



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE DISEÑO INDUSTRIAL EN LA LÍNEA DE MOLIENDA EN
UNA FÁBRICA DE PRODUCCIÓN DE PANELA

AUTOR

Julio Cesar Herrera Rodríguez

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE DISEÑO INDUSTRIAL EN LA LÍNEA DE MOLIENDA EN
UNA FÁBRICA DE PRODUCCIÓN DE PANELA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial.

Profesor Guía

MSc. José Antonio Toscano Romero

Autor

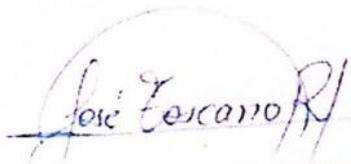
Julio Cesar Herrera Rodríguez

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Propuesta de diseño industrial en la línea de molienda en una fábrica de producción de panela, a través de reuniones periódicas con el estudiante Julio Cesar Herrera Rodríguez, en el semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



José Antonio Toscano Romero

Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial

C.I. 171519528-3

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de diseño industrial en la línea de molienda en una fábrica de producción de panela, del estudiante Julio Cesar Herrera Rodríguez, en el semestre 2020-20, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Edison Rubén Chicaiza Salgado

Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial

C.I. 171032903-6

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original de mi autoría, que se han citado todas las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



Julio Cesar Herrera Rodríguez

C.I. 100452617-2

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría agradecer por medio de estas líneas la dedicación y ayuda de mi profesor guía MSc. José Antonio Toscano Romero, por haberme instruido y orientado, durante el proceso de redacción e investigación del presente trabajo de titulación. De igual forma, agradezco a mi universidad y a todos mis profesores por haberme formado como un profesional, enfocado en mis sueños.

DEDICATORIA

Este trabajo de titulación está dedicado a mi padre, quien me enseñó el valor de las cosas y que ningún trabajo por más complicado que sea, me podría vencer si soy perseverante. De igual forma, está dedicado a mi madre, quien me dio su amor incondicional y sus consejos, que jamás me dejaron desmayar a lo largo de mi vida. También se la dedico a mis hermanos, quienes fueron un pilar fuerte en mi vida, porque me enseñaron que incluso la tarea más grande se puede alcanzar, si trabajamos en equipo.

RESUMEN

El presente proyecto se realizó, bajo la ayuda de la empresa Costa Rica, dedicada a la producción y comercialización de panela derivada de la caña de azúcar en la provincia de Imbabura, con una trayectoria de más de 20 años.

El propósito de este trabajo de titulación, es implementar mejoras productivas en la línea de molienda de una industria panelera, para evitar desperdicios por el mal aprovechamiento de la de jugo que contiene la caña de azúcar. Ya que, en la actualidad, la empresa únicamente mantiene un referente del 65% de extracción del contenido total. De esta forma, se generan pagos excesivos por la adquisición de materias primas.

Tomando en cuenta los costos de materias primas, la empresa genera costos de producción elevados, que no le permite ser competitiva dentro del mercado panelero nacional, puesto que existe invasión de panela proveniente de Colombia, con un precio de venta al público con un referente del 12% menor al precio establecido en el mercado local.

De esta forma surge la necesidad de implementar un diseño industrial en la línea de molienda, que le permita a la empresa Costa Rica producir más, con las mismas cantidades de materias primas ocupadas actualmente.

ABSTRACT

This project was carried out, with the help of the Costa Rica company, dedicated to the production and commercialization of panela derived from sugar cane in the province of Imbabura, with a history of more than 20 years.

The purpose of this thesis project is to implement productive improvements in the milling line of a panela industry, to avoid waste due to the misuse of the juice within the sugar cane. Since, at the moment the company only maintains a benchmark of 65% extraction of the total content, because of this, excessive payments are generated for the acquisition of raw materials.

Taking into account the cost of raw materials, the company generates high production costs, which does not allow it to be competitive within the national panela market, since there is an invasion of panela from Colombia, with a sale price to the public with a benchmark of the 12% lower than the price established in the local market.

In this way, the need arises to implement an industrial design in the milling line, which allows the Costa Rica company to produce more, with the same quantities of raw materials currently used.

Índice

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Pilares estratégicos de la empresa.....	3
1.3. Organigrama de la empresa.....	3
1.4. Partes interesadas	4
1.5. Lista de productos de la empresa	6
1.5.1. Fichas técnicas de productos Costa Rica.....	6
1.6. Mercado panelero	10
1.6.1. Análisis de mercado.....	10
1.6.2. Análisis de la demanda.....	10
1.7. Descripción general del problema.....	11
1.8. Justificación.....	13
1.9. Alcance.....	13
1.10. Objetivos	14
1.11. Objetivo general	14
1.12. Objetivos específicos	14
2. Marco Referencial.....	15
2.1. Gestión por procesos	15
2.1.1. Definición de los procesos.....	15
2.1.2. Diagrama de flujo.....	16
2.1.3. Diagrama de procesos.....	16
2.1.4. Diagrama SIPOC.....	17

2.1.5. Planificación productiva	18
2.2. Estudio de tiempos y movimientos	19
2.2.1. Medición del trabajo.....	19
2.2.2. Takt time	20
2.2.3. Balanceo de líneas	20
2.3. Manufactura Esbelta	21
2.3.1. VSM (Value Stream Mapping)	22
2.4. Gestión de Cadena de suministro	23
2.5. Diseño planta	24
2.5.1. Estación de trabajo	24
2.5.2. Líneas de producción	24
2.5.3. Disposición de maquinaria necesaria	25
2.5.4. Diagrama de redes de actividad	25
2.5.5. Análisis de la relación de actividades	26
2.5.6. Hoja de relación entre actividades.....	28
2.5.7. Esquema adimensional de bloques.....	29
2.6. Estudio financiero	31
2.6.1. Costos y gastos	31
2.6.2. Punto de equilibrio	32
2.6.3. Factibilidad económica	33
3. Situación Actual	33
3.1. Introducción de la situación actual de la empresa.....	33
3.2. Procesos definidos de la empresa	35
3.3. Máquinas y elementos disponibles en los procesos de producción:	39

3.4. Cantidad de materia prima empleada:	45
3.5. Reconocimiento de los clientes de la empresa	46
3.6. Demanda.....	48
3.7. Estudio de tiempos y VSM de los procesos	52
3.8. Costo de producción	57
3.9. Rentabilidad de la empresa.....	58
3.10. Análisis de la situación actual.....	59
4. Propuesta planteada.....	60
4.1. Especificación de las características de la panela	60
4.2. Planificación de la producción mejorada para panela en bancos	64
4.3. Estudio del takt time y VSM de la nueva demanda, en los procesos actuales de producción de panela en bancos	67
4.4. Procesos finales para la producción de panela en Bancos.	70
4.5. Simulación de la línea de molienda.....	73
4.6. Especificación de máquinas y elementos.....	74
4.7. Distribución de la planta propuesta	77
4.7.1. Listado de departamentos	77
4.7.2. Esquema adimensional de bloques	78
4.7.3. Requerimiento de espacio necesarios para cada departamento: .	81
4.7.4. Diseño de la planta en Autodesk Factory	87
4.8. Seguridad y salud ocupacional.....	92
4.9. Análisis de la propuesta de mejora	93
5. Estudio económico	93

5.1. Inversiones:	93
5.1.1. Detalle de inversiones	96
5.2. Costos	96
5.2.1. Costos fijos	96
5.2.2. Costos variables	101
5.2.3. Detalle de costos	103
5.3. Precio de venta al público	104
5.4. Punto de equilibrio.....	105
5.5. Indicadores financieros	108
5.5.1. Flujo de neto libre de inversiones	108
5.5.2. Rentabilidad.....	108
6. Conclusiones y recomendaciones	110
6.1. Conclusiones.....	110
6.2. Recomendaciones.....	111
Referencias	112
Anexos	115

1. Introducción

1.1. Antecedentes:

La producción de panela se genera a partir de la cosecha de caña de azúcar, cabe mencionar que todo el proceso productivo depende únicamente de la calidad de la materia prima y como se aprovecha dentro de los procesos de fabricación. Por lo cual la panela se considera como un producto fundamental en la dieta de las personas, por su alto contenido energético al cual se atribuye hidratos de carbono, vitaminas de la familia B y diferentes minerales como; magnesio, cobre y hierro, así mismo se debe entender que la producción de panela y su impacto dentro del mercado ecuatoriano es sumamente importante, por lo cual se realiza este trabajo, bajo el apoyo de la empresa de producción de panela Costa Rica.



Figura 1. Logo Costa Rica.

Costa Rica es una empresa pionera en la producción de panela, en la provincia de Imbabura. En la actualidad, la empresa produce 3500 kilogramos de panela al día. Tomando en cuenta que este producto es más saludable que la azúcar blanca, por su baja cantidad de concentraciones de azúcar, además que no ocupa fluctuantes para obtener un producto completamente cristalino. Cabe mencionar que en la actualidad el mercado nacional busca adquirir este producto por temas de salud, es por ese motivo que la empresa entrega sus productos a un costo competitivo en relación de la azúcar blanca. De manera que, por medio de un estudio de mercado se implementó el precio oficial de la panela para sus diferentes presentaciones, sabiendo que el costo de producción por kilogramo de la misma llega a 0,52 USD. Sin embargo, a lo largo de este año se presentó

un problema para la empresa debido al ingreso de panela proveniente de Colombia la cual posee un precio con un referente del 12% inferior al establecido en forma local, por este motivo la industria busca implementar mejoras dentro de sus procesos productivos para obtener un mayor rendimiento y poder mantenerse dentro del mercado a un precio justo tanto para el productor como para el consumidor.

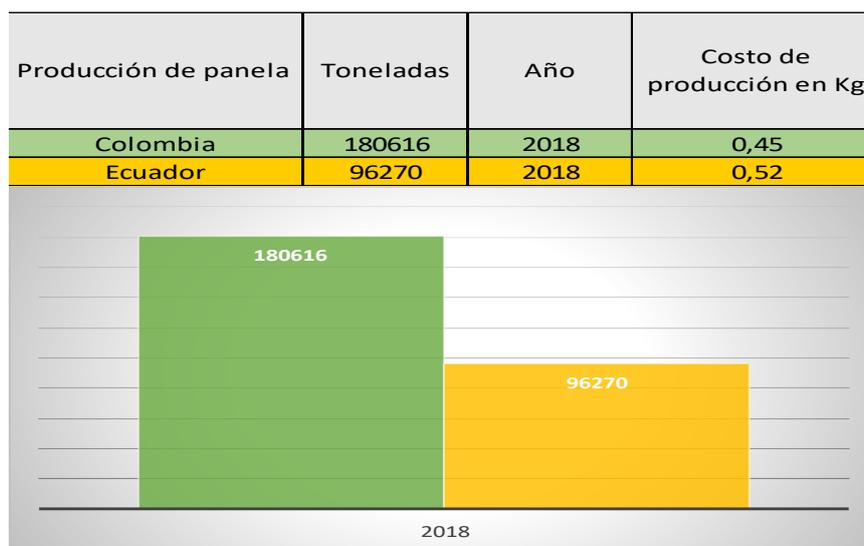


Figura 2. Producción de panela en toneladas en Ecuador y Colombia para el año 2018.

Como podemos observar en la anterior tabla, el mayor productor de panela en el año 2018 es Colombia, equivalente a esto, a mayor producción menor costo de producción, esto se debe a la tecnificación de maquinarias, con la cual cuentan diferentes productores de panela en Colombia, volviéndolos más competitivos en un mercado global.

Tomando en cuenta esta realidad, a mediados del 2019 Costa Rica empieza a aumentar el número de operarios, para aumentar su volumen de producción pasando de 13 trabajadores a 16 trabajadores. Sin embargo, esto condujo a que la empresa genere más ingresos, pero de igual forma más gastos, sin tener un costo beneficio esperado.

1.2. Pilares estratégicos de la empresa:

Los pilares estratégicos de la empresa están definidos a partir del presente trabajo de titulación, la cuales se enfocan en base a las necesidades que demanda las partes interesadas de la empresa tanto internas como externas:

- Misión:

Satisfacer las necesidades de nuestros consumidores mediante la producción de panela de caña de primera calidad, por medio del esfuerzo conjunto de toda la organización.

- Visión:

Ser una empresa líder en la provincia de Imbabura, con una sólida estructura organizacional, que provea bienestar y seguridad laboral a toda la familia Costa Rica, llegando a nuestros clientes con una amplia gama de productos derivados de la caña de azúcar.

- Valores:

- Trabajo en Equipo
- Responsabilidad
- Compromiso
- Lealtad

1.3. Organigrama de la empresa:

Actualmente el esquema de empleados está conformado por 20 personas, de las cuales: 4 son personal administrativo y 16 son personal operativo. Las labores se distribuyen dependiendo la experiencia y la necesidad de cada cargo.

A continuación, se muestra el organigrama de la empresa, y se identifica como en la actualidad la empresa se distribuye:

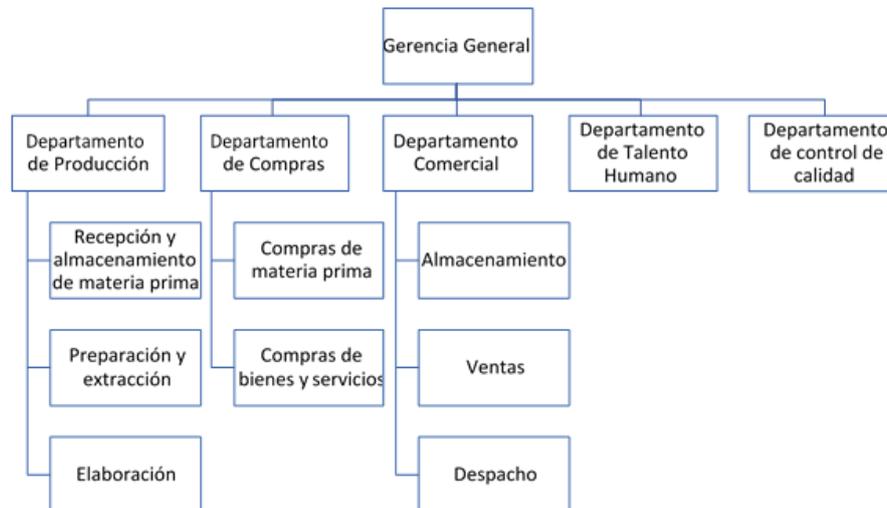


Figura 3. Organigrama de Costa Rica.

Por el número de personas que se registra, sus volúmenes de ventas y tomando en cuenta el giro de negocio al que la empresa pertenece, se denomina como una pequeña empresa.

1.4. Partes interesadas:

Las funciones que Costa Rica realiza, establece que exista relaciones entre proveedores, empresa y consumidores; generando alianzas estratégicas que puedan disminuir los costos de producción al igual que puedan maximizar sus ingresos, tomando en cuenta que las expectativas de todas las partes interesadas de la industria se dirigen a los beneficios que estos reciban.

- **Partes interesadas externas:**

- **Proveedores:** Materia prima: Caña de azúcar
- **Clientes:** Tiendas, Supermercados.
- **Sociedad:** Conjunto de personas, las cuales habitan en el Ecuador y que además consumen el producto.

- **Gobierno:** Considerado como parte interesada debido a que la organización, se encuentra en la obligación de cumplir con todas las normativas legales, además que se ve beneficiada por el pago de impuestos por parte de la empresa.
- **Partes interesadas internas:**
 - **Trabajadores:** Aquellos, encargados de todos los procesos, que aportan con la obtención del producto final conocida como azúcar morena.
 - **Gerentes:** Encargados de coordinar todas las operaciones que se van a llevar a cabo dentro de la organización.
- **Cadena de suministro:**

Como se puede identificar en la siguiente figura. La cadena de suministro para la producción de panela, se enfoca en proveedores de materia prima, al igual que todo su mercado; tanto minoristas como mayoristas, sin dejar por un lado la mano de obra y la logística y transporte, que se aplica para la recepción y distribución de los productos.

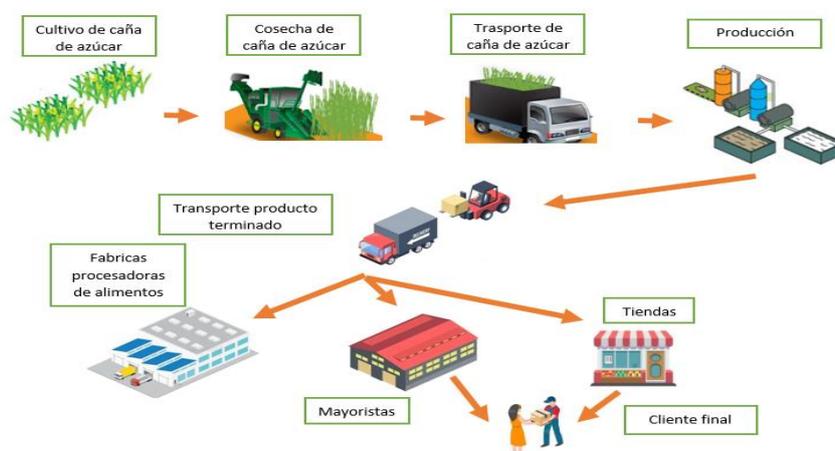


Figura 4. Representación de la cadena de suministro de la panela.

Tomado de (Carreño Solis, 2017)

1.5. Lista de productos de la empresa:

La producción de azúcar depende únicamente de la variedad de caña que se adquiere como materia prima y de la mejora dentro de los procesos de producción de la industria, cabe mencionar que en Costa Rica es una empresa destacada por la producción de panela en sus 2 presentaciones y el bagazo de caña que se considera como un subproducto que se obtiene en la extracción del jugo de caña. Para lo cual se debe mencionar que el giro de negocio de esta industria es la producción de panela en Bancos, la cual tiene más demanda dentro del mercado nacional por su precio.

1.5.1. Fichas técnicas de productos Costa Rica:

1.5.1.1. Panela:

La panela es otro tipo de azúcar o azúcar integral, conocida también como raspadura o chancaca. Es un edulcorante moldeado nutritivo por sus minerales y vitaminas, de color café claro de sabor dulce y aroma característico, obtenido de la concentración del jugo de caña. (Quezada Moreno, 2007)

- Bancos:

Tabla 1.

Ficha técnica de panela en bancos.

	FICHA TECNICA DEL PRODUCTO TERMINADO		CODIGO	1
			Revisión	1
Elaborado por: Costa Rica	Aprobado por: Julio Agustín Herrera Vega	Fecha: 10/04/2020	Versión	1
Nombre del producto:	Panela en Bancos			
Identificación del producto:	Alimento endulzante			
Descripción del producto:	<p>Panela en bancos es un producto que se obtiene directamente del jugo de la caña de azúcar, la cual está conformada por concentraciones de azúcar que se obtiene mediante la evaporación del jugo de caña obtenido en el proceso de molienda, este producto, contiene un porcentaje de meladura, que se diferencia de la azúcar normal.</p>			
Lugar de elaboración:	Imbabura - Ibarra - Salinas - Hacienda "Costa Rica"			
Composición:	Kcal		339	Kcal
	Hidratos		99,8	g
	Agua		0,2	g
	Calcio		0,6	mg
	Magnesio		0,2	mg
	Sodio		0,3	mg
	Potasio		2,2	mg
Fosforo		0,3	mg	
Presentaciones y empaque:	Cartón con 50 unidades internas y capacidad de 25kg.			
Características por (color sabor y textura, etc.):	Apariencia	Granulada		
	Color	Café claro		
	Olor	Incolora		
	Sabor	Dulce		
	Textura	Dura solida		
Condiciones de uso:	Es un producto para consumo doméstico como alimento, por lo tanto, el consumo puede ser de alto riesgo para personas que por indicación médica deban evitar el consumo de este producto			
Tiempo de vida útil:	En condiciones adecuadas de almacenamiento hasta por Dos Años			
Condiciones de transporte:	Se despacha en vehículos que cumplan los requisitos para la entrega (6 Tn. Máxima). De acuerdo a las cantidades a entregar se despacha en cartones de 25 kg.			
Condiciones de almacenaje:	Se recomienda su almacenamiento en lugares de humedad controlada (35%), temperatura ambiente (20°C-25°C) y sin contacto de la lluvia.			
Materias primas:	Caña de Azúcar			
Materiales de empaque:	El empaque es (polipropileno) no altera el producto y asegura su conservación durante el transporte y almacenamiento adecuados.			
Proveedores:	Cañicultores y cartonera pichincha como único proveedor de cartones para el almacenamiento del producto terminado.			
Lista de clientes principales:	La distribución se hace a los clientes de locales minoristas y mayoristas.			
Dirección de entregas:	Supermercados de las diferentes ciudades del Ecuador.			
Unidades de transporte:	Camiones totalmente cerrados (furgones).			
Dirección de despachos:	Imbabura - Ibarra - Salinas - Hacienda "Costa Rica"			
Enfoques de consumidor:	Es un producto completamente natural de óptima calidad y a un costo competitivo para satisfacción de los consumidores.			

- **Maitos:**

Tabla 2.

Ficha técnica de panela en maitos.

	FICHA TECNICA DEL PRODUCTO TERMINADO		CODIGO	1.1
			Revisión	1
Elaborado por: Costa Rica	Aprobado por: Julio Agustín Herrera Vega	Fecha: 10/04/2020	Versión	1
Nombre del producto:	Panela en Maitos			
Identificación del producto:	Alimento endulzante			
Descripción del producto:	Panela en Maitos es un producto que se obtiene directamente del jugo de la caña de azúcar, la cual está conformada por concentraciones de azúcar que se obtiene mediante la evaporación del jugo de cana obtenido en el proceso de molienda, este producto, contiene un porcentaje de meladura, que se diferencia de la azúcar normal.			
Lugar de elaboración:	Imbabura - Ibarra - Salinas - Hacienda "Costa Rica"			
Composición:	Kcal	339	Kcal	
	Hidratos	99,8	g	
	Agua	0,2	g	
	Calcio	0,6	mg	
	Magnesio	0,2	mg	
	Sodio	0,3	mg	
	Potasio	2,2	mg	
	Fosforo	0,3	mg	
Presentaciones y empaque:	Cartón con 25 unidades internas y capacidad de 35 kg.			
Características por (color sabor y textura, etc.):	Apariencia	Granulada		
	Color	Café claro		
	Olor	Incolora		
	Sabor	Dulce		
	Textura	Dura solida		
Condiciones de uso:	Es un producto para consumo doméstico como alimento, por lo tanto, el consumo puede ser de alto riesgo para personas que por indicación médica deban evitar el consumo de este producto			
Tiempo de vida útil:	En condiciones adecuadas de almacenamiento hasta por Dos Años			
Condiciones de transporte:	Se despacha en vehículos que cumplan los requisitos para la entrega (6 Tn. Máxima). De acuerdo a las cantidades a entregar se despacha en cartones de 35 kg.			
Condiciones de almacenaje:	Se recomienda su almacenamiento en lugares de humedad controlada (35%), temperatura ambiente (20°C-25°C) y sin contacto de la lluvia.			
Materias primas:	Caña de Azúcar			
Materiales de empaque:	El empaque es (polipropileno) no altera el producto y asegura su conservación durante el transporte y almacenamiento adecuados.			
Proveedores:	Cañicultores y cartonera pichincha como único proveedor de cartones para el almacenamiento del producto terminado.			
Lista de clientes principales:	La distribución se hace a los clientes de locales minoristas y mayoristas.			
Dirección de entregas:	Supermercados de las diferentes ciudades del Ecuador.			
Unidades de transporte:	Camiones totalmente cerrados (furgones).			
Dirección de despachos:	Imbabura - Ibarra - Salinas - Hacienda "Costa Rica"			
Enfoques de consumidor:	Es un producto completamente natural de óptima calidad y a un costo competitivo para satisfacción de los consumidores.			

1.5.1.2. Bagazo caña de azúcar:

El bagazo de la caña de azúcar es subproducto del proceso en el que se extrae el azúcar de la caña, está constituido por una parte sólida que consta con varias partes que suele ser llamada fibra y una parte líquida conocida como jugo, está compuesto por agua y sacarosa. (Villacis Pantoja, 2016)

Tabla 3.

Ficha técnica de bagazo de caña de azúcar.

	FICHA TECNICA DESPERDICIOS		CODIGO	2
			Revisión	1
Elaborado por: Costa Rica	Aprobado por: Julio Agustín Herrera Vega	Fecha: 10/04/2020	Versión	1
Nombre del producto:	Bagazo de caña de azúcar			
Identificación del producto:	Combustible fósil			
Descripción del producto:	Residuo leñoso de la caña de azúcar con alto contenido de fibra			
Lugar de elaboración:	Imbabura - Ibarra - Salinas - Hacienda "Costa Rica"			
Composición:	Carbono	48,58	%	
	Hidrogeno	5,97	%	
	Oxigeno	38,94	%	
	Nitrógeno	0,2	%	
Características por (color sabor y textura, etc.):	Apariencia	Fibroso		
	Color	Café claro		
	Olor	Fermento		
	Sabor	Amargo		
	Textura	Esponjosa		
Condiciones de uso:	Es un producto para consumo industrial o agrícola como alimento, como abono orgánico o como combustible fósil, es adecuado usar dos meses después de extraer de los molinos para su mayor efectividad.			
Tiempo de vida útil:	En condiciones adecuadas de almacenamiento hasta por tres años			
Condiciones de transporte:	Se despacha en vehículos que cumplan los requisitos para la entrega (20 Tn. Máxima) debido a él volumen que ocupa este producto.			
Condiciones de almacenaje:	Se recomienda su almacenamiento en lugares frescos a temperatura ambiente (20°C-25°C).			
Materias primas:	Caña de Azúcar			
Materiales de empaque:	No contiene empaque su despacho es a granel.			
Proveedores:	Cañicultores del Valle del Chota			
Lista de clientes principales:	La distribución se hace a los mismos cañicultores y a granjas avícolas de la zona.			
Dirección de entregas:	Campos agrícolas y granjas avícolas del Valle del Chota			

1.6. Mercado panelero:

1.6.1. Análisis de mercado:

La empresa ha buscado generar un equilibrio del precio, debido al costo de producción. En esa medida se presenta precios fijos acorde al mercado.

Para ello se realiza un sondeo de mercado tomando en cuenta que el producto es 100% natural, sin aditivos y conservantes, que dañen la pureza del producto, sin embargo, la mayor parte de los clientes prefieren utilizar endulzantes tales como la azúcar blanca, por ser un producto económico a comparación de la panela.

Las marcas que más comercializan azúcar en el país son: La Abeja Kapira, Dinás Panela, La Molienda y Panela Coexito. Estas empresas producen panela a gran escala y a un alto nivel de calidad. Posicionándose como una fuerte competencia para Costa Rica, debido al precio con el que estas compiten directamente en los mercados del país.

1.6.2. Análisis de la demanda:

La producción de azúcar morena al día es de 140 cajas de 25 kilogramos con esto se puede inferir que semanalmente se entrega una producción total de 700 cajas de 100 unidades cada una.

Con lo anteriormente mencionado, se busca posicionarse en el mercado nacional directamente en los mercados minoristas y mayoristas de país, tomando en cuenta que la demanda de este producto es alta, por ser un producto de primera necesidad en los distintos hogares del país.

De igual forma el incremento de la demanda aumenta, gracias a la búsqueda de nuevos clientes, sin embargo, a esto se suma el costo de transporte del producto

por encontrarse en un lugar alejado y de difícil acceso, los principales compradores en este caso se encuentran ubicados en la provincia del Carchi, Imbabura y Pichincha.

Tabla 4.

Cantidad de ventas en las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi.

Provincia	Toneladas	Demanda	Porcentaje de ventas
		Cajas /Semanal	
Carchi	2,6	105	15%
Imbabura	8,6	345	49%
Pichincha	6,3	250	36%

Tabla 5.

Demanda insatisfecha, en función de la producción total de panela en Imbabura.

Fabricas	Numero	Producción semanal	Ventas	Demanda insatisfecha
		Toneladas	Toneladas	
Artesanales	18	67,5	17,5	91%
Industrializadas	6	120		
Producción semanal en Imbabura		187,5		

Como se puede analizar en la tabla número 5, semanalmente se entrega una cantidad de 700 cajas de panela en bancos, distribuyéndose en las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha. No obstante, existe una demanda insatisfecha, como se indica en la tabla número 6, la cual representa el porcentaje de clientes que busca adquirir panela de los competidores del sector. Por lo tanto, el volumen de producción, de todas las fábricas de panela en la provincia de Imbabura, representa el 91% de la producción total.

1.7. Descripción general del problema:

La empresa Costa Rica se ha enfocado, en satisfacer la demanda de sus clientes y crecer en un mercado competitivo e impulsarse para poder exportar sus productos a un mercado global.

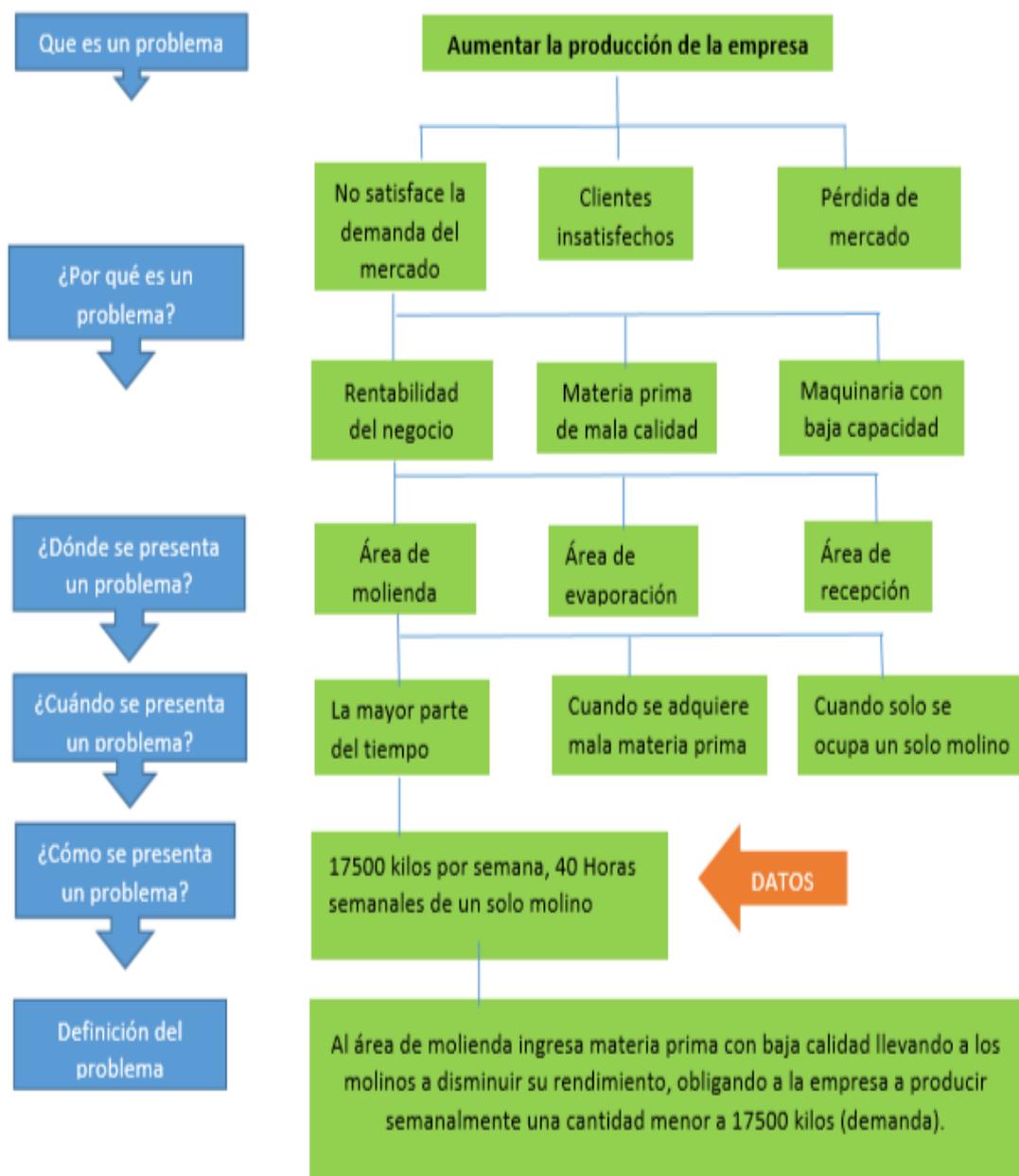


Figura 5. Árbol de definición del problema de la empresa Costa Rica.

Como se indica en el gráfico número 5, se realiza un árbol de definición de problema con la finalidad de definir las condiciones que causan efectos negativos dentro de la productividad de la empresa. En consecuencia, la empresa está enfocada en satisfacer la demanda de panela en bancos. Sin embargo, la producción actual no cubre con sus pedidos y al mismo tiempo, se genera una pérdida de clientes que prefieren comprar productos directamente a los competidores.

1.8. Justificación:

Una vez puntualizado el problema, la empresa Costa Rica se ve obligada a generar un diseño industrial que ayude a mejorar la extracción de jugo de caña de azúcar, pasando de aprovechar un 65% la materia prima a un 93%, con la finalidad de abastecer la demanda y poder ser competitivos dentro de su mercado con un precio más económico en el producto.

Dentro de la línea de molienda, la cantidad del jarabe que se extrae de los molinos es mínima a comparación de la cantidad que se está desperdiciando en el bagazo de caña de azúcar. Es decir que parte de la posible producción de panela se ve afectado directamente por desaprovechar la materia prima, que en su defecto es uno de los costos de producción más altos.

La empresa Costa Rica, busca mantenerse dentro del mercado a un precio justo tanto para sus clientes como para la empresa, de igual forma tiene el propósito de brindar un producto de calidad sin componentes que afecten la salud de los consumidores.

1.9. Alcance:

El alcance del presente trabajo de titulación, tiene como meta, efectuar el rediseño en la línea de molienda, que le permitan disminuir desperdicios de materias prima, para poder aumentar en la producción de panela en bancos.

Para lo cual, se señala las actividades que se mejoraran, dentro del presente proyecto, las cuales serán una vez que se recibe la caña de azúcar en el patio de recepción, para posteriormente llevarla directamente a la línea de molienda, donde se buscara implementar un diseño industrial que permita minimizar desperdicios y aumentar su productividad, limitando el proyecto, hasta la entrega de el bagazo y jugo de caña de azúcar para los siguientes procesos de

producción. De igual forma, el estudio productivo se realiza únicamente para la variedad de materia prima EC-05.

Cabe mencionar que el presente trabajo de titulación, desde este punto es una propuesta de usos exclusivo de la empresa Costa Rica, ya que se deberá analizarse económicamente, para definir si es viable implementar en un futuro.

1.10. Objetivos:

1.11. Objetivo general:

Rediseñar la línea de molienda, creando una distribución enfocada a las áreas de trabajo, maquinarias y operarios para una empresa productora de panela, buscando aumentar su productividad en costos de forma eficiente.

1.12. Objetivos específicos:

- Determinar que maquinas son necesarias y cuáles son sus tiempos de producción, para la línea propuesta, a fin de dar cumplimiento a la demanda de sus clientes.
- Investigar el proceso de extracción de jugo de caña adecuado, para disminuir los costos de materia prima.
- Estudiar la distribución de estaciones para mejorar de forma eficiente los tiempos de abastecimiento de la materia prima entre máquinas.
- Simular una distribución ente estaciones de forma virtual, que permita imitar la producción de panela con el proyecto planteado.
- Analizar por medio de un estudio financiero si es factible implementar la línea diseñada dentro de la empresa.

2. Marco Referencial

2.1. Gestión por procesos:

2.1.1. Definición de los procesos:

Según, Álvarez (2017), menciona en su libro que: “Un proceso representa un conjunto de actividades que se interrelacionan, de forma repetitiva y sistemática, mediante las cuales se reflejan unas entradas que se transforman en salidas, una vez que se aportó un valor agregado” (p.18).

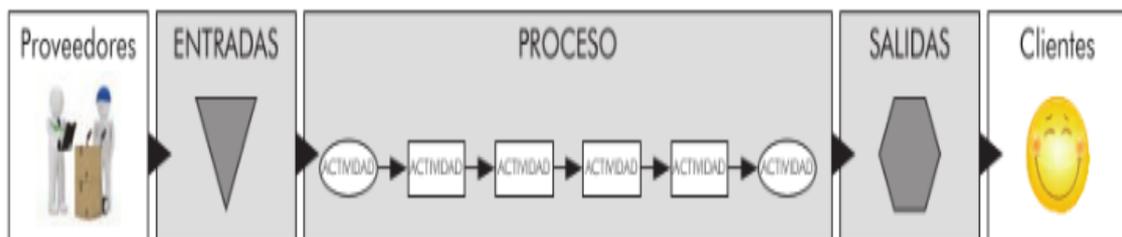


Figura 6. Representación gráfica de un proceso.

Tomado de (Pardo Álvarez, 2017, p. 18)

Los procesos se encuentran clasificados de la siguiente manera:

- Estratégicos:** Son procesos que posee la dirección, de tal forma estos se enfocan en la planificación, alianzas estratégicas, coordinación estructural de la empresa, etc.
- Operativos:** por medio de estos procesos se generan productos o servicios, dirigidos hacia sus clientes. cabe mencionar que estos procesos son propios de cada las empresas.
- Soporte:** Se denominan procesos auxiliares, que aportan ayuda directamente los procesos estratégicos y operativos con la finalidad de que estos cumplan con sus objetivos. (Pardo Álvarez, 2017, p. 19)

2.1.2. Diagrama de flujo:

Permite organizar de forma estructurada proyectos y a su vez establecer relaciones internas entre sus partes. Por medio de este mapa de actividades se puede identificar tareas individuales, responsabilidades, ordenaciones y secuencias, que se genera dentro de un proyecto. De tal forma, esta herramienta permite la mejora dentro de los procesos. (Bataller, 2016, p. 35)

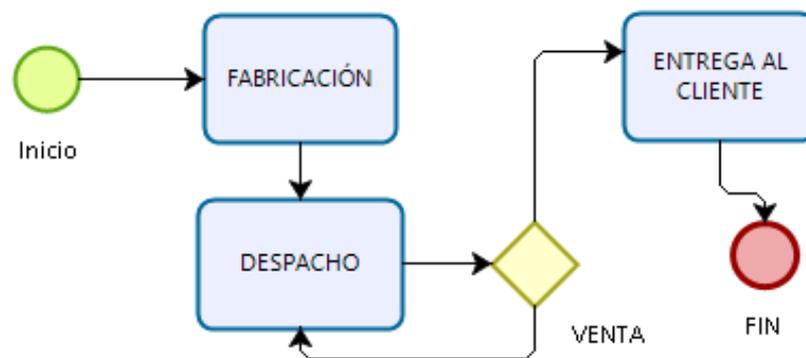


Figura 7. Representación de un mapa de flujo.

2.1.3. Diagrama de procesos:

Se denomina a un diagrama de procesos, como la representación de procesos donde se muestran entradas que caracterizan las tareas y los resultados. Tomando en cuenta; que es una técnica amplia, la cual posibilita la definición y la descripción a una serie de fases, permitiendo analizar y mejorar diferentes procesos, para satisfacer las expectativas de los clientes. No obstante, el mapa de proceso, está dirigido a realizar métodos eficaces para poder entender por medio de una comprensión visual los procesos que se ejecutan. (Hernández Nariño, Medina León, & Nogueira Rivera, 2010)

Como se indica en la siguiente figura, se identifica por medio de un ejemplo el diagrama de procesos, en función a las clasificaciones antes detalladas:



Figura 8. Estructura de un diagrama de procesos.

Tomado de (Betancourt Finalidad, 2017)

2.1.4. Diagrama SIPOC:

La metodología SIPOC, es una extensión de un mapa de procesos, la cual permite visualizar gráficamente los requerimientos de cada proceso general, mismos que están enfocados a la satisfacción de las necesidades de los clientes. Es una técnica que permite realizar un análisis más explícito un proceso, conociendo el impacto de este, en la cadena de valor. (Socconini, 2015, p. 62)

Esta metodología consta de los siguientes elementos, como se indica en la siguiente figura:

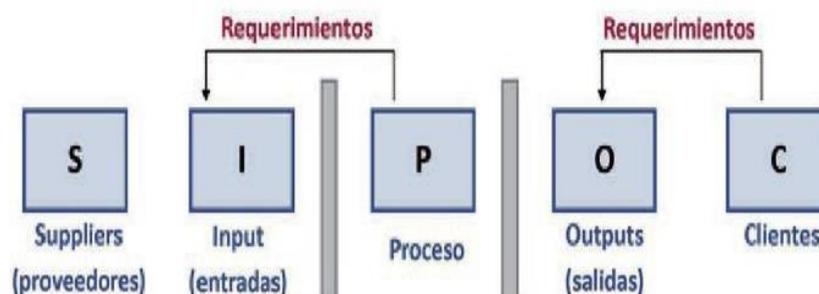


Figura 9. Elementos de una metodología SIPOC

Tomado de (Socconini, 2015, p. 62)

2.1.5. Planificación productiva:

Como menciona Chapman (2016), en su libro, la planificación de la producción, parte desde la demanda de sus clientes, no obstante, este punto es crucial ya que, si se quiere evitar desperdicios de sobreproducción, es necesario calcular el pronóstico de la producción de con la ayuda de ciertos métodos que son primordiales dentro del esquema de planificación y control productivo.

A continuación, se desglosan dos tipos de pronósticos que son fundamentales en la predicción de producción:

- **Pronósticos cualitativos:**

Este pronóstico se genera en consecuencia a la carencia de datos históricos e involucra una serie de información que no se encuentra bien estructurada, volviéndose útil para productos que son nuevos en el mercado.

- **Pronósticos cuantitativos:**

- **Método causal:**

Este tipo de pronóstico corresponde a la vinculación entre dos o más variables, de tal forma que, si un valor cambia, ocasione que las demás variables de igual forma cambien de modo predecible.

- **Series de tiempo:**

En función del tiempo se realiza una serie de pronósticos los cuales se asocian a proyectar la demanda futura ya sea a corto, mediano o largo plazo; tomando como referencia las demandas anteriores. Esto ayuda, a que la próxima proyección de ventas, se pueda girar por medio de una serie de patrones,

deduciendo que este patrón se guiara por la misma cantidad aproximadamente. (Chapman, 2016)

2.2. Estudio de tiempos y movimientos:

2.2.1. Medición del trabajo:

El estudio de métodos y movimientos, es el complemento necesario para la toma de tiempos. Por medio de esta metodología se puede determinar el tiempo que tarda en culminar una tarea un operario a un ritmo normal, en condiciones de trabajo normales. (Palacios Acero, 2016, p. 243)

Palacios (2016) sugiere que, un estudio de tiempos debe estar conformado por las siguientes fases:

- Generar el diseño de operaciones.
- Instalación ajuste, capacitación y verificación.
- Estudio de trabajo estándar o representativo.

Los métodos de medición se usan para determinar el tiempo estándar son:

- **Deducción de experiencias anteriores:** esta técnica se enfoca en estimaciones de registros históricos o en función de la experiencia del analista.
- **Muestreo de trabajo:** esta técnica tiene por objetivo, tomar muestras de forma directa, en función del trabajo realizado, en un tiempo establecido para actividades netamente productivas.
- **Datos estándar:** este parte de un tiempo normal ya definido, calculando cual es la capacidad o rendimiento que se obtendrá después del análisis.

- **Tiempos predeterminados:** Determinados por medio de la sumatoria de tiempos que tarda en realizar una actividad; proponiendo datos, a través de una serie de estudios de tiempos. (Palacios Acero, 2016)

2.2.2. Takt time:

Se define como el tiempo que se necesita para poder completar una operación, en función de la demanda. De manera que el takt time, representa la cadencia exacta de trabajo que se debe realizar para, poder cumplir con la demanda. De tal forma se establece como el ritmo de producción, el cual aporta un gran valor dentro de los indicadores de producción, mostrando si la empresa se encuentra dentro del tiempo establecido e entrega de sus productos. (Suñé Torrents, Gil Vilda,, & Arcusa Postils, 2014, pp. 98 - 99)

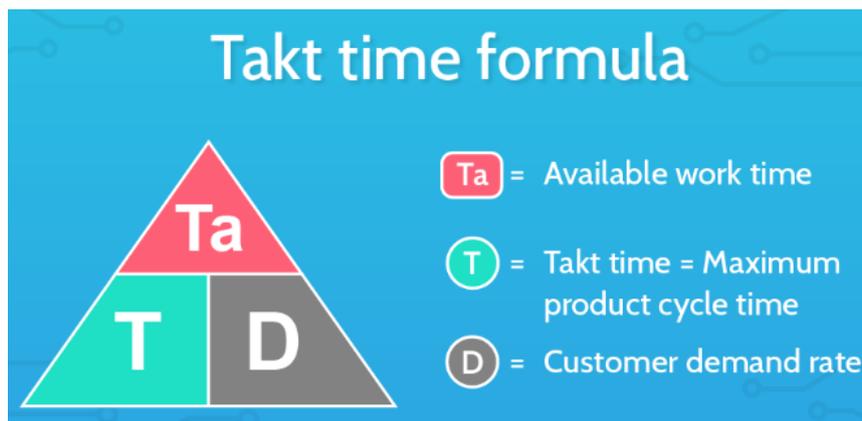


Figura 10. Formula Desglosada del Takt Time

Tomado de (Arrizabalaga Uriate, 2019)

2.2.3. Balanceo de líneas:

El balanceo de líneas, es una de las herramientas más importantes de la manufactura esbelta, por lo cual se infiere que, la estructura de las líneas debe encontrarse equilibrada a las demás estaciones de trabajo, tomando en cuenta

el ritmo de trabajo dentro de la planta y la cantidad de productos en proceso. (Meyer , 2011, p. 258)

De igual forma De la Rosa (2012), en un artículo direccionado a el balanceo de líneas, sugiere una serie de pasos adecuados para la implementación de la misma:

- Determinar las actividades relevantes de cada proceso
- Realizar la programación de las actividades
- Decretar el tiempo de ciclo del producto
- Decretar el tiempo de ciclo en cada estación.
- Determinar el valor mínimo de productos en estaciones
- Asignación de tareas para cada estación de trabajo
- Determinar numéricamente, cual fue el porcentaje de eficiencia.

Para que un balanceo de línea sea impecable, la sumatorio de los tiempos de productos en cada estación de trabajo debe ser igual al tiempo de ciclo del producto a lo largo de la línea, tomando en cuenta que, si existe una diferencia entre lo anterior mencionado, existen cuellos de botella que impiden una secuencia estable del trabajo. (De la Rosa, 2012)

2.3. Manufactura Esbelta:

Es una forma o un modelo que permite gestionar los procesos internos de una empresa, las cuales brindan herramientas que permite que las empresas se adapten fácilmente a transformaciones dentro de condiciones que se ven afectadas por el cambio del mercado global. la aplicación de esta metodología es diferente para cada empresa, ya que cada empresa representa situaciones distintas a otras, de esta forma no existe una secuencia del uso de las mismas. Sin embargo, el uso de estas herramientas tiene por objetivo eliminar desperdicios optimizando sus recursos. (Pedraza, 2013, p. 176)

2.3.1. VSM (Value Stream Mapping):

El mapeo del flujo de la cadena de valor, permite a las organizaciones verificar los flujos de materiales y de igual que la información que va desde sus proveedores hasta sus consumidores. Con este método, se busca de manera sencilla indicar de forma visual todos los procesos que se realizan para fabricar un producto. identificando de esta forma como se encuentra distribuida a cadena de valor dentro de la organización. Por consiguiente, un VSM cuenta con indicadores gráficos que permite visualizar los flujos en cada etapa. (Rajadell Carreras & José Luis, 2010, pp. 34 - 35)

De esta forma se generan diferentes iconos que se los denomina como; indicadores gráficos, como se representa en la figura número 11 y 12.

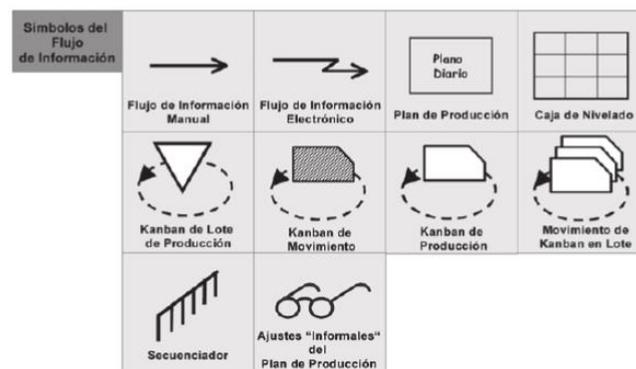


Figura 11. Simbología de flujos de información.

Tomado de (Rajadell Carreras & José Luis, 2010, p. 41)

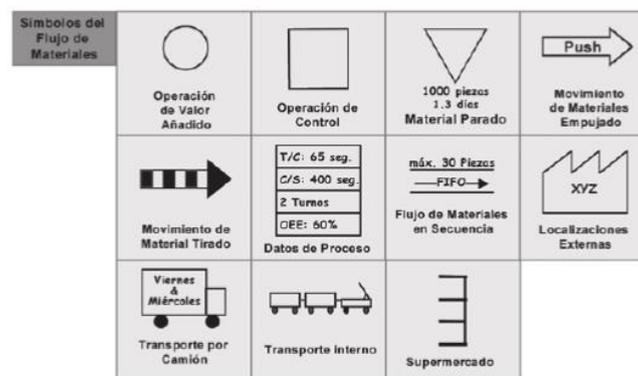


Figura 12. Simbología de flujo de materiales.

Tomado de (Rajadell Carreras & José Luis, 2010, p. 40)

En consecuencia, se ubica los diferentes procesos y se verifica los flujos tanto de materiales como de información que se traslada a lo largo de la cadena de suministro como se muestra en la figura número 13.

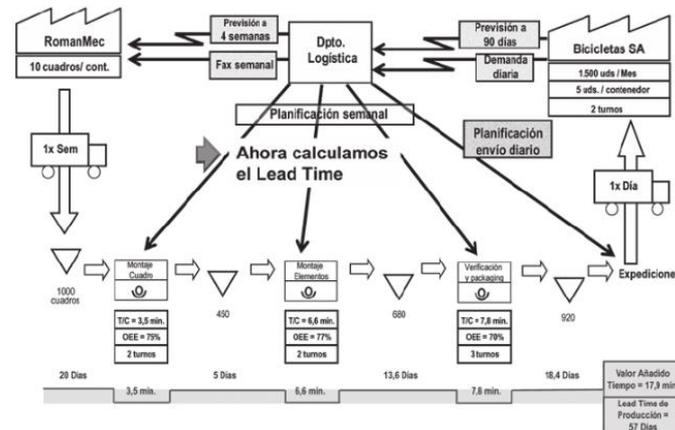


Figura 13. Mapa del flujo de valor completo

Tomado de (Rajadell Carreras & José Luis, 2010, p. 43)

2.4. Gestión de Cadena de suministro:

Según López (2017), en su libro menciona que: “La cadena de suministro, se enfoca en la planificación, manejo y control; por medio de la implementación de estrategias de almacenamiento, compras, transporte y gestión de stocks al igual que la interacción directa con los proveedores y los consumidores” (p. 9).

De tal manera, se desglosan las actividades por medio de un flujo de información donde se relaciona la interacción que existe dentro de la gestión de la cadena de suministros, como se representa en la figura número 14.



Figura 14. Flujo de la cadena de suministro.

Tomado de (Iglesias López, 2017, p. 9)

2.5. Diseño planta:

2.5.1. Estación de trabajo:

Las plantas industriales se encuentran compuestas en función de áreas de trabajo las cuales se definen según Anaya (2017) como: “Ubicaciones específicas donde un trabajador realiza un cometido concreto, pudiendo trabajar como operario de una máquina o en un puesto determinado dentro de una cadena de producción” (p.17).

2.5.2. Líneas de producción:

Las líneas de producción se encuentran representadas por una o varias personas o en su defecto maquinas; consideradas como unidades de producción en efecto a la planificación o programación de necesidades de operaciones, las cuales tienen como objetivo seguir una serie de secuencias por medio de puestos de trabajo, donde se realizan una serie de tareas hasta terminar el producto. Cabe mencionar que las líneas de producción siguen una serie de rutas establecidas según el tipo de proceso que se efectúe, permitiendo al producto trasladándose por distintas áreas de trabajo, las cuales asignan un valor determinado. (Anaya Tejero, 2017, pp. 17 - 18)

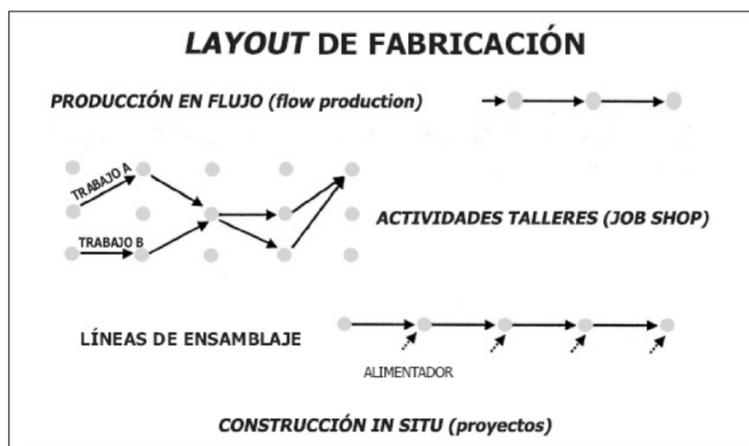


Figura 15. Ejemplo de un diseño de una línea productiva.

Tomado de (Anaya Tejero, 2017, p. 18)

2.5.3. Disposición de maquinaria necesaria:

Establecer la cantidad de máquinas que se ocupara dentro de un proceso productivo debe relacionarse directamente con las especificaciones que posee cada máquina, adicionalmente se realiza un cálculo donde se efectúa una agrupación de tareas representada por cada máquina en relación a las funciones esperadas, con la finalidad de decretar el número de máquinas necesarias, que se ocuparan durante un tiempo de trabajo establecido. (Bello Pérez, 2013, pp. 106 - 107)

$$\frac{\text{Tiempo total empleado en operaciones en la misma máquina}}{\text{Tiempo medio /puesto de trabajo}} \text{ *(Dato de Balance)}$$

Figura 16. Formula del cálculo del número de máquinas necesarias.

Tomado de (Bello Pérez, 2013, p. 106)

Como se indica en la figura número 16. El tiempo que tarda cada máquina en realizar una actividad, es crucial para representarla en función del tiempo promedio por puesto de trabajo.

2.5.4. Diagrama de redes de actividad:

También conocida como diagrama de flechas es una herramienta que sirve para la planificación. Está representada gráficamente y de manera estructurada, contiene una secuenciación de actividades que permite el desarrollo por medio de un orden cronológico. De igual forma la información que se va a evidenciar representa la duración de cada actividad, amplitud, y la dependencia entre tareas. Tiene un comienzo y final, permitiendo estimar el tiempo que tardara el desarrollo de las actividades. Por otro lado, las flechas permiten identificar todos los posibles caminos que se deben seguir. (Hernández Nariño, Medina León, & Nogueira Rivera, 2010, p. 595).

La siguiente figura, indica un ejemplo de un diagrama de relación de actividades:

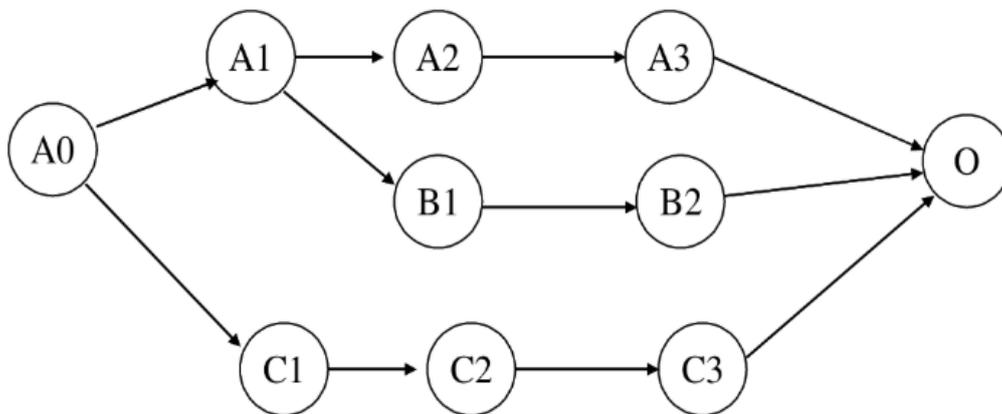


Figura 17. Ejemplo de un diagrama de reacción de actividades.

Tomado de (Rodríguez de Guzmán, García Rubio, & Piattini Velthuis, 2018, pág. 596)

2.5.5. Análisis de la relación de actividades:

2.5.5.1. Gráfico de relaciones:

Una gráfica de relaciones representa una semi-matriz donde se puede señalar las relaciones que representa cada actividad con respecto a las demás. La función de esta gráfica es indicar las actividades, que den estar ubicadas junto a otras, de tal forma que se ubiquen unas más cerca de otras, de igual forma las actividades que se deben ubicar lejos. efectuando una clasificación y registro de todas las relaciones existentes. (Platas García & Cervantes Valencia, 2014, pp. 100 - 101)

En la figura número 18, se muestra la representación un gráfico de relaciones con sus respectivas codificaciones en fusión de la relación de afinidades que representa cada actividad.

Código	Definición
A	Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto al otro
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinariamente importante
U	Sin importancia
X	No deseable

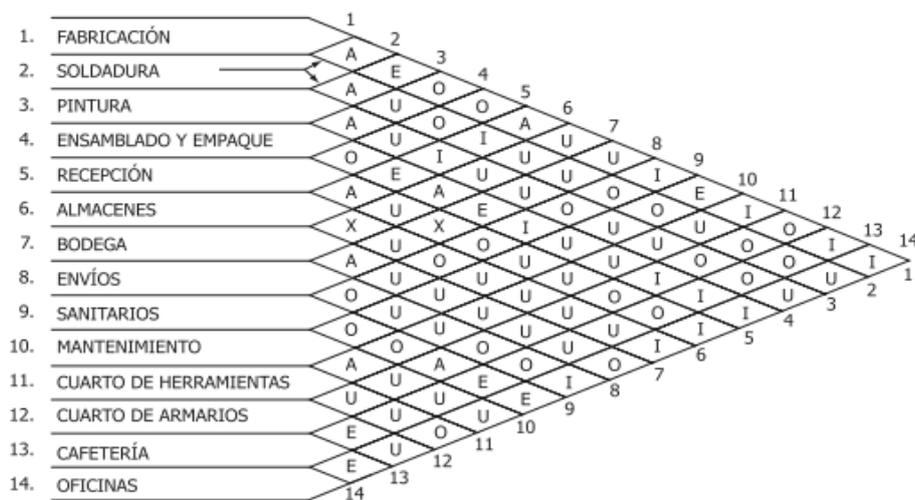


Figura 18. Gráfica de relaciones con su respectiva codificación.

Tomado de (Meyers & Matthew, 2011, p. 181)

Cabe mencionar que, en la relación de actividades, deben existir una razón o motivo por la que se deban concatenar. Existen códigos de razón, que son los encargados de definir, porque motivo se relacionaron esas actividades. Según Platas & Cervantes (2014) en su libro indican las razones que se deben tomar en cuenta para relacionar las actividades:

- Flujo de materiales.
- Grado de contacto personal.
- Grado de contacto comunicativo o papeleo.
- Uso de las mismas instalaciones o equipo.
- Uso de registro en común.
- Uso del mismo personal.
- Deseos específicos de los directivos o la conveniencia personal.

- Supervisión o control. Ruido, polvo, mugre, emisiones y riesgos.
- Distracciones o interrupciones.

La relación de actividades es representada por medio de la tabulación y definición del código asignado como se muestra en la figura numero 19:

<i>Código de razón</i>	<i>Razón</i>
1	Para un flujo mejor
2	Todo el material se mueve entre estos dos departamentos
3	Movimiento de personas
etcétera	etcétera

Figura 19. Códigos de razón

Tomado de (Meyers & Matthew, 2011, p. 183)

La codificación de la relación debe agruparse junto al código de razón de forma simultanea para todos los espacios del gráfico de relación, como se muestra en la imagen numero 20:

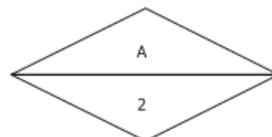


Figura 20. Forma de un espacio del gráfico de relaciones.

Tomado de (Meyers & Matthew, 2011, p. 183)

2.5.6. Hoja de relación entre actividades:

Esta hoja de trabajo, se posiciona de forma intermedia entre el gráfico de relaciones y el esquema adimensional de bloque. Costa de la representación tabulada de los datos recolectados en el gráfico de actividades, como se puede

ver en la siguiente figura. Las actividades se ordenan de forma concisa en función de los códigos de relación, pertinentes a los grados de cercanía que anteriormente fueron definidos. (Meyers & Matthew, 2011)

<i>Actividades</i>	<i>A</i>	<i>E</i>	<i>I</i>	<i>O</i>	<i>U</i>	<i>X</i>
1. Fabricación	2, 6	3, 10	9, 11, 13, 14	4, 5, 12	7, 8	
2. Soldadura	1, 3		6	9, 10, 12, 13, 5	7, 8, 4, 11, 14	
3. Pintura	2, 4	1	6	12, 13, 9	5, 7, 8, 10, 11, 14	
4. Ensamblado y empaque	3, 7	6, 8	9, 12, 13, 14	1, 5	2, 10, 11	
5. Recepción	6		14	4, 2, 1, 9, 12, 13	3, 7, 10, 11	8
6. Almacenes	5, 1	4	3, 2, 14	9	8, 10, 11, 12, 13	7
7. Bodega	4, 8			14	5, 3, 2, 1, 9, 10, 11, 12, 13	6
8. Envíos	7	4	14	9, 12, 13	6, 3, 2, 1, 10, 11	5
9. Sanitarios	12	13, 14	4, 1	8, 6, 5, 11, 3, 2, 10	7	
10. Mantenimiento	11	1		9, 2	8, 7, 6, 5, 4, 3, 12, 13, 14	
11. Cuarto de herramientas	10		1	9, 14	8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 12, 13	
12. Cuarto de armarios	9	13	4	8, 5, 3, 2, 1	11, 10, 7, 6, 14	
13. Cafetería		14, 12, 9	4, 1	8, 5, 3, 2	10, 11, 7, 6	
14. Oficina		13, 9	8, 6, 5, 4, 1	11, 7	12, 10, 2, 3	

Figura 21. Ejemplo de una hoja de relación entre actividades.

Tomado de (Meyers & Matthew, 2011, p. 185)

2.5.7. Esquema adimensional de bloques:

Un diagrama adimensional de bloques, es una resolución gráfica del resultado de la relación de actividades que se encuentra reflejado en una hoja de trabajo. Teniendo como objetivo, plasmar una distribución maestra en función de la asociación de actividades dentro de una industria. Sin embargo, la idea de un esquema de bloques parte desde la representación por medio de etiquetas, las cuales indican las áreas y como estas se asociaron a las demás. (Meyers & Matthew, 2011, p. 185)

Para ello las etiquetas se estructuran de la siguiente manera:

- En el centro de las etiquetas la actividad que se relacionó.
- En cada esquina las codificaciones de las relaciones A, E, I, O.
- En el centro, por debajo del nombre del área relacionada, la codificación faltante X.
- Se pasa por alto la codificación U.

La figura número 22, muestra la estructura de una etiqueta:

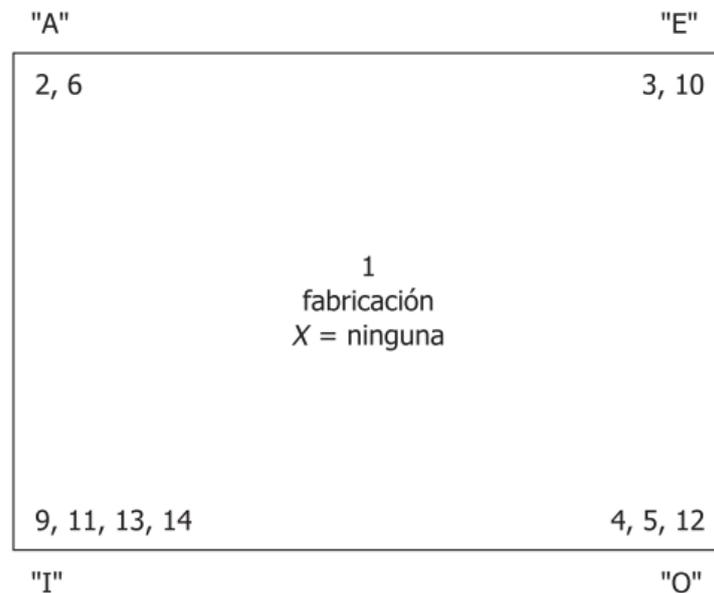


Figura 22. Ejemplo de una etiqueta ocupada en un diagrama adimensional de bloques.

Tomado de (Meyers & Matthew, 2011, p. 186)

Una vez estructurada cada etiqueta, se realiza la ubicación o arreglo de estas, colocándolas unas junto a otras buscando que los códigos de relación se asocien unos con otros o en su defecto dependa el uno del otro. De tal forma que se obtenga flujos adecuados que represente la mejor secuencia productiva.

En la siguiente figura, se muestra la representación de un esquema adimensional de bloques:

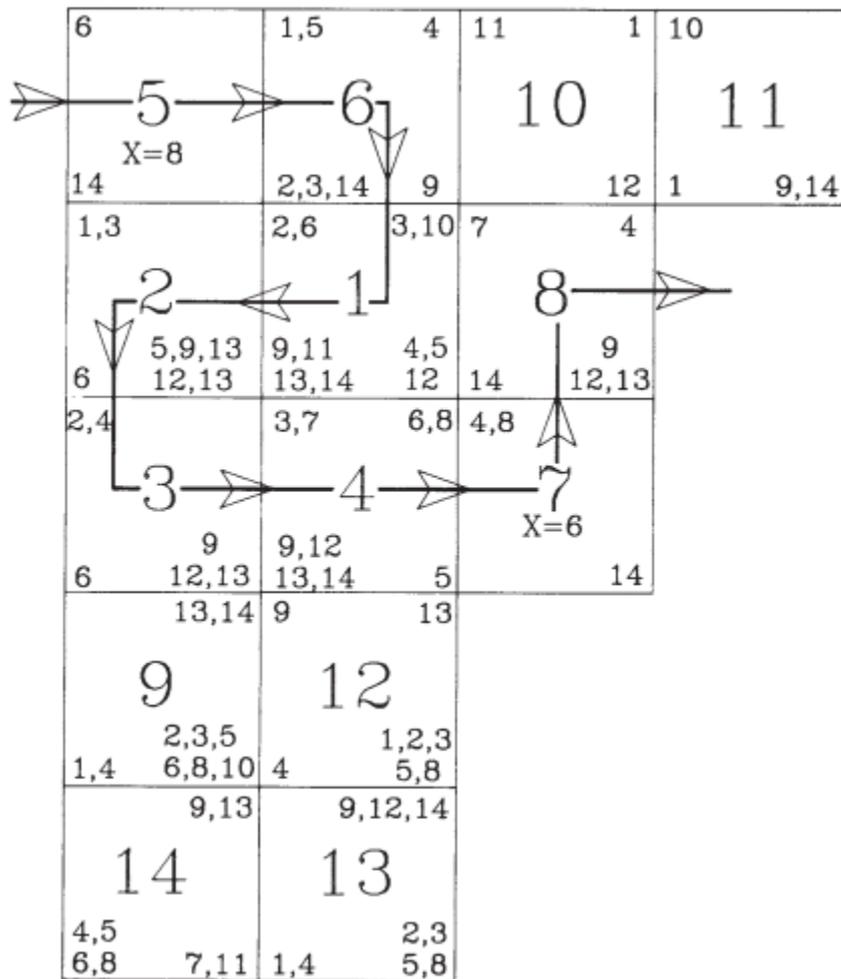


Figura 23. Ejemplo de un diagrama adimensional de bloques estructurado acompañado de un flujo de un proceso productivo.

Tomado de (Meyers & Matthew, 2011, p. 187)

2.6. Estudio financiero:

2.6.1. Costos y gastos:

En el caso de los costos y gastos dentro de un periodo contable, representa una totalidad de egresos durante un periodo de tiempo determinado, dependiendo la situación contable de la empresa, cabe mencionar que esta cifra se mide en cifras monetarias. tomando en cuenta las particularidades que mantienen los costos, se detallan dependiendo el estado de estos, puede representarse un costo fijo o en su defecto un costo variable. (Morales Castro, 2015, p. 83)

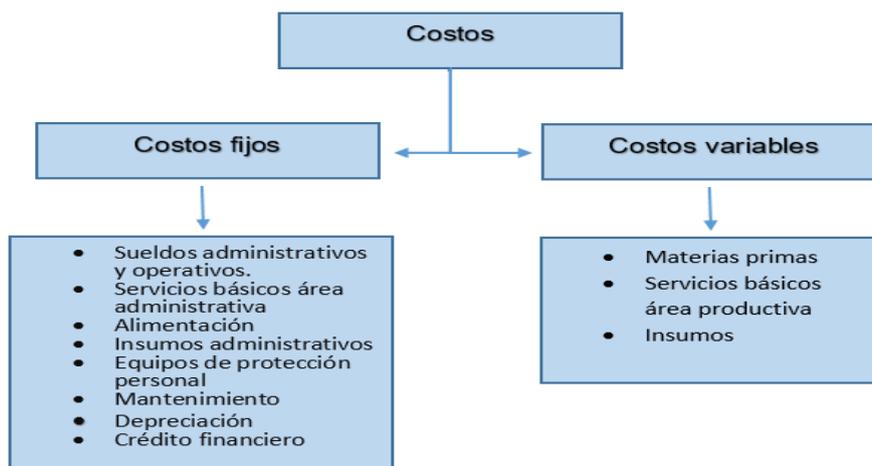


Figura 24. Detalle de costos.

Tomado de (Morales Castro, 2015, p. 86)

2.6.2. Punto de equilibrio:

Encontrar el punto de equilibrio, permite definir los puntos de referencia, que servirán para la planificación, con un determinado periodo de tiempo. Adoptado por áreas de: ventas, producción, operación. Todo esto atribuido a la recuperación de inversiones, contribuyendo al cálculo del precio de venta que a empresa puede manejarse u otras funciones de negocio. En este caso, el punto de equilibrio es donde se refleja los ingresos totales de la organización al igual que sus costos totales, con estos datos se puede intuir, el punto que determina a partir de cuantas unidades producidas se tiene utilidades. (Mazón Arevalo, Villao Burgos, Nuñez, & Serrano Luyo, 2017, p. 3)

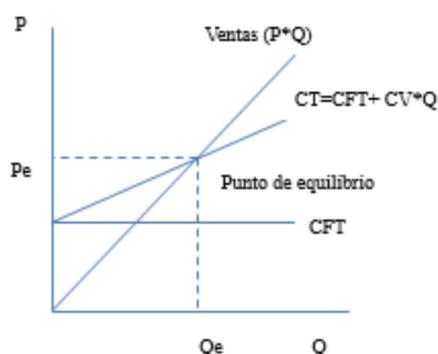


Figura 25. Gráfica cálculo punto de equilibrio.

Tomado de (Mazón Arevalo, Villao Burgos, Nuñez, & Serrano Luyo, 2017, p. 4)

2.6.3. Factibilidad económica:

A partir de un proyecto la factibilidad de las inversiones realizadas se deberán evaluar, considerando la rentabilidad y su recuperabilidad. De esta forma existen dos formas que permiten evaluar proyectos de inversión a largo plazo, tomando en cuenta que se debe considerar el valor del dinero en un tiempo determinado a partir de una tabla de flujo de caja, que representen los ingresos y egresos, obteniendo la utilidad relativa de estos valores. a esto se le atribuye el método de periodo de recuperación, el valor actual neto, tasa de retorno y el costo beneficio del valor invertido. (Canales Salinas , 2015, p. 2)

3. Situación Actual

3.1. Introducción de la situación actual de la empresa:

Costa Rica es una empresa enfocada a la producción de panela, derivada de la caña de azúcar. Se encuentra situada, en la provincia de Imbabura a un lado de la ciudad de Ibarra, específicamente en la parroquia de Salinas. Se destaca por la producción de panela en bancos, debido a procesos más sofisticados que maximizan su producción en las líneas de evaporación y empaque. Adicionalmente cuenta con una demanda que busca adquirir la panela en bancos debido a que: es un endulzante natural, se puede transformar en miel fácilmente, contiene gran aporte de energizante para la salud, tiene una fácil disponibilidad del producto en tiendas y supermercados, no cuenta con un proceso de refinado que dañe la pureza del producto con químicos blanqueadores como el hidrosulfito de sodio.

La industria mantiene un sistema de producción *pull*, de tal forma que toda la producción de la misma, se encuentra relacionada directamente con la demanda y la capacidad de producción. Sin embargo, en la actualidad el mercado panelero ecuatoriano compite con a la distribución del mismo producto desde Colombia,

el cual afecta al producto nacional con precios más económicos, representando pérdidas por falta de competitividad dentro de su mercado.

La empresa cuenta con procesos que se pueden mejorar, mismos procesos se establecen en función de la eliminación de desperdicios y el aprovechamiento de todos los recursos posibles a lo largo de su cadena de valor. No obstante, la empresa se encuentra en una situación donde se generan gastos por compras de materias prima en gran volumen, por a falta de tecnificación dentro del proceso de molienda, lo que conlleva a ocupar más materiales y no aprovechar en su totalidad el contenido que posee.

Para analizar las características que mantiene la empresa, se implementa la herramienta FODA, con la finalidad de identificar las oportunidades, fortalezas, amenazas y debilidades, como se representa en la siguiente matriz:

MATRIZ FODA	Amenazas	Fortalezas
	<ul style="list-style-type: none"> • El PVP que mantienen los competidores son más económicos. • El mercado tiene bastantes competidores y sufre de saturación del producto. • Existen diferentes productos endulzantes sustitutos. • Los PVP varían en ciertas temporadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • La empresa tiene una larga trayectoria produciendo panela. • La empresa tener capacidad de inversión futura. • Los costos de transporte de productos son económicos. • La empresa cuenta con un centro de distribución en la ciudad de Ibarra. • La mano de obra es proactiva.
	Debilidades	Oportunidades
	<ul style="list-style-type: none"> • En la línea de molienda existe un desperdicio del 35% de caña de azúcar. • El precio de materia prima es excesivamente costoso. • El producto no mantiene características estándar, ya que el color del mismo depende de la caña de azúcar. • La cartera de producto de la empresa es pequeña, se la compara con otras empresas. 	<ul style="list-style-type: none"> • La panela proveniente de la competencia se encuentra ubicada en Colombia lo que genera costos de transporte elevados. • Existen leyes y normativas dentro del país que apoyan al crecimiento de las empresas PYMES. • La fábrica cuenta con espacios de crecimiento los cuales ayudan a rediseñar una planta con mayor capacidad de producción.

Figure 26. Matriz FODA de la empresa.

A fin de poder ceñir la forma del problema planteado, en el árbol de definición de problema, como se puede observar en el capítulo uno, se justifica el presente trabajo de titulación por medio de la técnica nombrada “Los cinco porqués”. La

cual es un método que busca realizar preguntas con la finalidad de vincular las causas y los efectos que se encuentra generando un problema específico. Como se puede observar en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Los 5 ¿Por qué? de la empresa Costa Rica.

LOS 5 PORQUÉ				
Estudio causa raíz				
Primero	Segundo	Tercero	Cuarto	Quinto
¿Porqué?	¿Porqué?	¿Porqué?	¿Porqué?	¿Porqué?
¿Porqué la empresa no busca expandir su producto a nivel nacional?	¿Porqué la empresa está perdiendo su demanda?	¿Porqué la empresa mantiene procesos rudimentarios con maquinaria de poca capacidad?	¿Porqué la empresa no ha realizado una inversión lo suficientemente alta para rediseñar procesos que generan más gastos?	¿Porqué la empresa no se planteado por la opción de mejorar la línea de molienda por medio de un diseño industrial, que le permita aprovechar de mejor forma su materia prima?
<u>Causa Raíz</u>	La causa para que la empresa Costa Rica no pueda expandir sus productos a nivel nacional, se ve afectado porque no puede satisfacer la demanda actual del mercado. Debido a la carencia de procesos industriales que les permitan aumentar su capacidad de producción y de igual forma el aprovechamiento de su materia prima, frenando la productividad de la empresa por la falta de inversión en una mejora que le posibilite el rediseño industrial para optimizando recursos.			

3.2. Procesos definidos de la empresa:

La expectativas y necesidades de los clientes, son de suma importancia dentro de los procesos productivos, Debido que, por medio de estas se busca plantear un sistema productivo, que se enfoque a la satisfacción de sus clientes. No obstante, existen procesos que son clave para la producción de panela en bancos. Mismos procesos, se dividen en procesos estratégicos, operáticos y de soporte. Por lo cual se detalla a continuación las actividades fundamentales dentro del siguiente mapa de procesos:

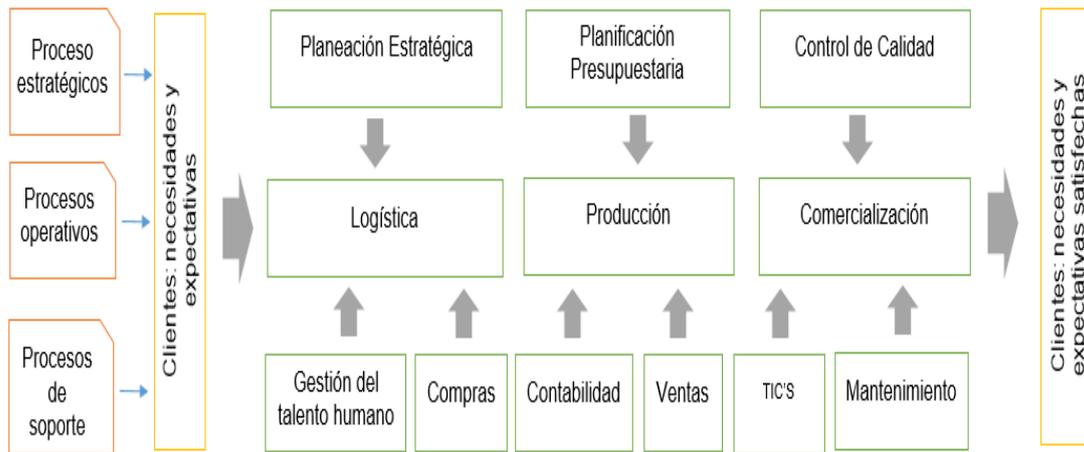


Figura 27. Mapa de procesos Costa Rica.

La caracterización de los macroprocesos que se encuentran relacionados directamente con el giro de negocio de la empresa son: comercialización, producción y logística. Por medio de un diagrama SIPOC, identificamos cuales son los requerimientos para las entradas, las salidas y como se relaciona cada proceso a lo largo de la cadena de valor, como se muestra a continuación:

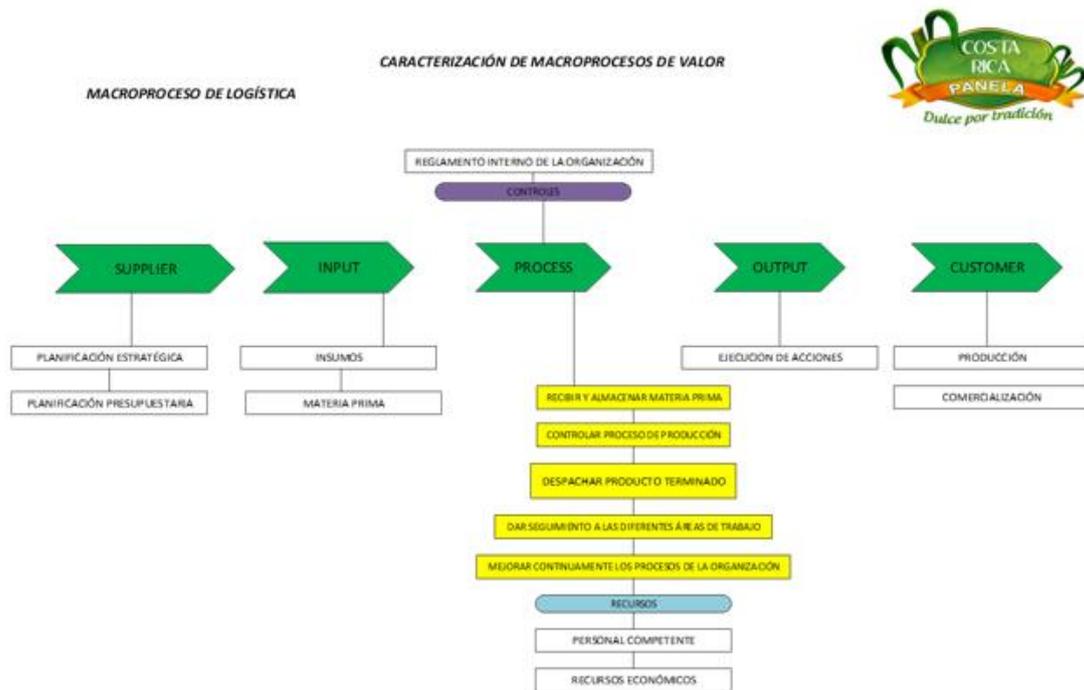


Figura 28. Diagrama SIPOC del macro proceso de logística.

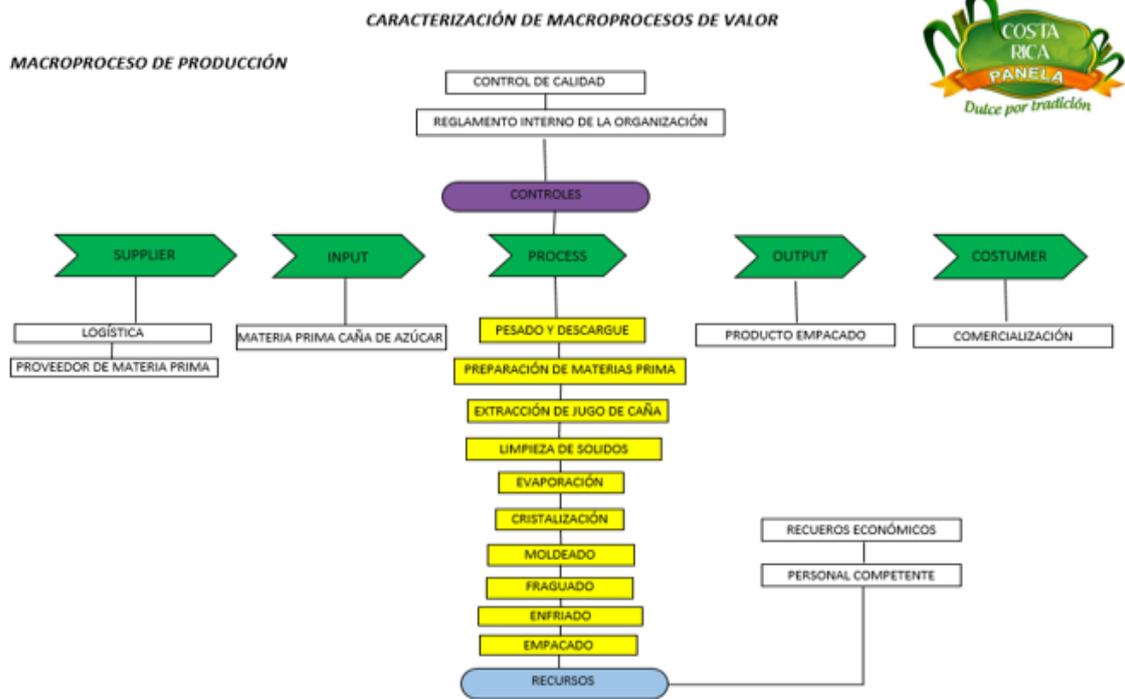


Figura 29. Diagrama SIPOC del macro proceso de producción.

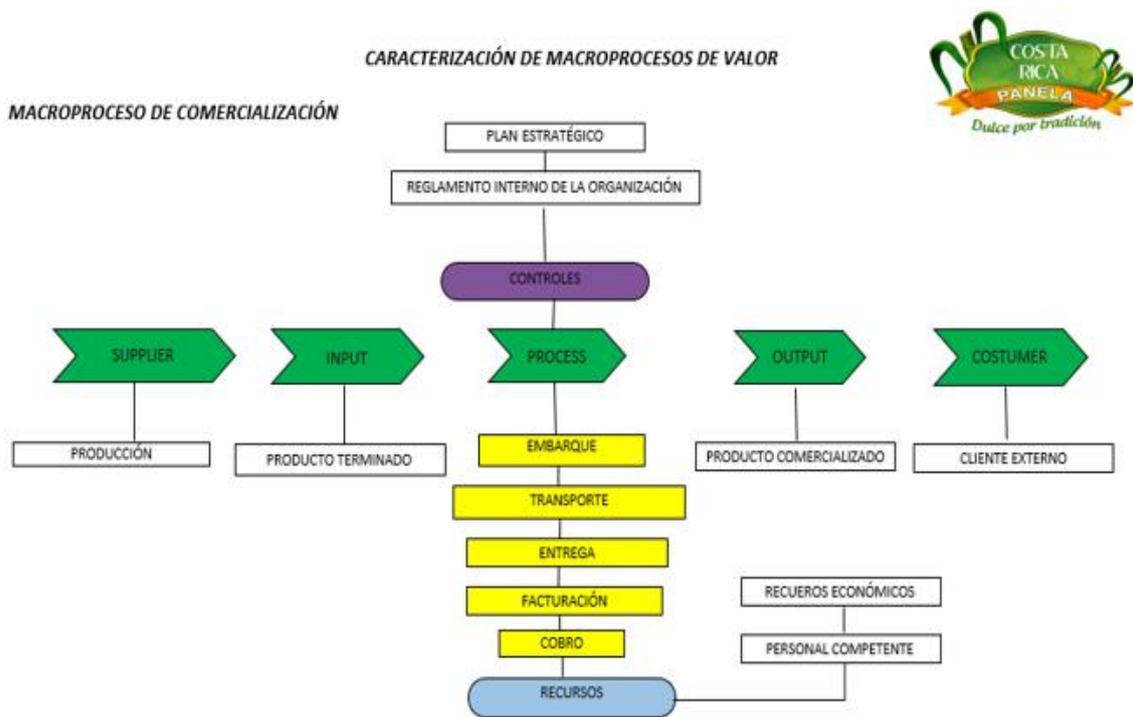


Figura 30. Diagrama SIPOC del macro proceso de comercialización.

Cabe mencionar que el flujo que existe entre los macroprocesos operativos estudiados anteriormente, se relaciona en función de los requerimientos que existe entre cada subproceso, como se muestra en el siguiente diagrama de procesos:

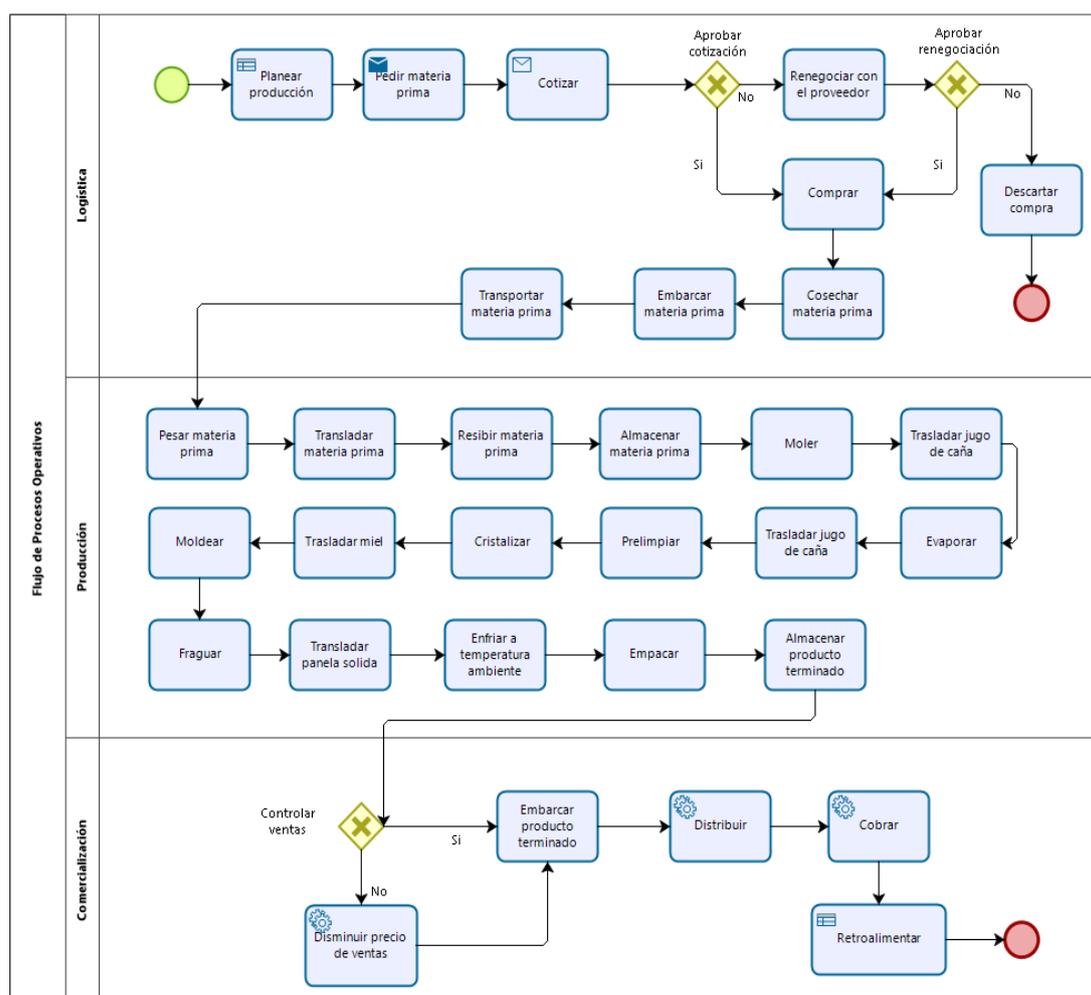


Figura 31. Diagrama de procesos actual de la empresa Costa Rica.

El diseño del diagrama de procesos se completa junto a un gráfico de flujo como se muestra en la siguiente tabla, para identificar los procesos que no generan un valor agregado a la producción de panela en bancos como es: el almacenaje, el transporte y la demora. Cabe mencionar que, la siguiente tabla ocupa tiempos de recabados en la tabla número 11, para mayor entendimiento.

Tabla 7.

Diagrama de flujo de producción.

GRAFICA DE FLUJO PROCESOS DE PRODUCCIÓN									
N°	ACTIVIDADES	OPERACIÓN	TRASPORTE	INSPECCIÓN	DEVORA	ALMACENAJE	TIEMPO EN SEGUNDOS	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO EN ACTIVIDAD	CANTIDAD EN KILOS
1	Pesado materia prima	●	➡	■	◐	▼	15	Caña de Azúcar	195,15
2	Traslado materia prima	●	➡	■	◐	▼	30	Caña de Azúcar	195,15
3	Recepción Materia prima	●	➡	■	◐	▼	32	Caña de Azúcar	195,15
4	Almacenaje materia prima	●	➡	■	◐	▼	88	Caña de Azúcar	195,15
5	Molienda	●	➡	■	◐	▼	187	Jugo de Caña	126,85
6	Traslado jugo de caña	●	➡	■	◐	▼	188	Jugo de Caña	126,85
7	Prelimpieza	●	➡	■	◐	▼	147	Jugo de Caña	126,85
8	Evaporación	●	➡	■	◐	▼	141	Jugo de Caña	25
9	Traslado de miel	●	➡	■	◐	▼	26	Miel	25
10	Cristalización	●	➡	■	◐	▼	89	Miel	25
11	Traslado de panela líquida	●	➡	■	◐	▼	145	Panela Líquida	25
12	Moldeado	●	➡	■	◐	▼	151	Panela Líquida	25
13	Fraguado	●	➡	■	◐	▼	118	Panela en Bancos	25
14	Traslado de panela sólida	●	➡	■	◐	▼	85	Panela en Bancos	25
15	Enfriado a temperatura ambiente	●	➡	■	◐	▼	150	Panela en Bancos	25
16	Empaque	●	➡	■	◐	▼	113	Panela en Bancos	25
17	Almacenaje producto terminado	●	➡	■	◐	▼	85	Caja de panela en bancos	25

3.3. Máquinas y elementos disponibles en los procesos de producción:

Recepción de materias prima: Consiste en una operación, la cual consta del recibimiento de la caña de azúcar, transportada desde los cultivos de caña de azúcar, hasta la fábrica de panela. Para este proceso se debe analizar las cantidades de materia prima que ingresan a la planta y el posterior descargue de la caña del vehículo en la empresa.

- **Bascula camionera:**

Si bien es cierto, La empresa Costa Rica no cuenta con una báscula que le permita calcular el peso exacto del producto, de tal forma para calcular el valor de carga en cada camión, se alquila esta máquina en empresas que tienen esta máquina como se puede ver en la siguiente imagen:



Figura 32. Imagen de una báscula camionera.

- **Grúa de descargue:**

Por medio de una grúa que consta de cables colgantes, se descarga la carga del camión que llega a la zona de recepción de materias prima. Esta grúa ejerce una fuerza, al momento que se tensionan los cables sujetos a la carga, obligando a la caña de azúcar, a ser retirada del cajón de vehículo, como se muestra en la siguiente imagen:



Figura 33. Grúa de descargue de la empresa Costa Rica.

Molienda: Este es el proceso de extracción del jugo y bagazo de caña, por medio de un molino denominado trapiche. Una vez que se recibe en el patio de recepción, se traslada de forma manual a la boca de los molinos.

- **Trapiche:** Tiene por objetivo, obtener por medio de la compresión de rodillos giratorios, el jugo y bagazo de caña, como se indica en la siguiente imagen:



Figura 34. Trapiche numero 4,5 ocupado en la extracción del jugo de caña de la empresa Costa Rica.

Por lo cual el rendimiento de este molino, está definido, en función de la cantidad extraída de jugo, comparado con el jugo real que tiene la caña de azúcar antes de ser molida.

La siguiente fórmula indica la cantidad de extracción del jugo de caña:

$$EXT = \frac{\text{Líquido obtenido}}{\text{Líquido real de la caña}} = \frac{\text{Caña de azúcar} - \text{Bagazo Obtenido}}{\text{Caña de azúcar} - \text{Fibra}}$$

El valor porcentual de jugo de caña que extrae en este trapiche, se calcula en base a una muestra donde se ingresó 100 kilogramos de caña con un valor en fibra de 38,8 kilogramos; para posteriormente obtener 58,8 kilogramos de jugo extraído y 44,2 kilogramos de bagazo de caña. Por lo cual, se ingresan estos valores en la siguiente formula:

$$EXT = \frac{100 - 61,2}{100 - 40,4} = 0,65 * 100 = 65,1\%$$

Donde se obtiene un referente del 65% de extracción de jugo de caña.

Limpieza: A lo largo del proceso de limpieza, se busca eliminar en el jugo de caña, los residuos de bagazo e impurezas, generados en los procesos anteriores, por medio de equipos denominados prelimpiadores.

- **Prelimpiador:**

Es un equipo que, por medio del método de flotación, hace que el jugo que pasa por cada recipiente se limpie, deteniendo los sólidos en cada depósito del prelimpiador, como se indica en la siguiente imagen:



Figura 35. Prelimpiador de jugo de caña.

Evaporación y cristalización: Estos procesos, tienen por objetivo eliminar las cantidades de agua pertinentes del jugo de caña. Pasando a la obtención de miel cristalizada, con concentraciones de azúcar que llegan a los 95 °Brix. Debido a las altas temperaturas, al que se somete este líquido, el cual se mantienen en equipos denominados pailas. De tal forma, en estos procesos se llegan a temperaturas que circulan entre los 115°C y los 125°C, producidas por hornillas que queman bagazo de la caña obtenido en el proceso de molienda.

- **Pailas:**

Son 5 recipientes donde se deposita el jugo de caña al ingreso, y la miel que se está transformando, la cual se traslada de una a otra, avanzando en una serie de tiempo, a la salida de este proceso, como se muestra a continuación:



Figura 36. Pailas de transformación de jugo de caña a miel cristalizada.

- **Hornilla:**

Es una estructura que se ubica debajo de los recipientes o pailas, generando la evaporación y cristalización del jugo de caña, por medio de la quema del mismo bagazo de caña, que para este punto se utiliza como combustible, como se refleja a continuación:



Figura 37. Hornilla para la producción de panela en la empresa Costa Rica.

Moldeado: Una vez que se obtiene el punto adecuado en las mieles para la producción de panela. Se distribuye las mieles en diferentes recipientes denominados moldes, donde se da la forma deseada al producto final.

- **Molde para panela en Bancos:**

Estos moldes tienen una forma rectangular con las siguientes medidas: largo 10 cm., ancho 5 cm., alto 5cm. como se muestra a continuación:



Figura 38. Moldes de Panela en Bancos.

- **Molde para panela en Maitos**

Estos moldes representan una forma cilíndrica, con las siguientes medidas: diámetro 13 cm., ancho 10 cm., como se muestra a continuación:



Figura 39. Molde de Panela en Maitos.

3.4. Cantidad de materia prima empleada:

La disponibilidad de la caña de azúcar en la empresa es baja, debido a la cantidad de demanda que esta representa, en empresas relacionadas a la producción de azúcar, panela, etanol, mieles, entre otros. Esto genera que, los costos por adquirir la materia prima sean altos.

La cantidad de materia prima que ocupa la empresa, se ve relacionada en función de la producción. Por este motivo, Costa Rica emplea diferentes volúmenes, debido a que cada variedad de caña, tiene un rendimiento diferente durante sus tres ciclos de cosecha, como se muestra en la siguiente tabla. Donde se indica, la cantidad de panela que produce una tonelada de caña de azúcar, durante la primera, segunda y tercera cosecha. Se debe tomar en cuenta que, el porcentaje de extracción tiene un referente del 65%, del valor total que contiene esta materia prima.

Tabla 8.

Costo y capacidad de producción de las variedades de la caña de azúcar ocupadas por la empresa.

Materia Prima ocupada en la empresa Costa Rica		Producción de caña de azúcar por hectárea		Costo de caña de azúcar		Producción de panela por Tonelada de caña de azúcar		Producción de panela en Bancos por Tonelada de caña de azúcar	
Código	Imagen	Toneladas de Caña de Azúcar		Costo por Toneladas		Kilogramos de panela		Cajas de 25 kilogramos	
		Primer corte	Segundo y Tercer corte	Primer corte	Segundo y Tercer corte	Primer corte	Segundo y Tercer corte	Primer corte	Segundo y Tercer corte
EC-07		70,2	88,6	\$ 35,1	\$ 34,9	98,29	97,63	4,9	4,9
EC-08		99,4	103,6	\$ 40,4	\$ 42,4	113,18	118,73	5,7	5,9
EC-05		74	88,6	\$ 40,3	\$ 45,8	112,84	128,10	5,6	6,4052
EC-06		69,5	83,6	\$ 39,6	\$ 42,5	110,79	119,02	5,5	6,0
ECU-01		80,4	98,2	\$ 32,0	\$ 33,1	89,55	92,67	4,5	4,6
EC-02		87,1	101,3	\$ 36,1	\$ 40,9	101,03	114,51	5,1	5,7

3.5. Reconocimiento de los clientes de la empresa:

El principal factor externo, dentro de las partes interesadas de la empresa, son los clientes. Costa Rica tiene dos grupos de clientes, a lo largo de su cadena de comercialización:

- Minoristas: Estos clientes se los denomina como tenderos, que en su defecto no compran en grandes cantidades, pero entre distintas tiendas ocupan un volumen alto de demanda.
- Mayoristas: Este tipo de clientes mantienen una relación estratégica, que se asocia, en función de los beneficios, tanto para la empresa y el cliente. Esto quiere decir, que los volúmenes de compras que estos mantienen, los denominan como clientes especiales, a los que se puede brindar un beneficio en función del precio de venta.

Por otro lado, las personas, que adquieren este producto; dentro de la empresa se los conoce como clientes finales. Estos clientes a lo largo de la cadena de suministro son los encargados de adquirir, la panela en función de sus necesidades, como se refleja a continuación:

- Persona dedicada al deporte, debido a sus mayores niveles de esfuerzo, la panela se ocupa en bebidas energéticas. Como es el agua de panela que consta: de agua, con limón y panela.
- Personas que mantienen una dieta equilibrada, buscan consumir la panela en vez de la azúcar refinada. Por sus bajas concentraciones de azúcar y su alto contenido de minerales y vitaminas.
- Personas naturales, que buscan el producto para transformarlo en miel y endulzar alimentos dentro de sus recetas de cocina.
- Empresas dedicadas a la producción de alimentos, adquieren el producto en función de las composiciones de azúcar que el producto final requiere, como pueden ser empresas productoras de: bebidas energéticas, té, limonadas, medicamentos naturales en jarabe, yogurts, entre otras.

3.6. Demanda:

La empresa Costa Rica mantiene un registro de ventas semanales debido a la alta rotación de panela. De tal forma, los repartos de este producto se los realiza dos veces por semana (miércoles y sábado). Para lo cual, se observan las ventas de la declaración al SRI del último año. Que fue desde el 26 de marzo del 2019, hasta el 22 de marzo del 2020. Para ello, las ventas de panela en blancos durante este tiempo, se desglosa en la siguiente tabla:

Tabla 9.

Ventas de panela en bancos desde el 10 de junio hasta el 9 de diciembre.

#	Semana		Ventas	Cajas de Panela en Bancos	Toneladas por semana
1	26/5/2019	2/6/2019	\$ 10.517,26	712	17,80
2	2/6/2019	9/6/2019	\$ 10.487,71	710	17,75
3	9/6/2019	16/6/2019	\$ 10.443,40	707	17,68
4	16/6/2019	23/6/2019	\$ 10.472,94	709	17,73
5	23/6/2019	30/6/2019	\$ 10.517,26	712	17,80
6	30/6/2019	7/7/2019	\$ 10.384,31	703	17,58
7	7/7/2019	14/7/2019	\$ 10.354,77	701	17,53
8	14/7/2019	21/7/2019	\$ 10.443,40	707	17,68
9	21/7/2019	28/7/2019	\$ 10.458,17	708	17,70
10	28/7/2019	4/8/2019	\$ 10.354,77	701	17,53
11	4/8/2019	11/8/2019	\$ 10.428,63	706	17,65
12	11/8/2019	18/8/2019	\$ 10.340,00	700	17,50
13	18/8/2019	25/8/2019	\$ 10.384,31	703	17,58
14	25/8/2019	1/9/2019	\$ 10.369,54	702	17,55
15	1/9/2019	8/9/2019	\$ 10.354,77	701	17,53
16	8/9/2019	15/9/2019	\$ 10.458,17	708	17,70
17	15/9/2019	22/9/2019	\$ 10.487,71	710	17,75
18	22/9/2019	29/9/2019	\$ 10.369,54	702	17,55
19	29/9/2019	6/10/2019	\$ 10.354,77	701	17,53
20	6/10/2019	13/10/2019	\$ 10.487,71	710	17,75
21	13/10/2019	20/10/2019	\$ 10.458,17	708	17,70
22	20/10/2019	27/10/2019	\$ 10.502,49	711	17,78
23	27/10/2019	3/11/2019	\$ 10.384,31	703	17,58
24	3/11/2019	10/11/2019	\$ 10.487,71	710	17,75
25	10/11/2019	17/11/2019	\$ 10.517,26	712	17,80

26	17/11/2019	24/11/2019	\$ 10.472,94	709	17,73
27	24/11/2019	1/12/2019	\$ 10.384,31	703	17,58
28	1/12/2019	8/12/2019	\$ 10.340,00	700	17,50
29	8/12/2019	15/12/2019	\$ 10.354,77	701	17,53
30	15/12/2019	22/12/2019	\$ 10.413,86	705	17,63
31	22/12/2019	29/12/2019	\$ 10.458,17	708	17,70
32	29/12/2019	5/1/2020	\$ 10.280,91	696	17,40
33	5/1/2020	12/1/2020	\$ 10.266,14	695	17,38
34	12/1/2020	19/1/2020	\$ 10.074,11	682	17,05
35	19/1/2020	26/1/2020	\$ 10.207,06	691	17,28
36	26/1/2020	2/2/2020	\$ 10.177,51	689	17,23
37	2/2/2020	9/2/2020	\$ 10.221,83	692	17,30
38	9/2/2020	16/2/2020	\$ 10.369,54	702	17,55
39	16/2/2020	23/2/2020	\$ 10.192,29	690	17,25
40	23/2/2020	1/3/2020	\$ 10.428,63	706	17,65
41	1/3/2020	8/3/2020	\$ 10.369,54	702	17,55
42	8/3/2020	15/3/2020	\$ 10.044,57	680	17,00
43	15/3/2020	22/3/2020	\$ 10.044,57	680	17,00
44	22/3/2020	29/3/2020	\$ 10.310,46	698	17,45
45	29/3/2020	5/4/2020	\$ 10.147,97	687	17,18
46	5/4/2020	12/4/2020	\$ 10.221,83	692	17,30
47	12/4/2020	19/4/2020	\$ 10.280,91	696	17,40
48	19/4/2020	26/4/2020	\$ 10.236,60	693	17,33
49	26/4/2020	3/5/2020	\$ 10.266,14	695	17,38
50	3/5/2020	10/5/2020	\$ 10.133,20	686	17,15
51	10/5/2020	17/5/2020	\$ 10.118,43	685	17,13
52	17/5/2020	24/5/2020	\$ 10.044,57	680	17,00

En la presente tabla, podemos encontrar un total de 52 semanas, en la cual se desglosan los valores facturados a lo largo de cada una de estas. Como se puede identificar, se mencionan los ingresos, en función de la producción en toneladas, al finalizar cada semana. Debido a que la empresa produce panela en Bancos y Maitos y el presente proyecto se encuentra dirigido exclusivamente a la producción de panela en Bancos; se calcula la producción relacionando las toneladas al peso de este producto, el cual es de 25 kilogramos, obteniendo un total de cajas producidas en cada semana.

A continuación, se muestra cómo se comportan las ventas y la tendencia de las mismas, por medio de una representación gráfica:

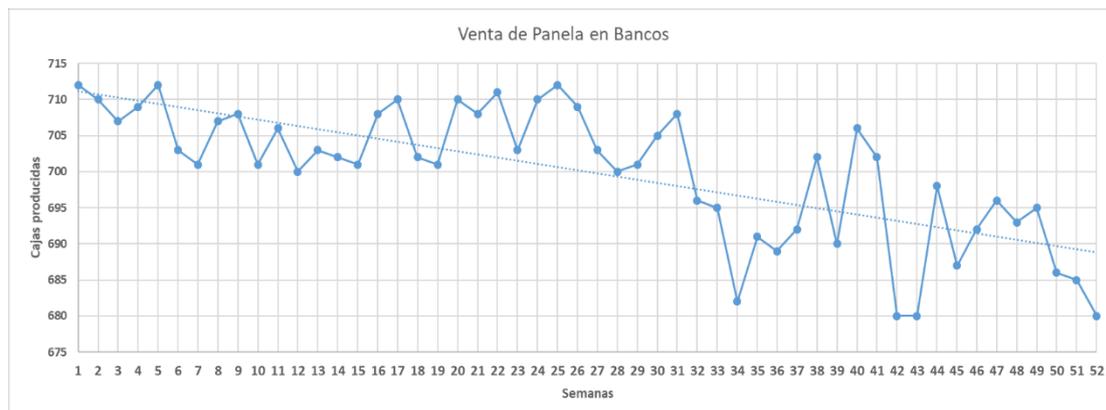


Figura 40. Tendencia de ventas para la panela en bancos en la empresa Costa Rica.

En la gráfica se analiza una línea de tendencia que va en descenso, debido a la escasez de ventas, que afecta la competencia, al ganar clientes entregando los mismos productos a un precio más económico. Sin embargo, Costa Rica se ha planteado, maximizar su número de ventas por medio del aprovechamiento de sus recursos.

Para ello, se presenta un modelo de predicción para la demanda futura, denominado promedio móvil simple, el cual indica en función de los datos históricos, cuál será la demanda futura y como esta se comportará.

Tabla 10.

Promedio móvil en función de las ventas del último año declarado al SRI, calculado a partir del sexto mes.

PROMEDIO MOVIL						
Periodo en Semanas	Demanda Semanal	Forecast	Error e_t	Error $ e_t $	Error e_t^2	$ e_t /Y_t$
		(Seis meses)	(Seis meses)	(Seis meses)	(Seis meses)	(Seis meses)
1	712					
2	710					
3	707					
4	709					
5	712					

6	703					
7	701					
8	707					
9	708					
10	701					
11	706					
12	700					
13	703					
14	702					
15	701					
16	708					
17	710					
18	702					
19	701					
20	710					
21	708					
22	711					
23	703					
24	710					
25	712					
26	709					
27	703	706,38	-3,38	3,38	11,46	0%
28	700	706,04	-6,04	6,04	36,46	1%
29	701	705,65	-4,65	4,65	21,66	1%
30	705	705,42	-0,42	0,42	0,18	0%
31	708	705,27	2,73	2,73	7,46	0%
32	696	705,12	-9,12	9,12	83,09	1%
33	695	704,85	-9,85	9,85	96,95	1%
34	682	704,62	-22,62	22,62	511,46	3%
35	691	703,65	-12,65	12,65	160,12	2%
36	689	703,00	-14,00	14,00	196,00	2%
37	692	702,54	-10,54	10,54	111,06	2%
38	702	702,00	0,00	0,00	0,00	0%
39	690	702,08	-12,08	12,08	145,85	2%
40	706	701,58	4,42	4,42	19,56	1%
41	702	701,73	0,27	0,27	0,07	0%
42	680	701,77	-21,77	21,77	473,90	3%
43	680	700,69	-20,69	20,69	428,17	3%
44	698	699,54	-1,54	1,54	2,37	0%
45	687	699,38	-12,38	12,38	153,38	2%
46	692	698,85	-6,85	6,85	46,87	1%
47	696	698,15	-2,15	2,15	4,64	0%
48	693	697,69	-4,69	4,69	22,02	1%

49	695	697,00	-2,00	2,00	4,00	0%
50	686	696,69	-10,69	10,69	114,33	2%
51	685	695,77	-10,77	10,77	115,98	2%
52	680	694,73	-14,73	14,73	217,00	2%
PROMEDIO TOTAL	700,00			8,50	114,77	1%
				MAD	MSE	MAPE

Por medio del presente promedio móvil, que se tomó a partir de los últimos seis meses de declaración al SRI, se realiza una proyección futura de producción semanal de panela en bancos, a partir de la cantidad de ventas. Por lo cual, se llegó a calcular la cantidad de panela en bancos producida por la empresa de **700 cajas** en promedio.

3.7. Estudio de tiempos y VSM de los procesos:

El estudio de tiempos, seguido de un mapa de flujo de valor, nos permite identificar como se satisface la demanda por medio de los procesos actuales y como estos procesos pueden ser mejorados.

Takt time:

La empresa Costa Rica cuenta con un ritmo de trabajo, el cual está diseñado en función de su promedio de producción y la cantidad de tiempo de trabajo real que se emplea, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11.

Calculo del takt time para la producción de Panela en Bancos.

Takt time para la producción de Panela en Bancos					
Demanda promedio:	700	Cajas	Demanda al día:	140	Cajas
			Tiempo de trabajo:	27000	Segundos
Días de trabajo:	5				
# Turnos:	1				
Horas de turno:	8				
Tiempo de descanso (min):	30		Takt time:	193	segundos /cajas de panela

De tal forma, según la tabla anterior se calcula el ritmo de trabajo que la empresa debe mantener, para poder producir 700 cajas semanales. Tomando en cuenta que la empresa solo cuenta con un turno de ocho horas al día, de las cuales solo traba siete horas y media, debido a las horas de descanso. Por consecuencia Costa Rica, tarda 193 segundos para poder producir una caja de panela en bancos.

Estudio de tiempos de los procesos de producción de panela en bancos:

Por medio de una tabla de resultados de toma de tiempos, como se muestra a continuación, se realiza un estudio de tiempos cronometrados, tomando en cuenta los suplementos y las valoraciones de cada actividad. De esta forma, se toma en cuenta que todas las actividades dependen del uso de personal y el estudio de tiempos depende de la interacción entre máquina y mano de obra, lo que nos conduce a verificar el tiempo de ciclo de cada actividad, para procesar una caja de panela en bancos.

En el apartado de anexos se añade:

- Anexo 1: Toma de tiempos.

Tabla 12.

Hoja de toma de tiempos de los procesos actuales de producción de panela en bancos.

No.	ACTIVIDAD	Tiempo Básico (horas)	TIEMPO ESTÁNDAR	
			Coefficiente de descuento	Tiempo estándar/ Unidad
1	Pesado materia prima	13	1,12	14,84
2	Traslado materia prima	26	1,12	29,67
3	Recepción Materia prima	28	1,12	31,69
4	Almacenaje materia prima	78	1,13	88,07
5	Molienda	167	1,12	187,17
6	Traslado jugo de caña	168	1,12	188,08
7	Prelimpieza	124	1,18	146,83
8	Evaporación	125	1,13	141,21
9	Traslado de miel	23	1,13	25,72
10	Cristalización	75	1,18	88,57
11	Traslado de panela líquida	128	1,13	144,61
12	Moldeado	128	1,18	151,01
13	Fraguado	100	1,18	118,09
14	Traslado de panela sólida	75	1,13	84,81
15	Enfriado a temperatura ambiente	128	1,17	149,73
16	Empaque	100	1,13	113,08
17	Almacenaje producto terminado	75	1,13	84,81

Por medio de esta tabla se identificó el tiempo repetido más bajo para poder encontrar el valor en segundos que tarda cada proceso. Cabe mencionar, que la empresa cuenta con un sistema de producción por lotes y la cantidad que produce se encuentra ajustada por medio de un prorrateo para cada estación, cumpliendo un tiempo de producción que se divide para 14 cajas de panela en banco que contiene cada lote. De tal forma, el área que genera un cuello de botella más alto es la línea de molienda, con un tiempo estimado de 180 segundos por cada caja de panela en bancos.

Posteriormente se revisa el takt time calculado anteriormente y se realiza una comparación gráfica con los tiempos de trabajo de cada proceso, como se muestra en la siguiente figura:

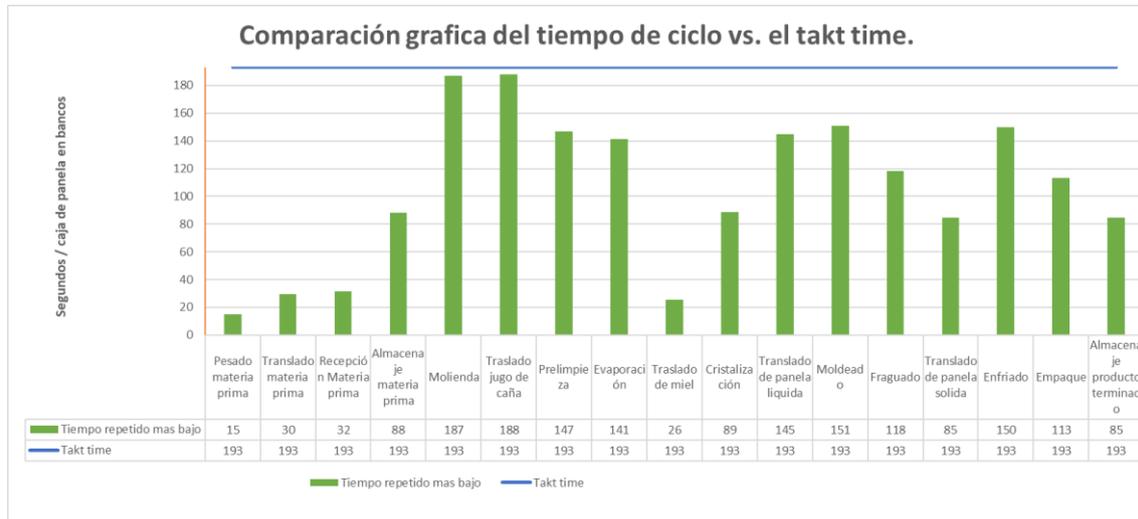


Figura 41. Comparación gráfica del tiempo de ciclo vs. el takt time.

Vsm (Mapa del flujo de valor):

El mapa de flujo de valor de la empresa, indica relativamente como se distribuyen todos los procesos en función de los tiempos de ciclo, las cantidades de caña de azúcar que se ingresa y las cantidades de panela que se obtiene.

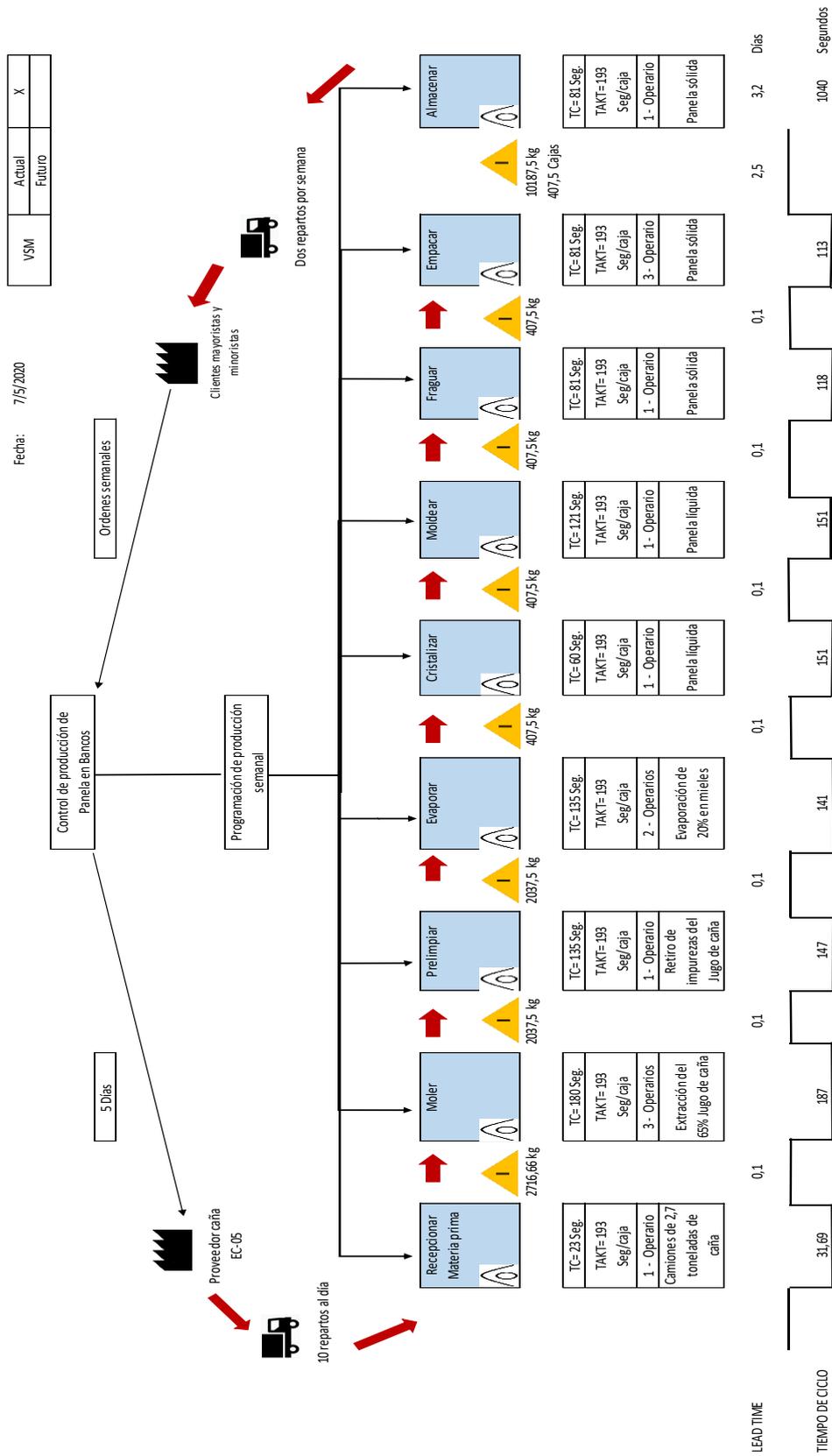


Figura 42. VSM de los procesos actuales en la empresa Costa Rica para una producción semanal de 700 cajas de panela en banco.

En el anterior gráfico se identifica, el valor de materia prima que ingresa a la empresa, para la variedad EC-05 de la segunda y tercera cosecha, la cual es de 136607,9 kilos para 5 días de trabajo. Por lo cual, una vez que se recibe la materia prima se descarga y se traslada a los molinos en una serie de tiempos definidos anteriormente. En el área de molienda se identifica una extracción del 65% de materia prima para un lote de 14 cajas. Sin embargo, en el proceso de evaporación se elimina un porcentaje del 80% de agua que pertenece al jugo de caña, dejando 350 kilos de miel procesada para ser moldeada y ser empacada en cajas de 25 kilos. Esto nos deja una producción semanal de 700 cajas panela en banco empleando siete horas y media de por turno, durante 5 días.

3.8. Costo de producción:

La producción semanal de panela en bancos, es de 700 cajas. Por lo cual, la empresa tiene un costo de \$5000 por la compra de caña de azúcar, para producir ese número de cajas. Adicionalmente, tiene otros costos por pago de trabajadores, insumos, servicios básicos, mantenimiento y energía eléctrica que se ocupada en diferentes procesos de producción. De tal forma, se llega a un costo total de producción de \$13 por caja, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 13.

Costo de producción panela en bancos.

Costa Rica				
Costos variables				
Detalle de Costos				
Ítem	Definición	Costos fijos	Costos variables	Monto semanal
1	Sueldos administrativos y operativos	\$2.727,27	-	\$2.727,27
2	Servicios básicos área administrativa	\$21,14	-	\$21,14
3	Alimentación	\$150,00	-	\$150,00
4	Insumos administrativos	\$18,18	-	\$18,18
5	Equipos de protección personal	\$45,80	-	\$45,80
6	Mantenimiento	\$57,02	-	\$57,02
7	Depreciación	\$112,95	-	\$112,95
8	Materias primas	-	\$5.000,00	\$5.000,00
9	Servicios básicos área productiva	-	\$154,07	\$154,07
10	Combustible	-	\$64,42	\$64,42
11	Insumos	-	\$357,30	\$357,30
Total:				\$8.708,15
Presupuesto por imprevistos			4,50%	\$391,87
Valor total:				\$9.100,02
Costo de producción en cajas 25 Kg				\$13,00



3.9. Rentabilidad de la empresa:

La empresa Costa Rica produjo, con respecto la última declaración al SRI un total de 36400 cajas de panela en banco, con una totalidad de ventas por el valor de \$537.680,00 anual. Tomando en cuenta que el costo de producción por caja es de \$13, durante ese periodo tuvo un gasto total de \$473.200,00 anual. De tal forma, la diferencia entre los valores vendidos y los valores gastados dan como resultado que, la empresa tiene una utilidad de \$64.480,00 anual es decir una ganancia de \$5.373,33 mensuales. En este caso es importante mencionar que estos son solo los ingresos por la producción de panela, cabe menciona que de

igual forma existe el ingreso por la venta de bagazo de caña de azúcar, que se lo considera como un desperdicio dentro de la cadena de valor de la empresa.

3.10. Análisis de la situación actual:

Se debe mencionar, que la demanda de la empresa a partir del último año, fue en descenso por medio de la intromisión de la panela colombiana a un precio de venta de \$13,25 por cada caja de panela en banco, el cual es más económico si se compara con el precio de venta fijado en la empresa Costa Rica, el cual es de \$15 por el mismo producto, volviendo la competitividad de la empresa más vulnerable a mantener pérdidas de clientes. Como se identificó anteriormente, los costos de producción de la empresa se ven afectados principalmente por el precio de materias primas y en su defecto el bajo aprovechamiento del jugo que contiene la caña de azúcar, tomando en cuenta que el rendimiento del molino tiene una capacidad de un referente del 65% de extracción. Adicionalmente, como se identificó en el estudio de tiempos, existe un cuello de botella en la línea de molienda, debido a que la capacidad del trapiche no da mayor abasto para las demás líneas. De este modo, si se plantea una mejora donde el propósito, sería aumentar el aprovechamiento de la caña de azúcar aun 75% de extracción, se debería realizar un balance de líneas, donde disminuya el ciclo de trabajo en la línea de molienda, ya que nuestra productividad aumentaría. Por lo cual, esto nos desenlaza al siguiente capítulo, donde se plantea eliminar costos por desperdicios en las materias primas a partir de un rediseño en la línea de molienda, el cual construya un sistema de producción capaz de satisfacer la nueva demanda, con un costo igual o menor al de nuestros competidores.

4. Propuesta de mejora

4.1. Especificación de las características de la panela:

La panela en bancos cuenta con una serie de características que se van modificando a lo largo de las líneas productivas. Por ello, es importante definir cuáles son las características y las necesidades por parte de los clientes para este producto. Como finalidad para este proyecto de titulación se realizará un diseño industrial, que permita mejorar la línea de molienda y por ende maximizar el aprovechamiento de la materia prima, que presentan un alto costo de producción.

Partiendo desde el despliegue de los caracteres de la panela en bancos, se realiza una matriz QFD, que permitirá transformar las necesidades de los clientes en un diseño que plantee la satisfacción de la demanda. Cabe mencionar que es una matriz enfocada a la calidad, pero en este caso nos permitirá únicamente profundizar las necesidades de los procesos que se llevaran a cabo.

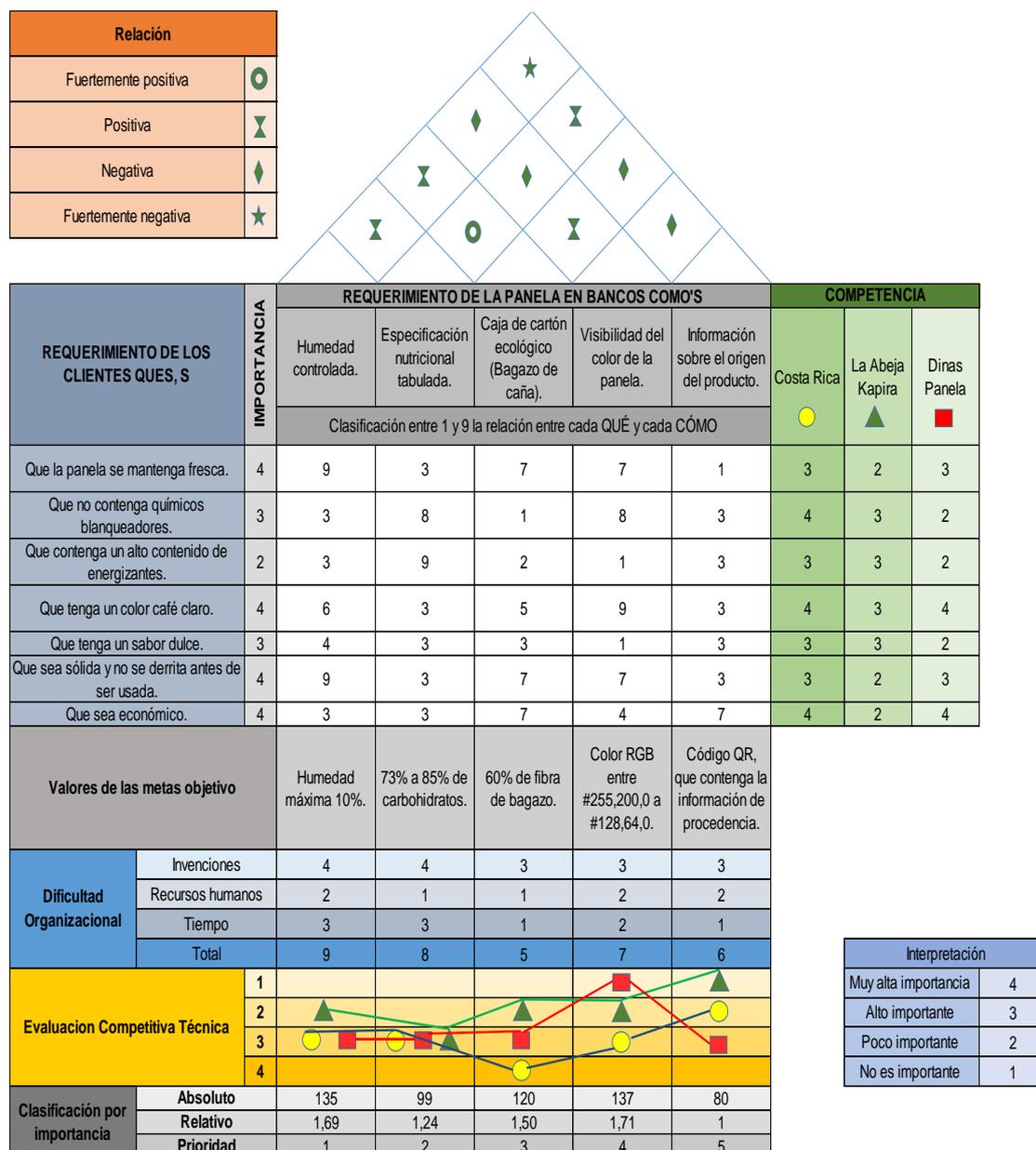


Figura 43. Matriz QFD para la producción de panela en bancos.

Como se muestra en la anterior figura, la producción de panela en bancos, contiene una serie de requisitos que se relaciona con las necesidades de los clientes, lo cual permite realizar una comparación de este producto, con respecto a la panela encontrada en el mercado por parte de los competidores.

De esta forma se desglosa los requisitos de la panela en bancos como se muestra a continuación:

Tabla 14.

Caracterización de panela en bancos.

Características de la panela en bancos	
Generales	Específicas
Durabilidad	Que la panela se mantenga fresca.
Características nutricionales	Que no contenga químicos blanqueadores.
	Que contenga un alto contenido de energizantes.
Características físicas	Que tenga un color café claro.
	Que tenga un sabor dulce.
	Que sea sólida y no se derrita antes de ser usada.
Costo	Que sea económico.

Partiendo desde las necesidades de los clientes, se identifica los requerimientos del producto, al igual que los métodos técnicos manejados para llegar al cumplimiento de los caracteres de la panela en bancos, como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 15.

Métodos técnicos tomados en cuenta para la producción de panela en bancos.

Métodos técnicos a consideración de la panela en bancos				
COMO'S	Importancia absoluta	Importancia absoluta acumulada	Frecuencia %	Frecuencia % acumulada
Color RGB de la panela entre #255,200,0 a #128,64,0.	137	137	24%	24%
Humedad controlada hasta el 10%.	135	272	24%	48%
Empaque en caja de cartón 60% de fibra de bagazo.	120	392	21%	69%
Contenido nutricional entre 73% a 85% de carbohidratos.	99	491	17%	86%
Código QR, que contenga la información de procedencia del producto.	80	571	14%	100%

En función de la importancia y la frecuencia que contienen los métodos técnicos, se detalla cómo se llevará a cabo los requerimientos por parte de los clientes que se definieron en la matriz QFD. De tal forma, se analiza por medio de un diagrama Pareto la importancia de las actividades a lo largo de la cadena de valor, como se muestra en el siguiente gráfico:

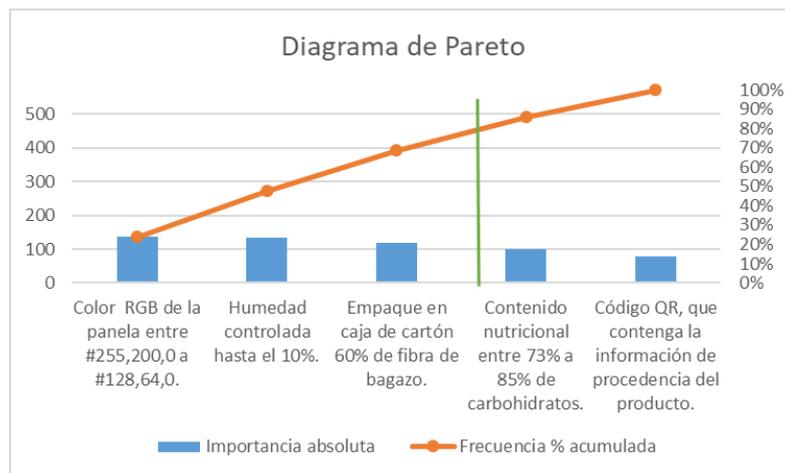


Figura 44. Diagrama de Pareto, de los métodos técnicos empleados para la producción de panela en bancos.

De esta forma, se analiza en función del QFD realizado para la panela en bancos, que se debe cumplir con los siguientes requisitos dentro de los procesos productivos:

- El producto final debe contener un código de color RGB llamativo para el consumidor, el cual se encuentre en un rango intermedio entre #255,200,0 (café claro) a #128,64,0 (café oscuro). Hay que mencionar que el color claro representa mayor calidad en la panela.
- El producto final obtenido debe contener una humedad máxima del 10%, para que no se genere maleabilidad en la panela.
- El empaque debe ser de un material ecológico con un contenido mínimo del 60% de fibra de bagazo.

Tomando en cuentas estas acotaciones, se focalizará como debe entregar el producto final a lo largo de las líneas de producción, ya que de estas depende claramente que se logre las expectativas deseadas de los clientes en el producto.

4.2. Planificación de la producción mejorada para panela en bancos:

Como ya se dijo antes, la empresa Costa Rica tiene un referente de extracción de jugo de caña del 65%, el cual puede pasar a un referente de extracción del 75%, por medio una tecnificación adecuada para la línea de molienda, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 16.

Desperdicio de panela procesada al no extraer un 75 % de jugo de caña.

Materia Prima ocupada en la empresa Costa Rica	Producción de panela en Bancos en una tanela de caña.		Perdida de panela en Bancos en una tonelada de caña.		Posible producción de panela en Bancos en una tonelada de caña.	
	Primer corte	Segundo y Tercer corte	Primer corte	Segundo y Tercer corte	Primer corte	Segundo y Tercer corte
Código	65%		-10%		75%	
	Cajas de 25 kilogramos		Cajas de 25 kilogramos		Cajas de 25 kilogramos	
EC-O7	4,9	4,9	-0,5	-0,5	5,4	5,4
EC-O8	5,7	5,9	-0,6	-0,6	6,2	6,5
EC-05	5,6	6,4	-0,6	-0,6	6,2	7
EC-06	5,5	6	-0,6	-0,6	6,1	6,5
ECU-01	4,5	4,6	-0,4	-0,5	4,9	5,1
EC-02	5,1	5,7	-0,5	-0,6	5,6	6,3

La producción actual de la empresa, consta de 700 cajas de panela en bancos a la semana. De esta forma, si se mejora la línea de molienda, la producción mejorará. Tomando en cuenta que la variedad de caña de azúcar EC-05 entre el segundo y tercer corte, es la materia prima que más ocupa la empresa y la escogida para el presente trabajo de titulación.

Como se mencionó anteriormente, las ventas de la empresa en el último año se encontraban en descenso. De esta forma, se identificó las mayores ventas al inicio del año 2019, tomando en cuenta que para ese entonces la empresa no se

encontraba atacada por panela proveniente desde Colombia, con un precio más económico. De tal modo, se calcula un pronóstico móvil simple para estimar la nueva producción propuesta, por medio de los datos recabados desde el mes de marzo del 2020 hasta el mes de marzo del 2019. Por tal razón, se decide analizar los datos de manera inversa, debido a que se requiere satisfacer la demanda que se tenía al inicio de ese año de declaración al SRI, optando por tener una variación de 26 semanas que se ajustan a seis meses de la demanda, como se muestra representado en la siguiente tabla:

Tabla 17.

Promedio móvil simple plan de producción planteado, a partir del sexto mes de ventas.

PROMEDIO MOVIL							
Periodo en Semanas	Demanda Semanal	Demanda Semanal	Forecast	Error e_t	Error $ e_t $	Error e_t^2	$ e_t /Y_t$
	Extracción de molinos del 65%	Extracción de molinos del 75%	(Seis meses)	(Seis meses)	(Seis meses)	(Seis meses)	(Seis meses)
52	680	785					
51	685	790					
50	686	792					
49	695	802					
48	693	800					
47	696	803					
46	692	798					
45	687	793					
44	698	805					
43	680	785					
42	680	785					
41	702	810					
40	706	815					
39	690	796					
38	702	810					
37	692	798					
36	689	795					
35	691	797					
34	682	787					
33	695	802					

32	696	803					
31	708	817					
30	705	813					
29	701	809					
28	700	808					
27	703	811					
26	709	818	800	18	18	315	2%
25	712	822	802	20	20	397	2%
24	710	819	803	16	16	270	2%
23	703	811	804	7	7	53	1%
22	711	820	804	16	16	261	2%
21	708	817	805	12	12	141	1%
20	710	819	806	14	14	187	2%
19	701	809	806	2	2	6	0%
18	702	810	807	3	3	9	0%
17	710	819	807	12	12	146	1%
16	708	817	808	8	8	71	1%
15	701	809	810	-1	1	1	0%
14	702	810	810	0	0	0	0%
13	703	811	810	2	2	3	0%
12	700	808	810	-2	2	6	0%
11	706	815	810	5	5	21	1%
10	701	809	811	-2	2	3	0%
9	708	817	811	6	6	33	1%
8	707	816	812	4	4	15	0%
7	701	809	813	-4	4	17	1%
6	703	811	813	-2	2	5	0%
5	712	822	814	8	8	63	1%
4	709	818	814	4	4	19	1%
3	707	816	814	2	2	3	0%
2	710	819	814	5	5	25	1%
1	712	822	815	6,88	7	47	1%
					7	81	1%
					MAD	MSE	MAPE

Como se puede analizar, el nuevo cálculo de la demanda proyectado a las ventas anteriores, por medio un referente del 75% de aprovechamiento de jugo de caña de azúcar, aumenta a **815 cajas** de panela en bancos por semana.

4.3. Estudio del takt time y VSM de la nueva demanda, en los procesos actuales de producción de panela en bancos:

A partir de la nueva demanda planteada, se analiza el ritmo de trabajo que la planta necesita para producir una caja de panela en bancos, como se identifica en la siguiente tabla:

Tabla 18.

Takt time para la demanda propuesta del diseño de planta.

Takt time para la producción de Panela en Bancos					
Demanda promedio:	815	Cajas	Demanda al día:	163	Cajas
			Tiempo de trabajo:	27000	Segundos
Días de trabajo:	5				
# Turnos:	1				
Horas de turno:	8				
Tiempo de descanso (min):	30		Takt time:	166	segundos /cajas de panela

Como se identifica en la tabla anterior, para cubrir una demanda diaria de 163 cajas de panela en bancos, con siete horas y media de trabajo, se necesita mantener un ritmo de trabajo de 166 segundos.

Lo que nos lleva a identificar una comparación gráfica entre el ciclo de trabajo de cada operación versus el takt time para la demanda propuesta planteada, como se muestra en el siguiente gráfico:

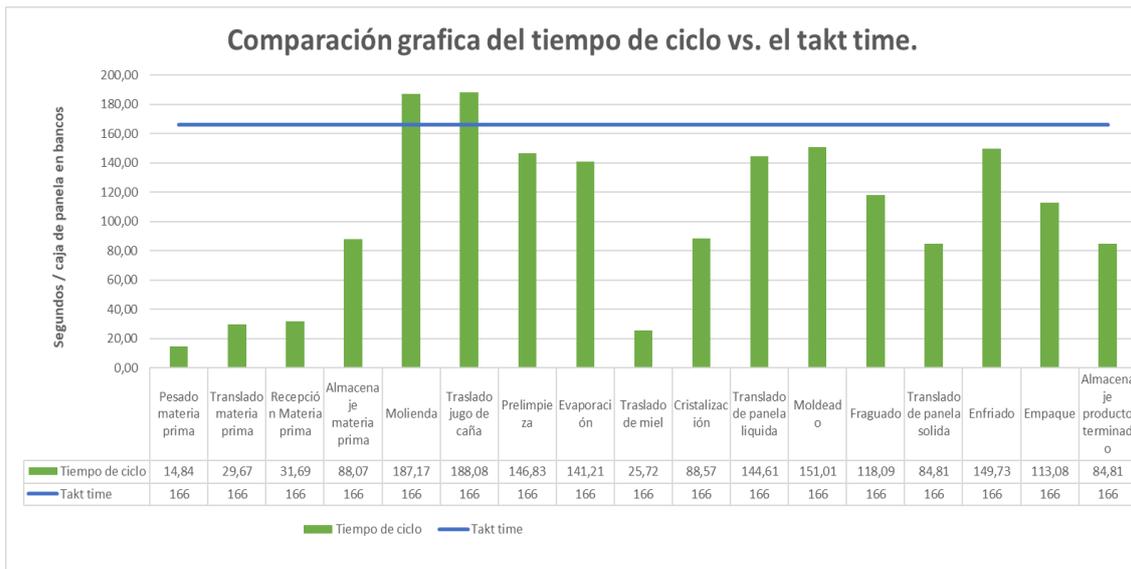


Figura 45. Comparación gráfica del tiempo de ciclo vs. el takt time, para una demanda de 815 cajas de panela en bancos.

Como se puede identificar en el anterior gráfico, la molienda y el traslado de jugo de caña, sobrepasan el tiempo de ciclo planteado. De tal forma, se procede a realizar un VSM para identificar el proceso que genera demoras para la producción de panela en bancos y plantear una nueva mejora, por medio de la implementación de nuevas estaciones de trabajo, lo cual nos permitirá mejorar la productividad en el área de molienda y disminuir el tiempo de ciclo de 180 segundos identificado para esta línea.

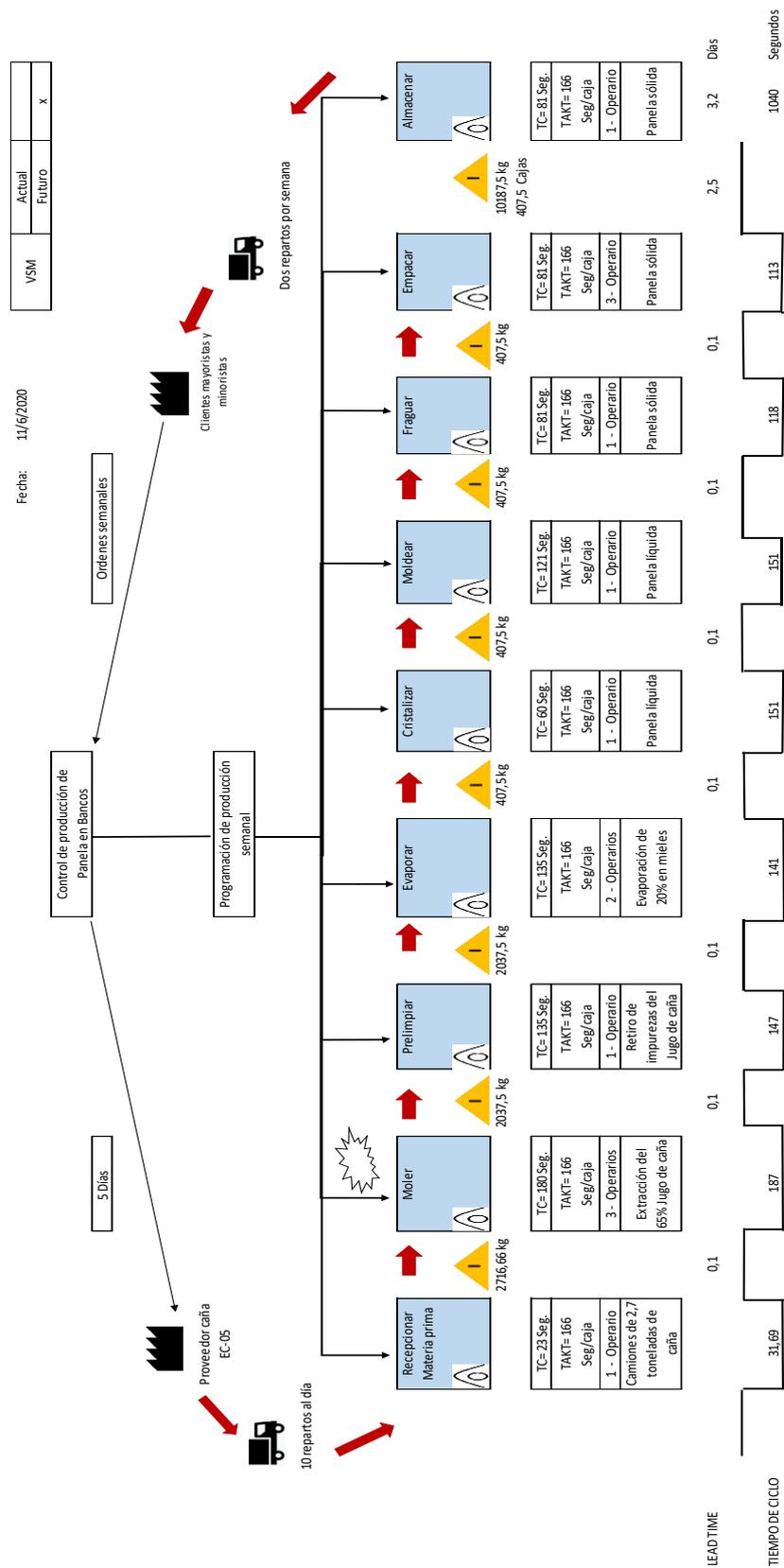


Figura 46. VSM de los procesos actuales en la empresa Costa Rica para una producción semanal de 815 cajas de panela en banco.

Como se puede identificar en el anterior gráfico VSM, existe una oportunidad de mejora en la línea de molienda, debido al aumento de la demanda. A pesar que disminuyó la cantidad de ingreso de materias primas, la capacidad actual de la planta, no da abasto para cubrir el nuevo plan de producción. De esta forma se procede a identificar las nuevas estaciones que ayuden a mejorar el rendimiento productivo de esta línea.

4.4. Procesos finales para la producción de panela en Bancos:

Tomando en cuenta que anteriormente se identificó que existe un referente del 65% de extracción de jugo de caña, se añaden nuevos procesos para aumentar la eficiencia de extracción y control de la materia prima, como se muestra en la siguiente tabla de caracterización del nuevo proceso, por medio de una gráfica de flujos:

Tabla 19.

Proceso recomendado para la producción de panela en bancos, con una eficiencia de un 75% de extracción en el área de molienda.

GRAFICA DE FLUJO PROCESOS DE PRODUCCIÓN								
N°	ACTIVIDADES	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO EN ACTIVIDAD	CANTIDAD EN KILOS DE MATERIALES EN CADA PROCESO
2	Pesado materia prima	●	➔	■	D	▼	Caña de Azúcar	166,67
3	Traslado materia prima	●	➔	■	D	▼	Caña de Azúcar	166,67
4	Recepción Materia prima	●	➔	■	D	▼	Caña de Azúcar	166,67
5	Almacenaje materia prima	●	➔	■	D	▼	Caña de Azúcar	166,67
6	Traslado materia prima	●	➔	■	D	▼	Caña de Azúcar	166,67
7	Desfibrado	●	➔	■	D	▼	Caña de Azúcar Desfibrada	166,67
8	Traslado materia prima desfibrada	●	➔	■	D	▼	Caña de Azúcar Desfibrada	166,67
9	Molienda mejorada	●	➔	■	D	▼	Jugo de Caña	166,67
10	Almacenamiento de jugos	●	➔	■	D	▼	Jugo de Caña	125,00
11	Traslado jugo de caña	●	➔	■	D	▼	Jugo de Caña	125,00
12	Prelimpieza	●	➔	■	D	▼	Jugo de Caña	125,00
13	Evaporación	●	➔	■	D	▼	Miel	125,00
14	Traslado de miel	●	➔	■	D	▼	Miel	25
15	Cristalización	●	➔	■	D	▼	Miel	25
16	Traslado de panela líquida	●	➔	■	D	▼	Panela Líquida	25
17	Moldeado	●	➔	■	D	▼	Panela Líquida	25
18	Fraguado	●	➔	■	D	▼	Panela en Bancos	25
19	Traslado de panela sólida	●	➔	■	D	▼	Panela en Bancos	25
20	Enfriado a temperatura ambiente	●	➔	■	D	▼	Panela en Bancos	25
21	Empaque	●	➔	■	D	▼	Panela en Bancos	25
22	Traslado de cajas de panela	●	➔	■	D	▼	Caja de panela en bancos	25
23	Almacenaje producto terminado	●	➔	■	D	▼	Caja de panela en bancos	25

Las nuevas operaciones que se añadieron y se modificaron en el área de molienda, tienen como objetivo aumentar la eficiencia con un referente del 75% de extracción de jugo de caña, al igual que mantiene el control de las materias primas en la llegada. Estos procesos operativos se encuentran caracterizados en el siguiente diagrama de red de actividades:

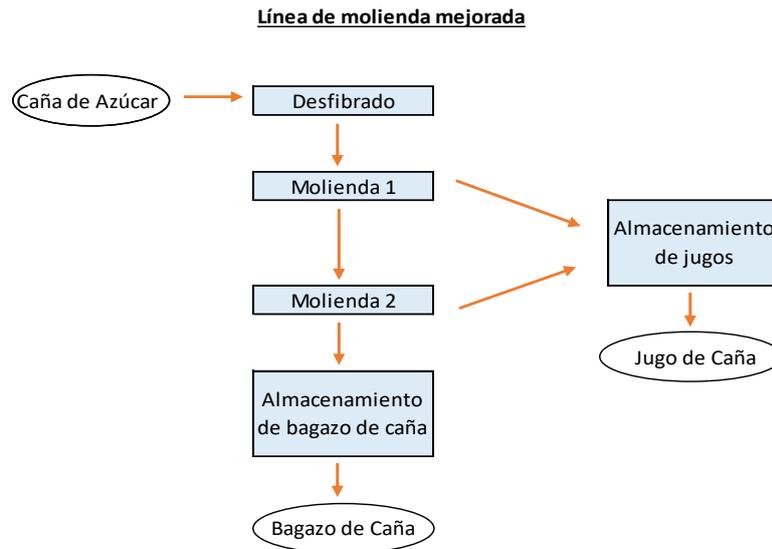


Figura 47. Diagrama de red de actividades encontradas en la línea de molienda.

Desfibrado

Una vez que ingresa la materia prima a el área de molienda, se añade una estación la cual se encargada de desfibrar la materia prima recibida, para posteriormente ingresar caña de azúcar desfibrada a los molinos, de tal forma este proceso ayuda a que el aprovechamiento de jugo de caña se mas rápido, y no genere una demora de 180 segundos por extraer el líquido necesario para la producción de una caja de panela en bancos.

Molino 1

Esta operación tiene por objetivo aprovechar un referente del 65% de extracción que contiene la materia prima desfibrada, con un tiempo de 166 segundos por caja, cubriendo el takt time calculado para una demanda de 815 cajas de panela en bancos.

Molino 2

Con una extracción de jugo de caña más rápido en el molino 1, se implementa un molino adicional, el cual tiene la función de extraer los residuos de jugo de

caña sobrantes que contiene el bagazo obtenido en la operación anterior. De esta forma, se pasa de tener un referente de un 65% de extracción de jugo actual, a tener un referente del 75% de extracción de jugo de caña propuesto.

Almacenamiento de jugos

Esta operación es la encargada de recibir los jugos extraídos en los dos molinos, para posteriormente llevarla a el área de evaporación y seguir con los demás procesos de producción de panela en bancos.

Almacenamiento de bagazo de caña

En el patio de recepción de bagazo de caña, se almacena todo el residuo obtenido en la línea de molienda.

4.5. Simulación de la línea de molienda:

Utilizando el software FlexSim, se identifica el funcionamiento de la línea de molienda mejorada. No obstante, los valores que ingresan a cada estación, se ajustan en función de la demanda establecida anteriormente.

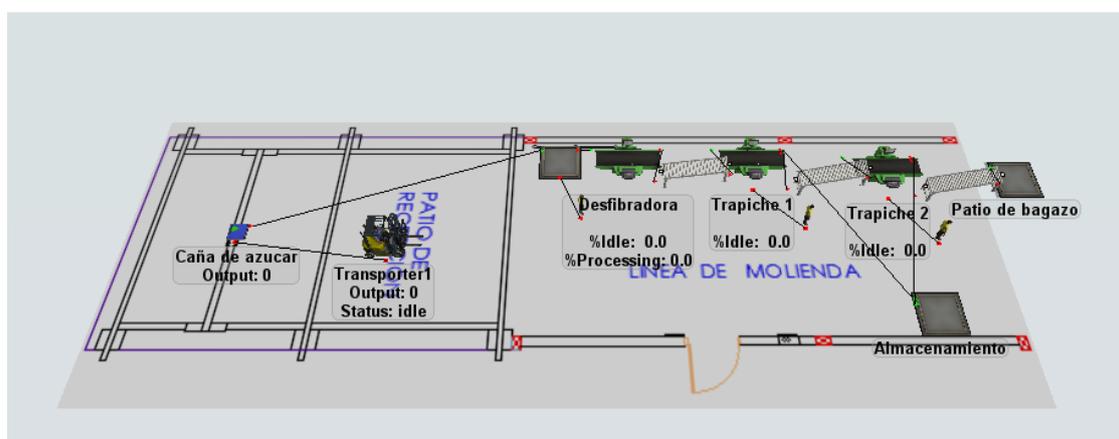


Figura 48. Inicio de la jornada de trabajo en la línea de molienda.

Como se identificó anteriormente, la planta cuenta con un solo turno de 7:30 horas de trabajo. De este modo el inicio de trabajo comienza en 0 segundos y se detendrá después de 27000 segundos.

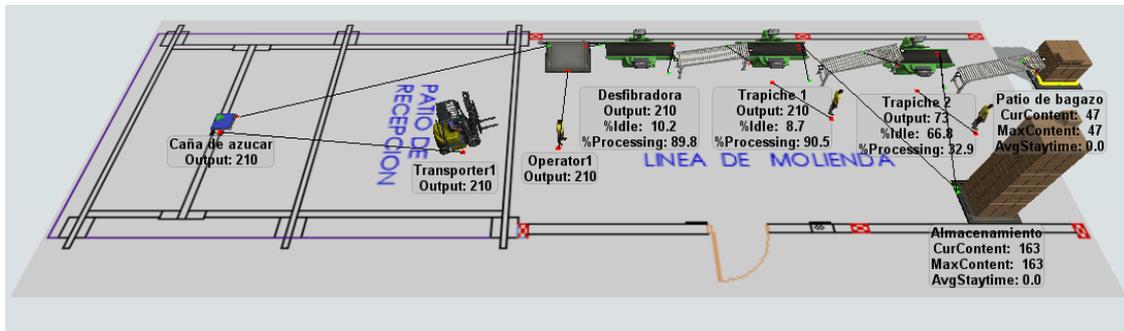


Figura 49. Fin de la jornada de trabajo en la línea de molinera.

La demanda de panela en bancos es de 815 cajas semanales, lo que quiere decir que en el día se debe producir 163 cajas. Tomando en cuenta que para este punto los trapiches cuentan con un referente del 75% de extracción, se satisface la demanda con los siguientes tiempos de ciclo, para cada estación de trabajo:

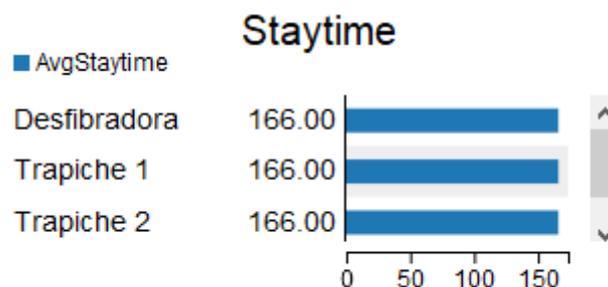


Figura 50. Tiempo de ciclo definido en cada estación de la línea de molinera mejorada.

4.6. Especificación de máquinas y elementos:

Para el rediseño de planta en la línea de molinera, se emplea las siguientes máquinas y elementos en función de las necesidades de cada estación:

Desfibradora:

Esta máquina se localiza en la estación de desfibrado y mantiene las siguientes especificaciones:

	Especificación técnica
	<p>Número de rotores: 1 Tipo de rodillo: Hexagonal Diámetro del rodillo (cm): 80 Velocidad de desfibrado (rpm): 220 Peso (kg): 550 Potencia (HP): 23 Dimensiones (cm): 215x115x2</p>

Figura 51. Máquina desfibradora de caña de azúcar.

Adaptado de (Simex, s.f.)

Trapiches:

Los dos trapiches que encontramos en las estaciones: molienda 1 y molienda 2, mantienen las mismas especificaciones técnicas:

	Especificación técnica
	<p>Número de rodillos: 3 Diámetro de cilindros (cm): 35 Diámetro de cilindros (cm): 50 Velocidad de extracción (rpm): 12 Peso (kg): 600 Potencia (HP): 16 Dimensiones (cm): 249x103x140</p>

Figura 52. Ficha técnica del trapiche modelo JM/4.

Adaptado de (Estrada JM, 2017)

Recipiente de almacenamiento:

Este elemento tiene la función de retener los jugos extraídos en los dos molinos, hasta que se cumpla el tiempo de ciclo del siguiente proceso:

	Especificación técnica
	Capacidad (litros): 300
	Material: Plástico
	Diámetro del barril (cm): 150
	Peso basio (kg): 13
	Peso lleno (kg): 475
Dimensiones (cm): 175x160	

Figura 53. Recipiente de almacenamiento de jugo de caña de azúcar.

Adaptado de (Rotoplas, s.f.)

Cintas trasportadoras:

Las tres bandas trasportadoras destinadas para el traslado de materiales que salen de las estaciones: desfibrado, molienda 1 y molienda 2 mantienen las mismas especificaciones técnicas:

	Especificación técnica
	Material: Acero inox AISI 304
	Tipo de banda: PVC
	Recorrido(cm): 250
	distancia entre tacos(cm): 50
	Velocidad de traslado (cm/s): 10
	Potencia (HP): 2,5
	Peso (kg): 130
Dimensiones (cm): 150x80x180	

Figura 54. Cinta trasportadora de bagazos y caña desfibrada.

Adaptado de (Magusa Maquinaria Vinícola, s.f.)

Elevadora de caña y bagazo:

Esta máquina, traslada la materia prima encontrada en la bodega de materias prima, a la estación de desfibrado. De igual forma, traslada el bagazo adquirido en la molienda 2, al patio de almacenamiento de bagazo de caña.

	Especificación técnica
	Modelo: MFSC100 Potencia(HP): 105 Tanque de combustible(litros): 140 Altura de elevacion(cm): 590 Capacidad de carga (kg): 6,95 Angulo de rotacion(grados): 100 Peso (kg): 3235 Dimensiones (cm): 416x178x290

Figura 55. Elevadora de caña y bagazo MFSC100.

Adaptado de (Massey Ferguson, s.f.)

4.7. Distribución de la planta propuesta:

Se realiza el rediseño de la distribución de planta debido a que se aumentan nuevas actividades de trabajo para cubrir con una producción de 807 cajas de panela en bancos semanales. De esta forma, se detalla a continuación los pasos para llevar a cabo la distribución de la planta.

4.7.1. Listado de departamentos:

Cada área se encuentra detallada en función de las actividades que cumplen para llevar a cabo la producción de panela en bancos. Sin embargo, existen ciertos departamentos que no generan valor agregado, pero contienen procesos estratégicos y de apoyo.

Los departamentos planteados para la distribución de planta son:

1. Bascula camionera.
2. Patio de maniobras.
3. Patio de recepción.
4. Línea de molienda.
5. Línea de mieles.
6. Línea de moldes.

7. Bodega productos terminados.
8. Patio de bagazo.
9. Comedor.
10. Oficinas.
11. Vestidores.
12. Sanitarios administrativos.
13. Sanitarios operarios.
14. Parqueadero de máquinas y camiones.
15. Parqueadero vehículos pequeños.

4.7.2. Esquema adimensional de bloques:

Para realizar un esquema adimensional de bloques, primero se debe desarrollar una matriz de relaciones, la cual se ajusta en función de las codificaciones definidas para la relación de actividades, como se muestra a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 20.

Códigos de cercanía entre áreas para la matriz de relación de actividades.

Código	Relación
A	Altamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Poco importante
U	No tiene importancia
X	No requerida

Adicionalmente se generan códigos que correspondientes a la razón o motivo por el que se relaciona cada actividad, como se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 21.

Código de razón de cercanía entre áreas para la matriz de relación de actividades.

Código	Razón
1	Flujo de materiales.
2	Flujo de personal
3	Uso de las mismas maquinas
4	Ruido
5	Temperatura

Se realiza el diagrama de relación de actividades, tomando en cuenta los criterios anteriormente tabulados, como se muestra en el siguiente gráfico:

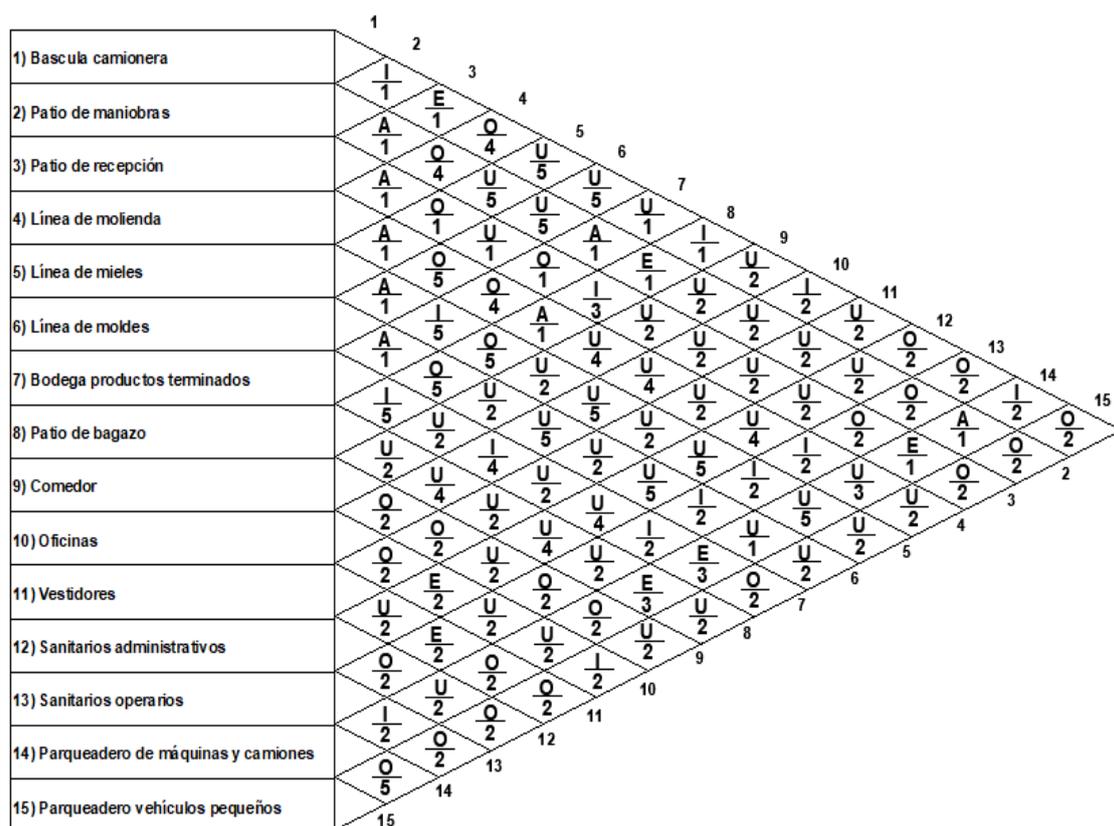


Figura 56. Diagrama de relación de actividades del diseño de planta propuesto.

Una vez que se codifica la valoración para los diferentes departamentos, se organiza de forma tabulada cada relación identificada, con respecto al número de actividades, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 22.

Hoja de trabajo del diseño de planta propuesto.

Actividades	A	E	I	O	U	X
1. Bascula camionera.	-	3	2,8,10,14	4,12,13,15	5,6,7,9,11	-
2. Patio de maniobras.	3,7,14	8	1	4,13,15	5,6,9,10,11,12	-
3. Patio de recepción.	2,4	1,14	8	5,7,13,15	6,9,10,11,12	-
4. Línea de molienda.	3,5,8	-	13	1,2,6,7	9,10,11,12,14,15	-
5. Línea de mieles.	4,6	-	7,13	3,8	1,2,9,10,11,12,14,15	-
6. Línea de moldes.	5,7	-	13	4,8	1,2,3,9,10,11,12,14,15	-
7. Bodega productos terminados.	2,6	14	5,8,10,13	3,4,15	1,9,11,12	-
8. Patio de bagazo.	4	2,14	1,3,7	5,6	9,10,11,12,13,15	-
9. Comedor.	-	-	-	10,11,13,14	1,2,3,4,5,6,7,8,12,15	-
10. Oficinas.	-	12	1,7,15	9,11	2,3,4,5,6,8,13,14	-
11. Vestidores.	-	13	-	9,10,14,15	1,2,3,4,5,6,7,8,12	-
12. Sanitarios administrativos.	-	10	-	1,13,15	2,3,4,5,6,7,8,9,11,14	-
13. Sanitarios operarios.	-	11	4,5,6,7,14	1,2,3,9,12,15	8,1	-
14. Parqueadero de máquinas y camiones.	2	3,7,8	1,13	9,11,15	4,5,6,10,12	-
15. Parqueadero vehículos pequeños.	-	-	10	1,2,3,7,11,12,13,14	4,5,6,8,9	-

En función de los datos recabados, en la tabla anterior se crea el esquema adimensional de bloques, como se muestra en el siguiente gráfico:

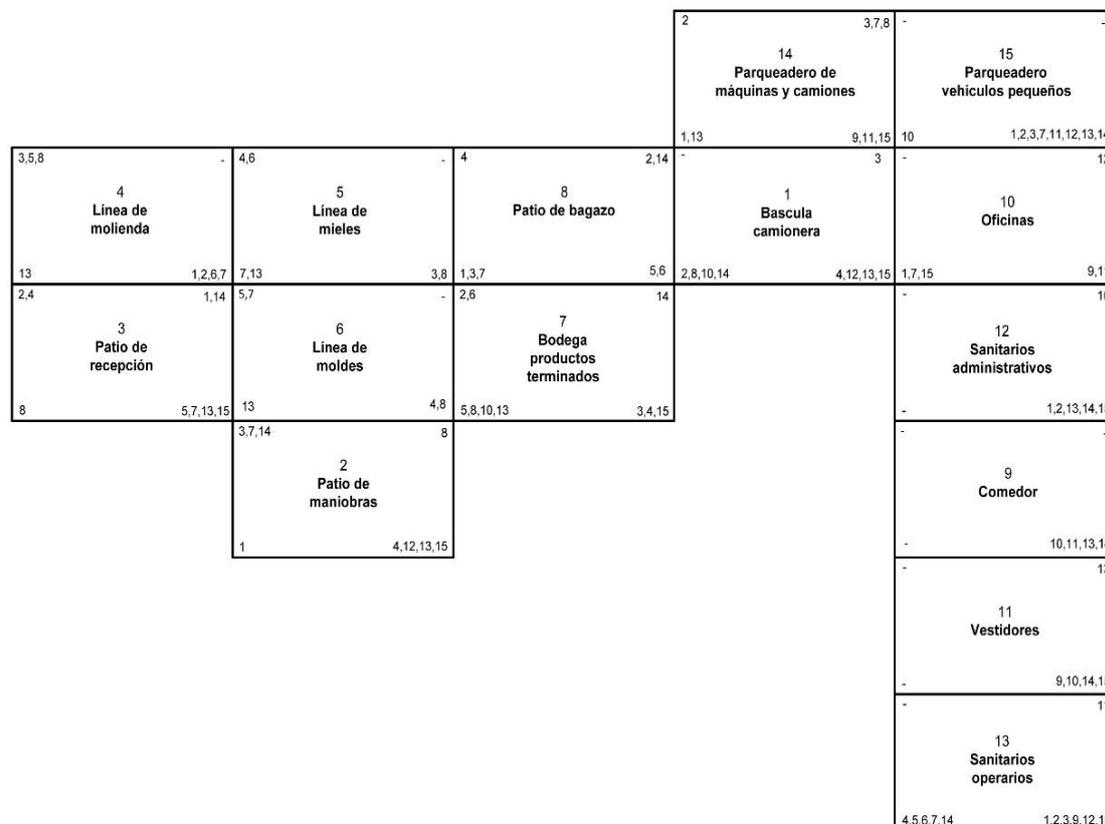


Figura 57. Esquema adimensional de bloques del rediseño de planta propuesto de la empresa Costa Rica.

Con el esquema adimensional de bloques, diseñado en función de las relaciones existentes en cada departamento, se identifican los flujos presentes en el rediseño planteado:

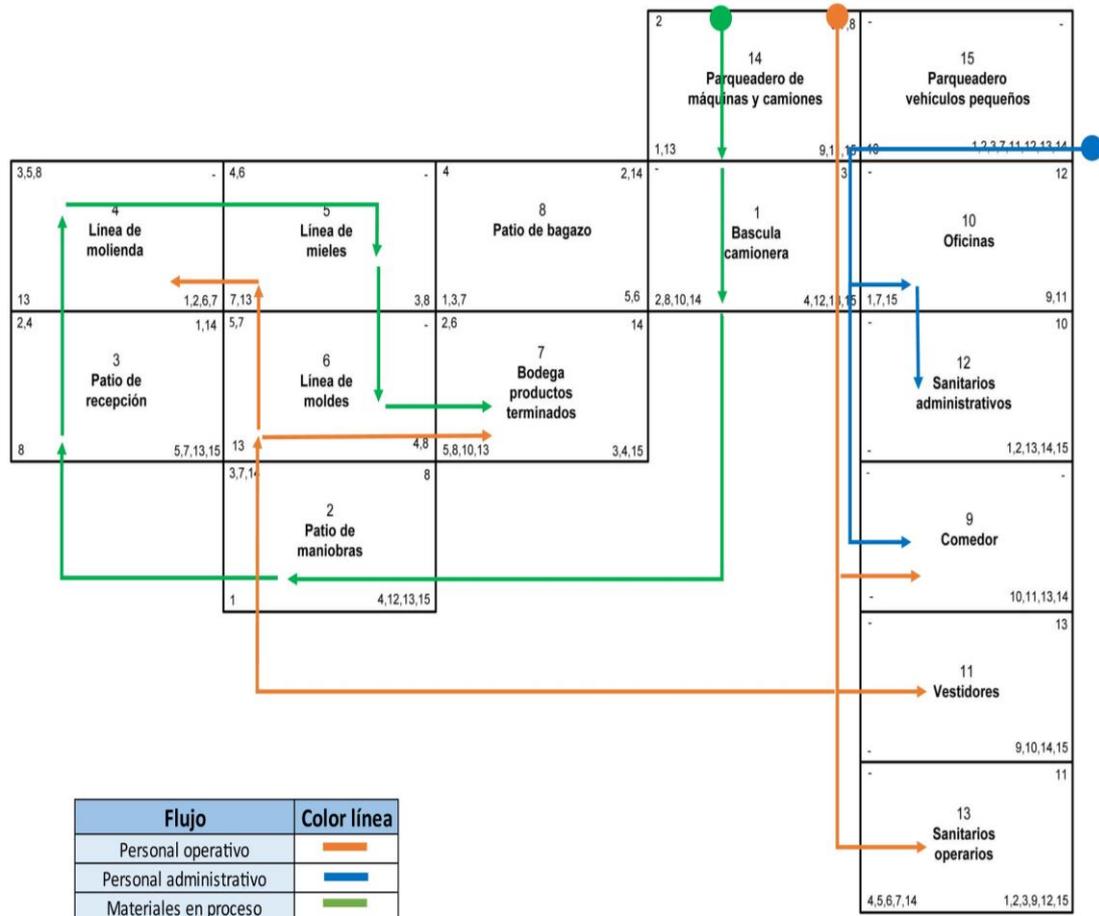


Figura 58. Flujos identificados en la planta propuesta, a partir del esquema adimensional de bloques.

4.7.3. Requerimiento de espacio necesarios para cada departamento:

A continuación, se realiza un listado de los 15 departamentos definidos, tomando en cuenta las dimensiones que contienen las máquinas, los elementos, los operarios y los muebles:

Tabla 23.

Espacio requerido en la báscula camionera.

Departamento:	Báscula camionera			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Báscula	1	7,42	2,7	20,03
Rampa de entrada	1	1,45	2,7	3,92
Rampa de salida	1	1,45	2,7	3,92
Calzada entrada	1	12,08	3	36,24
Calzada entrada	1	12,08	3	36,24
Tránsito personas	1	12,08	1,78	21,48
Espacio entre elementos				26,5
			Total (m²)	148,33

Tabla 24.

Espacios requeridos en el patio de maniobras.

Departamento:	Patio de maniobras			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Camión	1	4	1,5	6
Transito personas vertical	2	12,23	1,78	43,5
Transito personas horizontal	1	23,83	1,78	42,37
Espacio entre elementos / pasillos				309,87
			Total (m²)	401,74

Tabla 25.

Espacio requerido en el patio de recepción.

Departamento:	Patio de recepción			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Camión	1	4	1,5	6
Elevadora	1	8,27	5,59	46,22
Calzada	1	12,23	3,54	43,28
Personas	1	1	2	2
Espacio entre elementos / pasillos				22,15
			Total (m²)	119,65

Tabla 26.

Espacio requerido en la línea de molienda.

Departamento:	Línea de molienda			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Baranda horizontal	1	1,47	0,1	0,15
Baranda vertical	1	0,85	0,1	0,08
Desfibradora	1	2,15	1,15	2,48
Molinos	2	2,49	1,03	5,11
Cintas transportadoras	3	1,5	0,8	3,6
Tanque	1	1,75	1,75	3,06
Bomba de fluidos	1	1	0,48	0,48
Calzada de elevadora de caña	1	10,36	3,6	37,28
Tuberías	4	1,3	0,08	0,39
Personas	1	1	2	2
Espacio de materia prima	1	2,12	4,88	10,36
Espacio entre elementos / pasillos				28,88
Total (m²)				93,87

Tabla 27.

Espacio requerido en la línea de mieles.

Departamento:	Línea de mieles			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Evaporadoras	5	2	1,75	17,5
Pre-limpiadores	2	0,75	0,75	1,13
Baranda	1	12,7	0,15	1,94
Boca de Horno	1	1,75	0,56	0,98
Tuberías	2	1,3	0,08	0,2
Salida de chimenea	1	1,06	0,75	0,8
Personas	3	1	2	6
Espacio entre elementos				31,18
Total (m²)				59,71

Tabla 28.

Espacio requerido en la línea de moldes.

Departamento:	Línea de moldes			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Tuberías	1	0,89	0,05	0,04
Cristalizador	1	2	1,25	2,5
Moldes	16	0,79	0,72	9,13
Riel	4	11,43	0,1	4,65
Recipiente de lavado	1	3,52	0,51	1,8
Mesa	1	5,92	0,6	3,57
Coches	3	0,58	1,4	2,45
Gradas	1	1,46	0,98	1,43
Personas	6	1	2	12
Espacio entre elementos / pasillos				44,84
			Total (m²)	82,4

Tabla 29.

Espacio requerido en la bodega de productos terminados.

Departamento:	Bodega productos terminados			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Rack	1	2,98	0,6	1,8
Pallets	6	1,02	1,22	7,44
Persona	1	1	2	2
Espacio entre elementos / pasillos				19,36
			Total (m²)	30,59

Tabla 30.

Espacios requeridos en el patio de bagazo.

Departamento:	Patio de bagazo			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Chimenea	1	1,36	1,05	1,43
Banda transportadora	1	0,4	0,8	0,32
Elevadora de carga	1	4,16	1,78	7,4
Calzada	1	12,94	3,6	46,58
Patio	1	26,07	11,62	302,85
Bodega de bagazo seco	1	6,8	6,15	41,76
Persona	1	1	2	2
Espacio entre elementos / pasillos				39,98
Total (m²)				442,32

Tabla 31.

Espacios requeridos en el comedor.

Departamento:	Comedor			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Mesas con bancas	4	1,83	1,48	10,8
Refrigerador	1	0,66	0,58	0,39
Mesa microondas	2	0,61	0,91	1,11
Personas	8	1	2	16
Espacio entre elementos / pasillos				14,74
Total (m²)				43,04

Tabla 32.

Espacios requeridos en las oficinas.

Departamento:	Oficinas			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Escritorio	5	1,83	0,76	6,97
Sillas rodantes	5	0,46	0,61	1,41
Sillas	2	0,46	0,46	0,42
Anaqueles	2	0,61	1,53	1,86
Personas	5	1	2	10
Espacio entre elementos / pasillos				28,74
Total (m²)				49,4

Tabla 33.

Espacios requeridos en los vestidores.

Departamento:	Vestidores			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Vestidores	3	1,4	1,83	7,7
Anaqueles	2	1,53	0,61	1,86
Espacio entre elementos				9,79
Total (m²)				19,35

Tabla 34.

Espacios requeridos en el sanitario administrativo.

Departamento:	Sanitarios administrativos			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Excusado	1	0,65	0,37	0,24
Urinario	1	0,3	0,3	0,09
Lavamanos	1	0,5	0,35	0,18
Espacio entre elementos / pasillos				7,89
Total (m²)				8,4

Tabla 35.

Espacios requeridos en el parqueadero de máquinas y camiones.

Departamento:	Parqueadero de máquinas y camiones			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Camiones	2	5,25	1,64	17,15
Estribos	3	3,23	0,3	2,95
Portón	1	7,7	0,15	1,17
Reja lateral	1	2,94	0,1	0,29
Reja horizontal	1	11,42	0,1	1,13
Puerta	1	1,65	0,19	0,31
Transito personas	1	11,42	1,78	20,31
Espacio de maniobras	1	5,72	5,31	30,42
Cazada	1	5,72	1,14	6,54
Espacio entre elementos / pasillos				60,27
Total (m²)				140,54

Tabla 36.

Espacios requeridos del parqueadero de vehículos pequeños.

Departamento:	Parqueadero vehículos pequeños			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Autos	4	3,77	1,65	24,86
Espacio de maniobras	1	11,45	1,7	19,45
Espacio entre elementos / pasillos				21,85
			Total (m²)	66,15

Tabla 37.

Espacios requeridos en los sanitarios de operarios.

Departamento:	Sanitarios de operarios			
Listado	Número	Dimensiones		
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m ²)
Excusados	2	0,65	0,37	0,48
Urinario	1	0,3	0,3	0,09
Lavamanos	2	0,5	0,35	0,35
Espacio entre elementos				14,66
Espacio entre elementos / pasillos				8,65
			Total (m²)	24,23

4.7.4. Diseño de la planta en Autodesk Factory:

Por medio de la metodología SLP, se define la estructuración del nuevo diseño de planta. De esta forma, a partir del software Autodesk Factory Design, se modela de forma digital y visual dicha planta industrial, tomando en cuenta el metraje establecido en cada departamento.

En las siguientes imágenes se indica la estructura de la planta rediseñada de forma tridimensional:

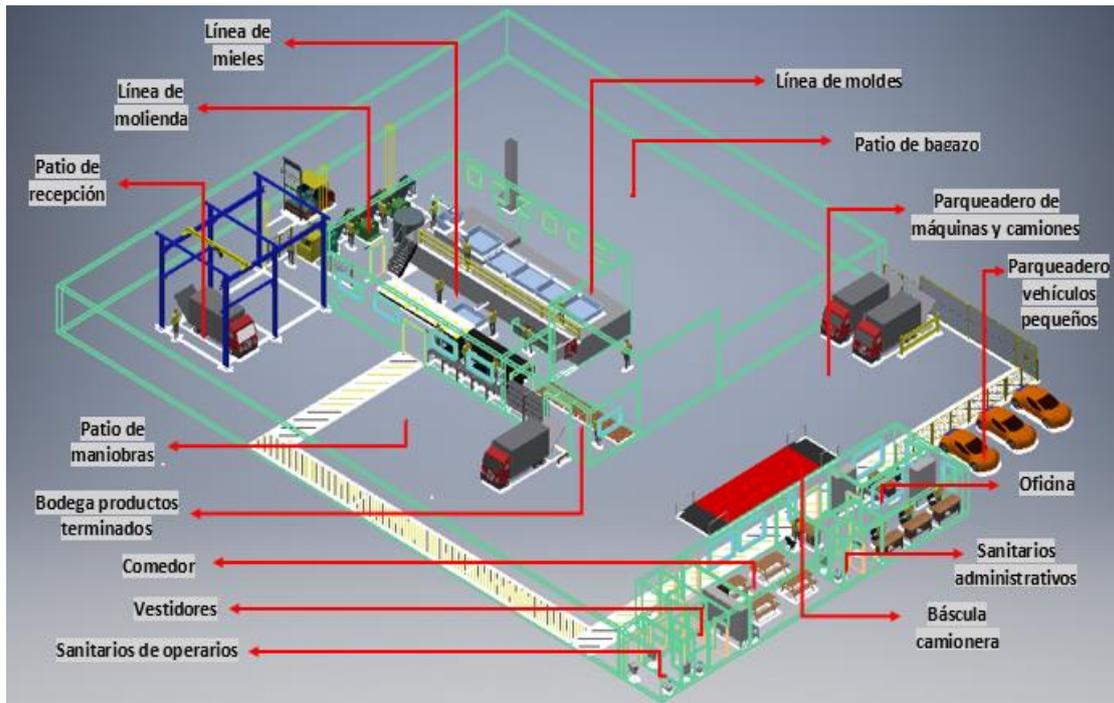


Figura 59. Estructura del rediseño propuesto, realizado por medio del software Autodesk Factory Design

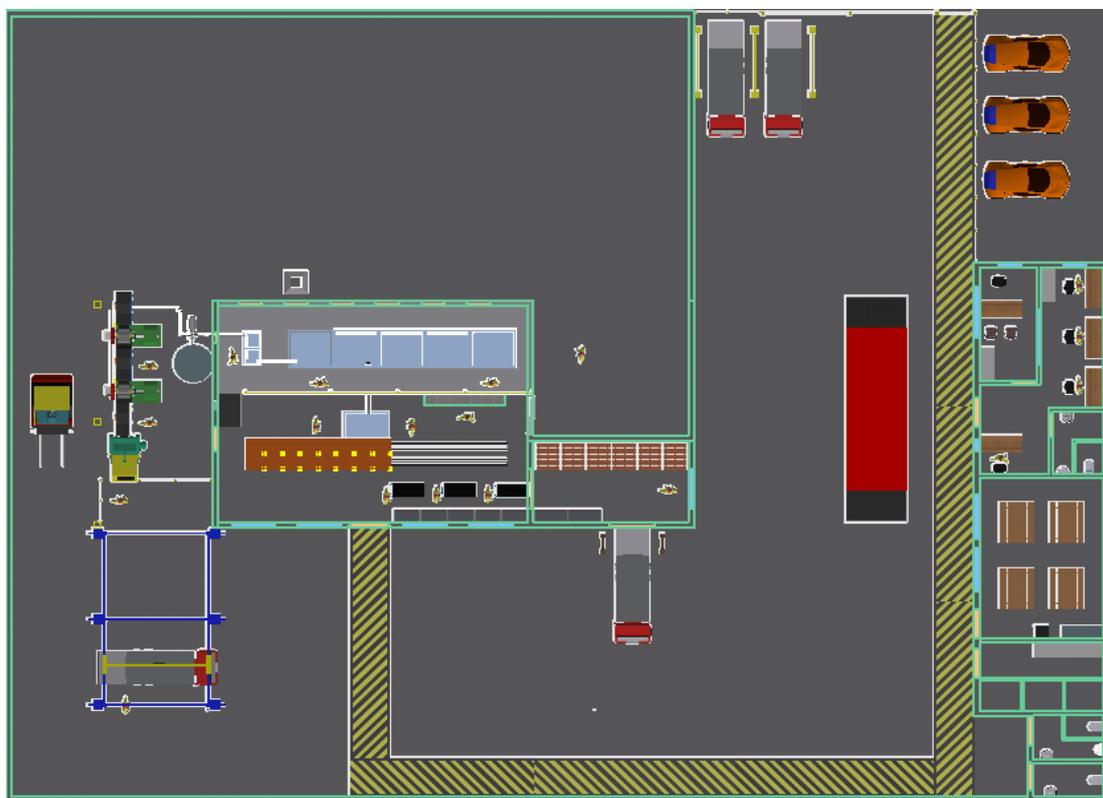


Figura 60. Vista superior del rediseño de planta propuesto.

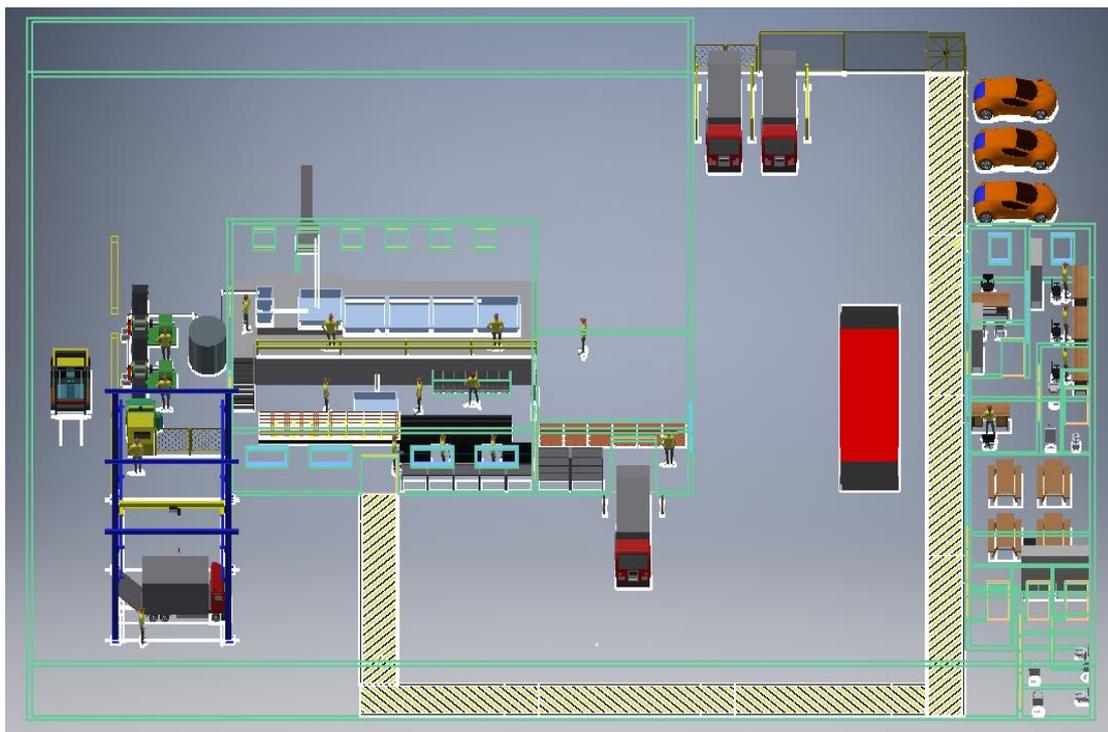


Figura 61. Vista superior trasera del rediseño de planta propuesto.



Figura 62. Vista isométrica de la línea de molienda.

En el apartado de anexos se añade:

- Anexo 5: Plano de detalle de máquinas y elementos.
- Anexo 6: Plano del rediseño de planta propuesto, con sus respectivas acotaciones, calculadas en metros.
- Anexo 7: Plano de acotación de máquinas y elementos existentes en el rediseño de planta propuesto.

4.7.4.1. Flujo de materiales:

Con la ayuda del software Autodesk Factory Design, se identifica como fluyen los respectivos materiales a lo largo de la cadena de valor, una vez que se definen las diferentes estaciones de trabajo para la producción de panela en bancos, como se indica en el siguiente gráfico:

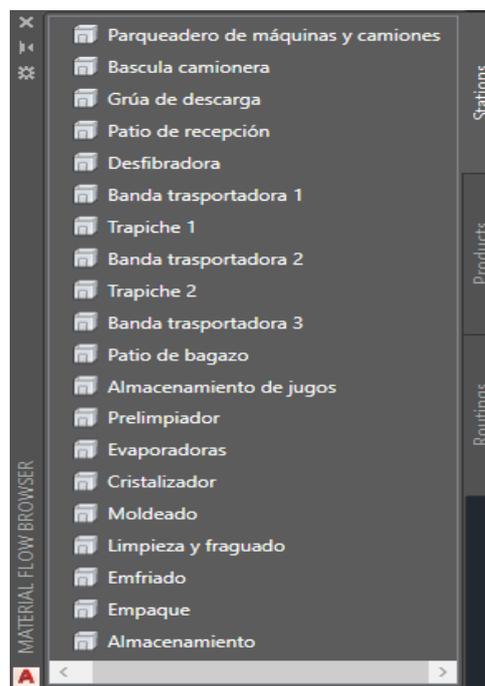


Figura 63. Estaciones de trabajo a lo largo de la producción de panela en bancos, detalladas en el software Autodesk Factory Design.

A continuación, se determinan todos los materiales que ocupa cada estación de trabajo:

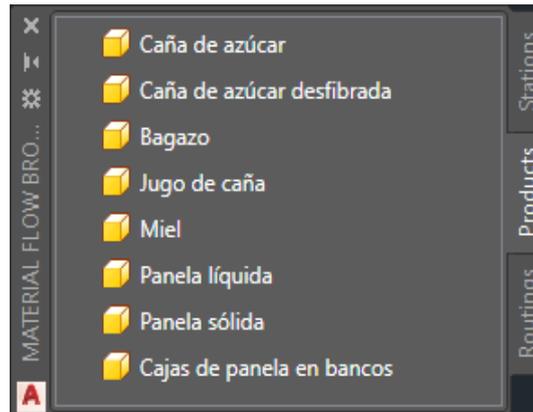


Figura 64. Definición de materiales ocupados en cada estación de trabajo, por medio del software Autodesk Factory Design.

Una vez designados las estaciones de trabajo y los materiales dentro de la producción de panela en bancos, se obtiene un indicador de transporte, que localiza las rutas óptimas y las rutas que generan un traslado inapropiado de los materiales, como se muestra en la siguiente imagen, en la cual encontraremos, la rutas óptimas dentro de la producción y la ruta entre la báscula camionera y la grúa de descarga que genera un indicador rojo, debido a la maniobra que realizan los camiones dentro de la planta.

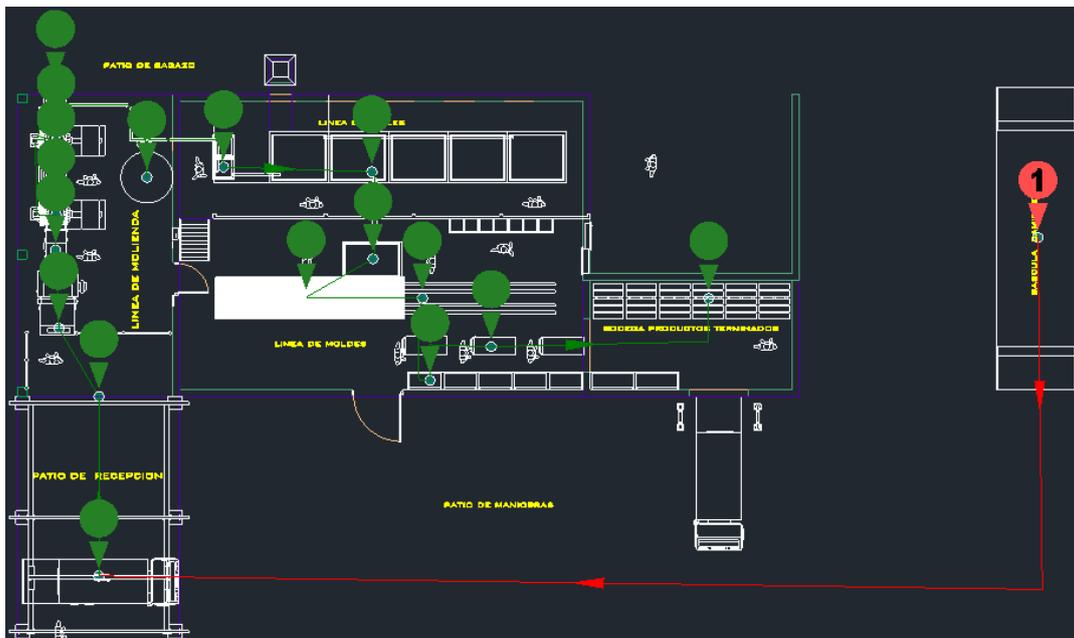


Figura 65. Flujo de materiales a lo largo de la cadena de valor de la planta propuesta, definido en el software Autodesk Factory Design.

En el apartado de anexos se incluye:

- Anexo 8: Plano del flujo de materiales en cada estación de trabajo del rediseño de planta propuesto.
- Anexo 9: Planos del flujo de personal en el rediseño de planta propuesto.

4.8. Seguridad y salud ocupacional:

El rediseño de planta construido, debe ser adecuado y ajustado a las necesidades de los colaboradores, en un ambiente laboral apropiado. De esta forma, se realiza la siguiente tabla, donde se detallan los posibles riesgos encontrados en la empresa.

Tabla 38.

Clasificación de riesgos.

Clasificación de riesgos	Origen del riesgo	Plan de prevención
Mecánicos	Uso directo de maquinas	Señalización de limitación de espacios
	Peligro de aplastamiento de carga	Uso de casco y zapatos punta de acero
Ambientales	Terremotos	Señaléticas de evacuación
	Inundaciones	Implementación de desagües
Ergonómicos	Movimiento repetitivo	Rotación del personal
	Levantamiento de peos	
Biológicos	Baterías	Uso de guantes y cofia
Físicos	Calor	Aislamientos de vapores
	Ruido	Protectores auditivos
	Polvo	Uso de lentes de seguridad y mascarillas
	Humedad	Extractores de vapor
	Electico	Señaléticas eléctricas

Debido a ser una industria alimenticia que mantiene procesos que ocupa mano de obra directa, se considera necesario el uso de equipos de protección

personal, señaléticas y mantener un plan de evacuación para cuando se presente algún siniestro.

En el apartado de anexos se adjunta:

- Anexo 10: Plano del mapa de riesgos, destinados al rediseño de planta propuesto.

4.9. Análisis de la propuesta de mejora:

A partir del rediseño en la línea de molienda, la empresa Costa Rica mejoro el aprovechamiento de su materia prima, pasando de extraer un referente del 65% de extracción de jugo de caña de azúcar, a un referente del 75% de extracción. De esta forma, los costos de producción disminuyen y la línea de molienda se rediseña para pasar de producir 815 cajas de panela en bancos semanalmente, tomando en cuenta que en un inicio la empresa producía 700 cajas, De esta forma, en el siguiente capítulo se realiza un análisis financiero, que apoya a la estructuración del presente trabajo de titulación, identificando el costo benéfico de realizar el presente rediseño en la línea de molienda.

5. Estudio económico

En presente capítulo, se realiza un análisis que facilite determinar la inversión que se realizará en la línea de molienda, mismas inversiones deben encontrarse sujetas a las utilidades que se obtendrán a futuro.

5.1. Inversiones:

- **Máquinas y elementos:**

Las inversiones futuras se realizarán a partir de la situación actual de la empresa, es decir que se realizara compras tomando en cuenta que la línea de molienda cuenta con un solo trapiche, un tanque de almacenamiento y una bomba de

fluidos, cabe mencionar que, en el rediseño propuesto se ocupan adicionalmente: una desfibradora, un trapiche y tres bandas trasportadoras, como se muestra en la siguiente tabla, existe una inversión en maquinaria y elementos de \$ 37.250,00.

Tabla 39.

Inversión en maquinarias y elementos.

Costa Rica				
Inversiones				
Máquinas y elementos				
Ítem	Definición	Cantidad	Costo unitario	Monto
1	Desfibradora	1	\$11.500,00	\$11.500,00
2	Trapiche	1	\$22.000,00	\$22.000,00
3	Bandas trasportadoras	3	\$1.250,00	\$3.750,00
			Valor total:	\$37.250,00

- **Infraestructura:**

Si bien es cierto, existe una modificación de espacios. Por ende, existirá un costo de infraestructura, como se muestra en la siguiente tabla, la inversión por infraestructura es de \$ 14.300,00.

Tabla 40.

Inversión en infraestructura.

Costa Rica				
Inversiones				
Infraestructura				
Ítem	Definición	Cantidad	Costo unitario	Monto
1	Cubierta	1	\$2.300,00	\$2.300,00
2	Infraestructura	1	\$4.500,00	\$4.500,00
3	Paredes	1	\$900,00	\$900,00
4	Puerta	1	\$160,00	\$160,00
5	Losa	1	\$2.300,00	\$2.300,00
6	Barandas	1	\$260,00	\$260,00
6	Mano de obra	1	\$3.880,00	\$3.880,00
			Valor total:	\$14.300,00

- **Montaje de Maquinaria:**

Cabe mencionar, adicionalmente existe una inversión de montaje de las maquinarias, debido a que el rediseño se ajusta a la optimización del flujo de los materiales, como se muestra en la siguiente tabla, la inversión en el montaje es de \$ 3.150,00.

Tabla 41.

Inversión en montaje de maquinaria.

Costa Rica				
Inversiones				
Montaje de Maquinaria				
Ítem	Definición	Cantidad	Costo unitario	Monto
1	Trasporte de maquinas	1	\$350,00	\$350,00
2	Descarga	1	\$120,00	\$120,00
3	Montaje	1	\$280,00	\$280,00
5	Conexiones eléctricas	1	\$1.600,00	\$1.600,00
6	Mano de obra	1	\$800,00	\$800,00
			Valor total:	\$3.150,00



- **Plan de control de riesgos:**

Adicionalmente, se suma una inversión en un plan de control de riesgos, para prever la salud y seguridad de los colaboradores, como se muestra en la siguiente tabla, el pago por mantener un plan de riesgos es de \$ 502,50.

Tabla 42.

Inversión en plan de riesgos.

Costa Rica				
Inversiones				
Plan de control de riesgos				
Ítem	Definición	Cantidad	Costo unitario	Monto
1	léticas prevención e ince	1	\$4,25	\$4,25
2	Extintores	2	\$60,00	\$120,00
3	léticas información de rie	7	\$4,25	\$29,75
4	léticas salidas de emerg	2	\$4,25	\$8,50
5	Plan de evacuación	1	\$300,00	\$300,00
6	Mano de obra	1	\$40,00	\$40,00
			Valor total:	\$502,50



5.1.1. Detalle de inversiones:

Se detalla una inversión total De 55.202,50 como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 43.

Detalle total de inversiones.

Costa Rica				
Inversiones				
Detalle de inversiones				
Ítem	Definición	Cantidad	Costo unitario	Monto
1	Máquinas y elementos	1	\$37.250,00	\$37.250,00
2	Infraestructura	1	\$14.300,00	\$14.300,00
3	Montaje de Maquinaria	1	\$3.150,00	\$3.150,00
4	Plan de control de riesgos	1	\$502,50	\$502,50
			Valor total:	\$55.202,50

5.2. Costos

En este apartado se detallará las erogaciones que la empresa debe realizar para poder cubrir una demanda de 815 cajas de panela en bancos semanales. Tomando en cuenta que la mayoría de estos costos se encuentran representados mensualmente, se realizará prorrateos que permitan representarlos semanalmente.

5.2.1. Costos fijos:

- **Sueldos administrativos y operativos:**

A pesar de la mejora dentro de la línea de molienda, se mantienen el mismo número de trabajadores, debido al aumento en la producción. Si bien es cierto, al momento de añadir cintas transportadoras, se automatizan las estaciones encontradas en la línea de molienda. Sin embargo, esta línea necesitara siempre 3 personas que realicen un trabajo rotativo, con el objetivo de disminuir la carga

de trabajo que mantiene la persona que se encuentra en la estación de desfibrado.

Tomando en cuenta lo mencionado anteriormente, la planta necesita un total de 16 operarios y 4 personas destinadas al área administrativa. Como se muestra en la siguiente tabla, existen un pago salarial por un valor total de \$ 2.727,27 semanales.

Tabla 44.

Costo por sueldos administrativos y operativos.

Costa Rica					
Costos fijos					
Sueldos					
Ítem	Definición	Cantidad	Sueldo mensual	Sueldo semanal	Monto Semanal
1	Personal operativo	16	\$500,00	\$8.000,00	\$1.818,18
2	Personal administrativo	4	\$1.000,00	\$4.000,00	\$909,09
Valor total:					\$2.727,27

- **Servicios básicos área administrativa:**

Los servicios básicos encontrados en el área administrativa, se representan en la siguiente tabla, por un valor de \$ 21,14 semanal.

Tabla 45.

Costo por servicios básicos área administrativa.

Costa Rica					
Costos fijos					
Servicios básicos área administrativa					
Ítem	Definición	Cantidad	Valor unitario	Monto mensual	Monto Semanal
1	Energía eléctrica (KW/h)	600	\$0,04	\$24,00	\$5,45
2	Agua (m3)	33,33	\$0,48	\$16,00	\$3,64
3	Telefonía	1	\$19,00	\$19,00	\$4,32
4	Internet	1	\$34,00	\$34,00	\$7,73
Valor total:					\$21,14

- **Alimentación:**

La empresa Costa Rica, cubre el 50% de la alimentación de sus colaboradores. Como se muestra en la siguiente tabla, el costo de alimentación es de \$ 150,00 semanal.

Tabla 46.

Costo por alimentación.

Costa Rica					
Costos fijos					
Alimentación					
Ítem	Definición	Cantidad	Valor unitario	Monto mensual	Monto Semanal
1	Almuerzos / mes	440	\$1,50	\$660,00	\$150,00
Valor total:					\$150,00

- **Insumos administrativos:**

En la siguiente tabla se añade el costo por insumos detectados en el área administrativa, el cual es de \$ 18,18 semanal.

Tabla 47.

Costo por insumos administrativos.

Costa Rica					
Costos fijos					
Insumos administrativos					
Ítem	Definición	Cantidad	Valor unitario	Monto mensual	Monto Semanal
1	Insumos de oficina	1	\$30,00	\$30,00	\$6,82
2	Insumos de aseo y limpieza	1	\$50,00	\$50,00	\$11,36
Valor total:					\$18,18

- **Equipos de protección:**

La empresa dota de equipos de protección a sus colaboradores cada 6 meses. Como se muestra en la siguiente tabla, estos costos representan un valor de \$45,80 semanal.

Tabla 48.

Costo por equipos de protección personal.

Costa Rica					
Inversiones					
Equipos de protección personal					
Ítem	Definición	Cantidad	Costo unitario	Monto Semestral	Monto semanal
1	Casco de protección	20	\$5,00	\$100,00	\$3,79
2	Botas punta de acero	20	\$20,00	\$400,00	\$15,15
3	Guantes de hilo y látex	40	\$2,50	\$100,00	\$3,79
4	Tapones auriculares	40	\$1,23	\$49,20	\$1,86
5	Mascarillas	40	\$2,50	\$100,00	\$3,79
6	Gafas de protección	20	\$3,00	\$60,00	\$2,27
7	Overol	20	\$20,00	\$400,00	\$15,15
Valor total:					\$45,80

- **Mantenimiento:**

El costo de mantenimiento de maquinarias y elementos se realiza cada trimestre. Sin embargo, existe un presupuesto anual que cubre dicho servicio, realizado por una empresa externa. De esta forma, en la siguiente tabla se encuentra un costo de mantenimiento de \$ 57,02 semanal.

Tabla 49.

Costo por mantenimiento.

Costa Rica				
Costos fijos				
Mantenimiento				
Ítem	Valor total de maquinarias y elementos	Porcentaje de Mant. anual	Presupuesto Mant. anual	Costo Mant. Semanal
1	\$100.350,00	3%	\$3.010,50	\$57,02
Valor total:				\$57,02

En el apartado de anexos se adjunta:

- Anexo 2: Costo por mantenimiento de máquinas y elementos

- **Depreciación:**

Los costos de depreciación de maquinarias, se asignan tomando en cuenta que dichas maquinas tendrán una vida útil de 10 años y un valor residual estimado por el propietario de los bienes. De esta forma, en la siguiente tabla se encuentra un costo de depreciación de \$ 112,95 semanal.

Tabla 50.

Costos de depreciación de máquinas y elementos semanal.

Costa Rica				
Costo fijo				
Depreciación				
				
Ítem	Definición	Monto total del bien	Residuo	Depreciación Semanal
1	Báscula camionera	\$4.000	\$600	\$6,36
2	Grúa de descarga	\$4.800	\$2.080	\$5,23
3	Desfibradora	\$11.500	\$4.983	\$12,27
4	Trapiches	\$44.000	\$19.067	\$47,27
5	Cintas trasportadoras	\$3.750	\$563	\$6,14
6	Tanque	\$40	\$17	\$0,00
7	Bomba	\$130	\$20	\$0,23
8	Tuberías	\$110	\$48	\$0,23
9	Prelimpiador	\$150	\$65	\$0,23
10	Evaporadoras	\$750	\$325	\$0,91
11	Cristalizador	\$150	\$65	\$0,23
12	Moldes	\$640	\$96	\$1,14
13	Coches	\$330	\$49	\$0,45
14	Elevadora de carga	\$30.000	\$13.000	\$32,27
			Valor total:	\$112,95

En el apartado de anexos se adjunta:

- Anexo 3: Costo de depreciación de máquinas y elementos.

- **Crédito financiero:**

Se debe cubrir un pago mensual a la entidad que realice el papel financiero, de la inversión total que se requiere. Cabe mencionar que, en Ecuador los créditos tienen una tasa de interés destinadas a las empresas PYMES del 11,83% anual.

De esta forma, se muestra en la siguiente tabla el costo crediticio desglosado para 2 años de duración, el cual es de \$ 589,59 semanal.

Tabla 51.

Costos crediticios.

Costa Rica					
Costos fijos					
Crédito financiero					
Ítem	Definición	Inversión requerida	Tasa anual	Monto mensual	Monto Semanal
1	Crédito por inversiones	\$55.202,50	11,83%	\$2.594,19	\$589,59
				Valor total:	\$589,59

En el apartado de anexos se adjunta:

- Anexo 4: Amortización del costo financiero calculado para dos años.

5.2.2. Costos variables:

- **Materias primas:**

El costo por la compra de caña de azúcar disminuye una vez mejorada la línea de molienda. De esta forma, el costo de materia prima se refleja en la siguiente tabla por un valor de \$5.044,85 para una producción de 815 cajas de panela en banco semanal.

Tabla 52.

Costos por materia prima.

Costa Rica					
Costos Variables					
Materia prima					
Ítem	Definición	Precio / caja	Cajas / semana	Monto Semanal	
1	Caña de azúcar EC-05	\$6,19	815	\$5.044,85	
			Valor total:	\$5.044,85	

- **Servicios básicos área productiva:**

Los costos de servicios básicos encontrados en el área productiva, se encuentran reflejados en la siguiente tabla, por un valor de \$347,55 semanal.

Tabla 53.

Costo por servicios básico área productiva.

Costa Rica					
Costos Variables					
Servicios básico área productiva					
Ítem	Definición	Valor unitario	Cantidad / caja	Cajas / semana	Monto Semanal
1	Energía eléctrica (KW/h)	\$0,04	9,25	815	\$301,55
2	Agua (m3)	\$0,48	0,12	815	\$46,00
Valor total:					\$347,55



- **Combustible:**

El costo por combustible ocupado por la máquina elevadora de carga, se reflejan en la siguiente tabla en la siguiente tabla por un valor de \$ 75,00 semanal.

Tabla 54.

Costo por combustible.

Costa Rica					
Costos Variables					
Combustible					
Ítem	Definición	Valor galón	Galones / caja	Cajas / semana	Monto Semanal
1	Diésel	\$1,04	0,09	815	\$75,00
Valor total:					\$75,00



- **Insumos:**

El costo por insumos para el área productiva, se refleja en la siguiente tabla por un valor de \$ 416,00 semanal.

Tabla 55.

Costos insumos área productiva.

Costa Rica				
Costos variables				
Insumos área productiva				
Ítem	Definición	Cantidad	Valor unitario	Monto mensual
1	Cajas	815	\$0,40	\$326,00
2	Cinta adhesiva	8	\$2,50	\$20,00
3	Insumos de aseo y limpieza	1	\$70,00	\$70,00
Valor total:				\$416,00

**5.2.3. Detalle de costos:**

Como se representa en la siguiente tabla, existe un costo total de \$9.605,36 semanales para producir 815 cajas de panela en bancos. Sin embargo, se incrementa un costo por el valor de \$432,24 semanales para imprevistos, que representa un referente de 4,5% del valor total de gastos obtenidos. De esta forma se obtiene un costo de producción de \$ 12,32 por cada caja de panela en bancos.

Tabla 56.

Detalle de costos.

Costa Rica				
Costos variables				
Detalle de Costos				
Ítem	Definición	Costos fijos	Costos variables	Monto semanal
1	Sueldos administrativos y operativos	\$2.727,27	-	\$2.727,27
2	Servicios básicos área administrativa	\$21,14	-	\$21,14
3	Alimentación	\$150,00	-	\$150,00
4	Insumos administrativos	\$18,18	-	\$18,18
5	Equipos de protección personal	\$45,80	-	\$45,80
6	Mantenimiento	\$57,02	-	\$57,02
7	Depreciación	\$112,95	-	\$112,95
8	Crédito financiero	\$589,59	-	\$589,59
9	Materias primas	-	\$5.044,85	\$5.044,85
10	Servicios básicos área productiva	-	\$347,55	\$347,55
11	Combustible	-	\$75,00	\$75,00
12	Insumos	-	\$416,00	\$416,00
Total:				\$9.605,36
Presupuesto por imprevistos			4,50%	\$432,24
Valor total:				\$10.037,60



Cabe mencionar que existe un costo por el crédito financiero para dos años, que no permite disminuir el costo de producción durante ese periodo. Si se analiza dichos costos a futuro, luego de dos años existirá un costo de producción menor, por el valor de \$11,56 por cada caja de panela en bancos.

5.3. Precio de venta al público:

El precio de venta al público tiene un referente del 12% mayor al costo de producción. De esta forma, se representa en la siguiente tabla comparativa el PVP para la mejora planteada con el crédito financiero y sin el crédito financiero. Estos dos valores se encuentran comparados con los precios actuales en la empresa y los precios que mantienen empresas colombianas en nuestro mercado nacional.

Tabla 57.

Tabla comparativa del PVP.

Proveedores	Costo kg	Peso caja de panela en bancos	Costo de producción / Caja de bancos	PVP
				12%
Mejora con crédito financiero	\$0,49	25	\$12,32	\$14,00
Mejora sin crédito financiero	\$0,46	25	\$11,56	\$13,14
Ecuador	\$0,52	25	\$13,00	\$14,77
Colombia	\$0,45	25	\$11,25	\$12,78

En el siguiente gráfico se reflejan los costos detallados anteriormente:



Figura 66. Gráfico del PVP en cada caso planteado.

5.4. Punto de equilibrio:

- **Rediseño de planta propuesto, con un costo financiero vigente:**

Para el obtener la gráfica del punto de equilibrio del rediseño de planta propuesto, con un costo del crédito financiero vigente, se debe tomar en cuenta los siguientes datos tabulados:

Tabla 58.

Datos requeridos en la gráfica del punto de equilibrio del rediseño de planta propuesto, con un costo de crédito financiero.

Datos	Mejora con crédito financiero
Producción (Cajas banco)	815
Costos fijos semanales	\$3.721,96
Costos variables	\$5.883,40
Costos variables por unidad	\$7,22
PVP	\$14,00
Cantidad de equilibrio	549
Punto de equilibrio	\$7.684,21

En la siguiente tabla se puede observar el punto de equilibrio, de la cual se puede observar que, a partir de 549 cajas de panela en banco vendidas, se comienza a tener utilidades.

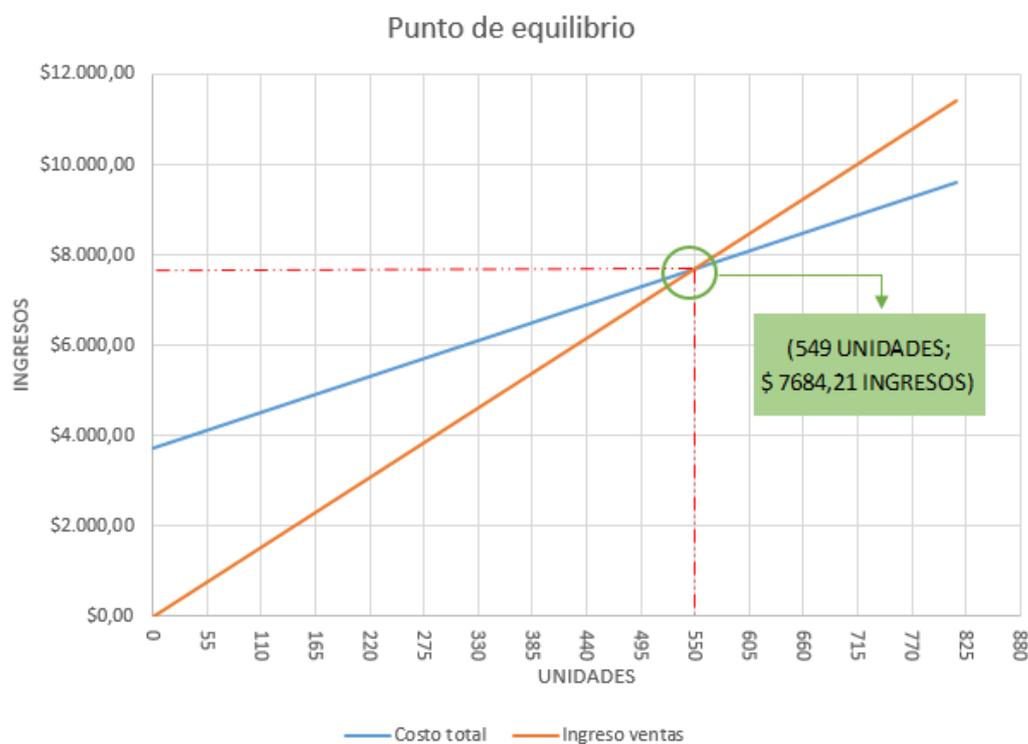


Figura 67. Punto de equilibrio calculado para el rediseño de planta propuesto, con un costo de crédito financiero vigente.

- **Rediseño de planta propuesto, sin un costo financiero:**

A continuación, se representan los datos requeridos para realizar el gráfico del punto de equilibrio sin un costo financiero.

Tabla 59.

Datos requeridos en la gráfica del punto de equilibrio del rediseño de planta propuesto.

Datos	Mejora sin crédito financiero
Producción (Cajas banco)	815
Costos fijos semanales	\$3.132,37
Costos variables	\$5.883,40
Costos variables por unidad	\$7,22
PVP	\$13,14
Cantidad de equilibrio	529
Punto de equilibrio	\$6.951,29

En el gráfico expuesto a continuación, se puede observar que, a partir de 529 cajas de panela en bancos vendidas, se comienzan a tener utilidades.

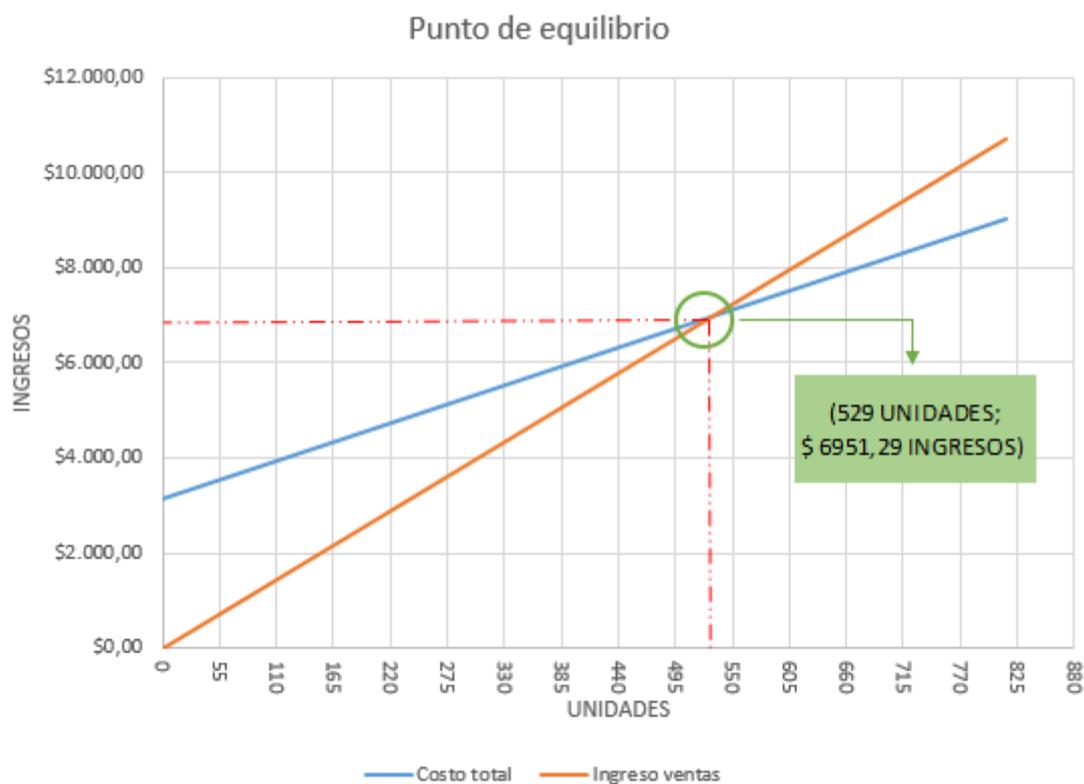


Figura 68. Gráfica del punto de equilibrio sin un costo financiero vigente.

5.5. Indicadores financieros:

5.5.1. Flujo de neto libre de inversiones:

El flujo de neto se lleva a cabo a partir de las ventas que se realizarán durante 5 años de, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 60.

Flujo de caja durante 5 años.

Datos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas (cajas 25 Kg)	43032	43032	43032	43032	43032
PVP (Cajas)	\$14,00	\$14,00	\$13,14	\$13,14	\$13,14
Ingreso de caja	\$602.255,45	\$602.255,45	\$565.440,48	\$565.440,48	\$565.440,48
Costos Fijos	\$196.518,96	\$196.518,96	\$153.995,95	\$153.995,95	\$153.995,95
Costos Variables	\$310.643,52	\$310.643,52	\$310.643,52	\$310.643,52	\$310.643,52
Presupuesto por imprevistos	\$22.822,31	\$22.822,31	\$20.908,78	\$20.908,78	\$20.908,78
Egresos	\$529.984,79	\$529.984,79	\$485.548,25	\$485.548,25	\$485.548,25
Flujo de caja	\$72.270,65	\$72.270,65	\$72.270,65	\$72.270,65	\$72.270,65
Flujo de caja acumulado	\$72.270,65	\$144.541,31	\$216.811,96	\$289.082,61	\$361.353,27

De la tabla anterior podemos observar que el flujo de caja se mantiene durante los 5 años. Sin embargo, los valores que cambian son los costos fijos debido a liquidación del crédito financiero después de dos años. Adicionalmente el presupuesto por imprevistos disminuye, ya que este valor se encontraba en función de los costos. Lo que nos permite a partir del segundo año disminuir los precios de venta al público y ser competitivos dentro de su propio mercado.

5.5.2. Rentabilidad

Se debe tomar en cuenta los siguientes datos, para conocer la viabilidad del proyecto:

Tabla 61.

Datos para el análisis de la rentabilidad.

Indicadores financieros	
Capital de trabajo	15%
Crédito financiero	85%
Tasa de interés financiera	11,83%
Tasa de descuento	10,58%
Impuestos a la renta	25%
Valor económico agregado (EVA)	48%
Costo promedio ponderado de capital (WACC)	10%

A partir de estos datos recabados, incluido el flujo de caja definido anteriormente, se debe añadir: las inversiones requeridas para poner en marcha este proyecto y la inyección del capital de trabajo que necesita la empresa para producir durante el primer mes.

Tabla 62.

Matriz de indicadores financieros

Definición	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión	\$55.202,50					
Inyección de capital de trabajo	\$41.454,46					
Flujo neto libre de impuestos		\$72.270,65	\$72.270,65	\$72.270,65	\$72.270,65	\$72.270,65
Impuestos a la renta (25%)		\$10.363,91	\$10.363,91	\$10.363,91	\$10.363,91	\$10.363,91
Flujo neto	\$96.656,96	\$61.906,74	\$61.906,74	\$61.906,74	\$61.906,74	\$61.906,74

INDICADORES FINANCIEROS	Proyecto rentable
Valor actual neto(VAN):	\$134.590,51 SI
Tasa interna de retorno (TIR):	57% SI
Costo beneficio (B/C):	1,54 SI

Se puede concluir de la tabla anterior que existe un referente del 57% de factibilidad de retorno de la inversión y del capital que se necesita, por consecuencia genera un valor actual neto de \$ 134.590,51. De esta forma, sabemos que el costo beneficio del desembolso realizado, representa ganancias de 0,54 centavos por cada dólar invertido.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1. Conclusiones:

La empresa puede posicionarse dentro de su mercado con un precio competitivo, sin correr el riesgo de perder clientes por mantener costos elevados de producción. De esta forma, la empresa puede promocionar su producto a \$ 13,14 por cada caja de panela en bancos, tomando en cuenta que en la actualidad la empresa vende su producto a un precio de \$ 14,77 por caja, el cual es mucho más alto si se compara con el precio de venta en Colombia, el cual es de \$ 12,78 por cada caja de panela en bancos.

A partir del promedio móvil simple calculado para la demanda semanal de panela en bancos de 25kg cada caja, podemos identificar que el valor de producción de la empresa debe ser de 815 cajas, lo que nos dejaría una demanda anual de 43.032 cajas, que generarían una utilidad de \$ 61.906,74 anuales, las cuales representan el 12% del total de ingreso recibidos.

Por medio de un estudio de tiempos, se identificó que el takt time requerido para producir 815 cajas de panela en bancos semanales, el cual nos reflejó un valor 166 segundos por cada caja, lo que genero un problema en la línea de molienda ya que esta no cumplía con un tiempo de ciclo que cubra dicho el takt time calculado, lo que nos llevó a realizar un balaceo en la línea de molienda que permita disminuir dicho tiempo, pasando de tener un tiempo de ciclo de 180 segundos a tener un tiempo de ciclo de 166 segundos por cada caja.

La línea de molienda disminuyó desperdicios a la hora de extraer el jugo de caña, ya que pude pasar de tener un referente del 65% de extracción, a tener un referente del 75% de extracción, al momento de aumentar un molino adicional, una maquina desfibradora y cintas trasportadoras, permitiendo mejorar la productividad de dicha línea, ya que se puede producir 807 cajas semanales con

la misma cantidad de materia prima que se ocupa para producir 700 cajas semanales.

A partir de la metodología SLP, se logró realizar un rediseño de planta con la ayuda del software Autodesk Factory Design, el cual tuvo por objetivo redistribuir los departamentos, mejorando la distribución entre estaciones de trabajo, tomando en cuenta las especificaciones técnicas de las maquinarias y elementos, adicionalmente fue recurrente acudir al decreto ejecutivo 2393, para dimensionar los espacios que se ocupó dentro de la planta, tomando en cuenta los requerimientos de los espacios necesarios de servicio para cada departamento.

6.2. Recomendaciones:

Es importante entender que la mejora continua siempre va a estar presente. De esta forma, se debe hacer más énfasis en seguir disminuyendo los costos de producción, mejorando los procesos y optimizando los recursos, implementado herramientas *lean manufacturing*, ya que esto nos permitirá posicionarnos dentro del mercado nacional y abrir fronteras a un mercado global.

Se debe tomar en cuenta antes de producir, el estudio actual de la demanda a partir de una data actualizada, tomando en cuenta la segmentación del mercado y la estacionalidad en la que se encuentran las ventas de panela, debido a que dichas ventas generan mayor demanda entre los meses de abril y agosto, ya que la panela es ocupada como ingrediente en las bebidas tradicionales, como es la chicha en las fiestas del *Inti Raymi* celebradas en la provincia de Imbabura. De esta forma, dependerá tener un stock en bodega destinadas para estas fechas, determinando cuanto se debe producir para no generar costos por exceso de inventarios.

Se recomienda implementar la metodología *Six Sigma*, dirigida exclusivamente a la mejora de los procesos, los cuales permitan estandarizar las características

de la panela en bancos. Debido a que, dentro del proceso de evaporación y cristalización, la panela disminuye su calidad generando variabilidad en el color deseado, si no se realizan un proceso de manufactura controlado.

Es recomendable agregar valor al producto final, por medio de la implementación de cajas ecológicas derivadas del mismo bagazo de caña. Si bien es cierto, los clientes hoy en día buscan adquirir productos 100% naturales y que apoyen al medio ambiente, se aconseja generar alianzas estratégicas con los proveedores de empaques ya que la empresa cuenta con la principal materia para la fabricación de cartones ecológicos derivados del bagazo de caña.

Referencias

- Anaya Tejero, J. J. (2017). *Organización de la producción industrial: un enfoque de gestión operativa en fábrica*. Madrid: ESIC Editorial.
- Arrizabalaga Uriate, B. (22 de 02 de 2019). *Arrizabalagauriarte*. Obtenido de <https://arrizabalagauriarte.com/indicadores-lean-takt-time-lead-time-y-cycle-time/>
- Bataller, A. (2016). *La gestión de proyectos*. Barcelona: Editorial UOC.
- Bello Pérez, C. J. (2013). *Producción y operaciones aplicadas a las pyme (3a. ed.)*. Bogota: Ecoe Ediciones.
- Betancourt Finalidad, D. (24 de 07 de 2017). *Ingenioempresa*. Obtenido de <https://ingenioempresa.com/mapa-de-procesos/>
- Canales Salinas , R. J. (2015). Criterios para la toma de decisión de inversiones. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias Económicas*, 17.
- Carreño Solis, A. (2017). Manual de caña de azúcar para la producción de panela. En A. J. Carreño Solis, *Manual de caña de azúcar para la producción de panela* (pág. 149). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <https://i.pinimg.com/originals/b2/18/fa/b218faeb62bcd79b9852abc76a8f6506.jpg>

- Chapman, S. (2016). *Planificación y control de la producción*. México: Pearson Educación.
- De la Rosa, F. (09 de 2012). *Academia.edu*. Obtenido de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/50795283/u4_Balancede_lineas_productivas.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DU4_Balancede_lineas_productivas.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=ASIATUSB6BAJYWE3NMT
- Estrada JM. (2017). *Catálogo Panelero*. Obtenido de <http://jmestrada.com/images/stories/pdfs/trapiches-paneleros-2017.pdf>
- Hernández Nariño, A., Medina León, A., & Nogueira Rivera, D. (2010). *Ingeniería industrial*. Obtenido de <http://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/250>
- Iglesias López, L. (2017). *La gestión de la cadena de suministro*. ESIC Editorial.
- Magusa Maquinaria Vinícola. (s.f.). Obtenido de <http://www.interempresas.net/Vitivinicola/FeriaVirtual/Producto-Cinta-transportadora-Magusa-CTG-172987.html>
- Massey Ferguson. (s.f.). Obtenido de <https://www.masseyferguson.mx/equipocanero/mf-sc100>
- Mazón Arevalo, L., Villao Burgos, D., Nuñez, W., & Serrano Luyo, M. (2017). Análisis de punto de equilibrio en la toma de decisiones de un negocio. *Revista de Estrategias del Desarrollo Empresarial*, 11.
- Meyer, F. (2011). *Estudio de tiempos y movimiento*. Ciudad de México: Pearson Educación.
- Meyers, F., & Matthew, S. (2011). *Diseño de Instalaciones de Manufactura y Manejo de Materiales*. Mexico: Pearson Educación.
- Morales Castro, J. A. (2015). *Contabilidad avanzada*. México D.F: Grupo Editorial Patria.
- Palacios Acero, L. C. (2016). *Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos*. Bogota: Ecoe Ediciones.
- Pardo Álvarez, J. M. (2017). *Gestión por procesos y riesgo operacional*. Madrid: AENOR - Asociación Española de Normalización y Certificación.

- Platas García, J. A., & Cervantes Valencia, M. I. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Quezada Moreno, W. F. (2007). *Guia Técnica Agroindustria Panelea*. Ibarra.
- Rajadell Carreras, M., & José Luis, S. (2010). *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Rodríguez de Guzmán, I. G., García Rubio, F., & Piattini Velthuis, M. (2018). *Calidad de sistemas de información (4a. ed.)*. Madrid: RA-MA Editorial.
- Rotoplas. (s.f.). *Rotoplas*. Obtenido de <https://rotoplas.com.mx/top-tanques-de-agua-rotoplas/>
- Simex. (s.f.). *simexbrazil*. Obtenido de <https://www.simexbrazil.com.br/es/desfibradora-vertical-unico/>
- Socconini, L. (2015). *Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*. Barcelona: Marge Books.
- Suñé Torrents, A., Gil Vilda,, F., & Arcusa Postils, I. (2014). *Manual práctico de diseño de sistemas productivos*. Ediciones Díaz de Santos.
- Vázquez Murillo, E. M. (2016). *slideplayer*. Obtenido de <https://slideplayer.es/slide/4648080/>
- Vega, J. P. (09 de 09 de 2018). *Larepublica*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/la-produccion-de-paneles-tendra-un-crecimiento-de-5-durante-este-ano-2779700>
- Villacis Pantoja, C. D. (2016). *Utilización del bagazo de la caña de azúcar para la fabricación de complementos decorativos para el hogar*. Ambato.

Anexos

Anexo 1: Toma de tiempos.

Tabla 63.

Tiempos cronometrados de los procesos de producción de panela en bancos.

No.	ACTIVIDAD	CICLOS (segundos)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pesado materia prima	12,86	11,25	11,84	12,16	12,50	11,25	12,33	11,54	12,68	11,84
2	Traslado materia prima	25,71	22,50	23,68	24,32	25,00	22,50	24,66	23,08	25,35	23,68
3	Recepción Materia prima	25,71	22,50	23,68	24,32	25,00	22,50	24,66	23,08	25,35	23,68
4	Almacenaje materia prima	77,14	67,50	71,05	72,97	75,00	67,50	73,97	69,23	76,06	71,05
5	Molienda	142,71	140,00	141,47	144,49	143,00	146,00	143,26	144,62	140,82	141,47
6	Traslado jugo de caña	142,71	140,00	141,47	144,49	143,00	146,00	143,26	144,62	140,82	141,47
7	Prelimpieza	114,29	115,00	112,11	115,95	110,00	112,00	114,95	111,46	112,11	112,11
8	Evaporación	114,29	115,00	112,11	115,95	110,00	112,00	114,95	111,46	112,11	112,11
9	Traslado de miel	21,43	18,99	20,98	20,27	20,13	21,13	20,13	20,69	21,25	19,48
10	Cristalización	64,29	56,96	62,94	60,81	60,40	63,38	60,40	62,07	63,74	58,44
11	Traslado de panela liquida	128,57	113,92	125,87	121,62	120,81	126,76	120,81	124,14	127,48	116,88
12	Moldeado	128,57	113,92	125,87	121,62	120,81	126,76	120,81	124,14	127,48	116,88
13	Fraguado	85,71	75,95	83,92	81,08	80,54	84,51	80,54	82,76	84,99	77,92
14	Traslado de panela solida	64,29	56,96	62,94	60,81	60,40	63,38	60,40	62,07	63,74	58,44
15	Enfriado a temperatura ambiente	128,57	113,92	125,87	121,62	120,81	126,76	120,81	124,14	127,48	116,88
16	Empaque	85,71	75,95	83,92	81,08	80,54	84,51	80,54	82,76	84,99	77,92
17	Almacenaje producto terminado	64,29	56,96	62,94	60,81	60,40	63,38	60,40	62,07	63,74	58,44

Tabla 64.

Valoración de tiempos cronometrados según Westinghouse Electric Corporación.

No.	ACTIVIDAD	TIEMPO OBSERVADO		Desviación Estándar	Límite Superior	Límite Inferior	Promedio Válido	Valoración					Tiempo básico
		Tiempo Total Observado	Tiempo Medio del Ciclo					Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Concistencia	Total Valoración	
1	Pesado materia prima	120,25	12,02	0,57	12,60	11,45	11,94	0,06	0,05	0,00	0,00	1,11	13,25
2	Traslado materia prima	240,49	24,05	1,15	25,20	22,90	23,86	0,06	0,05	0,00	0,00	1,11	26,49
3	Recepción Materia prima	240,49	24,05	1,15	25,20	22,90	23,98	0,13	0,05	0,00	0,00	1,18	28,30
4	Almacenaje materia prima	721,48	72,15	3,44	75,59	68,71	70,22	0,06	0,05	0,00	0,00	1,11	77,94
5	Molienda	1.427,85	142,78	1,88	144,67	140,90	141,62	0,13	0,05	0,00	0,00	1,18	167,12
6	Traslado jugo de caña	1.427,85	142,78	1,88	144,67	140,90	142,31	0,13	0,05	0,00	0,00	1,18	167,93
7	Prelimpieza	1.129,96	113,00	1,91	114,91	111,09	112,10	0,06	0,05	0,00	0,00	1,11	124,44
8	Evaporación	1.129,96	113,00	1,91	114,91	111,09	112,58	0,06	0,05	0,00	0,00	1,11	124,97
9	Traslado de miel	204,48	20,45	0,80	21,24	19,65	20,51	0,06	0,05	0,00	0,00	1,11	22,76
10	Cristalización	613,43	61,34	2,39	63,73	58,96	61,02	0,13	0,10	0,00	0,00	1,23	75,06
11	Traslado de panela líquida	1.046,86	104,69	2,86	107,55	101,82	104,04	0,13	0,10	0,00	0,00	1,23	127,97
12	Moldeado	1.046,86	104,69	2,86	107,55	101,82	104,04	0,13	0,10	0,00	0,00	1,23	127,97
13	Fraguado	817,91	81,79	3,18	84,97	78,61	81,36	0,13	0,10	0,00	0,00	1,23	100,07
14	Traslado de panela sólida	613,43	61,34	2,39	63,73	58,96	61,02	0,13	0,10	0,00	0,00	1,23	75,06
15	Enfriado a temperatura ambiente	1.046,86	104,69	2,86	107,55	101,82	104,04	0,13	0,10	0,00	0,00	1,23	127,97
16	Empaque	817,91	81,79	3,18	84,97	78,61	81,36	0,13	0,10	0,00	0,00	1,23	100,07
17	Almacenaje producto terminado	613,43	61,34	2,39	63,73	58,96	61,02	0,13	0,10	0,00	0,00	1,23	75,06

Tabla 65.

Suplementos requeridos en cada actividad según OIT

No.	ACTIVIDAD	SEXO	1. Suplementos constantes		2. CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										TOTAL	Indice
			Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física		
1	Pesado materia prima	H	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
2	Traslado materia prima	H	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
3	Recepción Materia prima	H	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
4	Almacenaje materia prima	H	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	13	0,13
5	Molienda	H	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
6	Traslado jugo de caña	H	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	12	0,12
7	Prelimpieza	M	7	4	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	18	0,18
8	Evaporación	H	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	13	0,13
9	Traslado de miel	H	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	13	0,13
10	Cristalización	M	7	4	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	18	0,18
11	Traslado de panela líquida	H	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	13	0,13
12	Moldeado	M	7	4	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	18	0,18
13	Fraguado	M	7	4	4	1	1	0	0	0	0	1	0	0	18	0,18
14	Traslado de panela sólida	H	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	13	0,13
15	Enfriado a temperatura ambiente	M	7	4	4	0	1	0	0	0	0	1	0	0	17	0,17
16	Empaque	H	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	13	0,13
17	Almacenaje producto terminado	H	5	4	2	0	1	0	0	0	0	1	0	0	13	0,13

Anexo 2: Costo por mantenimiento de máquinas y elementos.

Tabla 66.

Costos de mantenimiento de máquinas y elementos a partir del presupuesto.

Costa Rica
Costos fijos
Costos mantenimiento



Valor total de maquinarias y elementos	\$100.350,00
Porcentaje de mantenimiento anual	3%
Presupuesto de mantenimiento anual	\$100.350,03

Ítem	Definición	Monto total del bien	Costo de Mantenimiento Anual	Costo Mantenimiento Trimestral	Costo Mantenimiento Semanal
1	Bascula camionera	\$4.000,00	\$120,00	\$30,00	\$2,27
2	Grúa de descarga	\$4.800,00	\$144,00	\$36,00	\$2,73
3	Desfibradora	\$11.500,00	\$345,00	\$86,25	\$6,53
4	Trapiches	\$44.000,00	\$1.320,00	\$330,00	\$25,00
5	Cintas trasportadoras	\$3.750,00	\$112,50	\$28,13	\$2,13
6	Tanque	\$40,00	\$1,20	\$0,30	\$0,02
7	Bomba	\$130,00	\$3,90	\$0,98	\$0,07
8	Tuberías	\$110,00	\$3,30	\$0,83	\$0,06
9	Prelimpiador	\$150,00	\$4,50	\$1,13	\$0,09
10	Evaporadoras	\$750,00	\$22,50	\$5,63	\$0,43
11	Cristalizador	\$150,00	\$4,50	\$1,13	\$0,09
12	Moldes	\$640,00	\$19,20	\$4,80	\$0,36
13	Coches	\$330,00	\$9,90	\$2,48	\$0,19
14	Elevadora de carga	\$30.000,00	\$900,00	\$225,00	\$17,05
Valor total:					\$57,02

Anexo 3: Costo de depreciación de máquinas y elementos.

Tabla 67.

Depreciación de máquinas y elementos con un periodo de vida útil de 10 años.

Costa Rica															
Costos fijos															
Depreciación															
Descripción	Bascula camionera	Grúa de descarga	Desfibradora	Trapiches	Cintas transportadoras	Tanque	Bomba	Tuberías	Prelimpiador	Evaporadoras	Cristalizador	Moldes	Coches	Elevadora de carga	
Valor unitario del bien	\$4.000	\$4.800	\$11.500	\$22.000	\$1.250	\$40	\$130	\$110	\$150	\$150	\$150	\$40	\$110	\$30.000	
Cantidad	1	1	1	2	3	1	1	1	1	5	1	16	3	1	
Monto total del bien	\$4.000	\$4.800	\$11.500	\$44.000	\$3.750	\$40	\$130	\$110	\$150	\$750	\$150	\$640	\$330	\$30.000	
Valor residual	\$600	\$2.080	\$4.983	\$19.067	\$563	\$17	\$20	\$48	\$65	\$325	\$65	\$96	\$49	\$13.000	
Vida útil	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
Periodo	Depreciación														
Año 0	\$4.000	\$4.800	\$11.500	\$44.000	\$3.750	\$40	\$130	\$110	\$150	\$750	\$150	\$640	\$330	\$30.000	
Año 1	\$3.660	\$4.528	\$10.848	\$41.507	\$3.431	\$38	\$119	\$104	\$142	\$708	\$142	\$586	\$302	\$28.300	
Año 2	\$3.320	\$4.256	\$10.197	\$39.013	\$3.113	\$35	\$108	\$98	\$133	\$665	\$133	\$531	\$274	\$26.600	
Año 3	\$2.980	\$3.984	\$9.545	\$36.520	\$2.794	\$33	\$97	\$91	\$125	\$623	\$125	\$477	\$246	\$24.900	
Año 4	\$2.640	\$3.712	\$8.893	\$34.027	\$2.475	\$31	\$86	\$85	\$116	\$580	\$116	\$422	\$218	\$23.200	
Año 5	\$2.300	\$3.440	\$8.242	\$31.533	\$2.156	\$29	\$75	\$79	\$108	\$538	\$108	\$368	\$190	\$21.500	
Año 6	\$1.960	\$3.168	\$7.590	\$29.040	\$1.838	\$26	\$64	\$73	\$99	\$495	\$99	\$314	\$162	\$19.800	
Año 7	\$1.620	\$2.896	\$6.938	\$26.547	\$1.519	\$24	\$53	\$66	\$91	\$453	\$91	\$259	\$134	\$18.100	
Año 8	\$1.280	\$2.624	\$6.287	\$24.053	\$1.200	\$22	\$42	\$60	\$82	\$410	\$82	\$205	\$106	\$16.400	
Año 9	\$940	\$2.352	\$5.635	\$21.560	\$881	\$20	\$31	\$54	\$74	\$368	\$74	\$150	\$78	\$14.700	
Año 10	\$600	\$2.080	\$4.983	\$19.067	\$563	\$17	\$20	\$48	\$65	\$325	\$65	\$96	\$49	\$13.000	
Depreciación anual	\$340	\$272	\$652	\$2.493	\$319	\$2	\$11	\$6	\$9	\$43	\$9	\$54	\$28	\$1.700	
Depreciación mensual	\$28	\$23	\$54	\$208	\$27	\$0	\$1	\$1	\$1	\$4	\$1	\$5	\$2	\$142	

Anexo 4: Amortización del costo financiero calculado para dos años.

Tabla 68.

Amortización crediticia durante 2 años que dura la deuda.

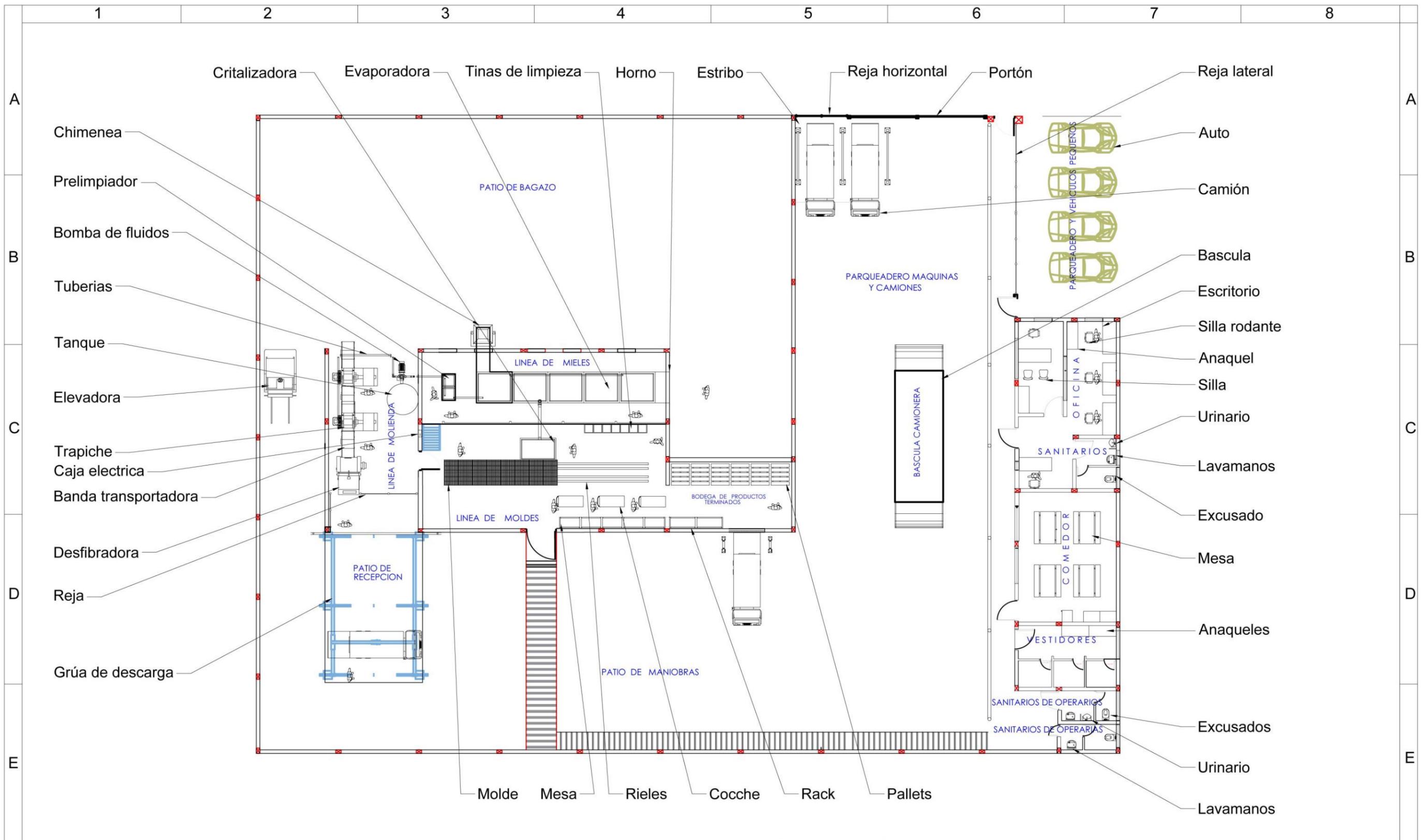
Costa Rica
Tabla de amortización
Crédito destinado para 2 años



Método	Francés
Institución financiera	Banco Pichincha
Valor adeudado	\$55.202,50
Tasa de interés anual	11,83%
Tasa de interés mensual	0,99%
Periodos (meses)	24
Cuota mensual	\$2.594,19

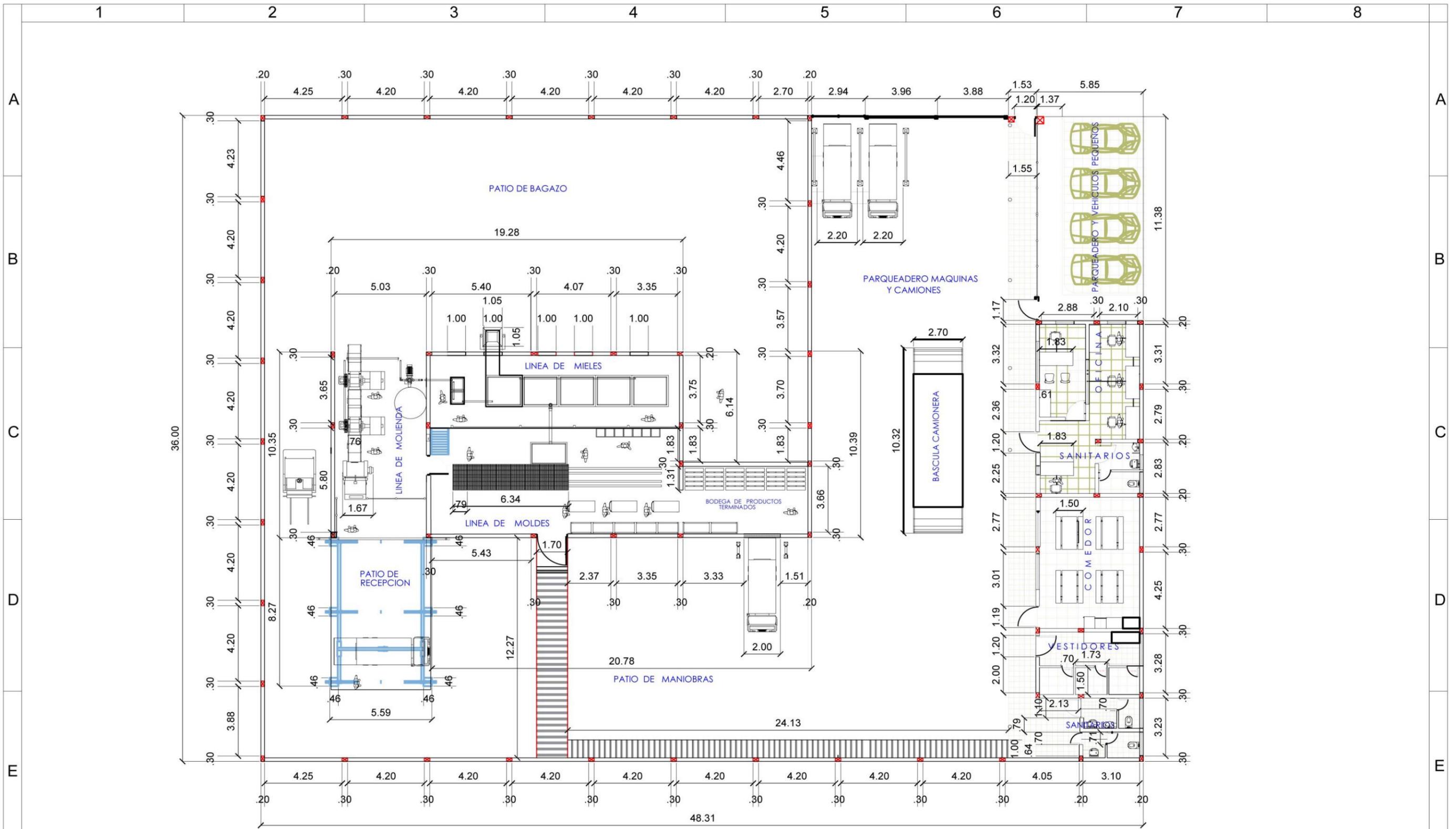
Periodos	Cuotas	Interés	Amortización	Saldo
0				\$55.202,50
1	\$2.594,19	\$544,20	\$2.049,99	\$53.152,51
2	\$2.594,19	\$524,00	\$2.070,20	\$51.082,31
3	\$2.594,19	\$503,59	\$2.090,61	\$48.991,71
4	\$2.594,19	\$482,98	\$2.111,22	\$46.880,49
5	\$2.594,19	\$462,16	\$2.132,03	\$44.748,46
6	\$2.594,19	\$441,15	\$2.153,05	\$42.595,41
7	\$2.594,19	\$419,92	\$2.174,27	\$40.421,14
8	\$2.594,19	\$398,49	\$2.195,71	\$38.225,43
9	\$2.594,19	\$376,84	\$2.217,35	\$36.008,08
10	\$2.594,19	\$354,98	\$2.239,21	\$33.768,86
11	\$2.594,19	\$332,90	\$2.261,29	\$31.507,58
12	\$2.594,19	\$310,61	\$2.283,58	\$29.224,00
13	\$2.594,19	\$288,10	\$2.306,09	\$26.917,90
14	\$2.594,19	\$265,37	\$2.328,83	\$24.589,07
15	\$2.594,19	\$242,41	\$2.351,79	\$22.237,29
16	\$2.594,19	\$219,22	\$2.374,97	\$19.862,32
17	\$2.594,19	\$195,81	\$2.398,38	\$17.463,93
18	\$2.594,19	\$172,17	\$2.422,03	\$15.041,91
19	\$2.594,19	\$148,29	\$2.445,90	\$12.596,00
20	\$2.594,19	\$124,18	\$2.470,02	\$10.125,98
21	\$2.594,19	\$99,83	\$2.494,37	\$7.631,62
22	\$2.594,19	\$75,24	\$2.518,96	\$5.112,66
23	\$2.594,19	\$50,40	\$2.543,79	\$2.568,87
24	\$2.594,19	\$25,32	\$2.568,87	\$0,00
Valores por cancelar total		\$7.058,13	\$55.202,50	

Anexo 5: Plano de detalle de máquinas y elementos.



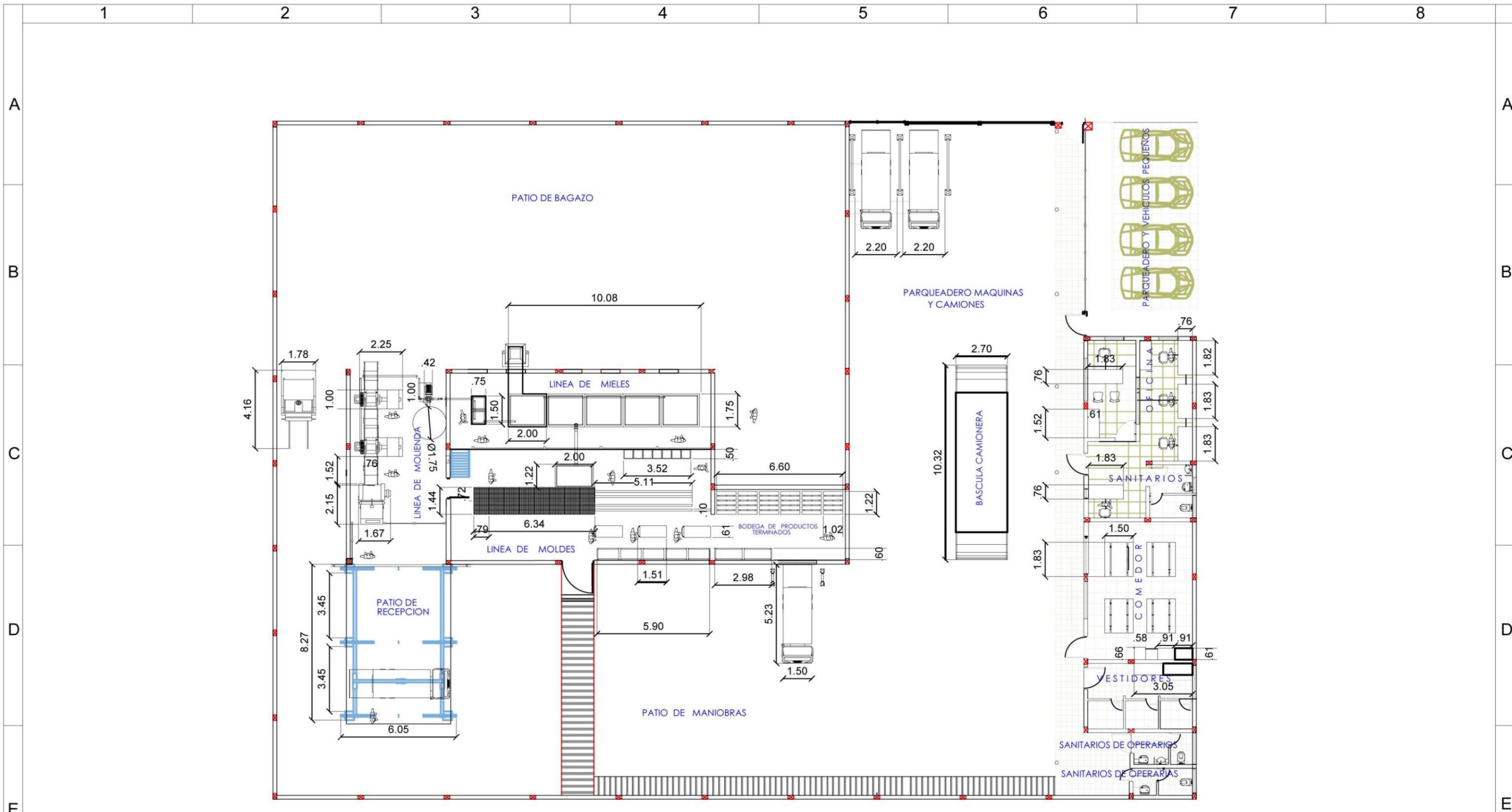
				TOLERANCIAS:	(PESO)	Universidad de las Américas	
				FECHA:	NOMBRE:	DENOMINACIÓN: Plano de detalle de máquinas y elementos	Escala: 1:100
				Dib.:	Julio Herrera		
				Rev.:			
				Aprov.:			
						NÚMERO DE DIBUJO: Lamina 1	Marca de Registro:
EDICIÓN:	Modificación:	Fecha:	Nombre:				

Anexo 6: Plano del rediseño de planta propuesto, con sus respectivas acotaciones, calculadas en metros.



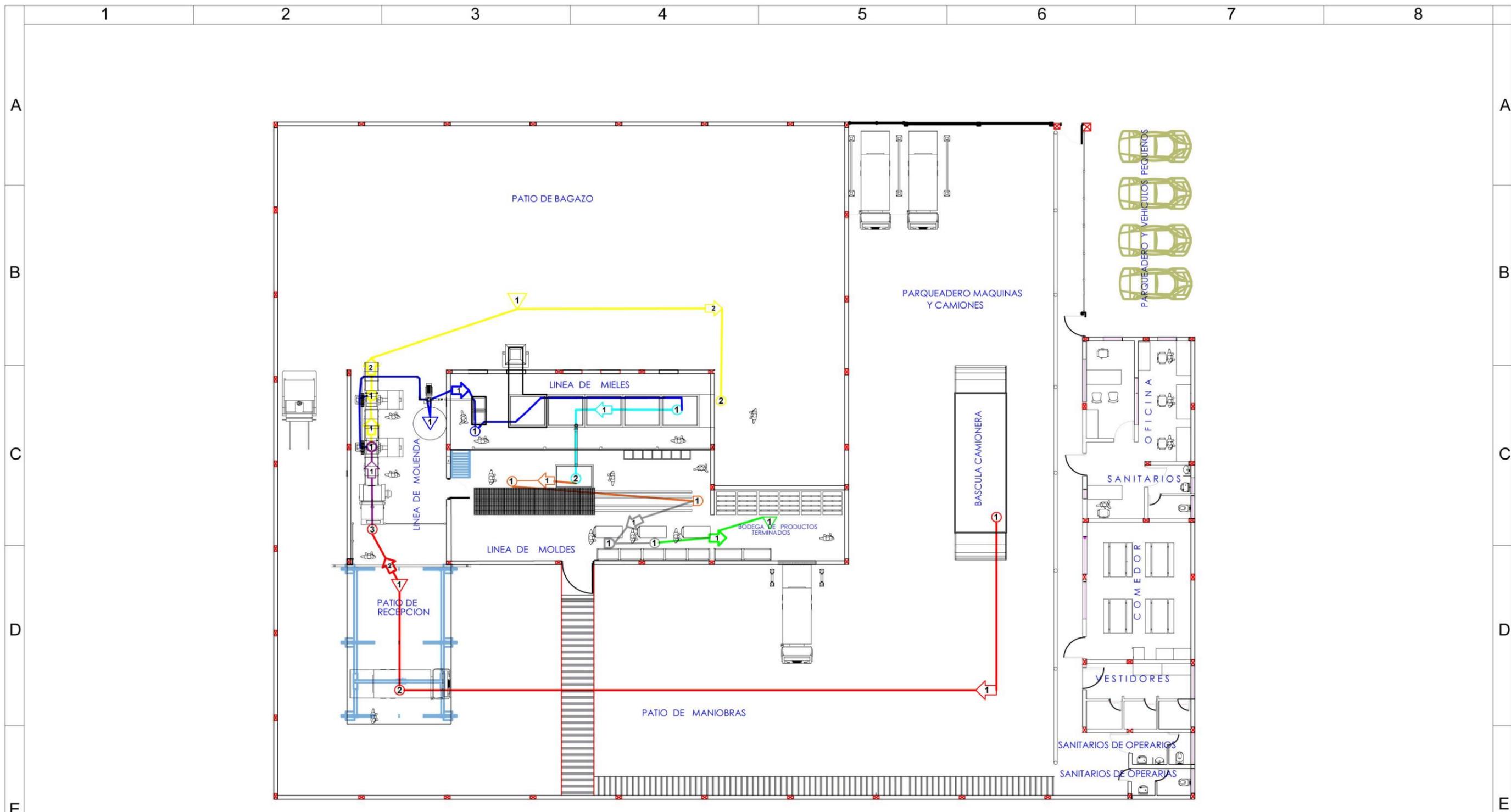
		TOLERANCIAS:		(PESO)		Universidad de las Américas	
		FECHA:		NOMBRE:		DENOMINACIÓN: Planos acotados del rediseño de planta propuesto	
		Dib.:		Julio Herrera		Escala: 1:100	
		Rev.:				NÚMERO DE DIBUJO: Lamina 2	
		Aprov.:				Marca de Registro:	
EDICIÓN:	Modificación:	Fecha:	Nombre:				

Anexo 7: Plano de acotación de máquinas y elementos existentes en el rediseño de planta propuesto.



				TOLERANCIAS:	(PESO)	Universidad de las Américas		
				FECHA:	NOMBRE:	DENOMINACIÓN: Acotación de máquinas y elementos existentes en el rediseño de planta propuesto	Escala: 1:100	
				Dib.:	Julio Herrera		NÚMERO DE DIBUJO: Lamina 3	Marca de Registro:
				Rev.:				
				Aprov.:				
EDICIÓN:	Modificación:	Fecha:	Nombre:					

Anexo 8: Plano del flujo de materiales en cada estación de trabajo del rediseño de planta propuesto.

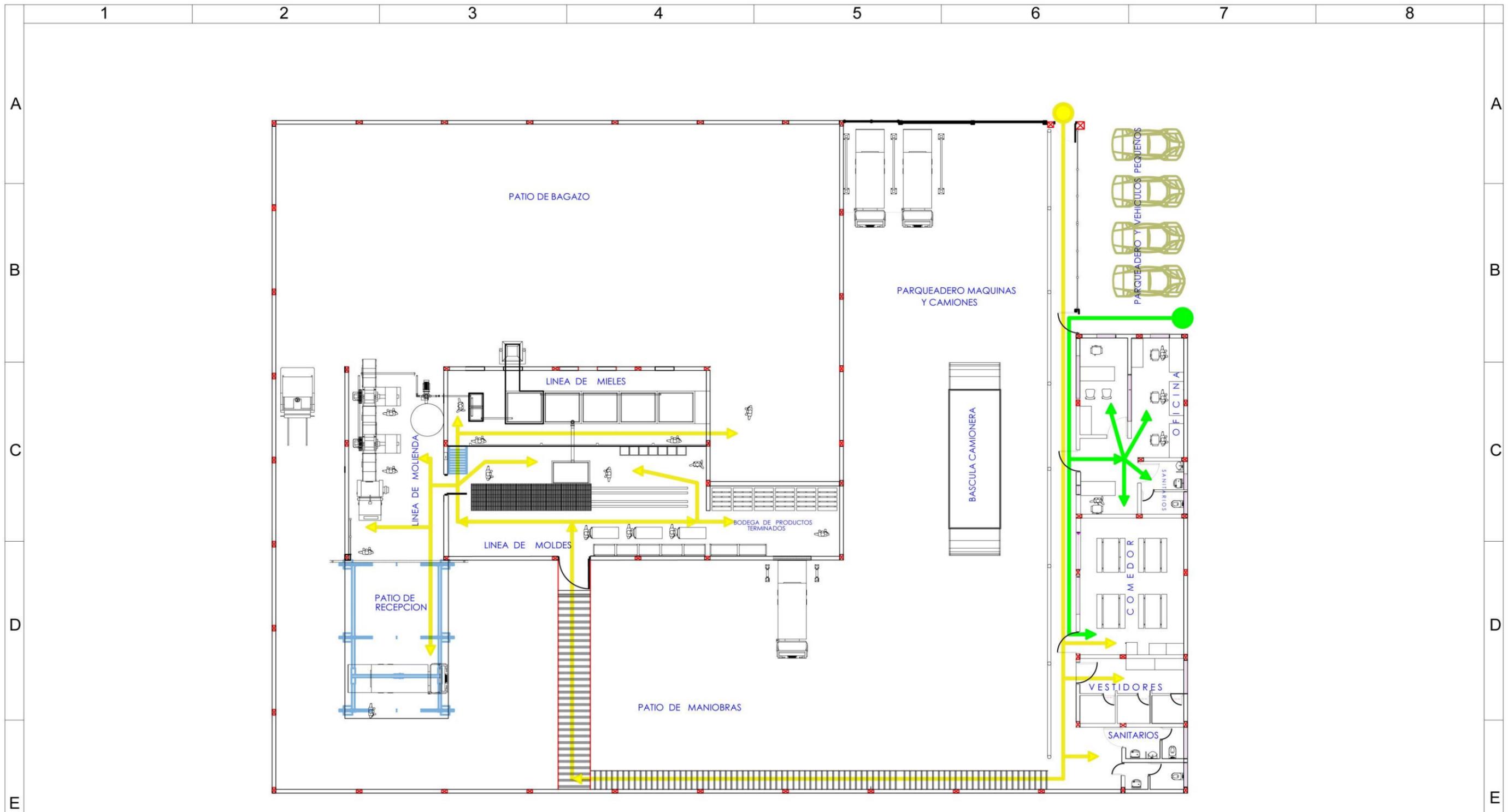


DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO EN ACTIVIDAD	COLOR
Caña de azúcar	—
Caña de Azúcar Desfibrada	—
Jugo de Caña	—
Bagazo	—
Miel	—
Panela Líquida	—
Panela en Solida	—
Caja de panela en bancos	—

TIPO DE FLUJO	OPERACIÓN	TRANSPORTE	INSPECCIÓN	DEMORA	ALMACENAJE
FIGURA	●	→	■	◐	▼

				TOLERANCIAS:	(PESO)	Universidad de las Américas		
				FECHA:	NOMBRE:	DENOMINACIÓN: Plano del flujo de materiales	Escala:	
				Dib.:	Julio Herrera		1:100	
				Rev.:				
				Aprov.:		NÚMERO DE DIBUJO: Lamina 4	Marca de Registro:	
EDICIÓN:	Modificación:	Fecha:	Nombre:					

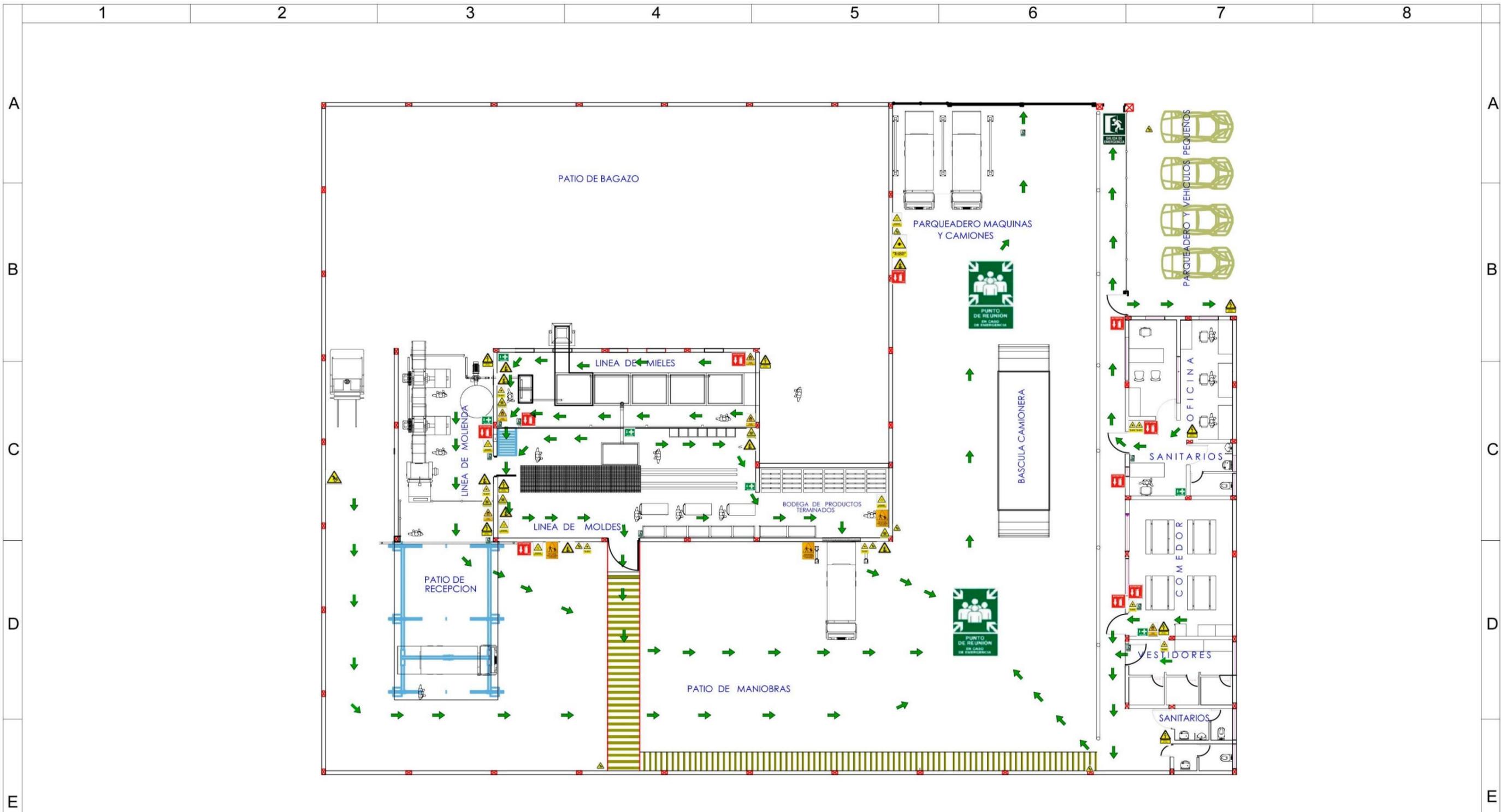
Anexo 9: Planos del flujo de personal en el rediseño de planta propuesto.



Personal administrativo	
Personal operativo	

				TOLERANCIAS:	(PESO)	Universidad de las Américas	
				FECHA:	NOMBRE:	DENOMINACIÓN: Plano del flujo de personas	Escala:
				Dib.:	Julio Herrera		1:100
				Rev.:			
				Aprov.:		NÚMERO DE DIBUJO: Lamina 6	Marca de Registro:
EDICIÓN:	Modificación:	Fecha:	Nombre:				

**Anexo 10: Plano del mapa de riesgos, destinados al rediseño de planta
propuesto.**



SIMBOLOGIA

	PUNTO DE ENCUENTRO		RIESGO INFLAMABLE		RIESGO ERGONOMICO		EXTINTOR
	RIESGO ELECTRICO		RIESGO BIOLÓGICO		RIESGO MECANICO		PUNTO DE ENFERMERIA
	RIESGO AUDITIVO		CARGA Y DESCARGA		CAIDA DE ELEMENTOS		RUTA DE EVACUACION
							SALIDA DE EMERGENCIA

				TOLERANCIAS:	(PESO)	Universidad de las Américas	
				FECHA:	NOMBRE:	DENOMINACIÓN: Mapa de riesgos	Escala: 1:100
				Dib.:	Julio Herrera		
				Rev:			
				Aprov:		NÚMERO DE DIBUJO: Lamina 5	Marca de Registro:
EDICIÓN:	Modificación:	Fecha:	Nombre:				

