brinda un nivel de priorización o importancia, y permite acoger también no conformidades y quejas que pueden ser captadas como parte de la información del cliente.

En las columnas se define la información técnica que responde o guarda alguna relación con los criterios proporcionados por el cliente en primera instancia. Convierte las necesidades del cliente expuestas en un lenguaje común a un lenguaje técnico medible, permite observar la relación entre el pedido del cliente y los requisitos técnicos; posee datos técnicos que luego serán mapeados y analizados para definir los objetivos y metas a alcanzar por la institución.

El valor por analizar en cuestión se obtiene relacionando la ponderación del cliente con los valores técnicos. Se evalúa la correlación existente entre estas variables, siendo el objetivo el determinar requisitos que posean interferencia o conflicto entre sí; lo mismo aplica para los requerimientos del cliente, cualquier requerimiento de calidad que se encuentre implícito en otro o que creen alguna incongruencia entre sí. A continuación, en el gráfico 1.3, se observa un ejemplo del método de matriz en cascada para definir relaciones.

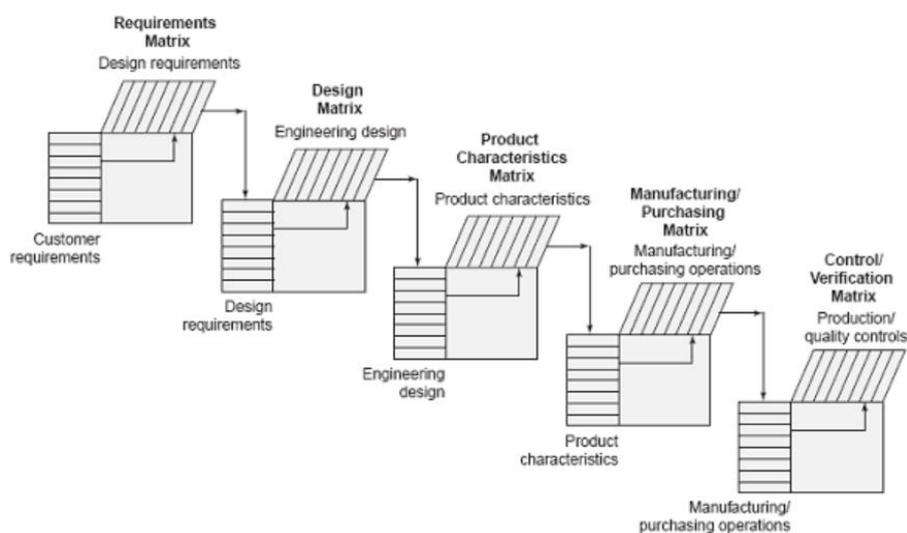


Gráfico 1.3 Matriz de cascada de relaciones QFD. (ASQ)

1.5.2 Análisis Kano

Es de gran importancia que, al momento al brindar un servicio o un producto final, que para este caso particular es el diseño de una nueva planta industrial, esta cumpla y satisfaga cada requerimiento que tiene el cliente. Nosotros al tratar de brindar un servicio de diseño o plano de los cimientos y bosquejos de la nueva planta como un producto final, debemos considerar todos los aspectos que el cliente desea y no enfocarnos en detalles que para el cliente no crea relevante.

El método Kano es una herramienta que surgió de la gestión de la calidad que busca dar la facilidad para la correcta y certera toma de decisiones de marketing. Este método mide la relación que existe entre funcionalidad de un servicio o un producto y la

satisfacción que tiene dicha funcionalidad en el cliente, en donde la funcionalidad se denota como la medida del grado que un producto cumple con los propósitos utilitarios en una cierta dimensión (De la Iglesia, 1997). El método Kano establece una clasificación de los requerimientos o atributos del cliente en: Atractivos, obligatorios, indiferentes, rechazo y unidimensionales. En el siguiente grafico se observa el despliegue de los componentes del análisis Kano (gráficos 1.4).

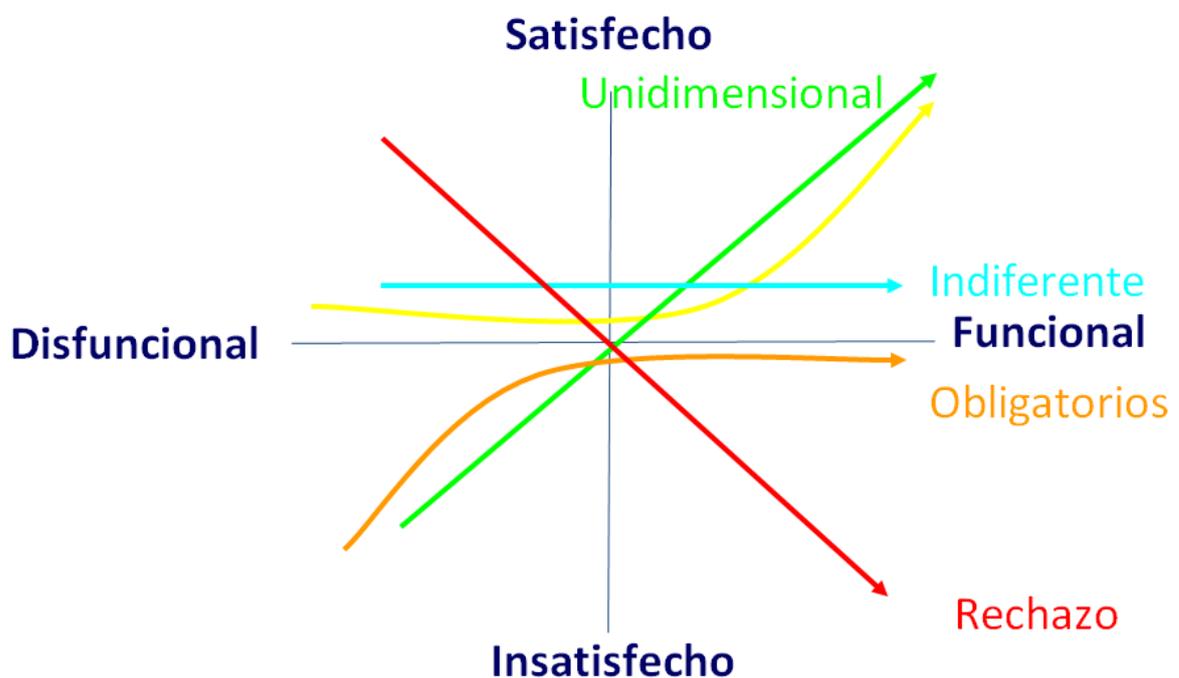


Gráfico 1.4 Diagrama Kano

Un atributo **atractivo** es aquel que dentro del rango de funcionalidad se mantiene bajo y constante pero que, si pasa el umbral, crea un nivel significativo en la satisfacción del cliente. En otras palabras, es un requerimiento que si se encuentra presente en el producto o servicio generará un alto impacto en la satisfacción y que si no se encuentra no tendrá ninguna afectación.

Un atributo **unidimensional** es aquel que a medida que la funcionalidad del producto o servicio incrementa, este generará también un incremento proporcional en la satisfacción del cliente. Es decir, que es un requerimiento que si se encuentra presente generará satisfacción y que si no generará insatisfacción.

Un atributo **obligatorio** es aquel que, si no se encuentra dentro del servicio o del producto, tendrá un fuerte impacto negativo en la satisfacción del cliente.

Un atributo **indiferente** es aquel que sin importar la presencia de este en el servicio o en el producto, no generará ningún tipo de impacto en la satisfacción del cliente. Dentro del rango de funcionalidad, este se mantendrá constante si tener algún resultado alguno.

Finalmente, un atributo **inverso** o de **rechazo** es aquel que no se espera en un servicio o producto y que, si se encuentran presentes, estos generarán un impacto negativo en la satisfacción del cliente.

Para llevar a cabo el método Kano e identificar cada atributo se debe tomar en cuenta la recolección de muestras significativas dentro de una población objetivo. Se puede optar por muestreos aleatorios o no aleatorios, según corresponda la situación de los analistas. Creando un formulario para la recopilación de información, en donde se definan preguntas funcionales y disfuncionales enfocadas a la dimensión en estudio, tales como “Accesibilidad”, “Disponibilidad de Crecimiento”, Flexibilidad de Producción”, etc.

1.5.3 Planeación Sistemática de una Planta (SLP)

El “Systematic Layout Planning”, es una metodología para la localización, desde un punto de vista general (Macro localización), en donde se ubica un punto en el globo terráqueo minimizando ya sean distancias recorridas, cantidades trasladadas por distancia recorrida o costos asociado a dichas actividades, y un punto de vista mucho más detallado (Micro localización), en donde se ubica un conjunto de áreas dentro de un espacio físico minimizando la distancia entre áreas o el tiempo de respuesta.

El SLP, tomado desde un punto de vista *macro*, puede llevarse a cabo en 1 etapa:

Localización

La etapa de Localización busca localizar un punto óptimo dentro de un espacio de 2 dimensiones o dimensiones radiales, dependiendo de las necesidades del proyectista, y bajo ciertas restricciones existentes del diseño.

Para el caso de la localización de un punto usando distancias en plano de 2 dimensiones, puede bien usarse:

- Distancias Lineales:

$$|x_1 - x_2| + |y_1 - y_2|$$

- Distancias Euclidianas:

$$\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

Y para el caso de dimensiones radiales, solo se optaría por:

- Distancia Harvesine:

$$d = 2r \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) + \cos \phi_1 \cos \phi_2 \sin^2 \left(\frac{\gamma_2 - \gamma_1}{2} \right)} \right)$$

ϕ : latitude

γ : longitude

r : Earth radius

Distancia medida entre dos puntos en el globo terráqueo usando su latitud y longitud, considerando la periferia del globo terráqueo.

Pero para la determinación de la localización de una nueva planta industrial, más allá del método del cálculo de la distancia, deben también tomarse en cuenta lo siguiente:

- Cercanía a proveedores

- Cercanía a proveedores
- Costos a lo largo de toda la cadena de suministros
- Cantidades transportadas entre puntos
- Distancia recorrida entre puntos
- Accesibilidad

Existen modelos matemáticos que permiten ubicar un punto en el espacio minimizando:

- Distancias
- Cantidad por Distancia Recorrida
- Costos por Distancia Recorrida
- Costos por Cantidad por Distancia Recorrida

La selección de qué modelo utilizar, depende de la información recopilada por el proyectista y su destreza en el desarrollo del modelo matemático para encontrar una solución óptima ya sea local o global.

Por otro lado, tomando desde un punto de vista *micro*, puede desarrollarse dentro de 3 etapas: **Análisis**, **Búsqueda** y **Selección**. (véase gráfico 1.5)

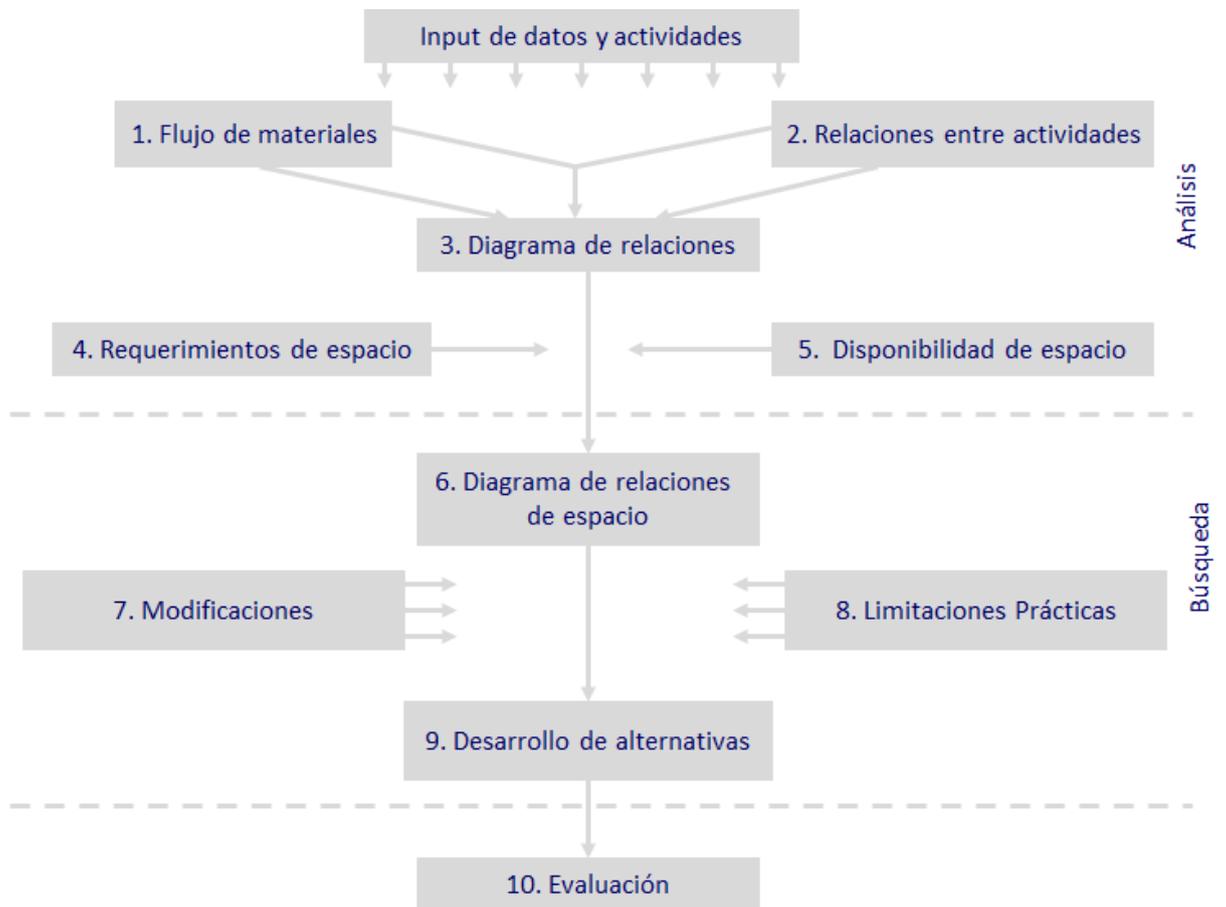


Gráfico 1.5 Sistematyc Layout Planning

Dentro de la etapa de Análisis, se busca:

- Identificar todas las fases de los procesos por cada área, al igual que las actividades y responsables en las mismas.
- Mapear el flujo de materiales, ya sean estos por distancias recorridas entre las áreas o por cantidades trasladadas entre las áreas o su combinación, como cantidades por distancia desplazada entre áreas.
- Determinar la relación que exista entre las actividades de cada área
- Diseñar el diagrama de relaciones entre todas las áreas específicas: Diagrama Nodal
- Determinar la disponibilidad de espacio físico en el lugar de estudio
- Identificar los requerimientos de espacio por cada área específica bajo el estudio

Dentro de la etapa de Búsqueda, se prioriza:

- Diseñar el diagrama de relaciones con espacio físico: Diagrama de Bloques
- Generar alternativas basados en las limitaciones de espacio físico y grado de relación entre áreas específicas

Dentro de la etapa de Selección, se busca:

- Evaluar cada alternativa generada anteriormente bajo criterios de efectividad de la distribución de áreas o la eficiencia del flujo

1.5.4 Análisis de las relaciones entre actividades, Diagrama de Relaciones y Diagrama Nodal

El recorrido de productos, el traspaso de materiales de un área a otra, la entrada de insumos y salidas de producto terminado y su respectivo traslado fuera y dentro de la planta, son actividades que se dan a lo largo de diferentes industrias manufactureras. Muchas de estas actividades se realizan con más intensidad en comparación que otras.

Para representar las relaciones encontradas/definidas/ existentes de una forma lógica que permita priorizarlas basados en su relevancia, se emplea el Diagrama de Relaciones. Un diagrama de doble entrada en forma triangular, en donde se colocan en una columna todas las áreas bajo el estudio y los recuadros las necesidades de proximidad entre cada área existente, basados en una escala relevancia. (Véase gráfico 1.6)

Es habitual utilizar una escala de vocales de forma decreciente en donde:

- A: Absolutamente necesario
- E: Especialmente importante
- I: Importante
- O: Ok
- U: No importante

X: No deseable

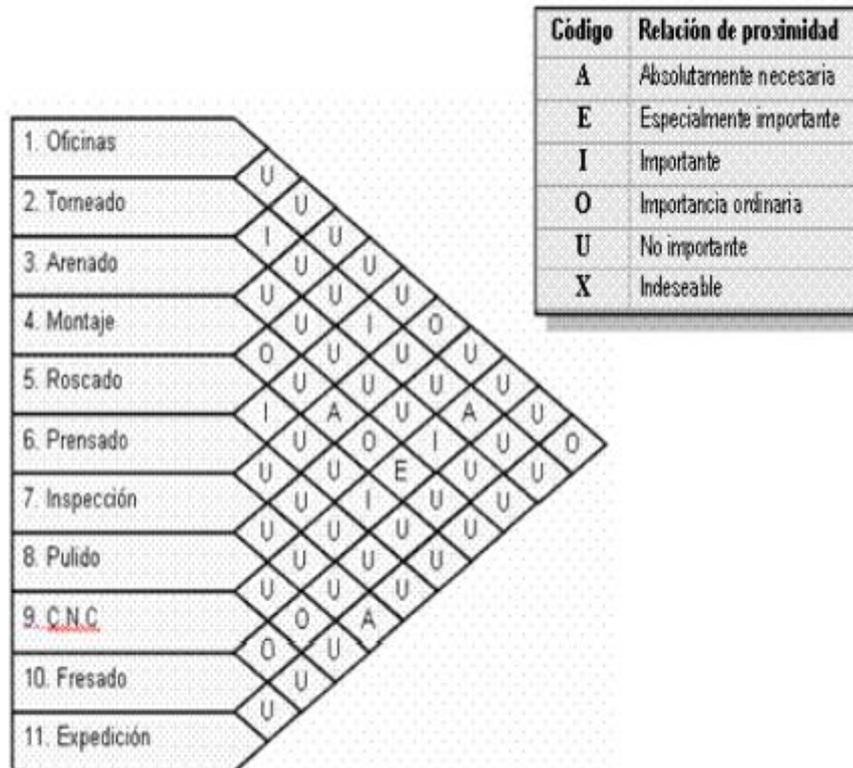


Gráfico 1.6 Diagrama de Relaciones

En la práctica, poseer un Diagrama de Relaciones no es suficiente para poder visualizar la relevancia entre actividades y las áreas. Una versión gráfica, topológica y adimensional de las áreas lo complementa. Realizar el Diagrama Nodal, es basarse un grafo como tal en donde utiliza como nodos cada área existente y las uniones de cada nodo como las relaciones entre cada área del Diagrama de Relaciones, las cuales tendrán una codificación de líneas. (Véase gráfico 1.7)

Para el proyectista, poder tener una vista preliminar de la distribución de las áreas, deberá desarrollar en varias iteraciones de prueba y error la conexión de cada nodo de tal forma que exista la menor cantidad de cruces entre líneas.

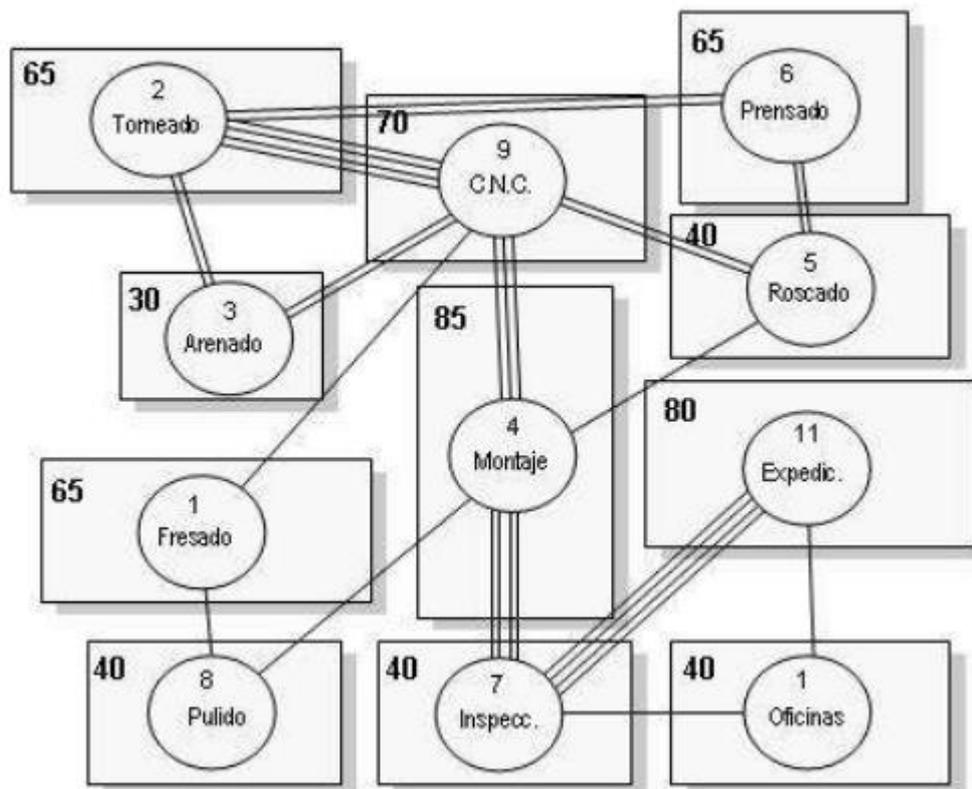


Gráfico 1.8 Diagrama de Espacio y Relaciones

1.5.6 Evaluación de Alternativas de Propuestas de Distribución

Existen diferentes formas de poder evaluar un diseño en específico. Desde basarse de un modelo matemático que permita encontrar la distribución óptima de los departamentos de una fábrica minimizando la distancia recorrida por material transportado y el costo asociado como una solución como un óptimo global o mediante la evaluación de una serie de alternativas propuestas que permitan encontrar una solución óptimos local o lo más cercano a un óptimo global.

Es importante determinar que variable de respuesta permitirá escoger la mejor opción dentro de un grupo de alternativas. La efectividad de la distribución es una herramienta que permite evaluar diseños específicos. Basados en los resultados de un diagrama de relaciones y el diagrama de bloques o de cuadros se puede llegar a tener una medida adimensional que permita evaluar el diseño.

La efectividad de la distribución se calcula:



Gráfico 1.9 Ecuación de efectividad de la distribución

Tal como se muestra en el gráfico 1.9, El valor del flujo obtenido entre el área de Producción (Pr) y el área de Balanzas (Sc) es obtenido mediante el *número de bloques que se atraviesan entre ellos siendo para 1 Bloque* y multiplicado por el *grado de relación que existen entre estos departamentos siendo para el caso la vocal O tomando un valor de 2*, como resultado se obtiene para el valor del flujo $1(N^\circ \text{ de Bloques entre ellos}) * 2(\text{Grado de Relevancia}) = 2 (\text{Valor del Flujo})$.

Es importante poder dar una ponderación a las relaciones del Diagrama de Relaciones, ya que facilitará la obtención del resultado. Existen varias escalas para poder priorizar a mayor detalle el grado de relación que existen entre áreas. Esta medida, tal como se evidencia, busca unir un factor cuantitativo (Número de Bloques) y un factor cualitativo (Grado de Relación entre Áreas).

CAPÍTULO 2

2 MEDICIÓN

2.1 METODOLOGÍA

Para el presente proyecto, se usará la metodología mejora continua, **DMAIC**. Donde existirá una etapa de Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control. Sin embargo, se realizará una adaptación de esta metodología para un proyecto y diseño de planta. Para ello, usaremos también la metodología de SLP “Systematic Layout Planning” o Planeación Sistemática de una Planta, como un marco de referencia para ir desarrollando el diseño de una nueva planta industrial paso a paso.

2.2 LOCALIZACIÓN

Para empezar, es fundamental determinar la localización de la nueva planta, bajo condiciones o restricciones externas y considerando algunos aspectos que podrían tener un impacto significativo en el producto final. Ciertos aspectos que se tomaron en cuenta fueron:

- Accesibilidad de la planta
- Cercanía a los proveedores de materias primas principales
- Cercanía a los canales de distribución principales o clientes
- Costos de transporte
- Cantidades de materia prima compradas por cada proveedor
- Cantidad de producto terminado despachado en cada canal de distribución

La empresa de estudio posee 5 familias de productos, siendo estas:

1. Gandul
2. Maíz Dulce
3. Concentrados
4. Elaborados
5. Palmito

Basándonos en las ventas del último año, 2017, se resumen en lo siguiente:

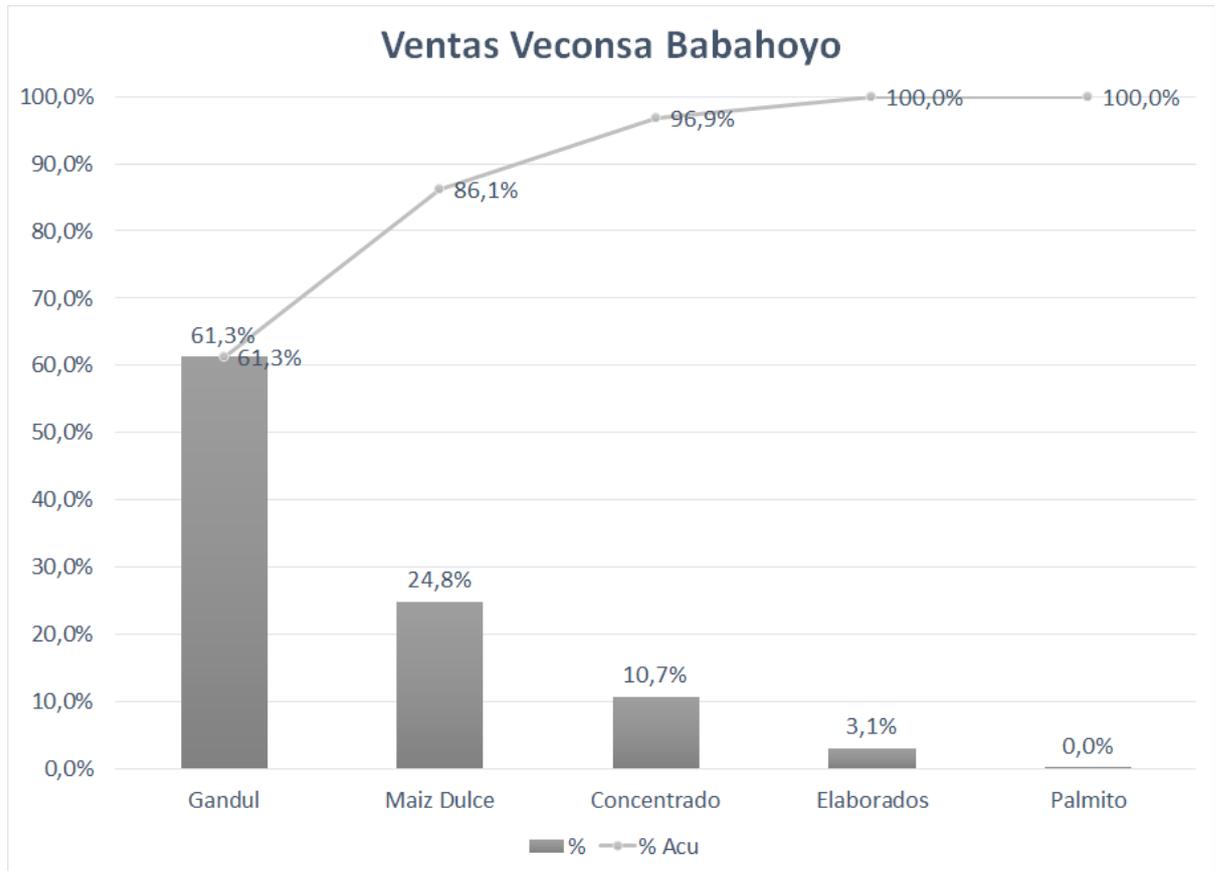


Gráfico 2.1 Diagrama Pareto de Ventas

La familia de Gandul posee el 61,3% de todas las ventas de la empresa de estudio. del año pasado, seguido por Maíz Dulce siendo este el 24,8%. Sumado estas dos familias de productos tenemos que el 86,1% de las ventas anuales del año pasado están focalizadas en **Gandul** y **Maíz Dulce**. (véase gráfico 2.1)

Sabiendo que los principales productos son el Gandul y Maíz Dulce, se determinaron sus principales proveedores y sus respectivos canales de distribución y clientes respectivamente.

La empresa de estudio, a lo largo del último año de operación ha identificado que sus principales proveedores, de acuerdo con la materia prima provista. (véase tabla 2.1)

Tabla 2.1 Abastecimiento de materia prima por ubicación

| Familia de Producto | Proveedores | Lugar | Cantidad Comprada (Kg) |
|----------------------------|--------------------|---------------|-------------------------------|
| Maíz Dulce | Centro de Acopio | Simón Bolívar | 4'616.658 |
| | | Santa Elena | 2'300.635 |
| | | Ventanas | 10.016 |
| Gandul | Centro de Acopio | Ventanas | 15'800.644 |
| | | Sabanilla | 6.982 |

Y además como sus principales Clientes o Canales de Distribución:

Tabla 2.2 Despacho de producto terminado por canal

| Familia de Producto | Canal | Lugar | Cantidad (Kg) |
|----------------------------|---------------|--------------|----------------------|
| Gandul | Puerto de Gye | Guayaquil | 9'375.656 |
| Vegetales | TropiCan | Guayaquil | 5'922.296 |

Nota: "Vegetales" comprende a todas las familias de productos de la empresa de estudio.

Siendo el puerto de Guayaquil el punto de exportación de esta familia de producto y TropiCan el centro de distribución de la empresa de estudio. para todas las familias de productos. (véase tabla 2.2)

Finalmente, para determinar la localización de la nueva planta, el diseño de un modelo matemático nos permitirá ubicar un punto óptimo dentro del globo terráqueo de tal forma que minimice los costos por la distancia recorrida por kilogramo transportado de un punto a otro.

Normalmente, con fines académicos frecuentemente se ha utilizado distancias lineales o distancias euclidianas en la localización de entidades, asumiendo que se parte de un plano en dos dimensiones. Sin embargo, para nuestro alcance de la ubicación de la nueva planta se tomará en cuenta la Distancia Harvesiana (Véase Ec.), fórmula para hallar la distancia entre dos puntos dentro del globo terráqueo sabiendo su latitud y longitud.

$$d = 2r \arcsin \left(\sqrt{\sin^2 \left(\frac{\phi_2 - \phi_1}{2} \right) + \cos \phi_1 \cos \phi_2 \sin^2 \left(\frac{\gamma_2 - \gamma_1}{2} \right)} \right)$$

ϕ : latitude

γ : longitude

r : Earth radius

Y además con el uso de Programación No lineal, nos brindará los resultados necesarios para determinar la localización de la nueva planta.

Tomando el siguiente modelo matemático (Véase Ec) y como información de entrada cada punto en el globo, tanto latitud como longitud de los proveedores y clientes de Gandul y Maíz Dulce, proporcionado por Google Maps, y un punto arbitrario como variables del modelo ϕ_2, γ_2 , se corre el dicho modelo usando **SOLVER** de Excel y teniendo como resultado:

$$\min z = \sum_{vi} w_i d_i c_i$$

Constraints:

$$\phi_2, \gamma_2 \in R$$

| Latitud | Longitud |
|--------------|--------------|
| -1,929607912 | -79,91436337 |

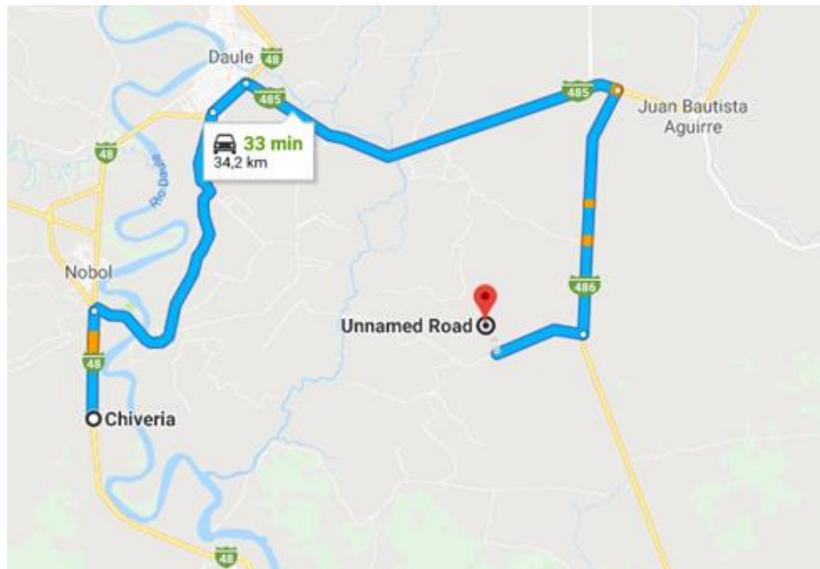


Gráfico 2.2 Localización óptima de Planta

Para reducir considerablemente los costos por compra o alquiler de un terreno para la construcción de la nueva planta, la empresa de estudio tiene a su disposición ciertos terrenos disponibles en el Ecuador. Con la finalidad de ya identificar la ubicación exacta de la nueva planta y basándose del resultado del modelo de programación lineal, **TropiCan** perteneciente también a la empresa de estudio, ubicándose a 34,2 Km del punto óptimo, tiene en sus terrenos la disponibilidad para la construcción de una nueva planta, convirtiéndose en el punto de la nueva planta. (véase gráfico 2.2)

2.2.1 Análisis del Requerimiento del Cliente

Para poder brindar un producto o un servicio, es necesario poder identificar los requerimientos del cliente o del consumidor y poder traducirlos en variables que puedan ser medibles al haber finalizado el diseño. Si se omite lo que el cliente o consumidor desea, el producto o servicio que se brindará no cumplirá sus expectativas y no por ende se tendrá un resultado poco positivo traduciéndose en altos costos incurridos, bajos ingresos, baja aceptación.

2.2.2 Análisis Kano

Poder identificar qué necesidades tiene el consumidor de manera correcta y poder cumplirlas a toda cabalidad, fue necesario utilizar herramientas para obtenerlas y priorizarlas, esto con el fin de evitar diseños que no cumplan con las expectativas del consumidor.

Parte fundamental es identificar nuestra población objetivo para poder obtener información fidedigna. Para nuestro caso, nos enfocamos en miembros estratégicos de la empresa de estudio siendo estos nuestra muestra para la recolección de datos, una muestra no probabilística de tipo discrecional y de conveniencia.

En la definición de las dimensiones de nuestro análisis Kano, nos enfocamos en:



Gráfico 2.3 Variables de respuesta

Partiendo de esta definición, se desarrolla una encuesta para la obtención de datos de nuestra muestra seleccionada. Nuestra encuesta estará diseñada con 12 preguntas funcionales y 12 preguntas disfuncionales cada par de preguntas asociadas a una dimensión en específico. (véase gráfico 2.3) (véase gráfico 2.4)



Nombre:
Departamento:
Cargo:
Edad:
Género:

| Escala | Significado |
|-----------------------------|---|
| Me gusta | Me encantaría; Me ayudaría mucho para mi |
| Es algo básico | Así debería ser; Es una necesidad básica |
| Me da igual | Neutral; No me importaría |
| No me gusta, pero lo tolero | No me gusta pero puedo vivir con ello |
| No me gusta y no lo tolero | Me disgusta; No lo puedo aceptar; Es un gran problema |

Estamos realizando un estudio sobre las características que debería poseer una planta industrial cuyo giro de negocio es la venta nacional e internacional de alimentos enlatados. A continuación se encontrará con 12 pares de preguntas y cada par tendrá relacionado un atributo en específico; la primera pregunta estará relacionada con el ofrecimiento de una característica en particular de la planta y la segunda estará relacionada sin la característica antes ya mencionada. Deberá contestar todas las preguntas usando la escala brindada.

Nº Preguntas

Respuesta

1. LOCALIZACIÓN

- 1.1 Si la planta se encontrará cerca de sus principales proveedores, ¿Cómo se siente?
- 1.2 Si la planta NO se encontrará cerca de sus principales proveedores, ¿Cómo se siente?
- 1.3 Si la planta se encontrará cerca de un CD del Grupo Vilaseca, ¿Cómo se siente?
- 1.4 Si la planta NO se encontrará cerca de un CD del Grupo Vilaseca, ¿Cómo se siente?

Me gusta
No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero

2. ESPACIO FÍSICO

- 2.1 Si en la planta existiera espacio disponible para un futuro crecimiento, ¿Cómo se siente?
- 2.2 Si en la planta NO existiera espacio disponible para un futuro crecimiento, ¿Cómo se siente?
- 2.3 Si la planta tuviese un amplio y señalizado parqueo administrativo, ¿Cómo se siente?
- 2.4 Si la planta NO tuviese un amplio y señalizado parqueo administrativo, ¿Cómo se siente?
- 2.5 Si la planta contará con espacios recreativos, ¿Cómo se siente?
- 2.6 Si la planta NO contará con espacios recreativos, ¿Cómo se siente?

No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero

3. ESTRUCTURA FÍSICA

- 3.1 Si la planta tuviera un piso liso con pintura Epoxi, ¿Cómo se siente?
- 3.2 Si la planta NO tuviera un piso liso con pintura Epoxi, ¿Cómo se siente?
- 3.3 Si la planta tuviera propiedades sismo resistentes, ¿Cómo se siente?
- 3.4 Si la planta NO tuviera propiedades sismo resistentes, ¿Cómo se siente?
- 3.5 Si la planta tuviera relleno para inundaciones, ¿Cómo se siente?
- 3.6 Si la planta NO tuviera relleno para inundaciones, ¿Cómo se siente?
- 3.7 Si la planta contará con sistema de drenajes para lluvias, ¿Cómo se siente?
- 3.8 Si la planta NO contará con sistema de drenajes para lluvias, ¿Cómo se siente?
- 3.9 Si la planta fuese construida bajo normas internacionales, ¿Cómo se siente?
- 3.10 Si la planta NO fuese construida bajo normas internacionales, ¿Cómo se siente?

No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero

4. RENTABILIDAD

- 4.1 Si al construirse la planta se pudiese recuperar en menos de 10 años, ¿Cómo se siente?
- 4.2 Si al construirse la planta NO se pudiese recuperar en menos de 10 años, ¿Cómo se siente?
- 4.3 Si la planta pudiera ser construida en algún terreno perteneciente a la empresa, ¿Cómo se siente?

No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero

Gráfico 2.4 Formato de cuestionario

El encuestado deberá responder cada pregunta bajo una escala. (véase gráfico 2.5)

| Respuesta | Significado |
|-----------------------------|--|
| Me gusta | Me encantaría; Me ayudaría mucho |
| Es algo básico | Así debería ser; Es una necesidad básica |
| Me da Igual | Neutral |
| No me gusta, pero lo tolero | No me gusta pero puedo vivir con ello |
| No me gusta y no lo tolero | Me disgusta; No lo puedo aceptar |



Gráfico 2.5 Escala de ponderación de encuesta

Esto con el fin de poder priorizar cada dimensión antes definida. Una vez que se encuestó a un total de 11 miembros estratégicos de la empresa de estudio, caracterizados por su alta participación en toma de decisiones para la aprobación de proyectos internos, se obtuvo los siguientes resultados:

Nuestro diseño, para evitar insatisfacción del consumidor, deberá poseer **Disponibilidad de Crecimiento, Pisos Enlucidos y Cimientos Estables** en contra de inundaciones.

2.2.3 Análisis QFD

Para el desarrollo de la herramienta QFD dentro de este proyecto se levantó información con la Gerencia y Jefatura de planta, así como también se mantuvo reuniones con el equipo de proyectos y el área de mantenimiento. Donde se pudo llevar a cabo el proceso de lluvia de ideas y la recopilación de los requerimientos del cliente. (véase gráfico 2.6)

| Dimensión | M | P | A | I | R | T | MAX | Calificación | Resultado |
|--|---|---|---|---|---|----|-----|--------------|----------------|
| Cercanía de Proveedores | 0 | 3 | 6 | 2 | 0 | 11 | 6 | A | Atractivo |
| Cercanía a un CD | 0 | 0 | 8 | 3 | 0 | 11 | 8 | A | Atractivo |
| Disponibilidad de Crecimiento | 0 | 7 | 3 | 0 | 1 | 11 | 7 | P | Unidimensional |
| Disponibilidad de Espacio | 1 | 0 | 6 | 3 | 1 | 11 | 6 | A | Atractivo |
| Entretenimiento | 0 | 0 | 8 | 3 | 0 | 11 | 8 | A | Atractivo |
| Estructura de Suelos | 0 | 7 | 4 | 0 | 0 | 11 | 7 | P | Unidimensional |
| Estructura Física | 0 | 3 | 7 | 0 | 1 | 11 | 7 | A | Atractivo |
| Suelo estable | 0 | 6 | 3 | 1 | 1 | 11 | 6 | P | Unidimensional |
| Sistema de drenaje | 2 | 2 | 7 | 0 | 0 | 11 | 7 | A | Atractivo |
| Estructura basadas en Normas Internacionales | 0 | 3 | 7 | 0 | 1 | 11 | 7 | A | Atractivo |
| Retorno de la inversión | 2 | 3 | 6 | 0 | 0 | 11 | 6 | A | Atractivo |
| Accesibilidad | 2 | 0 | 9 | 0 | 0 | 11 | 9 | A | Atractivo |



Gráfico 2.6 Fotos de Focus Group

Niveles de requisitos del cliente I, II y III

Como parte de la metodología se llevaron a cabo entrevistas directas y reuniones de trabajo para el levantamiento de los requerimientos por parte del cliente. De acuerdo con el formato de QFD empleado en esta práctica, se detallan tres niveles de requerimientos de cliente de acuerdo con la agregación que se le da a la idea principal hasta llegar a un requerimiento específico, esto ayuda a reducir el impacto de la correlación entre aspectos y a enfocar el análisis a una idea principal debidamente asociada a los requerimientos más específicos que guarden relación. (véase gráfico 2.7)

I

II

III

| | | |
|---|--|--|
| Presencia de elementos no declarados en el producto | Contacto del producto con cuerpos del exterior debe ser nulo | Hermeticidad de la planta hacia el exterior Centro de desvainado cerrado División de áreas en puntos críticos de control Ubicación de aduanas de acuerdo con necesidades Almacenamiento para gandul cerrado (patio de gandul) |
| | Existencia de alérgenos no declarados en los productos | Contaminación cruzada de alérgenos entre áreas Evitar contaminación cruzada Correcto manejo de productos alérgenos |
| Calidad en los servicios industriales | La ubicación y el correcto aprovisionamiento de los servicios industriales | Aseguramiento de los servicios, agua, vapor, agua potable Servicios industriales consolidados, ubicación. Electricidad, sin picos ni caídas de voltaje Buenos servicios básicos |
| Localización de la planta y manejo de desperdicios | Ubicación con bajos niveles freáticos | Que la planta no esté expuesta a inundaciones |
| | Manejo de desechos industriales y diseño sanitario | Adecuado diseño de drenaje de aguas servidas y aguas residuales Diseño sanitario, infraestructura, ambiente, consideraciones sanitarias Manejo de desperdicios, legal y ambientalmente Planta de tratamiento de residuos industriales |
| Optimización de los flujos entre áreas | Control y flujo de materiales, personas, herramientas, etc. | Tránsito de montacargas, personal/equipo/herramientas de mantenimiento, personas Flujo lineal de procesos (flujo continuo) Flujo que vaya de la mano y sea optimo |
| | Distribución de planta | Correcta distribución de áreas, distribución de áreas adecuadas Distribución que haga sentido |
| Cumplimiento con normativas | Planta abalada por organismo acreditador | Sistema de gestión de calidad certificado |
| Políticas de inventarios | Manejo de inventarios | Bodega de MP/PP/PT. Correcto espacio y distribución Optimizar la cantidad de WIP |
| Cumplir con el giro del negocio | Alinear requerimientos con gerencia | Claridad del negocio con gerencia |
| Seguridad física | Controles de seguridad | Seguridad física, cuidar andenes andenes de despacho por exportación Ingresos a la planta, garita, seguridad física |
| Disponibilidad de terreno | Proyectar el crecimiento de la planta | Futuro crecimiento, espacios. Pensar en ampliación |

Gráfico 2.7 Requerimientos del cliente

Esto se mide de acuerdo con cada símbolo el cual está acompañado de un valor numérico. Cada característica técnica es evaluada con cada uno de los requerimientos del cliente de acuerdo con el siguiente cuadro. (véase gráfico 2.9)

| Grado de correlación entre RC y CT | Símbolo utilizado | Valor numérico asignado |
|---|--------------------------|--------------------------------|
| Muy correlacionados | ⊙ | 9 |
| Correlacionados | ○ | 3 |
| Poco correlacionados | △ | 1 |
| Sin correlación | Blanco | 0 |

Gráfico 2.9 Grado de correlación

La valoración es opcional, por lo cual no es necesario que cada requerimiento de calidad sea relacionado con una característica técnica. Es de aquí donde se observa y valora cuáles son las características técnicas que atacar para satisfacer la mayor cantidad de requerimientos del cliente consiguiendo así el aumento en la calidad percibida. A continuación, se puede observar las valoraciones obtenidas de acuerdo con el análisis con el equipo técnico recluta. (véase grafico 2.1)

2.2.4 Análisis de las relaciones entre actividades, Diagrama de Relaciones y Diagrama Nodal.

Una vez encontrado la ubicación de la nueva planta y siguiendo la metodología de SLP entraremos en la etapa de Análisis, en donde se recopilan todas las actividades operacionales, procesos que se llevan a cabo y al igual que las áreas dentro de la planta actual.

La empresa de estudio, en la planta actual cuenta con los estándares de producción como se observa en la tabla 2.3:

Tabla 2.3 Estándar de producción por línea

| Líneas de Producción | Cantidad (Un) | Personal Requerido(Pers) | Velocidad (Latas/min) |
|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Palmito | 2 | 26 | 82 |
| Concentrados | 1 | 12 | 60 |
| Maíz Dulce | 1 | 22 | 320 |
| Vegetales (1) | 1 | 27 | 500 |
| Vegetales (2) | 1 | 23 | 320 |

Y un total de 21.000 metros cuadrados en donde cuentan con un total de 50 áreas específicas y un total de 14 áreas agregadas. (véase tabla 2.4)

Tabla 2.4 Agregación de Áreas

| n° | Áreas Detalladas | Áreas |
|-----------|---------------------------------------|------------------------|
| 1 | Compresor de Cámaras de Congelamiento | Cámaras de Congelación |
| 2 | Cámara 1 | |

| | | |
|----|--------------------------------------|-------------------------|
| 3 | Cámara 2 | |
| 4 | Cámara 3 | |
| 5 | Plataforma de Carga | Muelles |
| 6 | Muelles | |
| 7 | Balanza | Balanzas |
| 8 | Cuarto de Balanzas | |
| 9 | Área de Recepción de Materia Prima | Bodega de Materia Prima |
| 10 | Bodega de Materia Prima | |
| 11 | Bodegas de Insumos y Materiales | |
| 12 | Área de Paletizado | Producción |
| 13 | Área de Lavado de Manos | |
| 14 | Línea de Producción de Palmito | |
| 15 | Línea de Producto de Guayaba | |
| 16 | Línea de Producción de Maíz | |
| 17 | Línea de Producción de Vegetales | |
| 18 | Línea de Producción de Vegetales (2) | |
| 19 | Línea de Concentrados | |
| 20 | Área de Desgranado | |
| 21 | Área de Desvainado | |
| 22 | Autoclaves | |

| | | |
|----|--------------------------------------|---|
| 23 | Área de Paletizado | |
| 24 | Área de Remojo de Granos | |
| 25 | Área de Expansión | |
| 26 | Cuadro de Producción | |
| 27 | Bodega de Producto en Proceso | Bodega de Producto Terminado y en Proceso |
| 28 | Bodega de Insumos de Etiquetado | |
| 29 | Línea de Etiquetado y Paletizado (1) | |
| 30 | Línea de Etiquetado y Paletizado (2) | |
| 31 | Bodega de Producto Terminado | |
| 32 | Oficinas Técnicas | Oficinas de Producción |
| 33 | Laboratorios | Calidad y Desarrollo |
| 34 | Desarrollo de Producto | |
| 35 | Preparación de Semillas | |
| 37 | Calderos | Calderos |
| 37 | Tanque Bunker | |
| 38 | Baños Planta | Baños Planta |
| 39 | Edificio Administrativos | Administración |
| 40 | Baños Administrativos | |
| 41 | Oficinas de Mantenimiento | Mantenimiento |
| 42 | Taller de Mantenimiento | |

| | | |
|----|---------------------------------|-----------------------|
| 43 | Taller de Montacargas | |
| 44 | Parqueadero de Montacargas | |
| 45 | Bodega de Repuestos | |
| 46 | Comedor | Comedor |
| 47 | Tratamiento de Aguas Servidas | Materiales Peligrosos |
| 48 | Materiales Peligrosos | |
| 49 | Bodega de Materiales Peligrosos | |
| 50 | Tanque Contra Incendio | |

Agregar áreas, basándose en criterios de funcionalidad de cada área específica dentro de la planta, permite que el análisis de distribución se simplifique y al momento de evaluación tengamos soluciones más rápido debido a la recursividad al iniciar dicho proceso.

Una entrada importante para el diseño de una nueva planta es poder identificar el grado de relación o de relevancia que existen entre cada área específica dentro de la planta. Junto a un grupo de miembros estratégicos de la empresa de estudio, se procedió a valorizar por cada área agregada, mediante una escala ponderativa cualitativa de acuerdo con el grado de relación que posee cada área en función de otra y utilizando las herramientas “Diagrama de Relaciones” y “Diagrama Nodal” los cuales se muestran como ejemplo en el grafico 2.11 y 2.15.

Tabla 2.5 Relaciones para diagramación

| Valor | Descripción | Diagramación |
|-------|--------------------------|--------------|
| A | Absolutamente Necesario | |
| E | Especialmente Importante | |
| I | Importante | |
| O | Ok | |
| U | No Importante | |
| X | No Deseable | |

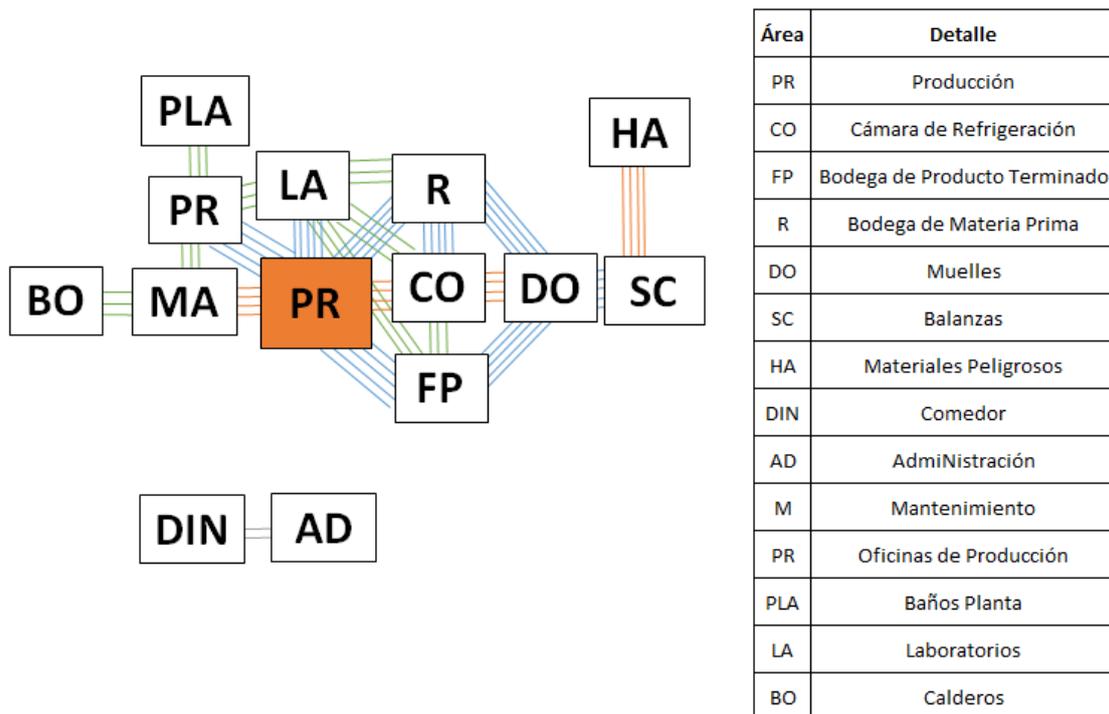


Gráfico 2.12 Diagrama nodal

El Diagrama Nodal es la representación gráfica del Diagrama de Relaciones, tal como una visión preliminar de la distribución de las áreas. Como se puede apreciar en el gráfico

2.12, los departamentos cuyo grado de relación es mucho más alto se encuentran mucho más cercanos, tal como el área de “Producción” con el área de “Bodega de Materia Prima” y “Bodega de Producto terminado”. Mientras que por otro lado los departamentos cuya relación es mucho más baja, se encuentran distanciados a lo largo de todo el diagrama, tales como el área de “Calderos” con el área de “Administración” y “Comedor”.

Para finalizar la etapa de “Análisis” usando la metodología de SLP, se necesitó determinar los requerimientos de espacio y la disponibilidad de espacio para la distribución de las áreas.

2.2.5 Análisis de requerimiento de Espacio y Diagrama de Relaciones de Espacio

Tal como se lo mencionó anteriormente la localización de la nueva planta será situada en **Tropicán**. Este terreno, perteneciente a la empresa de estudio, posee en sus alrededores un total de 37680 metros cuadrados. (véase gráfico 2.13)



Gráfico 2.13 Vista superior del terreno disponible

Partiremos con aproximadamente 37k metros cuadrados como **disponibilidad de espacio físico** para ordenar y distribuir las áreas específicas ya antes definidas. Sin

embargo, antes de poder distribuir las áreas, el **requerimiento de espacio físico por cada departamento** debe ser levantado. (véase tabla 2.6)

Tomando información 'in situ' en la planta actual de Babahoyo se tiene:

Tabla 2.6 Dimensiones por área

| n° | Áreas Detalladas | Metros Cuadrados | Áreas | Metros Cuadrados |
|----|---------------------------------------|------------------|-------------------------|------------------|
| 1 | Compresor de Cámaras de Congelamiento | 100 | Cámaras de Congelación | 1108 |
| 2 | Cámara 1 | 180 | | |
| 3 | Cámara 2 | 156 | | |
| 4 | Cámara 3 | 672 | | |
| 5 | Plataforma de Carga | 200 | Muelles | 343 |
| 6 | Muelles | 143 | | |
| 7 | Balanza | 1760 | Balanzas | 1770 |
| 8 | Cuarto de Balanzas | 10 | | |
| 9 | Área de Recepción de Materia Prima | 9600 | Bodega de Materia Prima | 13440 |
| 10 | Bodega de Materia Prima | 3360 | | |
| 11 | Bodegas de Insumos y Materiales | 480 | | |
| 12 | Área de Paletizado | 180 | Producción | 7073 |
| 13 | Área de Lavado de Manos | 210 | | |
| 14 | Línea de Producción de Palmito | 462 | | |
| 15 | Línea de Producto de Guayaba | 462 | | |

| | | | | |
|----|--------------------------------------|------|---|------|
| 16 | Línea de Producción de Maíz | 495 | | |
| 17 | Línea de Producción de Vegetales | 495 | | |
| 18 | Línea de Producción de Vegetales (2) | 495 | | |
| 19 | Línea de Concentrados | 990 | | |
| 20 | Área de Desgranado | 550 | | |
| 21 | Área de Desvainado | 1125 | | |
| 22 | Autoclaves | 396 | | |
| 23 | Área de Paletizado | 396 | | |
| 24 | Área de Remojo de Granos | 180 | | |
| 25 | Área de Expansión | 429 | | |
| 26 | Cuadro de Producción | 208 | | |
| 27 | Bodega de Producto en Proceso | 1680 | Bodega de Producto Terminado y en Proceso | 5532 |
| 28 | Bodega de Insumos de Etiquetado | 480 | | |
| 29 | Línea de Etiquetado y Paletizado (1) | 900 | | |
| 30 | Línea de Etiquetado y Paletizado (2) | 360 | | |
| 31 | Bodega de Producto Terminado | 2112 | | |
| 32 | Oficinas Técnicas | 50 | Oficinas de Producción | 50 |
| 33 | Laboratorios | 100 | Calidad y Desarrollo | 280 |
| 34 | Desarrollo de Producto | 100 | | |

| | | | | |
|--------------|---------------------------------|-----------|-----------------------|-----------|
| 35 | Preparación de Semillas | 90 | | |
| 37 | Calderos | 640 | Calderos | 864 |
| 37 | Tanque Bunker | 224 | | |
| 38 | Baños Planta | 200 | Baños Planta | 200 |
| 39 | Edificio Administrativos | 142 | Administración | 292 |
| 40 | Baños Administrativos | 150 | | |
| 41 | Oficinas de Mantenimiento | 104 | Mantenimiento | 942 |
| 42 | Taller de Mantenimiento | 540 | | |
| 43 | Taller de Montacargas | 42 | | |
| 44 | Parqueadero de Montacargas | 100 | | |
| 45 | Bodega de Repuestos | 156 | | |
| 46 | Comedor | 680 | | |
| 47 | Tratamiento de Aguas Servidas | 900 | Materiales Peligrosos | 1508 |
| 48 | Materiales Peligrosos | 161 | | |
| 49 | Bodega de Materiales Peligrosos | 147 | | |
| 50 | Tanque Contra Incendio | 300 | | |
| TOTAL | | 34.092,33 | TOTAL | 34.092,33 |

Cabe mencionar que, para el área de Bodega de Materia Prima, Área de Recepción de Materia Prima, Bodega de Producto en Proceso y Bodega de Producto Terminado, se realizó un análisis más a detalle para poder definir el tamaño real de estas áreas.

Para el área de Bodega de Materia Prima y Recepción de Materia Prima se estimó en dos áreas, la recepción de grano y la recepción de latas. Para el área de grano se mantuvo un área estable ya que esta está sujeta a la capacidad de la planta, por lo que no podrá recibir más allá de su capacidad diaria debido a que el gandul no puede almacenarse en silos y su tiempo de vida útil almacenado es de 1 día aproximadamente dependiendo de las condiciones climáticas y la acumulación del grano. Para el área de insumos se mantuvo las dimensiones al ser satisfactorias y se adiciono espacio bajo el cálculo de requerimiento de latas; se tomó los niveles de ingreso de grano y se calculó la cantidad de latas en un tiempo menor a un mes de acuerdo con el tiempo de abastecimiento el cual no varió de acuerdo al existente a la actualidad.

Por otro lado, para el área de Bodega de Producto en Proceso y Bodega de Producto Terminado se tomó el histórico de ingreso de gandul y maíz dulce en los últimos años, con esto se determinó el mayor pico de producción en un mes siendo este nuestro nivel requerido de espacio máximo y la capacidad a satisfacer. Luego se calculó el espacio a ocupar por un pallet, a esto se le consideró las holguras y espacios de fuga. Fiablemente se dividió el número de latas producidas en ese mes para el número de latas que caben en un pallet, y este valor se lo multiplicó por el área requerida por pallet (metros cuadrados). Por motivos de seguridad y de acuerdo con la propuesta se asumió un espacio con racks. Dando finalmente el espacio requerido, bajo dichas condiciones, para almacenar y responder a las necesidades en zafra. Estos valores fueron sujetos a simulación y verificados.

Sumando cada área específica se tiene un total de 34.092,33 metros cuadrados, una cantidad menor a la disponibilidad física en el terreno disponible, dando como terminado la etapa de **“Análisis”**

Siguiendo bajo la misma metodología de SLP, se comenzó con la etapa de **“Búsqueda”**. Una vez determinado el espacio físico disponible y el espacio físico por cada área específica, se procedió a definir el tamaño de bloque. La definición del tamaño de bloque brindará una medida estándar y uniforme para la elaboración del **“Diagrama de Bloques”**,

herramienta que permite distribuir diferentes departamentos basados en un criterio de importancia entre áreas, pero con un enfoque a espacios físicos.

El bloque se escogerá tomando en consideración los siguientes aspectos fundamentales.

1. Las dimensiones del bloque, tanto como su largo y ancho, deberán ser iguales. (Bloque rectangular)
2. El tamaño de bloque deberá ser múltiplo de cada área, de tal forma que al multiplicarlo por una cantidad n se asemeja al espacio físico real de cada área.
3. La sumatoria de todos los excedentes y faltantes debe ser mínima. Donde:
 - a. Excedente: $(\text{Espacio Real} - n \cdot \text{Tamaño de Bloque}) < 0$
 - b. Faltante: $(\text{Espacio Real} - n \cdot \text{Tamaño de Bloque}) > 0$
4. La cantidad de bloques totales permitan realizar, en un tiempo razonable, la generación de alternativas y la etapa de evaluación

Mediante simulación de prueba y error se obtuvo la información que se detalla en la tabla 2.7.

Tabla 2.7 Dimensiones en bloques

| Tamaño de Bloque | Sum(Exc;Falt) | Total Bloques |
|------------------|---------------|---------------|
| 10x10 | 608 | 347 |
| 20x20 | 2.308 | 91 |
| 30x30 | 6.408 | 45 |
| 40x40 | 13.907 | 30 |

El tamaño de bloque adecuado para nuestro análisis es el bloque de 20x20, cumpliendo todos los aspectos descritos previamente.

Para poder ubicar los espacios físicos de cada departamento, utilizaremos la herramienta “Diagrama de Bloques”, que permite dar una perspectiva previa de cómo sería la distribución de las áreas con su respectivo espacio físico.

2.2.6 Evaluación de Alternativas de Propuestas de Distribución

Se propuso 3 alternativas diferentes a la actual planta. (véase gráfico 2.14)

| | |
|------------------------------|-----------|
| Cámaras de Congelación | 3 |
| Muelles | 1 |
| Balanzas | 5 |
| Bodega de MP | 34 |
| Producción | 18 |
| Bodega de PT | 14 |
| Oficinas de Producción | 1 |
| Laboratorios | 1 |
| Calderos | 3 |
| Baños Planta | 1 |
| Edificio Adm. | 1 |
| Mantenimiento | 3 |
| Comedor | 2 |
| Materiales Peligrosos | 4 |
| Total | 91 |

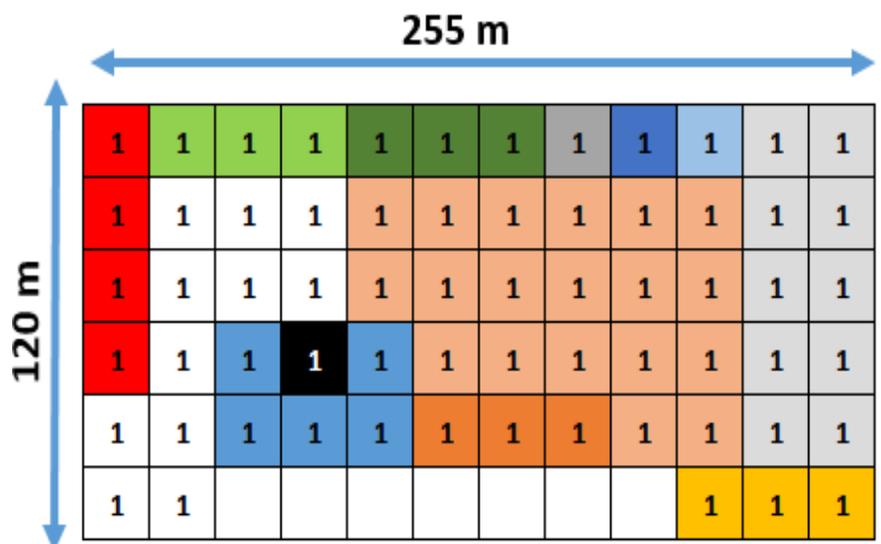


Gráfico 2.14 Distribución actual

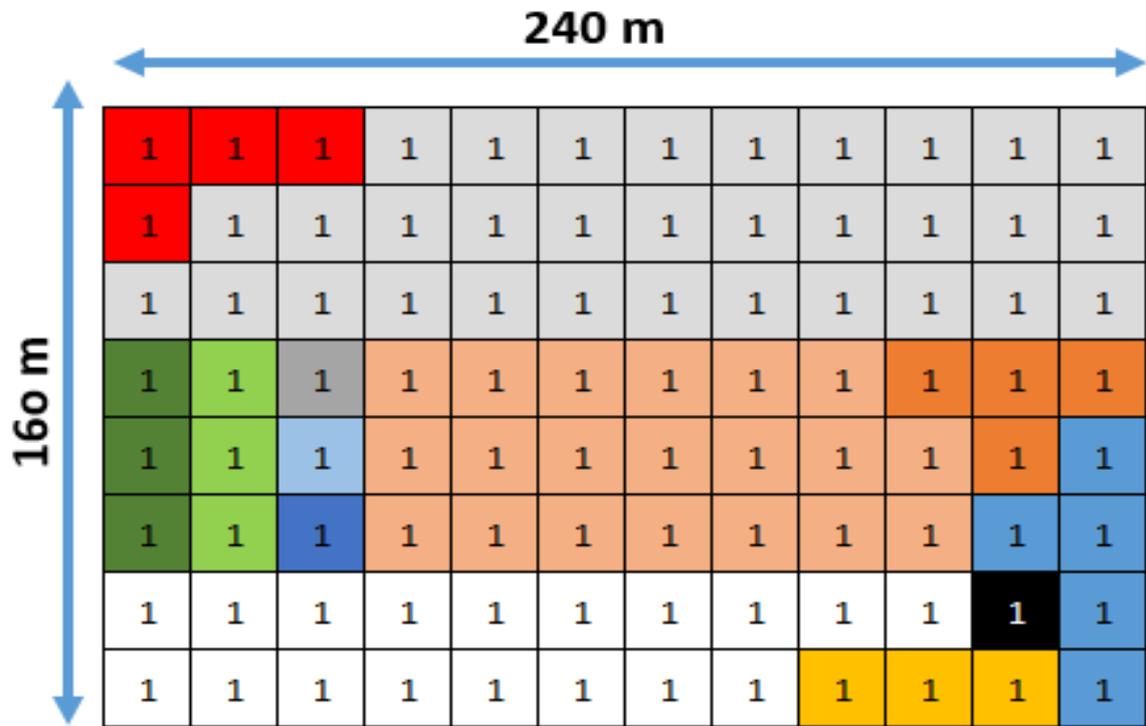


Gráfico 2.16 Propuesta de distribución 1

| | Cool Chambers | Docks | Scale | RW Warehouse | Production | FP Warehouse | Production Offices | Labs | Boilers | Plant Bathroom | Administrative | Maintenance | Dinning Hall | Hazardous Materials | Total |
|-------------------------|---------------|-------|-------|--------------|------------|--------------|--------------------|------|---------|----------------|----------------|-------------|--------------|---------------------|-------|
| Cool Chambers | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 7 | 24 | 0 | 0 | 2 | 21 | 2 | 0 | 65 |
| Docks | 0 | 0 | 0 | 15 | 1 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 42 |
| Scale | | | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 8 | 27 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 53 |
| RW Warehouse | | | | 0 | 0 | 6 | 2 | 6 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 18 |
| Production | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| FP Warehouse | | | | | | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Production Offices | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 8 | 0 | 16 |
| Labs | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 7 | 0 | 14 |
| Boilers | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Plant Bathroom | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Administrative Building | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Maintenance | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dinning Hall | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| Hazardous Materials | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 216 |

Gráfico 2.15 Evaluación de propuesta 1

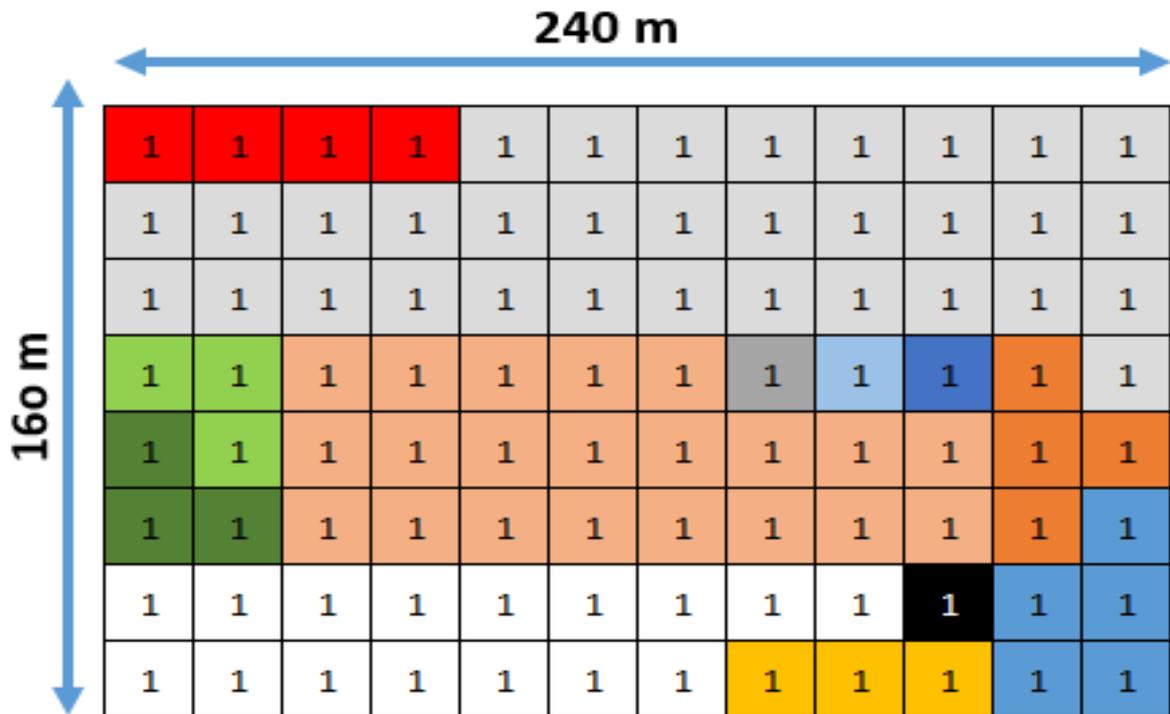


Gráfico 2.17 Propuesta de diseño 2

| | Cool Chambers | Docks | Scale | RW Warehouse | Production | FP Warehouse | Production Offices | Labs | Boilers | Plant Bathroom | Administrative | Maintenance | Dinning Hall | Hazardous Materials | Total |
|-------------------------|---------------|-------|-------|--------------|------------|--------------|--------------------|------|---------|----------------|----------------|-------------|--------------|---------------------|-------|
| Cool Chambers | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 | 0 | 15 |
| Docks | | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 18 | 0 | 0 | 26 |
| Scale | | | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 | 3 | 27 | 0 | 0 | 20 | 0 | 0 | 55 |
| RW Warehouse | | | | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Production | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| FP Warehouse | | | | | | 0 | 6 | 6 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 |
| Production Offices | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 15 | 3 | 0 | 21 |
| Labs | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 3 | 21 | 3 | 0 | 27 |
| Boilers | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Plant Bathroom | | | | | | | | | | 0 | 0 | 10 | 0 | 0 | 10 |
| Administrative Building | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Maintenance | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dinning Hall | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| Hazardous Materials | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 182 |

Gráfico 2.18 Evaluación de propuesta 2

Gráfico 2.19 Propuesta de diseño 3

| | Cool Chambers | Docks | Scale | RW Warehouse | Production | FP Warehouse | Production Offices | Labs | Boilers | Plant Bathroom | Administrative | Maintenance | Dinning Hall | Hazardous Materials | Total |
|-------------------------|---------------|-------|-------|--------------|------------|--------------|--------------------|------|---------|----------------|----------------|-------------|--------------|---------------------|-------|
| Cool Chambers | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 3 | 6 | 0 | 0 | 3 | 27 | 3 | 0 | 48 |
| Docks | | 0 | 0 | 5 | 1 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 0 | 28 |
| Scale | | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 14 |
| RW Warehouse | | | | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 10 |
| Production | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| FP Warehouse | | | | | | 0 | 4 | 6 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 |
| Production Offices | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 3 | 6 | 15 | 6 | 0 | 30 |
| Labs | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 6 | 0 | 18 |
| Boilers | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Plant Bathroom | | | | | | | | | | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 8 |
| Administrative Building | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Maintenance | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Dinning Hall | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 |
| Hazardous Materials | | | | | | | | | | | | | | 0 | 0 |
| | | | | | | | | | | | | | | | 172 |

Gráfico 2.20 Evaluación de propuesta 3

Y para poder escoger la alternativa más adecuada se evaluaron cada una de estas bajo 2 aspectos con respecto a la planta actual. (véase tabla 2.10)

- Cualitativa: Cumplimiento satisfactorio con la norma FSSC 22000
- Cuantitativa: Mejoría en la efectividad y eficiencia del flujo de materiales

En la siguiente tabla se evalúan cada alternativa por cada aspecto por separado. (véase tabla 2.8 y 2.9)

Tabla 2.8 Criterios de Evaluación Cualitativa

| Requisito | Detalle |
|-----------|--|
| 1 | Garantiza la hermeticidad de la planta |
| 2 | Minimiza la probabilidad de contaminación cruzada entre áreas |
| 3 | Asegura la seguridad del producto en contra de agentes externos |
| 4 | Provee la adecuada infraestructura para los canales de entrada |
| 5 | Uso de materiales de infraestructura reglamentarios para industrias alimenticias |

Tabla 2.9 Evaluación cualitativa

| Alternativa | Requisito 1 | Requisito: 2 | Requisito: 3 | Requisito: 4 | Requisito: 5 |
|-------------|---|---|---|---|---|
| 1 |  |  |  |  |  |
| 2 |  |  |  |  |  |
| 3 |  |  |  |  |  |

Tabla 2.10 Evaluación Cuantitativa

| Planta Actual | Efectividad de la Distribución | | |
|---------------|--------------------------------|----------------------|--------|
| | 268 | | |
| Alternativa | Efectividad de la Distribución | Eficiencia del Flujo | Margen |
| 1 | 216 | 124% | 24% |
| 2 | 182 | 147% | 47% |
| 3 | 172 | 156% | 56% |

Nota: Efectividad de la Distribución: Número de Bloques que cruzan entre Área 1 y Área 2 * Ponderación de Relevancia de Cercanía

CAPÍTULO 3

3 ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 SIMULACIÓN

3.1.1 Modelo

Se seleccionó el simulador “Flexsim” como software para representar los diferentes estados de acuerdo con los diseños propuestos para la planta. Para el análisis se planteó el primer modelo como el estado actual de operación de la planta, con sus aspectos físicos y capacidad instalada de las distintas áreas.

La simulación se llevó a cabo en el escenario de la zafra de gandul, ésta dura un periodo de 3 meses, y es el momento en el año en el que la planta opera más cercana a su capacidad instalada.

Una consideración, la cual será propuesta y evaluada más adelante como recomendación, se tomó en cuenta ya que el proyecto a priori no generaba un retorno suficiente como para justificar la inversión en su desarrollo; por lo que se propuso junto al rediseño de la planta la implementación de un proyecto para mejorar el rendimiento de la materia prima. Luego de analizar se llegó a un incremento del 8% en el rendimiento para poder tener un retorno que permita el pago del producto en el periodo requerido.

3.1.2 Estado actual

Las variables consideradas para el análisis fueron exclusivamente las de transporte de materiales y procesos de producción, por lo que los valores aquí expuestos hacen referencia a dichas variables. (véase tabla 3.1)

Tabla 3.1 Supuestos para modelo actual

| | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Capacidad de producción instalada | 300 latas/min (425 gr) |
| Distancia total de recorrido | 444 m |
| Capacidad de bodega (PP y PT) | 4260 posiciones para pallets |
| Volumen de materia prima por procesar | 6,854.1 ton |

Al correr el modelo bajo las condiciones de estado actual se pudo observar que las instalaciones de bodega para PP y PT no abastecen los requerimientos de producción y generan picos de producto en bodega que no permiten la correcta operación de la planta. Esto se muestra en el gráfico 3.1 de la simulación del estado actual.

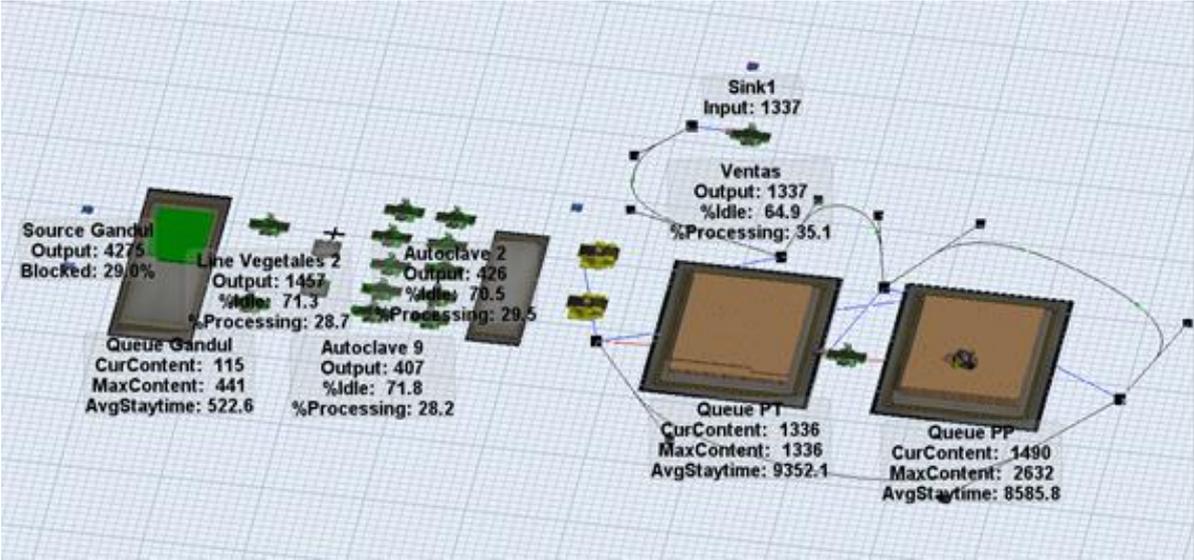


Gráfico 3.1 Simulación actual

3.1.3 Estado Propuesto

Tabla 3.2 Supuestos para modelo propuesto

| | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| Capacidad de producción instalada | 300 latas/min (425 gr) |
| Distancia total de recorrido | 290 m |
| Capacidad de bodega (PP y PT) | 7059 posiciones para pallets |
| Volumen de materia prima por procesar | 8,156.1 ton |

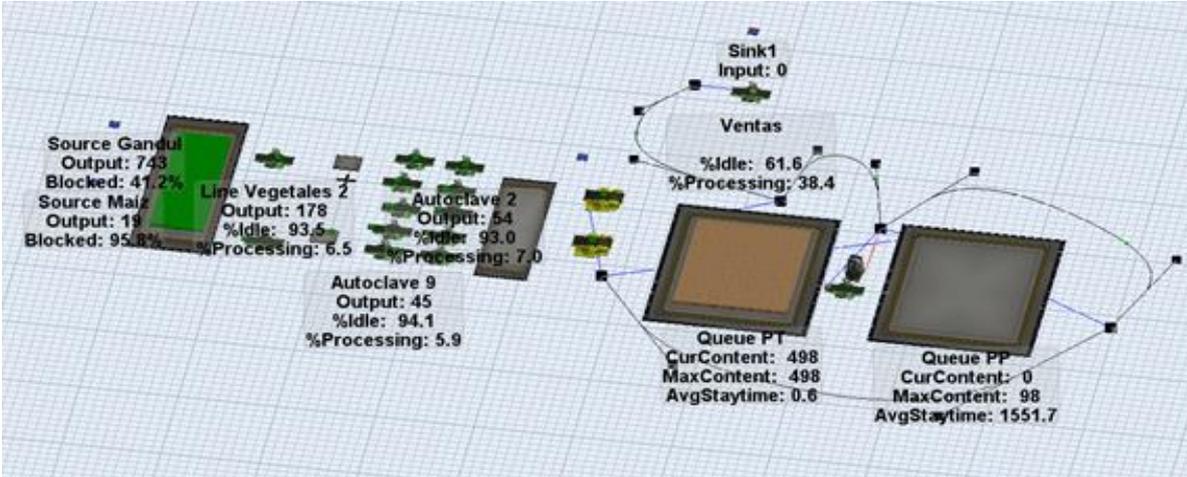


Gráfico 3.2 Simulación de propuesta

Como se observa en la tabla 3.2 y gráfico 3.2, el modelo propuesto presenta una mayor capacidad de almacenamiento utilizando un espacio similar al actual. Esta capacidad, sumado a la optimización del flujo (disminución en las distancias entre áreas) fueron evaluadas bajo el escenario del crecimiento en el rendimiento del grano. Los resultados muestran que el modelo propuesto cumple con los requerimientos del incremento en la producción.

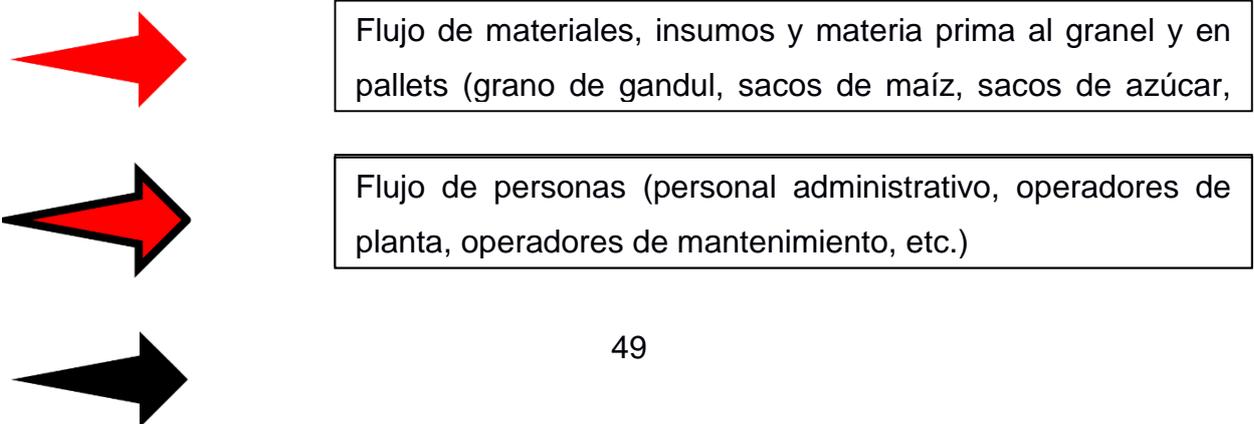
3.2 LAYOUT

Luego de la determinación de las áreas y la evaluación de las alternativas de propuesta de distribución dentro de las características cuantitativas y cualitativas se procede a definir la distribución de las áreas de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- El terreno disponible fue recomendado por el Equipo de Ingeniería Civil, en el indicaron el área con sus limitaciones y esto fue tomado como input siendo una restricción que considerar al momento de evaluar la posición de las áreas por sus dimensiones par que estas encajen dentro de las limitaciones antes mencionadas.
- Se consideraron los aspectos más relevantes sobre el cumplimiento normativo para industrias alimenticias. Dentro del plan de control de implementación se contempla como medida de control la evaluación por parte del departamento de calidad sobre el diseño y durante la ejecución de la obra.

El diseño está sujeto a comentarios del cliente y este puede variar de acuerdo con requerimientos adicionales o exigencias fundamentadas en la experiencia en el giro del negocio por parte del equipo de especialistas.

A continuación, se detalla el tipo de flujos o movimientos dentro de la planta:



El diseño de las áreas y distribución se propuso de acuerdo con los bloques empleados en el análisis, el detalle y planos está sujeto a revisión y evaluación arquitectónica en conjunto con el equipo técnico por requerimientos de construcción y normativas existentes. El flujo de producción resultante hace referencia a un flujo en U. El detalle se muestra a continuación en el gráfico 3.3.

- Se debe de considerar en el diseño adjunto que es una propuesta preliminar, a ello se debe sumar un análisis civil y un trabajo en conjunto con un equipo técnico para determinar, de acuerdo con las necesidades de la planta, dimensiones de corredores, ubicación de estructuras, mampostería. A este análisis también se debe de contar con la supervisión del departamento de calidad para salvaguardar y garantizar el correcto cumplimiento y el trabajo en conformidad con los lineamientos sanitarios nacionales y las normativas internacionales

3.3 PLAN DE DEFINICIÓN DE DISEÑO

| Entregable | Característica | Frecuencia de inspección | Tamaño de muestra | Método de análisis | Instrumento de medición | Responsable | Instrucciones frente a la detección de una no conformidad |
|--|---|--------------------------|--|---|---|---|---|
| Obra civil | Aspectos técnicos de diseño y materiales | Diaria | Toda la obra | Fiscalización | Informe de obra | Residente técnico civil | Solicitar una reunión extraordinaria para determinar las causas de las no conformidades en las características |
| Plan sobre prevención de impacto ambiental | Aspectos ambientales sobre la ejecución de la obra | Diaria | Puntos críticos de control ambiental | Fiscalización | Informe de obra | Residente técnico ambiental | Solicitar reunión extraordinaria para la valoración de las repercusiones, en caso de ser necesario detener la operación en el área. |
| Seguridad y salud ocupacional | Aspectos en seguridad y salud dentro de la ejecución de los trabajos | Diaria | Toda la obra | Fiscalización | Informe de obra | Residente técnico en seguridad y salud | Detener operación en el área de encontrarse potenciales riesgos para la integridad de los operadores y personal presente. |
| Documentación | Documentos requeridos para la formalización y control de la obra | Semanal | Toda la obra | Plan de documentación requerida | Control de documentación (formato) | Gestor de proyecto | Ejecutar el requerimiento y gestionar el cumplimiento inmediato de la documentación en la brevedad posible. |
| Presupuesto | Flujo de efectivo, saldos comprometidos y fiel cumplimiento del presupuesto establecido | Semanal | Toda la obra | Solicitudes de OC, montaje del departamento de contabilidad | Cuadro de control de presupuesto | Gestor del proyecto | Informar sobre lo sucedido al departamento financiero, realizar solicitudes adendum en el caso de ser justificable el excedente. Tomar medidas preventivas. |
| Cumplimientos normativos (Alimentarios) | Requerimientos de infraestructura y maquinaria sobre inocuidad alimentaria | Semanal | Puntos críticos de control sobre inocuidad | Auditorías internas en obra | Check list de la norma | Calidad/producción | Efectuar un memo y de ser una no conformidad mayor solicitar una reunión extraordinaria con los responsables para la evaluación de las medidas a tomar. |
| Instalaciones y maquinarias | Requerimientos técnicos sobre instalaciones para la implementación del proyecto | Diaria | Toda la obra | Planos mecánicos y eléctricos | Check list sobre las especificaciones indicadas en planos | Equipo de técnicos mecánicos y eléctricos | Efectuar un memo y de ser una no conformidad mayor solicitar una reunión extraordinaria con los responsables para la evaluación de las medidas a tomar. |
| Avance y detalles del proyecto | Cumplimiento de cronogramas y entregables del proyecto | Semanal | Toda la obra | Reunión con minuta detallada | Gantt del proyecto por entregable | Equipo de ejecución y gestor de proyecto | Generar medias correctivas y plan de contingencia para alinear a la planificación los entregables afectados. |

3.4 PLAN DE CONTROL

| Entregable | Característica | Frecuencia de inspección | Tamaño de muestra | Método de análisis | Instrumento de medición | Responsable | Instrucciones frente a la detección de una no conformidad |
|--|---|--------------------------|--|---|---|---|---|
| Obra civil | Aspectos técnicos de diseño y materiales | Diaria | Toda la obra | Fiscalización | Informe de obra | Residente técnico civil | Solicitar una reunión extraordinaria para determinar las causas de las no conformidades en las características |
| Plan sobre prevención de impacto ambiental | Aspectos ambientales sobre la ejecución de la obra | Diaria | Puntos críticos de control ambiental | Fiscalización | Informe de obra | Residente técnico ambiental | Solicitar reunión extraordinaria para la valoración de las repercusiones, en caso de ser necesario detener la operación en el área. |
| Seguridad y salud ocupacional | Aspectos en seguridad y salud dentro de la ejecución de los trabajos | Diaria | Toda la obra | Fiscalización | Informe de obra | Residente técnico en seguridad y salud | Detener operación en el área de encontrarse potenciales riesgos para la integridad de los operadores y personal presente. |
| Documentación | Documentos requeridos para la formalización y control de la obra | Semanal | Toda la obra | Plan de documentación requerida | Control de documentación (formato) | Gestor de proyecto | Ejecutar el requerimiento y gestionar el cumplimiento inmediato de la documentación en la brevedad posible. |
| Presupuesto | Flujo de efectivo, saldos comprometidos y fiel cumplimiento del presupuesto establecido | Semanal | Toda la obra | Solicitudes de OC, montaje del departamento de contabilidad | Cuadro de control de presupuesto | Gestor del proyecto | Informar sobre lo sucedido al departamento financiero, realizar solicitudes adendum en el caso de ser justificable el excedente. Tomar medidas preventivas. |
| Cumplimientos normativos (Alimentarios) | Requerimientos de infraestructura y maquinaria sobre inocuidad alimentaria | Semanal | Puntos críticos de control sobre inocuidad | Auditorías internas en obra | Check list de la norma | Calidad/producción | Efectuar un memo y de ser una no conformidad mayor solicitar una reunión extraordinaria con los responsables para la evaluación de las medidas a tomar. |
| Instalaciones y maquinarias | Requerimientos técnicos sobre instalaciones para la implementación del proyecto | Diaria | Toda la obra | Planos mecánicos y eléctricos | Check list sobre las especificaciones indicadas en planos | Equipo de técnicos mecánicos y eléctricos | Efectuar un memo y de ser una no conformidad mayor solicitar una reunión extraordinaria con los responsables para la evaluación de las medidas a tomar. |
| Avance y detalles del proyecto | Cumplimiento de cronogramas y entregables del proyecto | Semanal | Toda la obra | Reunión con minuta detallada | Gantt del proyecto por entregable | Equipo de ejecución y gestor de proyecto | Generar medias correctivas y plan de contingencia para alinear a la planificación los entregables afectados. |

Como parte de la metodología DMAIC se requiere la implementación del plan de control el cual garantice el correcto cumplimiento de los entregables dentro de la ejecución del proyecto. Esto va relacionado con los equipos de trabajo y el “Plan de Definición de diseño”. Esto brinda un documento formal por el cual se podrá revisar las principales actividades a controlar y la ejecución sistemática de los controles que permitirán atacar y garantizar la satisfacción a cabalidad de los requerimientos expuestos por el cliente al inicio de este trabajo.

3.5 ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO

Para el análisis financiero de la propuesta, es necesario nuestros indicadores de rentabilidad. Para nuestro caso específico, usaremos el Valor Actual Neto de la Inversión del proyecto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR), y el ‘Payback’ los años en los cuales recuperare la inversión.

La evaluación de nuestra propuesta de diseño de planta contempla:

- Inversión Inicial
- Costos del proyecto
- Ahorros esperados

Se consideró para la inversión inicial, netamente el costo de la infraestructura necesaria bajo las restricciones del software SAP2000 y cumpliendo con los requerimientos del cliente/consumidor tales como cimientos estables, resistente a inundaciones entre otros requerimientos obtenidos a partir de los análisis antes descritos. A continuación, en la tabla 3.3 se detallan los rubros.

Tabla 3.3 Detalle de rubros

| PRESUPUESTO REFERENCIAL | | | | | |
|--|--|------------|-------------|---------------|--------------|
| CONSTRUCCION DE UNA NUEVA PLANTA PARA VECONSA S.A, EN EL CANTON DE GUAYAQUIL, CUYA OBRA CIVIL INCLUYE, PRELIMINARES, MOVIMIENTO DE TIERRAS, OBRA GRIS, SUB-ESTRUCTURA Y SUPER-ESTRUCTURA. | | | | | |
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN DEL RUBRO | UNI | CANT | V.UNIT | TOTAL |
| OBRA CIVIL | | | | | |
| PRELIMINARES | | | | | |
| 1 | Cerramiento perimetral de zinc provisional | m | 684.00 | 44.69 | 30,567.96 |
| 2 | Señalización de obra | u | 1.00 | 124.19 | 124.19 |
| 3 | Limpieza de obra | u | 3.00 | 83.96 | 251.88 |
| 4 | Basurero metálico para desechos, suministro y colocación | u | 4.00 | 67.18 | 268.72 |
| 5 | Capacitación personal (manejo ambiental y seguridad y salud ocupacional) | u | 1.00 | 281.52 | 281.52 |
| 6 | Implementos de protección para seguridad personal | u | 20.00 | 427.28 | 8,545.60 |
| 7 | Letrero informativo de obra | u | 1.00 | 689.04 | 689.04 |
| 8 | Instalacion provicional (reflectores, cable, tablero y accesorios) | u | 1.00 | 3,171.10 | 3,171.10 |
| MOVIMIENTO DE TIERRA | | | | | |
| 9 | Relleno y nivelacion de terreno | m3 | 50625 | 27.82 | 1,408,387.50 |
| 10 | Trazado y replanteo | m2 | 33750 | 2.81 | 94,837.50 |
| OBRA GRIS | | | | | |
| 11 | Replanteo de hormigón simple f'c=180kg/cm e=5 | m2 | 22800 | 14.66 | 334,248.00 |
| 12 | Contrapiso de hormigón armado e=10cm f'c=210kg/cm2 | m2 | 22800 | 33.22 | 757,416.00 |
| 13 | Jardineras de Hormigon Armado (altura 0.70m) | m | 414.4 | 110 | 45,584.00 |
| SUB-ESTRUCTURA | | | | | |
| 14 | Zapatas aisladas esquineras (Zesq) | m3 | 7.36 | 514.56 | 3,787.16 |
| 15 | Zapatas aisladas perimetrales (Zper) | m3 | 46.50 | 514.56 | 23,927.04 |
| 16 | Zapatas aisladas, 2 columnas de galpones longitudinales (Z2cl) | m3 | 6.52 | 514.56 | 3,354.93 |
| 17 | Zapatas aisladas, 2 columnas de galpones transversales (Z2ct) | m3 | 74.48 | 514.56 | 38,324.43 |
| 18 | Zapatas aisladas, 4 columnas (Z4c) | m3 | 18.60 | 514.56 | 9,570.82 |
| 19 | Riostras de hormigón armado f'c=210kg/cm2 | m3 | 68.40 | 510.20 | 34,897.68 |
| SUPER-ESTRUCTURA | | | | | |
| 20 | Columnas metálicas tipo celosía (C300x80x6 - AL 50x50x6) | u | 792.6 | 208 | 164,860.80 |
| 21 | Vigas metálicas tipo celosía (C300x80x6 - AL 50x50x6) | u | 1355.93 | 208 | 282,033.44 |
| 22 | Arriostramientos cubierta | m | 5060.16 | 22.3 | 112,841.57 |
| 23 | Arriostramientos lateral | m | 1157.76 | 25.24 | 29,221.86 |
| 24 | Vigas de amarre | m | 1140 | 17.69 | 20,166.60 |
| 25 | Suministro e instalacion de correas C200X100X4 | m | 2660 | 55.61 | 147,922.60 |
| 26 | Suministro e instalación de Placas metálicas de 600x400x10mm (Incluye ganchos J y nivelación) | u | 70 | 243.8 | 17,066.00 |
| 27 | Suministro e instalación de Placas metálicas de 1200x400x10mm (Incluye ganchos J y nivelación) | u | 56 | 326.39 | 18,277.84 |
| 28 | Suministro e instalación de Placas metálicas de 600x700x10mm (Incluye ganchos J y nivelación) | u | 4 | 451.48 | 1,805.92 |
| 29 | Suministro e instalación de Placas metálicas de 1200x700x15mm (Incluye ganchos J y nivelación) | u | 4 | 560.48 | 2,241.92 |
| 30 | Suministro e instalación de cubierta metálica | u | 1188 | 36.88 | 43,813.44 |
| 31 | Suministro y colocación de cumbreiro de Steel Panel e=0,40 | u | 576 | 26.76 | 15,413.76 |

| | |
|------------|---------------------|
| SUBTOTAL | 3,653,900.82 |
| I.V.A. 12% | 438,468.10 |
| TOTAL | 4,092,368.92 |

Desde el punto de vista de Costos del Proyecto se parte desde el momento que la planta actual es desmontada junto a sus maquinarias y equipamientos de almacenamiento hasta que esta se encuentra totalmente armada e instalada en el nuevo lugar definido previamente. En la tabla 3.4 se detalla la información y los rubros.

Tabla 3.4 Costos de desmontaje

| Detalle | Costo |
|--|------------------|
| Traslado de Máquinas: Desmontaje y Montaje | \$481.000 |
| Adecuaciones e Instalaciones eléctricas | \$96.000 |
| Traslado de equipamientos de almacenaje: Desmontaje y Montaje | \$16.000 |
| Traslado de equipamientos de oficina y administración: Desmontaje y Montaje | \$40.000 |
| Total | \$633.000 |

Los costos antes descritos son costos referenciales brindados por proveedores con experiencia el sector industrial. Por otro parte, se involucró también un costo por mantenimiento anual de infraestructura con un monto de \$66.000.

En los rubros de Ahorros Esperados se tomaron en cuenta todos los proyectos previstos a ejecutarse en el 2019 por el equipo de proyectos de la empresa de estudio. Actualmente la planta en Babahoyo necesita fuertes inversiones para reacondicionar dicha planta. Se detalla en la tabla 3.5 las actividades a realizar con sus respectivos costos.

Tabla 3.5 Costo de proyectos de continuidad operacional

| Detalle | Rubro |
|---------------------------------------|--------------|
| Restauración de Techos de Planta | \$50.000 |
| Restauración de Baños y Vestidores de | \$61.000 |

| | |
|---------------------------------|------------------|
| Planta | |
| Reingeniería en Pozos Sépticos | \$45.000 |
| Reparación de Pisos de Galpones | \$47.000 |
| Restauración de Infraestructura | \$281.000 |
| Total | \$366.000 |

Por otro lado, al partir con una nueva planta cumpliendo con todos los estándares que requiere la norma ISO FSSC 22000 se considera además un ahorro **anual** por Registros Sanitarios y Modificaciones que se puede observar en la tabla 3.6 a continuación.

Tabla 3.6 Costos regulatorios

| Detalle | Rubro |
|--|-----------------|
| Registro Sanitario | \$11.000 |
| Modificaciones del Registro Sanitario Vigentes | \$3.000 |
| Total | \$14.000 |

Teniendo presente los valores brindados por el Grupo previo a la realización al flujo de caja:

- Tasa de Descuento = 16%
- Depreciación de Instalaciones en 20 años
- Depreciación de maquinarias en 10 años
- Método de depreciación en línea recta
- Tiempo de evaluación del proyecto en 10 años
- Tasa de participación de trabajadores = 15%
- Impuesto a la renta = 22%

Se realizó el flujo de caja bajo las condiciones descritas, la inversión necesaria para que el proyecto pueda pagarse en un corto tiempo se complica. Es por ello por lo que para

que el proyecto pueda ser rentable y se pueda pagar dentro de un tiempo razonable se deberá obtener un incremento en el rendimiento del grano. (véase tabla 3.7 y gráfico 3.4)

La planta actual tiene en promedio un rendimiento del grano en un 42%. Se estimó que con un incremento en este indicador podría obtener ahorros significativos anualmente.

Tabla 3.7 Análisis de sensibilidad

| Incremento en el rendimiento (%) | Valor (\$-Miles) | TIR (%) | Payback (Años) |
|---|-------------------------|----------------|-----------------------|
| 2% | \$311 | -7.5% | - |
| 3% | \$467 | -1.8% | - |
| 4% | \$623 | 3.1% | - |
| 5% | \$779 | 7.6% | - |
| 6% | \$935 | 11.7% | - |
| 7% | \$1.091 | 15.7% | - |
| 8% | \$1.246 | 19.5% | 7,8 |
| 9% | \$1.402 | 23.3% | 6,2 |
| 10% | \$1.558 | 27.0% | 5,2 |
| 11% | \$1.714 | 30.6% | 4,4 |

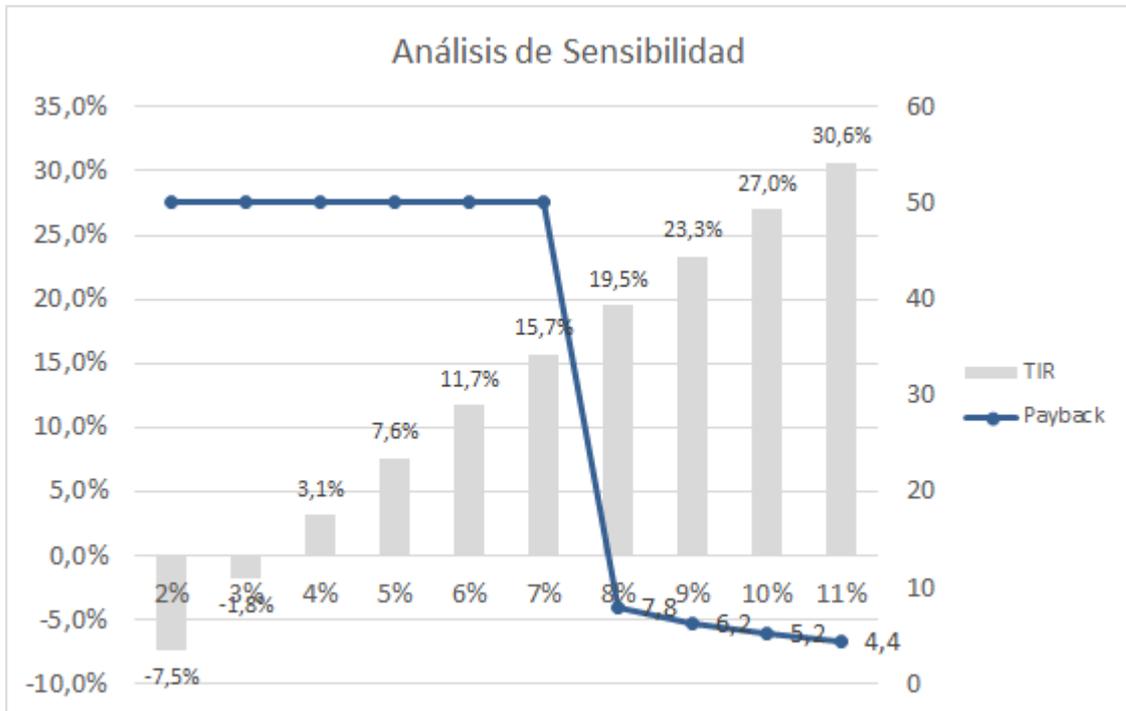


Gráfico 3.4 Análisis de Sensibilidad

A partir de un incremento del 8% en adelante en el rendimiento del grano, es posible que el proyecto pueda pagarse dentro de un lapso de 7,8 años y con una ganancia del VAN= \$508.000 y una Tasa Interna de Retorno del 19,5

CAPÍTULO 4

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

1. La localización de la planta a la presente fecha no es la óptima, por lo que se requiere analizar la factibilidad de la reubicación de la misma. Al ser parte de un conglomerado de empresas, el lugar óptimo que arrojó como resultado fue en un lugar cercano al centro de distribución de la Unidad. De ser de interés para la empresa la reubicación de sus instalaciones, se deberá realizar un análisis más exhaustivo sobre la viabilidad del proyecto de acuerdo con los criterios de operación del Grupo, y la incidencia gubernamental y social sobre la movilización de la planta a otra provincia.
2. Como parte de la validación sobre la factibilidad de mover las instalaciones de la planta a la ubicación óptima de acuerdo con los criterios de abastecimiento y despacho, se efectuó un análisis de suelo con el equipo de Ingeniería Civil. El análisis realizado dio un resultado positivo, indicando que si es posible la construcción de una edificación con las características de la planta a trasladar. Esto abarca la construcción de galpones de 15 metros de alto, instalación de maquinaria industrial e instalaciones sanitarias.
3. Se evidenció un requerimiento en la modificación del flujo de materiales, productos en proceso y producto final entre las áreas y hacia las bodegas. Una conclusión acertada nos brinda la capacidad de atacar los principales generadores de desperdicios, variable expuesta dentro de los requerimientos del cliente junto a la redistribución de las áreas.
4. Para la evaluación de la eficiencia del flujo se emplearon dos indicadores. Para el primero se implementó el indicador de “Efectividad de la Distribución” entre áreas el cual en el modelo actual es de 268 y el valor para el modelo propuesto es de

172, esto se puede interpretar como el volumen de producto por la distancia que recorre; Al ser el valor menor de dicho indicador, nos muestra que en el modelo propuesto se reduce la distancia a recorrer, ya que como no se desarrolló ninguna modificación en la producción ni en la capacidad instalada o recepción de producto, se asume el volumen de producto como constante. El segundo indicador es la distancia total recorrida promedio, esto se calculó tomando un recorrido promedio que hace el producto desde sus inicios en bodega de materia prima hasta los andenes de carga para su despacho; en el modelo actual la distancia se recorre el producto hasta ser despachado es de 350 metros mientras que en el modelo propuesto esta se reduce a 240 metros.

5. Debido a la gran inversión en la totalidad de la infraestructura civil, los cuales representan el mayor rubro de la inversión, y al hecho de que no se está generando ningún incremento en las ventas o plan para impulsar el negocio, la evaluación económica del proyecto se llevó a cabo midiendo el ahorro generado. Luego de ejecutar el análisis financiero se logró evidenciar que el proyecto no era factible económicamente debido a la baja incidencia de los desperdicios de transporte sobre los costos totales de la planta.

4.2 RECOMENDACIONES

1. El proyecto no es viable económicamente bajo el supuesto planteado sobre la redistribución de las áreas y el flujo. Sin embargo, se realizó el análisis sobre la viabilidad en el aumento del rendimiento del grano en un 8%, dando como resultado una recuperación de la inversión en menos de 8 años. Por lo que se recomienda desarrollar como proyecto específico el análisis en la recuperación de grano dentro del proceso productivo y el aprovechamiento del agro mejorando la cosecha para evitar la pérdida por no conformidad.
2. Analizar la factibilidad en la reubicación de la planta considerando la reducción del uso de bodegas para producto final ya que al estar dentro de las instalaciones cercanas al centro de distribución se puede implementar un sistema de producción "make to stock" para los productos de distribución nacional. Esto

reducirá los costos de inventario y transporte, representando un ahorro en la cadena de suministro.

3. La especialización de las líneas brinda una oportunidad de reducir los tiempos en cambios de matriz y garantiza un flujo continuo dentro de la operación, la posibilidad de dejar la planta como productora exclusiva de gandul y maíz ayudaría a reducir los costos de producción y crear una operación más lean.
4. Debido a la presencia de estos productos (Gandul y Maíz Dulce) exclusivamente en tiempos de zafra, es necesario para aumentar el beneficio la incursión de nuevos mercados y el desarrollo de nuevos productos complementarios que se acoplen a los tiempos de cosecha y permitan una operación estable y nivelada durante todo el año. Si se propone el rediseño estos cambios pueden ir de la mano para garantizar la respuesta de la nueva planta a la producción de estos nuevos productos y ayuden a incrementar el retorno económico.

BIBLIOGRAFÍA

- Alfredo D. Moreno, A. A. (2014). Optimización multiobjetivo del problema de distribución de planta. *Ingeniería y Competitividad*.
- Amine Drira, H. P.-G. (2007). Facility Layout Problems. *Annual Reviews In Control* 31.
- Cristian Ramírez, J. M. (s.f.). Metodología Kano para el diseño de un sitio web de turismo.
- M.T. Melo, S. N.-d.-G. (2009). Facility Location and Supply Chain Management. *European Journal of Operational Research*.
- Martín, E. Y. (s.f.). Aplicación del Método de Kano en el Diseño de un Producto Farmecéutico .
- Max Shen, M. S. (2005). Trade-offs Between Customer Service and Cost in Integrated Supply Chain Design. *Manufacturing & Service Operations Management*.
- Systematic Layout Planning (SLP). (2017).
- Alvarez, J. A. (Febrero de 2009). rediseño de distribución de planta de las instalaciones de una empresa que comercializa equipos de bombeo para comercializa equipos de bombeo para agua de procesos residuales . Lima, Peru.
- Cengiz Kahraman, T. E. (2004). A fuzzy optimization model for QFD planning process using analytic network approach. *ELSEVIER*.
- Everton Simoens Van-Dal, C. B. (Octubre de 2013). Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Chakib_Bouallou/publication/273855580_Design_and_simulation_of_a_methanol_production_plant_from_CO2_hydrogenation/links/56615da208ae4931cd59e443.pdf
- Johnson, C. N. (Marzo de 2003). *Quality Progress*. Obtenido de <http://asq.org/quality-progress/2003/03/problem-solving/qfd-explicado.html>
- Nordgren, W. B. (2003). Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/1761/fd8ae1fe814934a58e497259bac41bb76147.pdf>
- Revelle, J. B. (2004). *Quality Essentials*. ASQ.
- Van Horne, J. C. (2002). *Fundamentos de administracion financiera*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

ANEXOS

ANEXO A

Encuesta Análisis Kano: Diseño de cuestionario asociadas a las dimensiones del proyecto.



Nombre:
Departamento:
Cargo:
Edad:
Género:

| Escala | Significado |
|-----------------------------|---|
| Me gusta | Me encantaría; Me ayudaría mucho para mi |
| Es algo básico | Así debería ser; Es una necesidad básica |
| Me da igual | Neutral; No me importaría |
| No me gusta, pero lo tolero | No me gusta pero puedo vivir con ello |
| No me gusta y no lo tolero | Me disgusta; No lo puedo aceptar; Es un gran problema |

Estamos realizando un estudio sobre las características que debería poseer una planta industrial cuyo giro de negocio es la venta nacional e internacional de alimentos enlatados. A continuación se encontrará con 14 pares de preguntas y cada par tendrá relacionado un atributo en específico; la primera pregunta estará relacionada con el ofrecimiento de una característica en particular de la planta y la segunda estará relacionada sin la característica antes ya mencionada. Deberá contestar todas las preguntas usando la escala brindada.

Nº Preguntas

Respuesta

1. LOCALIZACIÓN

- 1.1 Si la planta se encontrará cerca de sus principales proveedores, ¿Cómo se siente?
- 1.2 Si la planta NO se encontrará cerca de sus principales proveedores, ¿Cómo se siente?
- 1.3 Si la planta se encontrará cerca de un CD del Grupo Vilaseca, ¿Cómo se siente?
- 1.4 Si la planta NO se encontrará cerca de un CD del Grupo Vilaseca, ¿Cómo se siente?

Me gusta
No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero

2. ESPACIO FÍSICO

- 2.1 Si en la planta existiera espacio disponible para un futuro crecimiento, ¿Cómo se siente?
- 2.2 Si en la planta NO existiera espacio disponible para un futuro crecimiento, ¿Cómo se siente?
- 2.3 Si la planta tuviese un amplio y señalizado parqueo administrativo, ¿Cómo se siente?
- 2.4 Si la planta NO tuviese un amplio y señalizado parqueo administrativo, ¿Cómo se siente?
- 2.5 Si la planta contará con espacios recreativos, ¿Cómo se siente?
- 2.6 Si la planta NO contará con espacios recreativos, ¿Cómo se siente?

No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero

3. ESTRUCTURA FÍSICA

- 3.1 Si la planta tuviera un piso liso con pintura Epoxi, ¿Cómo se siente?
- 3.2 Si la planta NO tuviera un piso liso con pintura Epoxi, ¿Cómo se siente?
- 3.3 Si la planta tuviera propiedades sismo resistentes, ¿Cómo se siente?
- 3.4 Si la planta NO tuviera propiedades sismo resistentes, ¿Cómo se siente?
- 3.5 Si la planta tuviera relleno para inundaciones, ¿Cómo se siente?
- 3.6 Si la planta NO tuviera relleno para inundaciones, ¿Cómo se siente?
- 3.7 Si la planta contará con sistema de drenajes para lluvias, ¿Cómo se siente?
- 3.8 Si la planta NO contará con sistema de drenajes para lluvias, ¿Cómo se siente?
- 3.9 Si la planta fuese construida bajo normas internacionales, ¿Cómo se siente?
- 3.10 Si la planta NO fuese construida bajo normas internacionales, ¿Cómo se siente?

No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero

4. RENTABILIDAD

- 4.1 Si al construirse la planta se pudiese recuperar en menos de 10 años, ¿Cómo se siente?
- 4.2 Si al construirse la planta NO se pudiese recuperar en menos de 10 años, ¿Cómo se siente?
- 4.3 Si la planta pudiera ser construida en algún terreno perteneciente a la empresa, ¿Cómo se siente?
- 4.4 Si la planta NO pudiera ser construida en algún terreno perteneciente a la empresa, ¿Cómo se siente?

No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero
No me gusta y no lo tolero

ANEXO B

Modelo matemático para Localización: Detalle de Fórmulas en Excel y Solución en Solver.

| | | | | LATITUD (RAD) | | | | | |
|---------------------|-----------------------|---------------|------|---------------|----------|---------------|---------------|---------|--|
| FAMILIA DE PRODUCTO | PROVEEDORE & CLIENTES | LUGAR | TIPO | RADIANES | RADIANES | CANTIDAD (KG) | DISTANCE (KM) | S/KG/KM | |
| GANDUL | PUERTO DE GUAYAQUIL | GYE | PT | -0,040 | -1,395 | 9.375.656 | 38,7 | 0,00017 | |
| VEGETAL | TROPICALIMENTOS | GYE | PT | -0,034 | -1,396 | 5.922.296 | 11,1 | 0,00017 | |
| GANDUL | CENTRO DE ACOPIO | VENTANAS | MP | -0,025 | -1,387 | 15.800.644 | 73,4 | 0,00020 | |
| GANDUL | CENTRO DE ACOPIO | SABANILLA | MP | -0,032 | -1,400 | 6.982 | 37,9 | 0,00020 | |
| MAIZ DULCE | CENTRO DE ACOPIO | VENTANAS | MP | -0,025 | -1,387 | 10.016 | 73,4 | 0,00020 | |
| MAIZ DULCE | CENTRO DE ACOPIO | SANTA ELENA | MP | -0,038 | -1,411 | 2.300.635 | 106,8 | 0,00020 | |
| MAIZ DULCE | CENTRO DE ACOPIO | SIMON BOLIVAR | MP | -0,038 | -1,403 | 4.616.658 | 55,8 | 0,00020 | |

Solución del Modelo

| Latitud (RAD) | Longitud (RAD) |
|---------------|----------------|
| -0,033678011 | -1,39476876 |

| Latitud (°) | Longitud (°) |
|--------------|--------------|
| -1,929607912 | -79,91436337 |

| | | | | LATITUD (RAD) | | | | | |
|---------------------|-----------------------|---------------|------|---------------|----------|---------------|--|---------|---------|
| FAMILIA DE PRODUCTO | PROVEEDORE & CLIENTES | LUGAR | TIPO | RADIANES | RADIANES | CANTIDAD (KG) | DISTANCE (KM) | S/KG/KM | |
| GANDUL | PUERTO DE GUAYAQUIL | GYE | PT | -0,040 | -1,395 | 9.375.656 | =2*\$Z\$1*ASENO(RAIZ((SENO((SYS5-K5)/2)^2-COS(K5)*COS(SYS5)*(SENO(\$Z\$5-Q5)/2)^2))) | 11,1 | 0,00017 |
| VEGETAL | TROPICALIMENTOS | GYE | PT | -0,034 | -1,396 | 5.922.296 | | 11,1 | 0,00017 |
| GANDUL | CENTRO DE ACOPIO | VENTANAS | MP | -0,025 | -1,387 | 15.800.644 | | 73,4 | 0,00020 |
| GANDUL | CENTRO DE ACOPIO | SABANILLA | MP | -0,032 | -1,400 | 6.982 | | 37,9 | 0,00020 |
| MAIZ DULCE | CENTRO DE ACOPIO | VENTANAS | MP | -0,025 | -1,387 | 10.016 | | 73,4 | 0,00020 |
| MAIZ DULCE | CENTRO DE ACOPIO | SANTA ELENA | MP | -0,038 | -1,411 | 2.300.635 | | 106,8 | 0,00020 |
| MAIZ DULCE | CENTRO DE ACOPIO | SIMON BOLIVAR | MP | -0,038 | -1,403 | 4.616.658 | | 55,8 | 0,00020 |

Radio Terrestre: 6378,1 KM

Solución del Modelo

| Latitud (RAD) | Longitud (RAD) |
|---------------|----------------|
| -0,033678011 | -1,39476876 |

| Latitud (°) | Longitud (°) |
|--------------|--------------|
| -1,929607912 | -79,91436337 |

Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: Máx. Mín Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

Agregar

Cambiar

Eliminar

Restablecer todo

Cargar/Guardar

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

Método de resolución

Seleccione el motor GRG Nonlinear para problemas de Solver no lineales suavizados. Seleccione el motor LP Simplex para problemas de Solver lineales, y seleccione el motor Evolutionary para problemas de Solver no suavizados.

Ayuda

Resolver

Cerrar

ANEXO C

Plan de Recolección de Datos del Proyecto I: Rediseño de una planta de producción de alimentos enlatados.

| Proyecto: | | Rediseño de una planta de producción de alimentos enlatados | | | | |
|---|---|---|--|--|---|---|
| Medidas | Tipo de medida | Tipo de datos | Definición operacional | Formulario de recolección de datos | Muestreo | Por qué coleccionarlo |
| Qué medida de entrada, salida y proceso el equipo recolectará | Seleccionar como medida de entrada o salida | Selecciona si las medidas son continuas o discretas | Descripción para enanular una comprensión común y prevención de la antigüedad | Cómo recolectar los datos | El método para obtener información de toda la población | El propósito de los datos |
| Nº de proveedores | Input | Discreto | Proveedores de latas, materiales de etiquetas y materias primas para sus procesos | Hoja de cálculo personalizada que contiene kg comprados a cada proveedor de cada planta | Representante: Pareto de Cantidad de Kg comprada por Proveedores | Entrada para el modelo matemático para ubicar la nueva planta |
| Canales de distribución | Input | Discreto | Número de canales de distribución para el producto final | Hoja de cálculo personalizada que contiene kg vendido de toda la familia de productos en la planta | Representante: Pareto de cantidad de Kg vendido en Veconsa Babahoyo | Entrada para el modelo matemático para ubicar la nueva planta |
| Ubicación de los proveedores | Input | Continuo | Latitud y longitud de los proveedores en el mundo | Coordenadas en Google Maps | No | Entrada para el modelo matemático para |
| Ubicación de los distribuidores | Input | Continuo | Latitud y longitud de los distribuidores en el mundo | Coordenadas en Google Maps | No | Entrada para el modelo matemático para |
| Materias primas anuales compradas por proveedores | Input | Continuo | Kilogramos de todas las latas, materiales de etiquetado y materiales en bruto comprados por cada proveedor | Hoja de cálculo personalizada que contiene kg comprado a cada proveedor de cada planta | Representante: Pareto de Cantidad de Kg comprada por Proveedores | Entrada para el modelo matemático para ubicar la nueva planta |
| Producto final anual vendido por canal de distribución | Output | Continuo | Volumen de producto final, en kilogramos, entregado por cada canal de distribución | Hoja de cálculo personalizada que contiene kg vendido de toda la familia de productos en la planta | Representante: Pareto de cantidad de Kg vendido en Veconsa Babahoyo | Entrada para el modelo matemático para ubicar la nueva planta |
| Costo de transporte por Kg de RW por Km transportado | Input | Continuo | Costo asociado al transporte de 1 kg de materia prima del proveedor a la planta por 1 km transportado | Recopilación de información en reunión con comex | No | Entrada para el modelo matemático para ubicar la nueva planta |
| Costo de transporte por kg de FP por Km transportado | Input | Continuo | Costo asociado al transporte de 1 kg de producto final de la planta al distribuidor por cada 1 km transportado | Recopilación de información en reunión con comex | No | Entrada para el modelo matemático para ubicar la nueva planta |
| Áreas en la planta | Input | Discreto | Todas las áreas de la planta, incluidas todas las áreas administrativas | Diseño CAD de la planta | No | Entrada para componer el gráfico de entrada |

ANEXO D

Plan de Recolección de Datos del Proyecto II: Rediseño de una planta de producción de alimentos enlatados

| Proyecto: | | Rediseño de una planta de producción de alimentos enlatados | | | | |
|---|----------------|---|---|--|--|--|
| Medidas | Tipo de medida | Tipo de datos | Definición operacional | Formulario de recolección de datos | Muestreo | Por qué coleccionarlo |
| Material de flujo por área | Process | Continuo | Kilogramos transportados desde todas las áreas a todas las áreas de alcance posibles | In situ, desde cada área desde la recepción de la materia prima hasta el despacho del producto final | 80% del tiempo de trabajo definido por la planta | Entrada para componer el gráfico de entrada |
| Nº de líneas de producción | Input | Discreto | Cada línea de producción disponible en planta | Hoja de ruta de cada familia de producto | No | Entrada para conocer la capacidad real de la planta |
| Tasas de producción por línea | Process | Continuo | Tasa de producción de grupos familiares para Gandul y maíz | Hoja de cálculo personalizada que contiene la producción diaria por línea | 80% del tiempo de trabajo definido por la planta | Entrada para conocer la capacidad real de la planta |
| Costo por mantenimiento por año | Input | Continuo | El costo anual incurrido por el mantenimiento de la estructura llevado a cabo en el año | Spreadhseet que contiene el plan de mantenimiento de la planta | No | Entrada para estimar el costo incurrido por cada mantenimiento de la infraestructura |
| Nº de No Conformidades para Certificación FSSC 2200 | Input | Discreto | Número de no conformidades presentes en el diseño actual de la planta con respecto a los puntos de la norma | Recopilación de información en reunión con el coordinador de calidad | No | Entrada para conocer el estado de la acreditación y las necesidades para certificar |
| N ° de empleados por línea de producción | Input | Discreto | Empleados para cada línea de producción en la planta | Hojas de cálculo que contienen la nómina de cada empleado de la planta | No | Entrada para evaluar el proyecto |
| Costo de producción | Input | Continuo | Costo incurrido en cada actividad directa o indirecta para producir un bien terminado | Spreadhseet que contiene el costo por artículo utilizado en la fabricación de un producto terminado | No | Entrada para evaluar el proyecto |
| Materiales de construcción | Input | Discreto | Cada material que necesita ser utilizado en la construcción de la nueva planta, incluido su costo | Informe técnico de ingenieros civiles | No | Entrada para evaluar el proyecto |

ANEXO E

Presupuesto de Obra Civil: Diseño de Estrechuras Metálicas

| PRESUPUESTO REFERENCIAL | | | | | |
|--|--|-----|---------|----------|--------------|
| CONSTRUCCION DE UNA NUEVA PLANTA PARA VECONSA S.A, EN EL CANTON DE GUAYAQUIL, CUYA OBRA CIVIL INCLUYE, PRELIMINARES, MOVIMIENTO DE TIERRAS, OBRA GRIS, SUB-ESTRUCTURA Y SUPER-ESTRUCTURA. | | | | | |
| ÍTEM | DESCRIPCIÓN DEL RUBRO | UNI | CANT | V.UNIT | TOTAL |
| OBRA CIVIL | | | | | |
| PRELIMINARES | | | | | |
| 1 | Cerramiento perimetral de zinc provisional | m | 684.00 | 44.69 | 30,567.96 |
| 2 | Señalización de obra | u | 1.00 | 124.19 | 124.19 |
| 3 | Limpieza de obra | u | 3.00 | 83.96 | 251.88 |
| 4 | Basurero metálico para desechos, suministro y colocación | u | 4.00 | 67.18 | 268.72 |
| 5 | Capacitación personal (manejo ambiental y seguridad y salud ocupacional) | u | 1.00 | 281.52 | 281.52 |
| 6 | Implementos de protección para seguridad personal | u | 20.00 | 427.28 | 8,545.60 |
| 7 | Letrero informativo de obra | u | 1.00 | 689.04 | 689.04 |
| 8 | Instalacion provicional (reflectores, cable, tablero y accesorios) | u | 1.00 | 3,171.10 | 3,171.10 |
| MOVIMIENTO DE TIERRA | | | | | |
| 9 | Relleno y nivelacion de terreno | m3 | 50625 | 27.82 | 1,408,387.50 |
| 10 | Trazado y replanteo | m2 | 33750 | 2.81 | 94,837.50 |
| OBRA GRIS | | | | | |
| 11 | Replantillo de hormigón simple f'c=180kg/cm e=5 | m2 | 22800 | 14.66 | 334,248.00 |
| 12 | Contrapiso de hormigón armado e=10cm f'c=210kg/cm2 | m2 | 22800 | 33.22 | 757,416.00 |
| 13 | Jardineras de Hormigon Armado (altura 0.70m) | m | 414.4 | 110 | 45,584.00 |
| SUB-ESTRUCTURA | | | | | |
| 14 | Zapatas aisladas esquineras (Zesq) | m3 | 7.36 | 514.56 | 3,787.16 |
| 15 | Zapatas aisladas perimetrales (Zper) | m3 | 46.50 | 514.56 | 23,927.04 |
| 16 | Zapatas aisladas, 2 columnas de galpones longitudinales (Z2cl) | m3 | 6.52 | 514.56 | 3,354.93 |
| 17 | Zapatas aisladas, 2 columnas de galpones transversales (Z2ct) | m3 | 74.48 | 514.56 | 38,324.43 |
| 18 | Zapatas aisladas, 4 columnas (Z4c) | m3 | 18.60 | 514.56 | 9,570.82 |
| 19 | Riostras de hormigón armado f'c=210kg/cm2 | m3 | 68.40 | 510.20 | 34,897.68 |
| SUPER-ESTRUCTURA | | | | | |
| 20 | Columnas metálicas tipo celosia (C300x80x6 - AL 50x50x6) | u | 792.6 | 208 | 164,860.80 |
| 21 | Vigas metálicas tipo celosia (C300x80x6 - AL 50x50x6) | u | 1355.93 | 208 | 282,033.44 |
| 22 | Arriostramientos cubierta | m | 5060.16 | 22.3 | 112,841.57 |
| 23 | Arriostramientos lateral | m | 1157.76 | 25.24 | 29,221.86 |
| 24 | Vigas de amarre | m | 1140 | 17.69 | 20,166.60 |
| 25 | Suministro e instalacion de correas C200X100X4 | m | 2660 | 55.61 | 147,922.60 |
| 26 | Suministro e instalación de Placas metálicas de 600x400x10mm (Incluye ganchos J y nivelación) | u | 70 | 243.8 | 17,066.00 |
| 27 | Suministro e instalación de Placas metálicas de 1200x400x10mm (Incluye ganchos J y nivelación) | u | 56 | 326.39 | 18,277.84 |
| 28 | Suministro e instalación de Placas metálicas de 600x700x10mm (Incluye ganchos J y nivelación) | u | 4 | 451.48 | 1,805.92 |
| 29 | Suministro e instalación de Placas metálicas de 1200x700x15mm (Incluye ganchos J y nivelación) | u | 4 | 560.48 | 2,241.92 |
| 30 | Suministro e instalación de cubierta metálica | u | 1188 | 36.88 | 43,813.44 |
| 31 | Suministro y colocación de cumbrero de Steel Panel e=0,40 | u | 576 | 26.76 | 15,413.76 |

| | |
|------------|---------------------|
| SUBTOTAL | 3,653,900.82 |
| I.V.A. 12% | 438,468.10 |
| TOTAL | 4,092,368.92 |