



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

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

**“Diseño de una línea de producción de polvos naturales para
una empresa dedicada a la manufactura y comercialización de
productos naturales de uso medicinal y suplementos
alimenticios”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentado por:

Adán Gerardo Zambrano León

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2021

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guardar mi camino y brindarme sabiduría. A mis padres Carlos y Bella, por su apoyo invaluable y su tenacidad por formarme por el camino correcto. A mis hermanos Carlos, Virginia y María José por sus consejos y ejemplos a seguir.

A mi esposa Katty Morán por toda su ayuda y muestra de amor incondicional. A mi hijo Thiago por ser mi motor de superación. A mi familia y amigos por apoyarme cuando más los necesité.

A mi tutora del proyecto de titulación Ph.D. Cinthia Pérez, por su invaluable ayuda en el desarrollo del presente proyecto.

DEDICATORIA

Este trabajo realizado con
esfuerzo por varios meses,
está dedicado a mi esposa,
hijo, padres, abuelos,
familiares y amigos.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Ángel Ramírez M., Ph.D.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

Cinthia Pérez S., Ph.D.
DIRECTORA DE PROYECTO

Oscar Calero M., MSc.
VOCAL

DECLARACION EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Adán Gerardo Zambrano León

RESUMEN

El presente proyecto de titulación analiza la factibilidad para la inclusión de una línea de polvos naturales en una empresa dedicada a la fabricación y comercialización de productos naturales y suplementos alimenticios líquidos y polvos naturales, realizando un diseño de planta basado en la metodología Systematic Layout Planning (SLP). El término SLP hace referencia a una metodología que permite solucionar problemas de distribución de áreas en las plantas.

La empresa objeto del estudio no cuenta con la infraestructura para poder fabricar productos en polvos, es por esto que solicita maquila de sus productos en polvo a otra empresa del mismo giro de negocio del sector. Sin embargo, el largo tiempo de entrega y alto nivel de incumplimiento ocasiona desabastecimiento y pérdidas en ventas.

El objetivo del trabajo de titulación es realizar un estudio de factibilidad para la implementación de una línea de polvos naturales a través de un diseño de planta y análisis financiero, con la finalidad de evaluar la producción de polvos in-house, de esta manera cumplir con la planificación de producción mensual, asegurando el abastecimiento de productos en el Centro de Distribución.

El proyecto inicia con el Value Stream Mapping (VSM) para conocer el tiempo de entrega y desperdicios que se generan a lo largo de la cadena productiva una vez que se pone un pedido para maquilar polvos naturales. Luego, se hace una categorización por prioridad de los productos para definir el plan de abastecimiento a la bodega central garantizando la optimización del sistema de almacenamiento de productos realizados in-house.

El siguiente paso es el diseño de planta basado en la metodología SLP con el debido análisis financiero para evaluar la viabilidad de la ampliación de la línea de polvos naturales. Así mismo, se realiza un VSM futuro, el cual demuestra una reducción considerable del tiempo de entrega del producto en polvo, una vez emitida una orden de producción.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE PLANOS.....	X
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1 Antecedente.....	2
1.2 Objetivos del trabajo de titulación.....	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
1.3 Planteamiento del problema.....	4
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1 Generalidades.....	5
2.1.1 Productos naturales de uso medicinal.....	5
2.1.2 Suplementos Alimenticios.....	5
2.1.3 Actualidad del mercado naturista en Ecuador.....	7
2.1.4 Planificación sistemática del diseño (SLP).....	7
2.1.5 Value Stream Mapping (VSM).....	8
CAPÍTULO 3	
3. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Metodología del Value Stream Mapping (VSM).....	11
3.1.1. VSM actual.....	11
3.1.2. Identificar los principales procesos e información para su producción.....	12
3.1.3. Recolección de información de inventario y flujo de materiales.....	13
3.1.4. Cálculo del tiempo de entrega de la maquila.....	14
3.2. Diseño de planta.....	15
3.2.1. Diseño del producto.....	15

3.2.2. Diseño del proceso.....	19
3.2.2.1. Inputs.....	19
3.2.2.2. Outputs.....	20
3.2.3. Planificación de abastecimiento, producción y logística de transporte.....	22
3.3. Diseño Systematic Layout Planning SLP.....	25
3.3.1. Flujo de materiales.....	26
3.3.2. Relación de actividades.....	27
3.3.3. Análisis de disponibilidad de espacios.....	30
3.3.4. Diagrama nodal.....	33
3.3.5. Distribución por bloque o requerimientos de espacio.....	38
3.4. Reducción de tiempo de entrega.....	42
3.4.1. VSM futuro.....	42
3.4.2. Adaptación del ritmo de producción al ciclo esperado.....	42
3.4.3. Crear flujo continuo.....	43
3.4.4. Supermercados y definición de marcapasos.....	43
3.5. Análisis financiero.....	44
3.5.1 Análisis de flujo de caja.....	45
3.5.2. Análisis de escenarios y sensibilidad de indicadores de viabilidad.....	52
CAPÍTULO 4	
4. Conclusión y Recomendaciones.....	57
BIBLIOGRAFÍA	
ANEXOS	

ABREVIATURAS

VSM	Mapeo de la cadena de valor
SLP	Planificación sistemática del diseño
WIP	Trabajo en proceso
BPM	Buenas prácticas de manufactura
ARCSA	Agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria
A.V.	Actividades que agregan valor
N.A.V.	Actividades que no agregan valor
N.A.V.N.	Actividades que no agregan valor pero son necesarias
TIR	Tasa interna de retorno
VAN	Valor actual neto
TMAR	Tasa mínima aceptable de rendimiento
TH	Tasa de producción
TC	Tiempo de ciclo
ECP	Eficiencia de ciclo de proceso
MP	Materia prima
PT	Producto terminado
CNEL	Corporación nacional de electricidad

SIMBOLOGÍA

°C	Grados centígrados
h	Horas
Kg	Kilogramos
G	Gramos
m	Metros
m ²	Metros cuadrados
m ³	Metros cúbicos
min	Minutos
Ton	Toneladas
\$	Dólar
%	Porcentaje
Kva	Kilo-voltios-amperio (Potencia aparente)

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Serie de tiempo de cumplimiento de producciones planificadas..	3
Figura 2.1 Clasificación de los complementos alimenticios según el uso.....	6
Figura 2.2 Modelos de un VSM.....	9
Figura 3.1 Proceso de producción de polvos naturales.....	12
Figura 3.2 Procesos adicionales en la producción de polvos naturales.....	13
Figura 3.3 Diseño del producto (400g).....	17
Figura 3.4 Esquema del SLP.....	26
Figura 3.5. Diagrama relacional de actividades.....	29
Figura 3.6. Diagrama nodal de actividades opción A.....	36
Figura 3.7. Diagrama de nodal de actividades opción B.....	37
Figura 3.8. Representación por bloque de las áreas de la planta de polvos opción A	39
Figura 3.9. Representación por bloque de las áreas de la planta de polvos opción B	39
Figura 3.10. Representación por bloques ajustado al diagrama nodal opción A.....	40
Figura 3.11. Representación por bloques ajustado al diagrama nodal opción B.....	40
Figura 3.12 Diagrama de bloque de la distribución de la línea de polvos.....	41
Figura 3.13 Nuevo proceso de control de inventario.....	43

ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Datos del tiempo de entrega VSM de la maquila.....	14
Tabla 2	Eficiencia del ciclo del proceso.....	15
Tabla 3	Diseño del producto.....	16
Tabla 4	Detalle de presentación y almacenamiento de materia prima.....	18
Tabla 5	Total de operarios en producción de polvos.....	19
Tabla 6	Capacidad de almacenamiento en bodega de MP y PT.....	23
Tabla 7	Parámetro de producción de línea de polvos naturales.....	24
Tabla 8	Grado de importancia de acuerdo al valor de relación.....	28
Tabla 9	Razones para distribución de planta.....	28
Tabla 10	Área disponible para la ampliación.....	30
Tabla 11	Dimensiones de los equipos del área de preparación.....	31
Tabla 12	Dimensiones de los equipos del área de envasado.....	31
Tabla 13	Dimensiones de los equipos del área de acondicionado.....	31
Tabla 14	Disponibilidad de espacio en área de línea de polvos.....	33
Tabla 15	Tabla de relaciones en la nueva planta de polvos.....	34
Tabla 16	Codificación de las áreas de producción.....	34
Tabla 17	Representación por bloque.....	38
Tabla 18	Datos proyecto de ampliación de línea de polvos.....	46
Tabla 19	Ahorro unitario generado por maquila de productos de polvo por año.....	47
Tabla 20	Precio de venta promedio de producto en polvo.....	47

Tabla 21	Proyección de ventas de unidades de línea de polvos.....	48
Tabla 22	Unidades de venta perdidas por falta de inventario.....	49
Tabla 23	Flujo de caja de línea de polvos.....	51
Tabla 24	Precios de venta de productos de la línea de polvo.....	52
Tabla 25	Resultado de análisis de escenarios de indicadores de viabilidad económica.....	52
Tabla 26	Resultado de análisis de sensibilidad a precios de venta de línea de polvo.....	53
Tabla 27	Resultado de análisis de sensibilidad de inflación de polvos.....	54
Tabla 28	Análisis de sensibilidad de unidades vendidas por año de línea de polvo.....	55
Tabla 29	Valores del ahorro mínimo en costos unitarios de maquila.....	56
Tabla 30	Reducción para el ahorro mínimo del costo de maquila.....	56

ÍNDICE DE PLANOS

	Pag
ANEXO 1. VSM Actual maquila de polvos.....	60
ANEXO 2. Diagrama de proceso de línea de polvos.....	61
ANEXO 3. Diagrama de flujo de la línea de polvos.....	62
ANEXO 4. Layout actual de la planta.....	63
ANEXO 5. Masterplan Green.....	64
ANEXO 6. Detalle del área PP.....	65
ANEXO 7. Vista en 3D de zona PP.....	66
ANEXO 8. Diagrama de recorrido de la zona PP.....	67
ANEXO 9. VSM Futuro de la línea de polvos.....	68

INTRODUCCIÓN

El sector alimenticio ha presentado innovaciones a lo largo del tiempo que van acorde con las necesidades de los posibles consumidores. Uno de los enfoques que han tenido acogida en la comunidad son los suplementos alimenticios, muy comunes para complementar la alimentación, ya que brinda un sin número de nutrientes como vitaminas, minerales, ácidos grasos y enzimas. La empresa Green brinda un soporte ante este mercado, ya que cuenta con variedad de líneas de producción como; líquidos farmacéuticos, suplementos líquidos, polvos naturales y cosmética, no obstante, in house sólo se fabrican las presentaciones líquidas, mientras que los productos de las dos líneas restantes se maquilan en otra empresa. Actualmente, dado al incremento de la demanda de este tipo de productos en el mercado, la empresa comienza a tener desabastecimiento de productos de la línea de polvos, planteándose si es necesario comenzar a producir esta línea in-house para asegurar la entrega de productos y reducir los tiempos de entrega de productos generados en la maquila.

A nivel industrial, se busca la estandarización y mejora continua en las líneas de producción empleando diversas técnicas con la finalidad de mejorar la productividad y calidad, disminuir la variabilidad y a su vez tiempos innecesarios en producción. Para plantearse la producción in-house de la línea de polvos, se debe tomar en cuenta diversos factores para la distribución de una planta, para ello, se hace el uso de herramientas como diagramas de flujo tanto para el proceso como para materiales, diagrama nodal, diagrama de relación y cálculo de tiempo de entrega. El objetivo de este estudio es el diseño de la planta empleando la metodología SLP.

El proyecto evaluará la viabilidad de realizar la ampliación de la línea de polvos en términos financieros y en base a la velocidad de respuesta, en donde se utilizará el método Value Stream Mapping (VSM). Además, se ha considerado las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) para la distribución de la línea de proceso. La aplicación de metodologías y técnicas al momento de diseñar una planta brindan una visión sobre la correcta distribución del flujo del proceso de producción tomando en cuenta los equipos, materiales o recursos y personal, mientras que las BPM presentan un conjunto de normas a seguir para mantener mayor control ante posibles contaminantes.

Por tanto, el objetivo del presente proyecto es realizar un estudio de factibilidad para la instalación de una línea de polvos naturales mediante el diseño de planta y análisis financiero con el fin de evaluar la producción de polvos in-house aumentando el nivel de cumplimiento de la planificación de producción mensual en la empresa Green.

CAPÍTULO 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Antecedente

La temática del presente proyecto de titulación se desarrolla en una empresa de producción y comercialización de productos naturales de uso medicinal y suplementos alimenticios con más de 8 años de vigencia en el mercado nacional.

Desde sus inicios, en el año 2012 Green comercializaba una pequeña cantidad de productos, los cuales eran maquilados y fabricados por la empresa Farm. A lo largo de sus años de crecimiento, Green ha desarrollado nuevos productos en su portafolio de ventas que se categorizan en cuatro líneas de producción diferentes, estos son: polvos naturales, líquidos farmacéuticos, líquidos alimento/suplemento y cosméticos.

A inicios del año 2016, Green decide comenzar a independizarse comprando una planta de producción para poder fabricar de forma autónoma los productos de la línea de líquidos alimentos/suplementos. A finales del año 2017 contaba con 24 productos de los cuales 8 realizaba de forma autónoma y 16 maquilados por Farm.

En el año 2018, la empresa Green realiza el desarrollo de nuevos productos y amplía su portafolio, logrando tener 49 productos de los cuales 31 produce de forma independiente y 18 son maquilados por Farm.

En el año 2019 amplía su portafolio de productos logrando tener 55 productos de los cuales 33 produce de forma independiente y 22 son maquilados por Farm.

Desde que amplió su portafolio de productos, a inicios del 2019, comenzó a tener problemas en el indicador de cumplimiento de la

planificación de producción mensual por parte de la maquila, siendo así, que desde inicios del 2019 no logra superar el 63% de cumplimiento de producciones planificadas de los productos maquilados.

Esto último afecta directamente al inventario nacional provocando desabastecimiento en el Centro de Distribución Nacional y pérdida de venta de los productos maquilados. Los resultados de la serie de tiempo del indicador se muestran a continuación en la Figura 1.1.

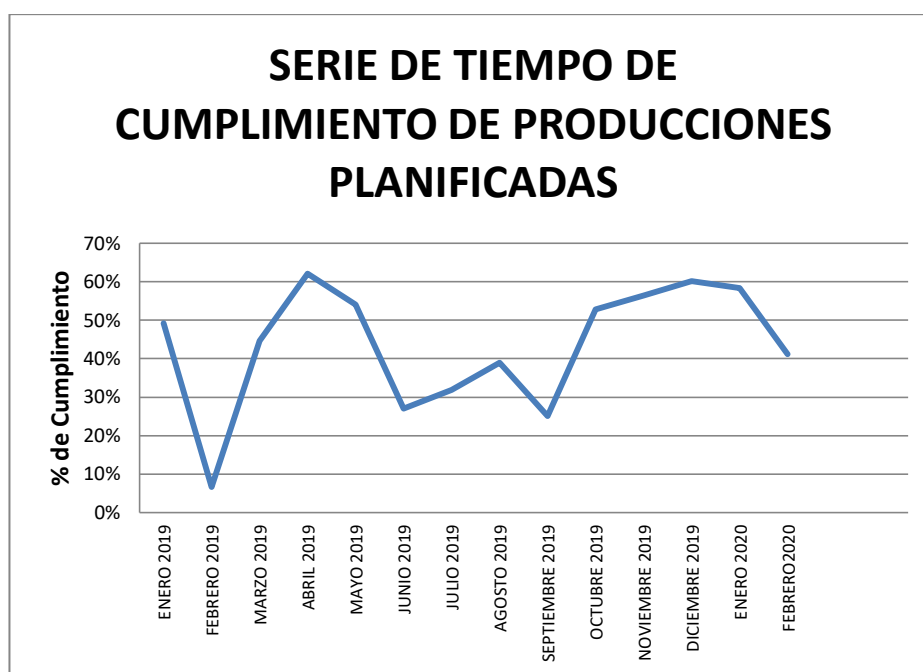


FIGURA 1.1 SERIE DE TIEMPO DE CUMPLIMIENTO DE PRODUCCIONES PLANIFICADAS

(Fuente: Adán Zambrano)

La no venta de los productos maquilados genera una pérdida de ingresos a Green, por lo cual la empresa debe considerar manejar de forma autónoma la fabricación de los productos de la línea de polvos naturales, y cumplir con el indicador de planificación de producción mensual y asegurar la disponibilidad de producto terminado en el Centro de Distribución Nacional.

1.2. Objetivos del Trabajo de Titulación

1.2.1. Objetivo General

Realizar un estudio de factibilidad para la instalación de una línea de polvos naturales a través de un diseño de planta y análisis financiero, con la finalidad de evaluar la producción de polvos in-house aumentando el nivel de cumplimiento de la planificación de producción mensual en la empresa Green.

1.2.2 Objetivo Específicos

- Ejecutar VSM actual de la planta para conocer lead time inicial que genera retrasos en las entregas e incumplimiento del indicador de planificación mensual de producción.
- Realizar el diseño de planta que contemple la inclusión de la línea de polvos naturales en la empresa Green.
- Diseñar VSM futuro con la implementación de la línea de polvos.
- Realizar un análisis financiero para determinar la factibilidad de producir in-house los productos en polvo que se envían a maquilar.

1.3. Planteamiento del Problema

Desde enero 2019 hasta febrero 2020, el indicador de cumplimiento de la planificación de producción mensual para productos maquilados de la empresa Green no ha superado el 63%, ocasionando desabastecimientos en el Centro de Distribución Nacional. A diferencia del año 2018 en donde el indicador superaba el 80%.

Green necesita analizar la manufactura directa de los productos de la línea de polvos para reducir y/o eliminar los desabastecimientos en el Centro de Distribución Nacional, a través del cumplimiento íntegro de la planificación mensual de producción.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

En este apartado se pone bajo contexto los conceptos generales relacionados a la producción suplementos alimenticios y de productos naturales de uso medicinal.

2.1.1. Productos naturales para uso medicinal

A lo largo de la historia humana, los productos naturales, incluidas las plantas terrestres, los productos animales, los organismos marinos y los productos de fermentación de micro organismos, se han utilizado en medicinas tradicionales [1]. Esta experiencia histórica con productos naturales como agentes terapéuticos ha evolucionado hacia un aislamiento sofisticado de entidades químicas activas de plantas etnofarmacológicas (para uso medicinal) con el efecto de que, en la medicina moderna, los productos naturales son cada vez más las fuentes primarias en el descubrimiento temprano de fármacos [2].

2.1.2. Suplementos alimenticios

Los suplementos alimenticios son fuentes concentradas de nutrientes (es decir, minerales y vitaminas) u otras sustancias con un efecto nutricional o fisiológico que se comercializan en forma de "dosis" (por ejemplo, píldoras, tabletas, cápsulas, polvos, líquidos en dosis medidas) [3]. Una amplia gama de nutrientes y otros ingredientes pueden estar presentes en los suplementos alimenticios, que incluyen, entre otros, vitaminas, minerales, aminoácidos, ácidos grasos esenciales, fibra y varias plantas y extractos de hierbas.

Los suplementos alimenticios están destinados a corregir las deficiencias nutricionales, mantener una ingesta adecuada de ciertos

nutrientes o para apoyar funciones fisiológicas específicas. No son medicamentos y, como tales, no pueden ejercer una acción farmacológica, inmunológica o metabólica [4]. Por lo tanto, su uso no está destinado a tratar enfermedades en humanos ni a modificar funciones fisiológicas.

Los grupos más grandes de suplementos alimenticios usados son productos destinados a: la reducción de peso, al fortalecimiento del sistema inmunológico, deportistas, adultos mayores, a niños, personas con problemas articulares, disminuir el cansancio y mujeres en periodo de lactancia, al igual que los productos conformados por ácidos grasos omega-3 y antioxidantes, como se detalla en la figura 2.1.



FIGURA 2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS COMPLEMENTOS ALIMENTICIOS SEGÚN EL USO

(Fuente: Lombardi y otros) [3]

2.1.3. Actualidad del mercado naturista en Ecuador

El mercado naturista el cual está relacionado a la medicina alternativa representa a nivel mundial un mercado que supera los \$400.000 millones [5]. El número de personas directamente implicadas y vinculadas a las actividades, así como aquellas cuyo trabajo y profesión depende de sus aplicaciones, supera los 6 millones.

En Ecuador existen 12 marcas nacionales y 15 internacionales que fueron pioneras en desarrollar actividades que normalmente se realizaron en centros naturistas. Estos productos están valorados en aproximadamente \$ 13 millones por año [6] .

Los suplementos alimenticios, dietéticos, cápsulas, cosméticos y otros medicamentos están hechos de hierbas cultivadas en comunidades locales y rurales de todo el país. Se estima que más del 80% de la los ecuatorianos depende de productos naturales con efectos medicinales y, por tanto, de plantas o productos naturales para la atención básica de la salud [7].

El aloe, sangre de dragón, ruda, valeriana, dulcamara, uña de gato, chancapiedra y el arándano son los más utilizados para elaborar medicinas alternativas. Se cultivan en la costa, sierra y en la región amazónica. En Guayaquil la medicina herbal natural genérica es más barata que la medicina tradicional incrementando la demanda de estos productos.

2.1.4. Planificación sistemática del diseño (SLP)

El método SLP es una herramienta utilizada para distribuir un lugar de trabajo en una planta mediante la ubicación de áreas con alta frecuencia y relaciones lógicas cercanas entre sí, según Muther y Hales [8]. La implementación de la metodología SLP abarca los siguientes objetivos:

- Minimizar el manejo de materiales (especialmente la distancia y el

tiempo de viaje).

- Mantener la flexibilidad de disposición y operación a medida que cambian las necesidades.
- Promover una alta rotación del trabajo en proceso, manteniéndolo en movimiento.
- Hacer un uso económico del espacio.
- Proporcionar seguridad, comodidad y conveniencia a los empleados.

El valor y necesidad del método SLP son necesarios al establecer una nueva instalación. Durante la vida útil de la instalación, la distribución de planta sigue siendo esencial. Reorganizar en ausencia de un plan de acción, en la práctica, en casi todos los casos, resultará en tiempo perdido, equipo inactivo e interrupción del personal. Además, bien puede dar lugar a graves errores en el uso de los terrenos disponibles de una empresa, en arreglos costosos, en la destrucción de edificios, muros o estructuras principales que todavía son utilizables, pero que posteriormente resultan ser obstáculos para la eficiencia y operación de bajo costo. Este proyecto, por medio de la metodología SLP, busca la correcta distribución de las áreas que conforman la línea de polvo, con la finalidad de generar un proceso altamente eficiente entre departamentos.

2.1.5 Value Stream Mapping (VSM)

El VSM o Mapeo de la Cadena de Valor, es una herramienta de mejora empresarial que ayuda a visualizar todo el proceso de producción, representando tanto el flujo de material como el de información [9]. Se definió al VSM como la recopilación de todas las actividades de valor agregado y sin valor agregado que se requieren para llevar un producto o un grupo de productos que utilizan los mismos recursos a través de los flujos principales, desde la materia prima hasta los clientes finales [10].

El flujo de valor se refiere a los detalles de las empresas que agregan valor al producto o servicio en consideración y es necesario mapear los flujos de valor agregado tanto dentro como fuera de la empresa [11]. Se discute la tasa a la que se agrega valor a un solo producto desde la etapa de materia prima hasta el despacho y la entrega al cliente y la visión cambiante de las organizaciones hacia la mejora de los procesos [12]. La figura 2.2 presenta un ejemplo de un diagrama VSM.

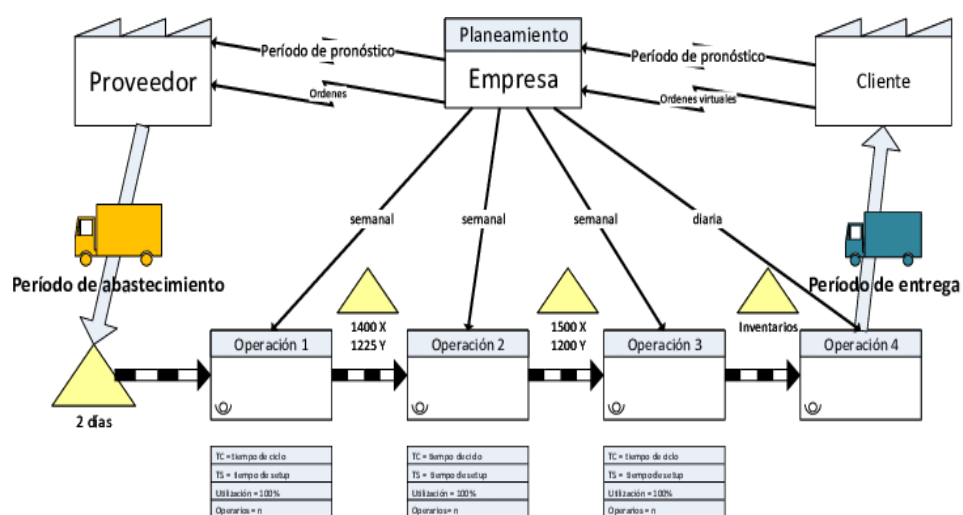


FIGURA 2.2 MODELO DE UN VSM
(Fuente: Lean Solutions) [13]

El inventario innecesario, los defectos, el procesamiento y el transporte inapropiados son los desechos más graves en el sistema, razón por la cual en la bibliografía de “Value stream mapping for the process industries” y “Lean Logistics”, sugiere emplear herramientas como el VSM [11]; [14]. En base a la literatura se desarrolla un mapeo de actividad del proceso, es decir, un mapeo de la cadena de valores, obteniendo el Lead time de los productos terminados en la cadena de polvos como fase inicial del VSM actual, mientras que para el VSM futuro se realizan mejoras al proceso actual de la línea de polvos para lograr la reducción del Lead time del proceso.

CAPÍTULO 3

3. METODOLOGÍA

Para el diseño de la ampliación del área de polvos en la empresa Green, se implementará el análisis de VSM actual, desarrollo del SLP, VSM futuro y finalmente un análisis financiero.

Durante el VSM actual se logra estudiar y analizar el Tiempo de Entrega de polvos naturales desde el pedido a la maquila hasta su almacenamiento en la empresa. Este análisis permite identificar aquellos procesos que generan retraso en las entregas, comprometiendo las planificaciones mensuales de producción.

Para el diseño de la distribución de la línea de polvos se aplica el SLP, desarrollada por Murther [8], este método permite identificar aquellos elementos que se involucran con la distribución de la planta para determinar las relaciones entre cada uno de estos elementos.

Para el desarrollo del SLP, se tendrá en consideración los parámetros de producción para la línea de polvos, como el volumen y tiempo de producción por cada producto, así mismo, se considera las recomendaciones técnicas implícitas en el reglamento No.067 de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) notificadas por la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA).

Luego del análisis de VSM actual y SLP se realiza un VSM futuro para garantizar un flujo con mayor eficiencia durante el proceso productivo disminuyendo los desperdicios. Para el VSM futuro se espera como resultado, que el Tiempo de Entrega (incluido el tiempo de los procesos, el tiempo de entrega del proveedor y el almacenamiento WIP) se reduzca al menos en un 30%, permitiendo de esta manera aumentar el indicador de la planificación mensual de la producción. Finalmente, se aplica un análisis financiero del cálculo de flujo durante cinco años con la finalidad de determinar si el ahorro por concepto de

maquila son relevantes y suficientes para poder ejecutar el proyecto de la ampliación de la línea de polvos in-house, los indicadores considerados para determinar la viabilidad del proyecto con la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN).

3.1. Metodología del Value Stream Mapping (VSM)

La técnica de VSM permitirá visualizar a mayor detalle todo el proceso tanto actual (con la empresa que maquila el producto), como a futuro (con la implementación de la línea de polvos), a fin de entender por completo el flujo de información y de materiales, así como identificar los desperdicios en todo el proceso de producción de la línea de polvos.

3.1.1. VSM actual

Los productos de la línea de polvos naturales equivalen al 16% de todos los productos terminados de la empresa, esta línea tiene una participación del 23.75% siendo la segunda línea de productos con mayor porcentaje de ventas, por tanto, son considerados como categoría A en la familia de productos.

El VSM actual se diseñó recopilando información de todos los tiempos asociados para cada proceso y trabajo en proceso desde la maquila hasta el envío a la empresa (Anexo 1).

De acuerdo con la maquila de polvos naturales realizado por la empresa Green, se establece el tipo de maquinaria y la cantidad de operadores para los procesos de preparación, envasado y acondicionado con los que deberá contar la empresa al momento de ampliar la línea de polvo, esto será evaluado en el estudio de factibilidad.

Como se menciona en el planteamiento de problema, el indicador de la planificación de producción mensual en los productos maquilados apenas alcanza un 63%, esto se debe a que la maquila no tiene la capacidad de abastecer el requerimiento mensual de Green, dejando algunos

productos sin fabricarse, lo cual se podría convertir en unidades de productos no vendidos. La empresa que maquila no está interesada en ampliar su capacidad de producción, lo que hace plantearse a Green la necesidad de realizar la manufactura in-house, con la finalidad de incrementar el indicador de planificación de producción mensual a un nivel considerable, esperando pasar el nivel que tuvo en el periodo 2018 donde superó el 80%.

Se genera el VSM actual para estudiar y analizar el Tiempo de Entrega de polvos naturales desde el pedido a la maquila hasta su almacenamiento en el Centro de Distribución Nacional, que es la bodega matriz. A continuación, se detalla el procedimiento para calcular el Lead time o tiempo de entrega.

3.1.2. Identificar los principales procesos e información para su producción

Para el análisis del VSM actual, se consideran los procesos indicados en las figuras 3.1 y 3.2 tales como dispensado, mezclado, tamizado, envasado, acondicionado, codificado, empaque y despacho, siendo estos los procesos generales para la elaboración de productos en polvo.

En la figura 3.1 se especifican los tiempos por ciclo, tamaño de lote, disponibilidad de jornada laboral y número de trabajadores requeridos por cada etapa de proceso desde el dispensado hasta el envasado.

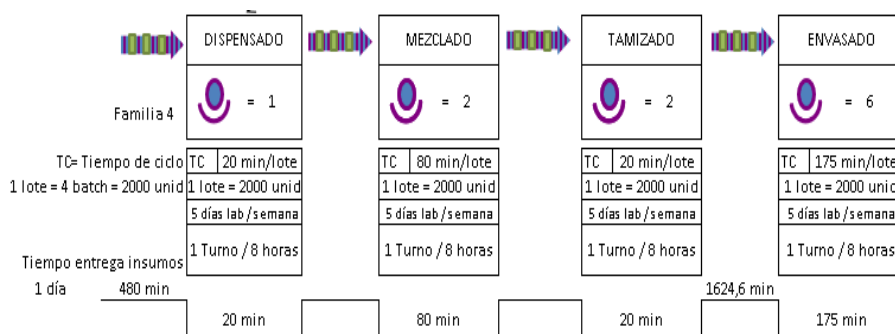


FIGURA 3.1 PROCESO DE PRODUCCIÓN DE POLVOS NATURALES (Fuente: Adán Zambrano)

Continuando, los últimos pasos a seguir para la fabricación de polvos naturales culminan con el codificado, empaque y despacho, los cuales se detallan en la figura 3.2. En cada etapa del proceso se puede visualizar cuales son los procesos que agregan valor (A.V.), los procesos que no agregan valor (N.A.V.) y los procesos que no agregan valor pero son necesarios (N.A.V.N.), detalles que se visualizan en el Anexo 1.

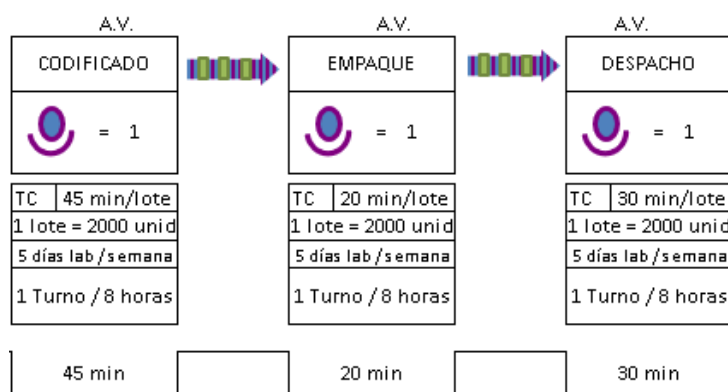


FIGURA 3.2 PROCESOS ADICIONALES EN LA PRODUCCIÓN DE POLVOS NATURALES
(Fuente: Adán Zambrano)

3.1.3. Recolección de información de inventario y flujo de materiales

Para obtener información integral del proceso es necesario colocar los tiempos propios de la fabricación, así como los tiempos generados por la planificación de la maquila, los cuales se detallan a continuación:

Tiempo de entrega de insumos = (1 día) (8 h/día) (60min/h) = 480 min
Tiempo Gestión Pedido a maquila = (4 días) (8 h/día) (60min/h) = 1920 min
Tiempo Planificación Producción = (2 días) (8 h/día) (60min/h) = 960 min

En la etapa de envasado existe producto en proceso, lo cual está expresado en unidades. Para poder transformar las unidades en tiempo, es necesario aplicar como analogía la Ley de Little descrita en

la ecuación 3.1, donde L es igual al trabajo en proceso (WIP), λ equivale a la tasa a la cual se produce (TH) y W equivale al tiempo de ciclo. De esta forma se obtiene el tiempo del proceso (WIP) del inventario, la cual queda expresada en minutos.

$$\text{Ley de Little (L)} = \lambda * W \quad (3.1)$$

$$\text{WIP envasado} = (2000 \text{ unid} / 13000 \text{ unid/mes}) * (22 \text{ días/mes}) * (480 \text{ min/día}) = 1625 \text{ min}$$

3.1.4. Cálculo del tiempo de entrega de la maquila

Para calcular el tiempo de entrega de la maquila de polvos naturales se aplica la ecuación 3.2., la fórmula considera el tiempo que agrega valor (A.V), tiempo que no agrega valor (N.A.V) y tiempo que no agrega valor pero son necesarios (N.A.V.N).

$$\text{Tiempo de Entrega} = \text{Tiempo A.V.} + \text{Tiempo N.A.V.} + \text{Tiempo N.A.V.N.} \quad (3.2)$$

Los datos recopilados durante todo el proceso (Ver Anexo 1) servirán para el cálculo del Tiempo de Entrega, estos datos se presentan en la tabla 1.

TABLA 1
DATOS DEL TIEMPO DE ENTREGA VSM MAQUILA

A.V.	390 min
N.A.V.	1624.615 min
N.A.V.N.	3360 min

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

$$\begin{aligned} \text{Tiempo de Entrega} &= 390 \text{ min} + 1625 \text{ min} + 3360 \text{ min} = \mathbf{5375 \text{ min}} \\ \text{Tiempo de Entrega} &= 5375 \text{ min} \times (1 \text{ hora}/60 \text{ min}) \times (1 \text{ día}/8 \text{ horas}) \\ &= \mathbf{11,2 \text{ días}} \end{aligned}$$

Por consiguiente, el tiempo de entrega de la maquila es aproximadamente 11,2 días.

La eficiencia del ciclo del proceso (ECP) se detalla en la tabla 2.

concluyendo que las actividades que agregan valor en los procesos representan el 7,25% para la línea de polvos de la maquila. Por otro lado, las actividades que no agregan valor corresponden al 92,75%, siendo equivalente a un total de 10,39 días.

TABLA 2
EFICIENCIA DEL CICLO DEL PROCESO

A.V.	ECP = 7,25%
N.A.V.	ECP = 30,23%
N.A.V.N.	ECP = 62,52%

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

En el anexo 1 se aprecia que los procesos que generan mayores retrasos en el tiempo de entrega de productos son las órdenes de pedidos y la planificación de la maquila. Estos procesos que generan retrasos se podrán eliminar al momento de realizar la producción in-house.

3.2. Diseño de planta

Para el diseño de la distribución de la línea de polvos en la planta de Green, se toma en consideración los procesos que se ejecutan en la planta donde se maquilan los productos, así mismo, se tiene en cuenta el conjunto de normas bases que se deben cumplir por las BPM, de tal manera mantener las características organolépticas y microbiológicas del producto final.

Con la implementación del diseño se busca la optimización del proceso evitando la generación de desperdicios en procesos y gastos innecesarios.

3.2.1. Diseño del producto

El paso inicial para aplicar el SLP, consiste en identificar los productos de la empresa que se comercializan de la línea de polvos, los cuales se transformarán en los requerimientos de producción, para su posterior

planificación y ejecución del mismo.

La tabla 3 presenta el diseño del producto que se fabricará en la nueva planta de polvos naturales en la empresa Green.

**TABLA 3
DISEÑO DEL PRODUCTO**

Diseño de producto	
Envase:	Funda Polietileno
Presentación:	400 gr
Unidad de carga:	Corrugado x 30 unid
Apilamiento en Pallet	33 corrugados x 30 unid = 990 unid/pallet
Mercado:	Salud, medicamentos naturales, suplementos alimenticios
Volumen de venta mensual promedio:	13,000.00 unidades
Canales de distribución:	Cadenas, autoservicios y naturistas

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

En la figura 3.3, se observa la presentación de 400 gr las cuales son almacenadas en cajas de cartón corrugado con una capacidad de carga máxima de 30 unidades. Respecto al paletizado, el apilamiento consta de 33 cajas de cartón corrugado, lo que representa 990 unidades por pallet.



FIGURA 3.3. DISEÑO DEL PRODUCTO (400GR)

(Fuente: Adán Zambrano)

La empresa planea expandir su línea de polvos a productos con diferentes presentaciones como: latas de aluminio y potes plásticos de polipropileno, con gramajes que podrán variar desde los 100 gr hasta los 1000 gr. Por lo tanto, el proceso de envasado debe además poder responder a ese requerimiento.

El tipo de materia prima requerido y almacenado en bodega son; fibras, polvos naturales y excipientes que conforman la fórmula master de los productos terminados, los cuales se detallan en la tabla 4. La presentación de estas materias primas son polvos que deben cumplir con las condiciones de almacenamiento recomendadas por el proveedor, temperatura menor a 25°C y porcentaje de humedad relativa menor de 65%, con la finalidad de asegurar la calidad e inocuidad de la materia prima.

**TABLA 4
DETALLE DE PRESENTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIA
PRIMA**

Materias primas en bodega		
PRODUCTO	Presentación Kg	Empaque de almacenamiento
linaza café	46	saco
Maltodextrina	25	saco
Cloruro de magnesio	25	saco
Linaza dorada	46	saco
Suero de leche	20	saco
Polvo mortíño	25	caja
Sacarosa	25	saco
Proteína aislada de soya	20	saco
Avena micro-pulverizada	25	saco
Ácido ascórbico	25	cartón
Glucosamina	25	tanque
Semilla de noni pulverizado	25	tanque
Fosfato tricalcico	25	saco
Saborizante maracuyá	20	caneca
Dextrosa	20	saco
Colágeno	25	saco
Stevia	10	caja
Lactosa	25	saco
Citrato de magnesio	25	saco
Celulosa	25	saco
PVP	25	saco
Ajonjolí	25	saco
Ácido cítrico	25	saco
Spirulina	25	saco
Moringa semipulverizada	20	funda
Soya micropulverizada	25	saco
Sacarina sódica	20	saco

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

3.2.2. Diseño del proceso

En cuanto al diseño del proceso de producción de polvos, se deben considerar los procesos que realiza la maquila, con la finalidad de implementar el sistema de producción en la ampliación de la nueva línea de polvos naturales que la empresa Green evalúa y plantea manufacturar de forma autónoma. El diagrama de procesos se presenta en el Anexo 2, el cual detalla las operaciones existentes entre los departamentos encargados para cada etapa de proceso. Por otro lado, la cantidad de personal requerido para operar la línea de polvos se detalla en la tabla 5.

TABLA 5
TOTAL DE OPERARIOS EN PRODUCCIÓN DE POLVOS

# de Personas requeridas	
Área de Preparación	2
Área de Envasado	5
Área de Acondicionado	1
Total:	8

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

3.2.2.1. Inputs

Dentro de la producción de polvos naturales, los inputs presentes son los que se relacionan con la elaboración y/o transformación de la materia prima, entre los principales, se mencionan los siguientes:

- Materia prima
- Servicios Generales como:
 - Energía eléctrica
 - Agua potable
 - Suministro de vapor

La ampliación de la línea de polvos provocará un incremento de la

carga eléctrica en los transformadores, lo cual impide que los equipos en la manufactura puedan trabajar con las mismas condiciones. Para que los equipos puedan trabajar con regularidad es necesario realizar un incremento de carga de los transformadores, diseño que se presenta a la empresa CNEL para aprobación, cambiando los dos transformadores de 75 y 50 KVA respectivamente a un transformador de 300 KVA, permitiendo que la planta se abastezca de la carga eléctrica para todo el proceso, además de contar con una holgura del 40% de carga eléctrica disponible para edificaciones administrativas, líneas de procesos, bodegas de almacenamiento y galpones de tratamiento con las que la empresa quiera contar en un futuro.

Con respecto al suministro de agua, la planta cuenta con el abastecimiento de agua potable por medio de las redes de distribución de Interagua, en donde el agua se almacena en una cisterna de 4m³. El agua se distribuye a toda la planta por medio de tuberías que se encuentran empotradas en pisos y paredes.

Para la expansión de la nueva área se instalaron nuevas tuberías las cuales se adaptaron al sistema de tuberías existentes de acuerdo con la distribución requerida de la nueva línea de polvos.

El suministro de vapor está compuesto por un sistema de tuberías que ya existe en la empresa, para la nueva línea de polvo se pretende implementar una extensión de 15 m de largo la cual será ubicada en la zona de preparación de polvos y conectada con los hornos de vapor que son requeridos en el proceso de preparación.

3.2.2.2. Outputs

La línea de polvos presentará salidas o outputs que se generarán posterior a una actividad de transformación o al finalizar alguna etapa de proceso, los diferentes outputs se detallan a continuación:

- Producto terminado

- Productos no conformes de las producciones.
- Salida de materiales defectuosos.
- Empaques de materia prima y materiales
- Desechos

Los productos considerados como desechos son ubicados en la zona de desechos de la planta según el programa de gestión de desechos, estos son clasificados de acuerdo a sus características como desechos peligrosos o no peligrosos. Los desechos no peligrosos, son desechos comunes y orgánicos que se almacenan en contenedores metálicos para que la empresa que se encarga del aseo de la ciudad retire los mismos tres veces por semana, conforme al cronograma de limpieza que mantiene del sector.

Los desechos peligrosos como vidrio, aceites y solventes, se almacenan en el área correspondiente de la zona de desechos y son retirados por medio de un gestor ambiental una vez la empresa cumpla con el mínimo peso establecido por el gestor.

La salida de materiales defectuosos son notificados al área de control de calidad, quien a su vez gestiona la reposición de dicho material con el proveedor, mientras se realice el cambio, este material debe permanecer en la bodega con un rótulo que indique el status del material.

Los productos no conformes, en caso de existir, deben permanecer identificados en la bodega de producto terminado en donde un análisis posterior de jefaturas de áreas y Gerencia determinará el destino del producto en mención.

Por otro lado, los productos terminados luego de pasar la última inspección y ser almacenados en el centro de distribución se consideran outputs ya que son el resultado del proceso de producción

de polvos naturales.

En el Anexo 3 se puede visualizar el diagrama de flujo completo de la línea de polvos, la cual deberá ser replicada en la empresa Green en caso de ser favorable el análisis de factibilidad.

3.2.3. Planificación de abastecimiento, producción y logística de transporte

En cuanto a la planificación de abastecimiento, se debe considerar la cantidad de producto a almacenar, basado en la capacidad de las bodegas de materiales y materia prima, que están conformadas por racks de doble piso, junto a la rotación que tiene cada material de los productos en polvo. Así mismo, siguiendo las políticas de abastecimiento de la empresa, se considera que la bodega de tránsito de producto terminado debe estar diseñada para tener la capacidad de almacenamiento de tres días continuos de producción, equivalentes a 12,000 unidades.

La bodega de tránsito de producto terminado tiene la capacidad de almacenamiento de 12000 unidades (tabla 6.), mientras que el volumen esperado de ventas mensuales es de 13000 unidades (tabla 3.), dicho esto, Green tiene la capacidad de almacenar un 92% el promedio de venta mensual de la línea de polvo en la bodega de tránsito.

Sin embargo no es necesario que la bodega de tránsito de producto terminado cubra al 100% el requerimiento mensual de ventas, puesto que el producto finalizado permanece en la bodega de tránsito solo dos días, tiempo en el cual el laboratorio de control de calidad realiza análisis físico-químicos y microbiológicos para la aprobación o rechazo del lote.

Una vez se aprueba cada lote de producto en polvo, estos son enviados al centro de distribución nacional, para contar con su distribución a los diferentes puntos de venta. En caso que el resultado

microbiológico del producto sea rechazado, se rotula el producto como rechazado y se procede conforme indica el procedimiento de productos no conformes.

En la tabla 6 se detallan las diferentes capacidades que tienen las bodegas de la línea de polvos, dando como resultado que las bodegas de materias primas y materiales tienen capacidad de almacenar un stock de insumos para poder fabricar hasta por 4 meses continuos, mientras que la bodega de tránsito de producto terminado tiene capacidad de almacenamiento de tres días continuos de producción, esta bodega servirá solo como filtro durante la aprobación o rechazo de un lote de producción.

TABLA 6
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO EN BODEGA DE MP Y PT

Capacidades de almacenamiento en bodegas				
No.	Área de Ampliación	Área (mts ²)	# de pallets	Capacidad
1	Bodega de Materiales	27	10	70000 unid
2	Bodega de Materia Prima	59	34	34 ton
3	Bodega de Cuarentena Materia Prima	31	10	10 ton
4	Bodega de Producto Terminado	35	12	12000 unid

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Los parámetros de producción para la nueva línea de polvos se detallan en la tabla 7, se indican parámetros correspondientes a un proceso productivo de 8 horas diarias, donde se proyecta que la nueva línea de polvos contará con la capacidad de producir 4,000 unidades diarias de producto terminado con una presentación de 400g. Las 4,000 unidades están proyectadas a 6 horas diarias aproximadamente, ya que se lleva a cabo un proceso continuo, donde la preparación es de 35 min y el envasado de los 8 batch en 40 minutos dando un total de 355min que representa alrededor de 5.92h.

La línea de polvos in-house tendrá una capacidad máxima de producción mensual de 88,000 unidades, sin embargo, para los

requerimientos de planificación mensual se podría solicitar hasta 39,000 unidades mensuales; ocupando en el escenario más saturado un 44% de la capacidad total instalada, contando con una holgura en la capacidad de producción del 56%, valor que se podría cubrir con el desarrollo de nuevos productos en la línea de polvos. La capacidad adicional también puede servir para que la empresa Green maquile productos de polvos naturales y/o suplementos a otras empresas que la requieran.

TABLA 7
PARÁMETROS DE PRODUCCIÓN DE LÍNEA DE POLVOS
NATURALES

Parámetros de producción línea de polvos		
	Cantidad	Unidades
Tamaño de Batch	200	kg
# batch / día	8	batch
Tiempo Preparación/Batch	35	min
Tiempo Envasado/Batch	40	min
Unid producidas/día	4.000	unid.

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

La logística de abastecimiento de materia prima y materiales se realiza acorde a la planificación de producción, en donde, la materia prima que represente un mayor porcentaje en la formulación será enviada directamente al área de preparación mediante pallets, mientras que las materias primas que representen un menor porcentaje serán llevadas al área de dispensado para abastecerse de acuerdo al gramaje y posteriormente se hace la entrega respectiva al área de preparación.

Una vez envasado y acondicionado el producto requiere pasar por verificaciones del departamento de Control de Calidad para cumplir con parámetros de seguridad y calidad antes de ser entregado al Centro de Distribución Nacional, mientras se realizan los respectivos análisis, el

producto es almacenado en la bodega de tránsito del producto terminado con un status cuarentena.

La calidad del producto es cubierta por el departamento de Control de Calidad donde se realizan revisiones como: la correcta codificación y sellado. Una adecuada codificación se basa en que sea legible y tenga la información correcta como fechas, lotes y precios. Un sellado correcto actúa como una barrera ante posibles contaminantes. Por otra parte, la inocuidad de los productos se garantiza por medio de análisis microbiológicos realizando pruebas rápidas de los posibles contaminantes, dichas pruebas tardan dos días en dar resultados certeros. Por tanto, el periodo para liberar o rechazar un lote tarda 48 horas. Finalmente, si el producto cumple con las especificaciones establecidas luego de los análisis cambia su status de cuarentena a un status liberado y el producto sale de la bodega de tránsito de producto terminado hasta el centro de distribución nacional.

3.3. Diseño Systematic Layout Planning SLP

La figura 3.4, presenta el esquema a seguir para la correcta aplicación del método SLP. Las máquinas que conformarán la nueva planta de polvos naturales están sujetas a las limitaciones de espacio y costos, siendo esto el principal motivo del diseño de instalaciones usando SLP.

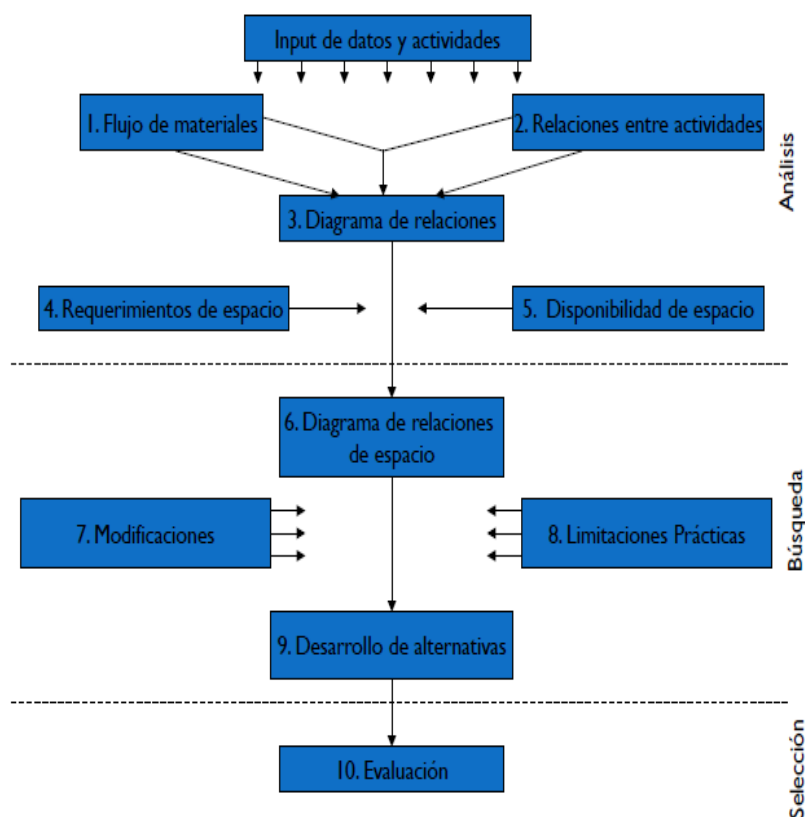


FIGURA 3.4. ESQUEMA DEL SLP

(Fuente: Murther y Hales [8])

Para el diseño SLP de la planta de polvos naturales, es necesario identificar los inputs y outputs que se suscitan a lo largo de todo el proceso de producción.

3.3.1. Flujo de Materiales

Los flujos de materia prima y de materiales deben ser continuos hacia adelante y tratar en lo posible de eliminar holguras, ya que se requiere evitar retrasos y retrocesos durante todo el ciclo del proceso. Así mismo, los flujos deben ir acorde a requerimientos técnicos para la correcta fabricación de productos en polvo, como indican las BPM, la distribución adecuada de secuencia se consigue separando la sección del producto terminado de la materia prima para evitar una posible

contaminación cruzada y llevar de manera eficaz la limpieza eliminando residuos tóxicos, agentes de limpieza y desinfección, de las superficies de contacto directo con el alimento. Además, controlar las condiciones de humedad relativa del ambiente en las áreas del proceso haciendo el uso de deshumidificadores disminuyendo la presencia de vapor de agua, para no aumentar la cantidad de agua en el alimento, ya que este es un factor para proliferación microbiana y por otra parte cambia la reología del producto.

3.3.2. Relación de actividades

Se debe realizar el diseño general de la línea de polvos naturales, para aquello es necesario aplicar el diagrama de relaciones de actividades, el objetivo de esta etapa es mostrar qué actividades tienen una relación con los demás. También identificar la importancia de la cercanía entre ellos, en la tabla 8 hace referencia al grado de importancia, y en la tabla 9 se asigna una calificación a manera de código con las respectivas razones que respaldan la distribución dentro de la planta y lograr la eficiencia del proceso con la correcta distribución de las áreas de acuerdo con las normativas BPM, de este modo se asegura la calidad de los productos terminados sin sumarle tiempos innecesarios.

Como criterios de evaluación se considera que el área del caldero, baños y vestidores ya se encuentran fijos en la planta actual y el nuevo diseño se adaptará al mismo. Se debe resaltar que con respecto a la cercanía que tienen baños y áreas de procesamiento del alimento se ha regido al art 75 del reglamento 067 de BPM donde se resalta que las instalaciones deben ofrecer protección ante agentes contaminantes por lo que la planta cuenta con puertas en cada área y puntos de desinfección.

TABLA 8
GRADO DE IMPORTANCIA DE ACUERDO AL VALOR DE RELACIÓN

Valor	Relación	Símbolo
A	Cercanía absolutamente necesaria	=====
E	La cercanía especialmente importante	=====
I	Cercanía importante	=====
O	Cercanía ordinaria OK	=====
U	La cercanía no es importante	
X	Indeseable	

(Fuente: Muther y Hales 2015 [8])

TABLA 9
RAZONES PARA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Código	Razón
1	Frecuencia de uso alta
2	Frecuencia de uso medio
3	Frecuencia de uso baja
4	Flujo de información alto
5	Bajo de flujo de información
6	Presencia de elementos que afectan la materia y productos

(Fuente: Muther y Hales 2015 [8])

Al establecer los parámetros de relación, la figura 3.5. presenta el diagrama relacional de actividades. Es importante mencionar que todos

los departamentos mencionados en este diagrama, son parte de la nueva línea de polvos, exceptuando baños y vestidores, el área de desechos y caldera, ya que estos puntos se encuentran establecidos dentro de la planta actual y no sufrirán modificación alguna. La nueva línea de polvos naturales se adapta al diseño de los nuevos espacios de la mejor manera, a fin de evitar un diseño mal distribuido provocando periodos prolongados de producción mediados por cruces innecesarios o retrocesos.

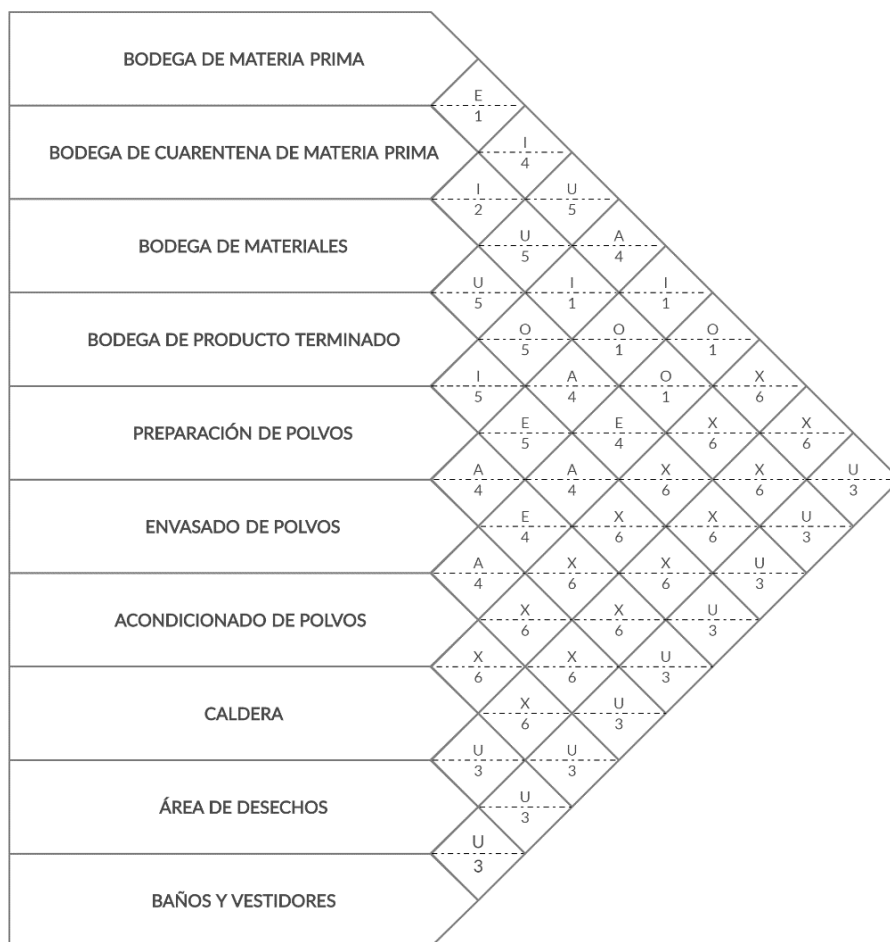


FIGURA 3.5. DIAGRAMA RELACIONAL DE ACTIVIDADES

(Fuente: Adán Zambrano)

3.3.3. Análisis de disponibilidad de espacios

Según Jain y Yadav [15], la primera etapa del método SLP consiste en determinar la ubicación donde se construirá la nueva planta. Dado que se realizará una ampliación de línea, en el Anexo 5 se puede visualizar el layout inicial de la planta y los espacios disponibles para el crecimiento.

La empresa tiene proyectado un crecimiento en infraestructura administrativa y productiva, la cual se detalla en el masterplan propuesto por gerencia (Anexo 5), en donde se puede observar la posible distribución de la planta proyectada en 5 años. En el Anexo 5 se puede observar que la empresa tiene destinado un espacio para la línea de polvos, en donde una parte está libre para la ampliación y otra parte está disponible, pero hay que realizar una remodelación. El área destinada para la fabricación de la línea de polvos se identifica en el masterplan del anexo 5 como la zona PP. Los espacios disponibles se detallan en la tabla 10.

TABLA 10
ÁREA DISPONIBLE PARA LA AMPLIACIÓN

Área total disponible para ampliación			
No.	Área de Ampliación	Distancia (m)	Área m²
1	Sector libre para ampliación	11 x 24	264
2	Sector para remodelación	8,4 x 17	142,8
Total (m²)			406,8

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Para obtener las dimensiones ideales de cada área para el proceso de polvos se considera características puntuales como, dimensiones de los equipos (tabla 11, 12 y 13), cantidad de personal, espacios de tránsito, procesamiento y almacenamiento respectivamente.

TABLA 11
DIMENSIONES DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE PREPARACIÓN

ÁREA: PREPARACIÓN				
EQUIPO	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD
MEZCLADOR HORIZONTAL	2,28 mts	1,35 mts	1,85 mts	1
TANQUE DE ACERO INOXIDAB	1,16 mts	0,96 mts	0,95 mts	4
MALLA TAMIZ # 20	1,16 mts	0,96 mts	-	1
MALLA TAMIZ # 30	1,16 mts	0,96 mts	-	1
MALLA TAMIZ # 6	1,16 mts	0,96 mts	-	1
FITZ MILL	1,2 mts	0,77 mts	1,62 mts	1
MEZCLADOR EN V (PANTALÓN)	2,45 mts	3,53 mts	3,1 mts	1
MOLINO OSCILANTE	1,3 mts	0,87 mts	1,4 mts	1
DESHUMIDIFICADORES	0,25 mts	0,39 mts	0,61 mts	2
HORNOS DE SECADO	1 mts	1,2 mts	1,8 mts	3
GRANULADOR	1,4 mts	1,12 mts	1,64 mts	1
BALANZA GRANDE	0,72 mts	0,5 mts	0,92 mts	1

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

TABLA 12
DIMENSIONES DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE ENVASADO

ÁREA: ENVASADO				
EQUIPO	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD
Maquina envasadora	3,2 mts	0,9 mts	2,05 mts	1
Selladora de fundas	1,26 mts	0,52 mts	1,24 mts	1
Selladora de latas de aluminio	0,5 mts	0,35 mts	1,57 mts	1
Mesa de acero inoxidable	2,34 mts	1,12 mts	0,9 mts	2
Selladora de tapas	0,56 mts	0,38 mts	1,64 mts	1
Inductora de liner	0,76 mts	0,54 mts	1,67 mts	1

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

TABLA 13
DIMENSIONES DE LOS EQUIPOS DEL ÁREA DE ACONDICIONADO

ÁREA: ACONDICIONADO				
EQUIPO	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD
Mesa de acero inoxidable	2,34 mts	1,12 mts	0,9 mts	2
Codificadora	0,56 mts	0,72 mts	1,3 mts	1
Etiquetadora	2 mts	0,9 mts	1,56 mts	1
Banda transportadora	1,58 mts	0,5 mts	0,96 mts	1
Mesa inclinada de acero	0,6 mts	0,46 mts	1,07 mts	1
Túnel termoencogible	1,65 mts	0,74 mts	1,52 mts	1

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Con la finalidad de determinar las dimensiones de las áreas de la línea de polvos naturales, agregamos las diferentes operaciones con las que debe contar el proceso para que la línea pueda funcionar, respetando los procesos y las normas de BPM, las áreas se detallan a continuación:

- Área de Preparación
- Área de Envasado
- Área de Acondicionado
- Bodega de Cuarentena de Materia Prima
- Bodega de Materia Prima
- Bodega de Materiales de Empaque
- Bodega de producto terminado
- Área de servicios generales (Caldero)
- Baños y vestidores
- Área de desechos

Estas tres últimas áreas mencionadas ya se encuentran instaladas en la fábrica, motivo por el cual, todo cambio o diseño que se haga debe tomar en consideración lo existente con la finalidad de evitar cruces, contaminación cruzada que converja a un incorrecto diseño en la ampliación.

Cada área de procesamiento está conformada por los equipos necesarios para su respectivo proceso, las tablas 11, 12 y 13 presentan los equipos a utilizar en la línea de polvos, donde, además se detalla las dimensiones y cantidad de cada uno de estos, a fin de facilitar la disponibilidad de espacio y colocar correctamente el equipo en el área diseñada para la ampliación.

En base a requerimientos de equipos, espacios de maniobra y circulación de personal en cada área de proceso, en la tabla 14. se detalla el espacio solicitado para la línea de procesamiento de productos en polvo. Por otro lado, las tres bodegas que pertenecen al espacio de remodelación ya cuenta con sus propias medidas en m² al contar con cotas limitantes, puesto que el límite final de las bodegas es el inicio de las áreas de procesamiento, así mismo, en el diseño se deben tomar en consideración estos factores de ubicación de las bodegas, puesto que la bodega de materia prima y materiales debe tener conexión con el área de procesamiento de preparación y envasado respectivamente.

TABLA 14
DISPONIBILIDAD DE ESPACIO EN ÁREA DE LÍNEA DE POLVOS

Espacios disponibles	
ÁREA	m ²
Preparación	72,99
Envasado	32,40
Acondicionado	38,84
Bodega MP	30,43
Bodega PT	35,28
Bodega de Material de Empaque	27,05

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

3.3.4. Diagrama nodal

Luego de establecer las relaciones, se desarrolla el diagrama nodal el cual se debe ajustar a una serie de pruebas con la finalidad de detectar errores en la distribución a fin de buscar mejores alternativas.

Con la tabla de relaciones de la tabla 15 se puede agrupar las áreas de acuerdo con el nivel de relación que tiene cada departamento en la nueva planta de polvos naturales, a fin de construir el diagrama nodal idóneo en la planta.

TABLA 15
TABLA DE RELACIONES EN LA NUEVA PLANTA DE POLVOS

Nodos	MP	CMP	BM	BPT	PP	EP	AP	CL	AD	BV	TOTAL
Bodega de materia prima (MP)	-	E	I		A	I	O				11
Bodega de cuarentena de materia prima (CMP)		-	I		I	O	O				9
Bodega de materiales (BM)			-		O	A	E				13
Bodega de producto terminado (BPT)				-	I	E	A				14
Preparación de polvos (PP)					-	A	E				19
Envasados de polvos (EP)						-	A				18
Acondicionado de polvos (AP)							-				0
Caldero (CL)								-			0
Área de desechos (AD)									-		0
Baños y vestidores (BV) 1										-	0

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Para una mejor comprensión al momento de elaborar el diagrama nodal se codificarán las áreas propuestas para la nueva planta, esta codificación se presenta en la tabla 16, donde el espacio de los baños y área de caldero ya se encuentran instalados en la planta actual.

TABLA 16
CODIFICACIÓN DE LAS ÁREAS DE PRODUCCIÓN

ÁREA	CÓDIGO
Bodega de materia prima (MP)	1
Bodega de cuarentena de materia prima (CMP)	2
Bodega de materiales (BM)	3
Bodega de producto terminado (BPT)	4
Preparación de polvos (PP)	5
Envasados de polvos (EP)	6
Acondicionado de polvos (AP)	7
Caldero (CL)	8
Área de desechos (AD)	9
Baños y vestidores (BV)	10

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Para el presente trabajo, se plantearon 2 posibles opciones con la finalidad de que ambas propuestas se sometan a un proceso de evaluación, lo cual permitirá identificar errores en los diseños y permitir un mejor criterio durante la selección.

Las dos opciones propuestas evalúan la relación de cercanía e importancia entre áreas.

Para el diseño de la línea de polvos es recomendable que las áreas de procesamiento se establezcan en un solo sector con flujo continuo vertical, así mismo, las áreas de bodegaje de materia prima y materiales deberían ser contiguas a las áreas de preparación y envasado respectivamente, con la finalidad de tener flujo continuo sin retrocesos.

El diseño debe evaluar qué áreas se ubicarán en el espacio de remodelación de 142m² y en el espacio destinado para la ampliación de 264 m² definidos en la tabla 10.

Adicionalmente se consideran varios puntos como; factores críticos para el diseño operacional, el flujo de materiales, relación de actividades, la disponibilidad de espacios tanto de equipos como personal y se toma en cuenta la normativa BPM, específicamente el art.74 que hace referencia a la localización y el art.75 que detalla el diseño y construcción, ambos artículos se toman como guía para la correcta distribución de la nueva línea de producción de polvos.

La figura 3.6. muestra la representación del diagrama nodal como opción A. En el diagrama se puede observar que, los departamentos con mayor relación son la bodega de materia prima, la bodega de producto terminado de polvos, y las 3 áreas de producción de la línea de polvos (preparación, envasado y acondicionado).

Por tanto, las 5 áreas deben estar lo más cercanas posible y cumplir con flujo de proceso hacia adelante (sin retrocesos entre etapas), ya que, mantenerlas cerca disminuye los recorridos hacia la siguiente fase de producción y la manipulación excesiva de producto procesado, logrando de esta manera llegar de manera eficiente a la bodega de producto terminado.

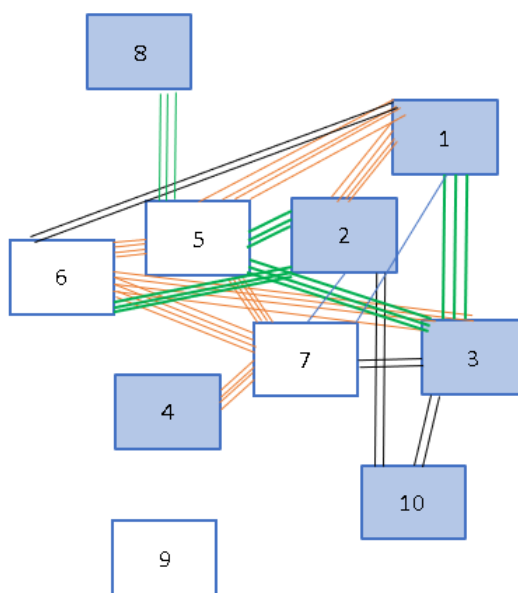


FIGURA 3.6. DIAGRAMA NODAL DE ACTIVIDADES OPCIÓN A
(Fuente: Adán Zambrano)

Como resultado de la opción A, se puede evidenciar que existen muchos cruces de líneas principales en donde la importancia es alta, lo cual podría ocasionar posibles retrocesos en la producción.

Los bloques 8 y 10 se respetan en el diseño ya que se tratan del área de caldero y baños respectivamente. Los bloques 1, 2 y 3 cumplen con la condición que se queden de un solo lado (remodelación), sin embargo no existe un correcto flujo con los bloques 5, 6 y 7, los cuales tienen muchos cruces entre sí, indicando que no sería un modelo de

distribución ideal para la nueva línea de polvo.

Siguiendo con el proceso de selección, la figura 3.7, presenta la opción B. En este diagrama se observa, al igual que la opción A, como la bodega de materia prima se localiza cerca del área de producción de polvos, de igual manera las áreas de preparación, envasado y acondicionado se encuentran más cerca que la opción A, lo que permite un menor recorrido entre los procesos de producción. Sumado a esto el caldero, está lo suficientemente alejado de todas las áreas con excepción del área de preparación de polvos, en donde solo llega una tubería con la carga de vapor necesaria para que funcione el horno.

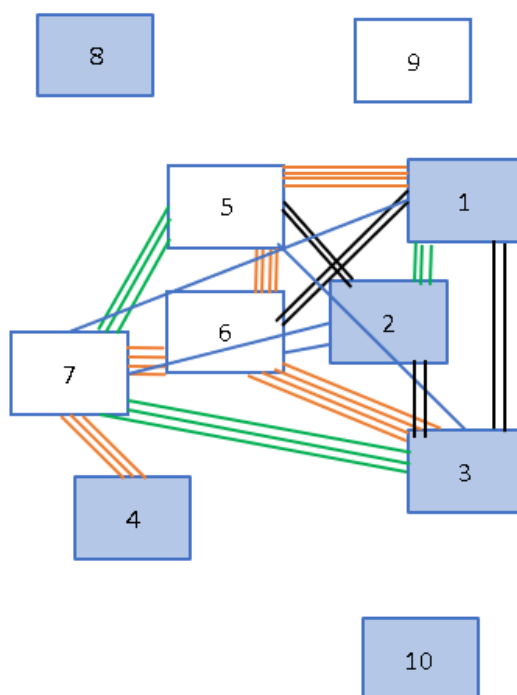


FIGURA 3.7. DIAGRAMA NODAL DE ACTIVIDADES OPCIÓN B
(Fuente: Adán Zambrano)

Debido a esto la opción con mayor aporte se centra en la opción B, dada su distribución y cercanía entre los departamentos con mayor influencia en la planificación de producción, respetando las áreas que

ya se encuentran construidas en la planta. A diferencia de la opción A, las bodegas se encuentran situadas en paralelo con las áreas de producción, es decir, las bodegas de materia prima y materiales se ubicarán en la zona de remodelación de 142 m², mientras que las áreas de producción y bodega de producto terminado se ubicarán en la zona de ampliación de 264 m² que se detallan en la tabla 10., así mismo, se aprecia que existe una correcta distribución de las áreas de producción, puesto que no hay cruce de las líneas de alta importancia detalladas de la tabla 8.

3.3.5. Distribución por bloque o requerimientos de espacio

En la distribución por bloque deben ajustarse bajo dos aspectos, el espacio que ocupan las maquinarias respecto a las dimensiones de las áreas de la nueva planta y la movilidad y distribución tanto del operario y del material procesado. La tabla 17, muestra el área de estos espacios junto a su código numérico y color asignado para facilitar la identificación

TABLA 17
REPRESENTACIÓN POR BLOQUE

Representación por bloque			
Área	Área (mts ²)	#Bloques	Código para los bloques
Bodega de Materia Prima	59	7	1
Bodega de Cuarentena Materia Prima	31	4	2
Bodega de Materiales	27	3	3
Bodega de producto terminado	27	3	4
Preparación de Polvos	85	11	5
Envasado de Polvos	39	5	6
Acondicionado de Polvos	39	5	7
Servicios Generales (Caldero)	16	2	8
Zona de Desechos	26	3	9
Baños y Vestidores	55	7	10

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

La figura 3.8 y 3.9, hace referencia a la cantidad en bloques para la nueva planta de polvos opción A y B respectivamente, considerando cada una de las 10 áreas establecidas en la tabla 17 y cuya representación equivale a 8m² por bloque.

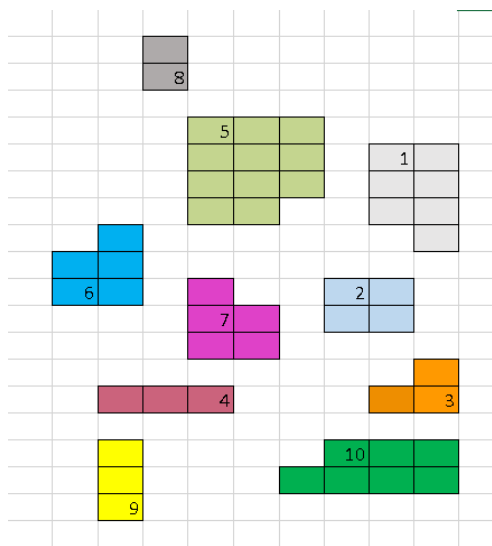


FIGURA 3.8. REPRESENTACIÓN POR BLOQUE DE LAS ÁREAS DE LA PLANTA DE POLVOS OPCIÓN A
(Fuente: Adán Zambrano)

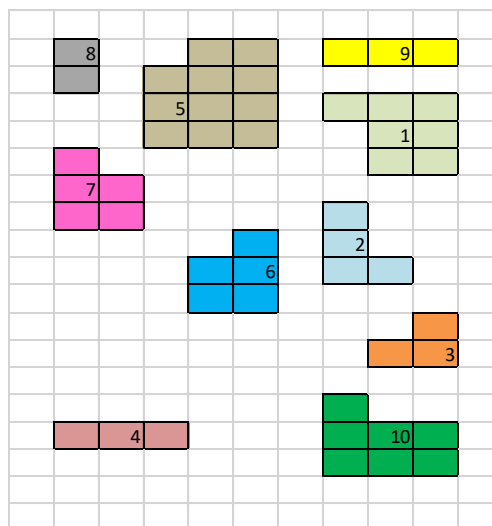


FIGURA 3.9. REPRESENTACIÓN POR BLOQUE DE LAS ÁREAS DE LA PLANTA DE POLVOS OPCIÓN B
(Fuente: Adán Zambrano)

Para la representación por bloques se tomaron en consideración la relación A y E que se muestran en la tabla 8, dado que son las más representativas para indicar el grado de relación entre cada área de la nueva planta de polvos naturales respecto a su cercanía con la otra área. Las figuras 3.10 y 3.11 indican la presentación por bloques y las relaciones entre áreas.

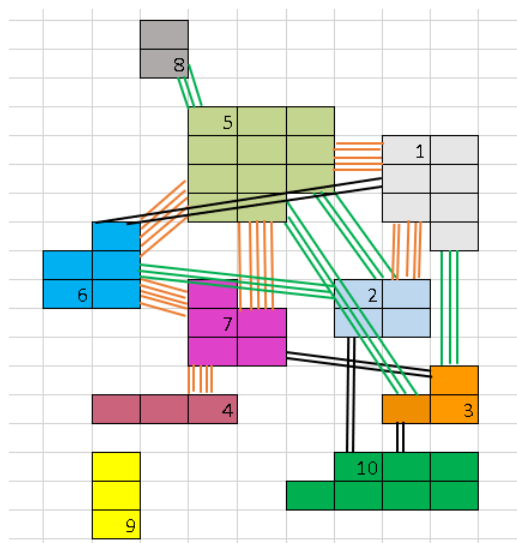


FIGURA 3.10 REPRESENTACIÓN POR BLOQUES AJUSTADO AL DIAGRAMA NODAL OPCIÓN A
(Fuente: Adán Zambrano)

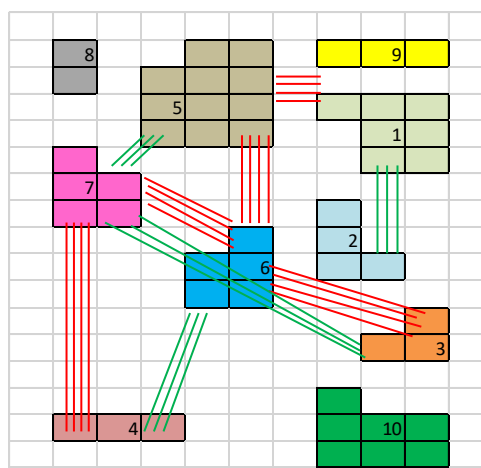


FIGURA 3.11 REPRESENTACIÓN POR BLOQUES AJUSTADO AL DIAGRAMA NODAL OPCIÓN B

(Fuente: Adán Zambrano)

Haciendo referencia a la literatura, la figura 3.11, es la correcta distribución de la planta debido al grado de relación entre la cercanía absolutamente necesaria de las tres áreas como: preparación, envasado y acondicionado representadas por el bloque 5, 6 y 7 y por otro lado la cercanía con las bodegas de MP y PT de tal manera, que se logra reducir la cantidad de movimientos durante el procesamiento de la línea de polvos dando como resultado una distribución de bloques conjuntos como se observa en la figura 3.12. ejecutando las actividades de manera eficiente logrando una producción con flujo continuo hacia adelante y evitando retrocesos.

	8	5	9	9	9	
	8	5	1	1	1	
	5	5	5	1	1	
	7	5	5	1	1	
	7	5	5	2	3	
	7	5	5	2	3	
	7	7	2	2	3	
	4	6	6	6	10	
	4	6	6	10	10	
	4	10	10	10	10	

FIGURA 3.12. DIAGRAMA DE BLOQUE DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA LÍNEA DE POLVOS

(Fuente: Adán Zambrano)

La distribución de la figura 3.12 se puede ver plasmada en el Plano Arquitectónico de la línea de polvos (Anexo 6), en donde se detalla cada área de trabajo perteneciente a dicho proceso.

Así mismo, se puede visualizar en el Anexo 7 el plano arquitectónico visto en tercera dimensión, con la finalidad de poder visualizar de forma más real la ubicación estratégica de los equipos, los espacios y el diseño

de la línea de polvos.

Por otra parte, en el Anexo 8 se puede visualizar el diagrama de recorrido visto desde el plano arquitectónico en tercera dimensión, este diagrama muestra la relación que existe entre cada área de proceso, donde se evidencia flujos continuos hacia adelante (sin retrocesos) optimizando al máximo los tiempos y recorridos de materias primas, materiales y personal operativo.

3.4. Reducción de tiempo de entrega

3.4.1. VSM futuro.

Se tomará en cuenta el diseño de la nueva planta de polvos naturales detallado en el anexo 7, en él se podrá desarrollar variedades de productos de la familia de polvos naturales, mediante producciones niveladas acorde a las necesidades de la empresa, como reducir el Tiempo de Entrega de la planificación de producción en la empresa Green.

3.4.2. Adaptación del ritmo de producción al ciclo esperado.

La mejora de la planificación de producción mensual en la línea de polvos naturales, se plantea con el fin de reducir las ventas no efectuadas por desabastecimiento en bodega sobre los productos de la familia de polvos. Para reducir el desabastecimiento de productos, se realiza un estudio de viabilidad de la ampliación de la línea de polvos en la empresa Green, donde se analiza que el Tiempo de Entrega debe ser representativamente bajo, en comparación a los 11,2 días que la maquila tarda en fabricar y entregar los productos.

Como se observa en la figura 3.13., la gestión de pedidos será de forma directa, sin la intervención de terceros, se implementará el uso de tarjetas Kanban, tarjetas de orden de producción y un supermercado para control de inventario provocando mejoras en los tiempos

empleados durante todo el ciclo del proceso. Por ende, cada orden de pedido emitirá una tarjeta con la orden de retiro del producto terminado en nuestro inventario (supermercado), cuyo tiempo destinado será de aproximadamente una hora y media, desde la gestión del pedido hasta el transporte al cliente, quien sería la bodega matriz del centro nacional de distribución.

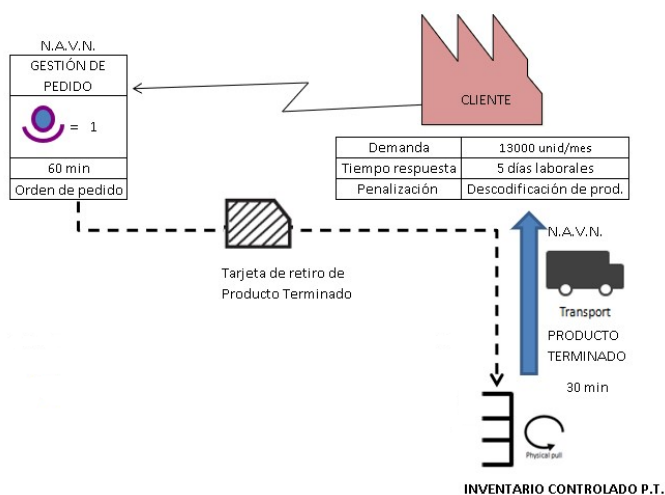


FIGURA 3.13. NUEVO PROCESO DE CONTROL DE INVENTARIO
(Fuente: Adán Zambrano)

Con esta mejora se busca cumplir con el requerimiento del cliente, quien indica que una vez que solicite un producto, debe tener un tiempo de respuesta para la entrega de 5 días laborales.

3.4.3. Crear flujo continuo

El Anexo 2 y 6, presentan el diagrama de proceso de línea de polvos y el plano arquitectónico de la planta de polvos respectivamente. El plano en mención se ajusta a un flujo continuo hacia adelante, a fin de mitigar los recorridos y retrocesos por la misma área de producción, evitando de esta manera pérdidas de tiempo y permitiendo que el flujo continuo trabaje al mismo ritmo que la demanda.

3.4.4. Supermercados y definición de marcapasos

La futura planta de polvos naturales trabajará bajo pedido de

producción, al igual que en el VSM establecido actualmente, es decir la demanda mensual prevista a fabricar comprenderá las 13000 unidades, con el fin de mantener la producción establecida, de tal manera se sostiene el control de producción e inventario. Para registrar los movimientos de despacho de producto terminado y realizar ordenes de producción se implementará las tarjetas Kanban.

En la mejora propuesta del VSM se recomienda a la medida de lo posible eliminar los procesos que no agregan valor, en este caso las solicitudes de producción de maquila pasarán a ser producción directa. Así mismo, se recomienda un Sistema Pull y crear una bodega de inventario controlado después de la etapa de empaque. Cuando se gestiona el pedido (factura) y sale de bodega un lote de producto, se emite la tarjeta Kanban de Producción (orden de producción) al área de dispensado. El área solicita los insumos a la bodega externa y espera al siguiente día (480 min) para utilizar los insumos solicitados en la nueva orden de producción.

En el Anexo 9 del VSM futuro se evidencia la mejora del proceso y reducción del lead time o tiempo de entrega. La demanda establecida de productos en polvo es de 13000 unidades mensuales, con un Tiempo de Entrega es de 4,7 días, que es inferior a los 11,2 días que se tarda la maquila en fabricar y entregar los productos. La reducción del tiempo de entrega representa una mejora del 58%, en donde tuvo gran importancia la fabricación directa y el uso de herramientas de mejora continua como la adición de un supermercado y tarjetas como Kanban y de orden de producción.

3.5. Análisis Financiero

La empresa Green necesita elevar el cumplimiento del indicador de planificación mensual de producción de los productos de la línea de polvo para evitar desabastecimiento de los mismos. El proyecto de

ampliación y producción in-house requiere de una inversión inicial, la misma que será financiada con flujo de caja propia de la empresa. La financiación del proyecto espera una tasa mínima aceptable de retorno (TMAR) del 15% por parte de los socios de la empresa. Además, será calculado los indicadores VAN y TIR que aseguren la rentabilidad de la expansión durante cinco años de proyecto.

3.5.1. Análisis de Flujo de Caja

Para el análisis financiero se considera el escenario donde la línea de polvos naturales está distribuida de acuerdo al Anexo 7. Donde se evalúan los indicadores de viabilidad económica como el VAN y TIR, para analizar el flujo de caja con el ahorro generado por la producción directa vs la maquila, en un plazo de 5 años de duración del proyecto.

El análisis financiero del proyecto se realizará con costos de inversión y costos de producción. Los costos de inversión involucran los gastos pre operativos y los gastos de activos, mientras que, para los costos de producción se llevarán con la información actual de costos de fabricación de la empresa, es decir, los costos fijos y variables, bajo los siguientes supuestos:

- La inversión inicial se realizará con recursos propios e involucra: construcción, equipos y capital de trabajo.
- Los costos de producción unitarios tendrán un incremento anual del 1% debido a la inflación.
- La empresa estima el incremento anual del 5% en unidades vendidas.
- Los socios de la empresa definieron una tasa mínima atractiva de retorno TMAR del 15%.
- Se requiere un capital para la construcción de la nueva línea de \$150.000 y compra de equipos para la fabricación valorizados en \$200.000 con una depreciación lineal a 10 años, la depreciación tanto

de los equipos como maquinarias se destina un 10% anual.

- Se espera vender los equipos con un valor de mercado igual al 50% al finalizar el proyecto.

En la tabla 18. se detallan las condiciones iniciales para el análisis del proyecto de ampliación de la línea de polvos de la empresa Green.

TABLA 18
DATOS PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE LÍNEA DE POLVOS

Datos Generales	
Equipos de producción	\$ 200.000,00
Valor de mercado equipos	\$ 100.000,00
% de venta de equipos fin vida útil	50%
% inflación	1%
Incremento anual de ventas	5%
Gastos generales de Adm Y Mark	\$ 50.000,00
Increm.anual gastos Adm y Mark	6% anual
Impuesto a la renta	25%
% de Participación empleados	15%
TMAR	15,00%
Método de depreciación	Lineal
Vida útil	10,00
Capital de trabajo	\$ 110.000,00
Capital para Construcción de la Ampliación	\$ 150.000,00
Nec. Capital de trabajo neto (de las ventas)	20%

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

En tabla 19. se detalla información compartida por la empresa sobre el ahorro unitario estimado que se generará por unidad por año al momento de fabricar directamente los productos de la línea de polvo, en un plazo de 5 años que se analiza el proyecto. Este valor corresponde a la diferencia de los costos de producción unitarios de los polvos maquilados y la línea de polvos con fabricación in-house, costos que fueron facilitados por el área contable de la empresa. En este cuadro se considera el aumento de la inflación del 1% anual que se

presenta como supuesto inicial.

TABLA 19
AHORRO UNITARIO GENERADO POR MAQUILA DE PRODUCTOS DE POLVO POR AÑO.

AHORRO ANUAL DE COSTOS UNITARIOS DE MAQUILA POR PRODUCTO					
AÑO	1	2	3	4	5
Costo Prod. A	\$ 0,50	\$ 0,51	\$ 0,51	\$ 0,52	\$ 0,52
Costo Prod. B	\$ 0,75	\$ 0,76	\$ 0,77	\$ 0,77	\$ 0,78
Costo Prod. C	\$ 0,75	\$ 0,76	\$ 0,77	\$ 0,77	\$ 0,78
Costo Prod. D	\$ 0,50	\$ 0,51	\$ 0,51	\$ 0,52	\$ 0,52
Costo Prod. E	\$ 0,50	\$ 0,51	\$ 0,51	\$ 0,52	\$ 0,52
Costo Prod. F	\$ 0,50	\$ 0,51	\$ 0,51	\$ 0,52	\$ 0,52
Costo Prod. G	\$ 0,50	\$ 0,51	\$ 0,51	\$ 0,52	\$ 0,52
Costo Prod. H	\$ 0,75	\$ 0,76	\$ 0,77	\$ 0,77	\$ 0,78
Costo Prod. I	\$ 0,75	\$ 0,76	\$ 0,77	\$ 0,77	\$ 0,78

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

En la tabla 20. se detallan los precios de venta promedios de los productos de la línea de polvos acorde con los precios mínimos y máximos de cada producto reportado durante el año 2019.

TABLA 20
PRECIO DE VENTA PROMEDIO DE PRODUCTOS EN POLVO

PRECIO DE VENTA	
Precio Vta A	\$ 4,82
Precio Vta B	\$ 10,11
Precio Vta C	\$ 9,48
Precio Vta D	\$ 4,85
Precio Vta E	\$ 5,51
Precio Vta F	\$ 4,96
Precio Vta G	\$ 4,02
Precio Vta H	\$ 6,79
Precio Vta I	\$ 6,66

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

En la tabla 21. se detallan las unidades que se proyectan vender de cada producto de la línea de polvos en los 5 años que se realiza el estudio de factibilidad. Para calcular las unidades proyectadas se toma

en cuenta las unidades registradas en el año 2019 para cada producto. Las unidades a vender se las obtiene con una acumulación entre el año anterior y un incremento del 5%, como se detalla en la ecuación 3.3.

$$U = A + (A * I) \quad (3.3)$$

Donde;

U= Unidades a vender
 A= Unidades vendidas el año anterior
 I= Incremento anual de ventas

TABLA 21
PROYECCIÓN DE VENTA DE UNIDADES DE LÍNEA DE POLVOS

PROYECCIÓN DE VENTA DE UNIDADES DE LÍNEA DE POLVOS					
AÑO	1	2	3	4	5
Producto A	12.806	13.446	14.119	14.825	15.566
Producto B	24.213	25.424	26.695	28.030	29.431
Producto C	12.755	13.393	14.062	14.765	15.504
Producto D	10.664	11.197	11.757	12.345	12.962
Producto E	886	930	977	1.026	1.077
Producto F	7.269	7.632	8.014	8.414	8.835
Producto G	67.065	70.418	73.939	77.636	81.518
Producto H	5.923	6.219	6.530	6.857	7.200
Producto I	7.401	7.771	8.160	8.568	8.996

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Debido al incumplimiento del indicador de planificación de producción, existen retrasos en los abastecimientos de productos terminados en las bodegas, se estima que el 20% de productos se deja de facturar por desabastecimiento en las bodegas. En la tabla 22. se detallan las unidades de todos los productos de la línea de polvo que no se venderían en 5 años, lapso de tiempo establecido para el estudio de la viabilidad del presente proyecto. La cantidad de productos no vendidos (ecuación 3.4) se calcula obteniendo el 20% de la proyección de las unidades a vender en el proyecto.

$$U_{nv} = B + (B * I_r) \quad (3.4)$$

Donde;

U_{nv} = Unidades no vendidas
 B = Unidades vendidas el año anterior
 I_r = % pérdida anual de ventas

TABLA 22
UNIDADES DE VENTA PERDIDAS POR FALTA DE INVENTARIO

UNIDADES QUE NO SE VENDEN POR FALTA DE INVENTARIO					
AÑO	1	2	3	4	5
Producto A	2.561	2.689	2.824	2.965	3.113
Producto B	4.843	5.085	5.339	5.606	5.886
Producto C	2.551	2.679	2.812	2.953	3.101
Producto D	2.133	2.239	2.351	2.469	2.592
Producto E	177	186	195	205	215
Producto F	1.454	1.526	1.603	1.683	1.767
Producto G	13.413	14.084	14.788	15.527	16.304
Producto H	1.185	1.244	1.306	1.371	1.440
Producto I	1.480	1.554	1.632	1.714	1.799

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Bajo los datos recolectados por la empresa y los supuestos planteados por la misma, se realiza el flujo de caja de la línea de polvos, la cual se detalla en la tabla 23. Para el cálculo de flujos se proyecta una estimación de los movimientos del dinero durante los cinco periodos representados en años, donde se definen ingresos totales, ventas adicionales, ahorros en costo de maquila y costo de venta. Mientras que para el cálculo de las utilidades y el flujo de caja se emplean las ecuaciones 3.5, 3.6 y 3.7.

$$\text{Utilidad bruta} = \text{Ingresos totales} - \text{costos de ventas} \quad (3.5)$$

$$\text{Utilidad neta} = \text{Utilidad antes impuesto} - \text{Impuesto a la renta} \quad (3.6)$$

$$F = U_n + P - C_e - C_a - C_t + V_a + R_t \quad (3.7)$$

Donde;

F= flujo de caja

Un = Utilidad neta

P=pérdida por venta de equipos

Ce= Compra de equipos

C_a = Construcción para ampliación

C_t = Capital de trabajo

V_a = Venta activo fijo

R_t = Recuperación capital trabajo

El enfoque del proyecto a 5 años muestra el ahorro en costo de maquila que tendría la empresa Green al fabricar los productos de forma directa. En el análisis se puede evidenciar que recupera la inversión al inicio del cuarto año de ejecución del proyecto, en donde comienza a acumular valores positivos en el flujo total de caja.

Los indicadores de viabilidad económica presentan índices alentadores, siendo estos, TIR de 26,42% y el VAN de \$127.179,65, concretando que es viable la ampliación de la línea de polvos en la planta porque los resultados del análisis son mayores a los valores esperados por los socios de la empresa.

El Valor Actual Neto (VAN), indica que al cabo de finalizar los 5 años de duración del proyecto, la empresa recuperará toda su inversión inicial de aproximadamente \$385.000,00, además de costear todos los gastos generados por materias primas, materiales, mano de obra y consumo de servicios básicos de los productos que se van a fabricar en la línea de polvos. Así mismo, al cabo de 5 años de proyecto, la empresa tendrá una holgura financiera de \$127.179,65. (Ver tabla 23.)

El VAN presentado está en relación únicamente al ahorro por costo de maquila, esto quiere decir que la empresa generará valores adicionales debido al porcentaje de ganancia establecido por la empresa por la venta de cada unidad de producto terminado.

TABLA 23
FLUJO DE CAJA DE LÍNEA DE POLVOS

FLUJO DE CAJA AMPLIACIÓN DE LÍNEA DE POLVOS						
Concepto	0	1	2	3	4	5
Ingresos totales		\$ 245.350,64	\$ 258.349,51	\$ 272.042,57	\$ 286.467,20	\$ 301.662,83
Ventas adicionales		\$ 175.699,42	\$ 184.484,39	\$ 193.708,61	\$ 203.394,04	\$ 213.563,74
Producto A		\$ 12.332,24	\$ 12.948,85	\$ 13.596,29	\$ 14.276,11	\$ 14.989,91
Producto B		\$ 48.934,47	\$ 51.381,20	\$ 53.950,26	\$ 56.647,77	\$ 59.480,16
Producto C		\$ 24.170,49	\$ 25.379,01	\$ 26.647,96	\$ 27.980,36	\$ 29.379,38
Producto D		\$ 10.333,48	\$ 10.850,15	\$ 11.392,66	\$ 11.962,29	\$ 12.560,41
Producto E		\$ 976,30	\$ 1.025,12	\$ 1.076,37	\$ 1.130,19	\$ 1.186,70
Producto F		\$ 7.210,48	\$ 7.571,00	\$ 7.949,55	\$ 8.347,03	\$ 8.764,38
Producto G		\$ 53.853,04	\$ 56.545,70	\$ 59.372,98	\$ 62.341,63	\$ 65.458,71
Producto H		\$ 8.037,94	\$ 8.439,83	\$ 8.861,82	\$ 9.304,91	\$ 9.770,16
Producto I		\$ 9.850,98	\$ 10.343,53	\$ 10.860,71	\$ 11.403,74	\$ 11.973,93
Ahorro en costo de maquila		\$ 69.651,23	\$ 73.865,12	\$ 78.333,96	\$ 83.073,17	\$ 88.099,10
Producto A		\$ 5.122,43	\$ 5.432,33	\$ 5.760,99	\$ 6.109,53	\$ 6.479,15
Producto B		\$ 14.527,80	\$ 15.406,73	\$ 16.338,84	\$ 17.327,34	\$ 18.375,64
Producto C		\$ 7.652,93	\$ 8.115,93	\$ 8.606,94	\$ 9.127,66	\$ 9.679,88
Producto D		\$ 4.265,63	\$ 4.523,70	\$ 4.797,38	\$ 5.087,62	\$ 5.395,42
Producto E		\$ 354,38	\$ 375,81	\$ 398,55	\$ 422,66	\$ 448,24
Producto F		\$ 2.907,45	\$ 3.083,35	\$ 3.269,89	\$ 3.467,72	\$ 3.677,52
Producto G		\$ 26.825,93	\$ 28.448,89	\$ 30.170,05	\$ 31.995,34	\$ 33.931,06
Producto H		\$ 3.553,99	\$ 3.769,00	\$ 3.997,03	\$ 4.238,85	\$ 4.495,30
Producto I		\$ 4.440,71	\$ 4.709,38	\$ 4.994,29	\$ 5.296,45	\$ 5.616,88
(-) Costo de venta		\$ 84.140,95	\$ 88.021,47	\$ 92.136,77	\$ 96.501,05	\$ 101.129,36
Producto A		\$ 6.838,44	\$ 7.252,16	\$ 7.690,92	\$ 8.156,22	\$ 8.649,67
Producto B		\$ 12.300,20	\$ 13.044,37	\$ 13.833,55	\$ 14.670,48	\$ 15.558,04
Producto C		\$ 7.729,45	\$ 8.197,09	\$ 8.693,01	\$ 9.218,94	\$ 9.776,68
Producto D		\$ 3.561,80	\$ 3.777,29	\$ 4.005,81	\$ 4.248,16	\$ 4.505,18
Producto E		\$ 148,84	\$ 157,84	\$ 167,39	\$ 177,52	\$ 188,26
Producto F		\$ 2.718,47	\$ 2.882,93	\$ 3.057,35	\$ 3.242,32	\$ 3.438,48
Producto G		\$ 23.204,43	\$ 24.608,29	\$ 26.097,09	\$ 27.675,97	\$ 29.350,36
Producto H		\$ 3.257,82	\$ 3.454,92	\$ 3.663,94	\$ 3.885,61	\$ 4.120,69
Producto I		\$ 4.381,50	\$ 4.646,58	\$ 4.927,70	\$ 5.225,83	\$ 5.541,99
Depreciación		\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
(=) Utilidad Bruta		\$ 161.209,69	\$ 170.328,04	\$ 179.905,80	\$ 189.966,16	\$ 200.533,47
(=) Utilidad Operativa		161.209,69	170.328,04	179.905,80	189.966,16	200.533,47
(=) Utilidad antes impuestos y participacion de trabajadores		\$ 161.209,69	\$ 170.328,04	\$ 179.905,80	\$ 189.966,16	\$ 200.533,47
(-) % de Participación empleados		\$ 24.181,45	\$ 25.549,21	\$ 26.985,87	\$ 28.494,92	\$ 30.080,02
(=) Utilidad antes impuestos		\$ 137.028,24	\$ 144.778,83	\$ 152.919,93	\$ 161.471,23	\$ 170.453,45
(-) Impuesto a la renta		34.257,06	36.194,71	38.229,98	40.367,81	42.613,36
(=) Utilidad Neta		102.771,18	108.584,12	114.689,95	121.103,42	127.840,09
(+) Depreciación		20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00
(-) Compra equipo	200.000,00					
(-) Construcción para Ampliación	150.000,00					
(-) Capital trabajo	35.139,88	1.756,99	1.844,84	1.937,09	2.033,94	
(+) Venta activo fijo						100.000,00
(+) Recuperación capital trabajo						42.712,75
(=) Flujo de caja	-385.139,88	121.014,19	126.739,28	132.752,86	139.069,49	290.552,84

VAN	\$127.179,65
TIR	26,42%

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

3.5.2. Análisis de Escenarios y Sensibilidad de indicadores de viabilidad

Para el análisis de escenarios se realiza dos flujos de cajas adicionales en donde aparte de considerar los precios históricos del año 2019, también se evalúan los flujos de caja con los precios mínimo y máximo de las ventas, los mismos se detallan en la tabla 24.

TABLA 24
PRECIOS DE VENTA DE PRODUCTOS DE LA LÍNEA DE POLVO

Promedio del Precio de venta	min	max
Precio Vta A	\$ 4,82	\$ 3,25 6,38
Precio Vta B	\$ 10,11	\$ 8,60 11,61
Precio Vta C	\$ 9,48	\$ 7,14 11,81
Precio Vta D	\$ 4,85	\$ 4,20 5,49
Precio Vta E	\$ 5,51	\$ 3,00 8,02
Precio Vta F	\$ 4,96	\$ 3,50 6,42
Precio Vta G	\$ 4,02	\$ 3,58 4,45
Precio Vta H	\$ 6,79	\$ 5,17 8,4
Precio Vta I	\$ 6,66	\$ 5,17 8,14

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Con la información definida, se realiza un flujo de caja para cada escenario dado a la variación de los precios de venta, y se expresan los resultados en la tabla 25.

TABLA 25
RESULTADO DE ANÁLISIS DE ESCENARIOS DE INDICADORES DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Análisis de escenarios		
	VAN	TIR
Precio promedio	\$127.179,65	26,42%
Precio min	\$58.039,10	20,41%
Precio máx	\$196.320,20	32,05%

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Los resultados obtenidos en la tabla 25. muestran que aun cuando no se cumplan las proyecciones de ventas con precios ideales, lo cual lo

convierte en un escenario pesimista con un precio mínimo de venta, el resultado del VAN es positivo y la TIR sigue siendo mayor a la TMAR propuesta por los socios del 15%. Esto muestra que el proyecto es robusto para su ejecución.

Para el análisis de sensibilidad se utilizará la herramienta de solver en Excel, donde se consideran cuatro variables críticas que la empresa considera puede afectar el desarrollo del proyecto, estas son: precio de venta, inflación, unidades vendidas y precio mínimo de ahorro por maquila.

El primer análisis de sensibilidad se enfoca en el precio de venta de cada producto de la línea de polvos, con la finalidad de obtener los precios más bajos a los cuales se puede vender cada producto y obtener un VAN igual a cero, es decir, recobrar la inversión sin tener la holgura financiera. Los valores se detallan en la tabla 26.

TABLA 26
RESULTADO DE ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD A PRECIOS DE
VENTA DE LÍNEA DE POLVO

VARIABLE PRECIO DE VENTA		
PRECIO DE VENTA	MIN PRECIO PARA VAN = 0	PRECIO DE VENTA ORIGINAL
Precio Vta A	\$ 4,28	\$ 4,82
Precio Vta B	\$ 5,65	\$ 10,11
Precio Vta C	\$ 7,41	\$ 9,48
Precio Vta D	\$ 4,39	\$ 4,85
Precio Vta E	\$ 5,46	\$ 5,51
Precio Vta F	\$ 4,64	\$ 4,96
Precio Vta G	\$ 2,07	\$ 4,02
Precio Vta H	\$ 6,29	\$ 6,79
Precio Vta I	\$ 6,06	\$ 6,66

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Con estos resultados podemos determinar que de los productos más vendidos de la línea de polvos (A, B, C, G), es donde se podría aplicar de ser necesario alguna estrategia en la reducción del precio de venta del 11%, 44%, 22% y 49% respectivamente, con la finalidad de tener un VAN=0 y no generar pérdida por la cristalización del proyecto.

El segundo parámetro que puede afectar la realización del proyecto de la línea de polvo al que se realiza análisis de sensibilidad es la inflación, en donde se realiza el análisis de sensibilidad para determinar hasta qué valor puede llegar la inflación del país y aun así recobrar la inversión sin tener holgura financiera con VAN igual a cero.

Los resultados se muestran en la tabla 27, que indica que para llegar a un VAN igual a cero, debería existir una inflación del 34%, por lo tanto, este parámetro no es tan sensible como para afectar la ejecución del proyecto.

TABLA 27
RESULTADO DE ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE INFLACIÓN LÍNEA DE POLVOS

VARIABLE PORCENTAJE DE INFLACIÓN		
	INFLACIÓN MÁXIMA PARA VAN=0	INFLACIÓN ORIGINAL
% inflación	34%	1%

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

El tercer parámetro que puede afectar la ejecución del proyecto son las unidades vendidas por producto y por año. El análisis de sensibilidad con la herramienta solver de Excel se detalla en la tabla 28., en donde se aprecia que de los 9 productos que conforman la línea de polvo, existen 2 productos (B y G) que generan las mayores ventas.

Se podría llegar a un VAN igual a cero, si existiera una reducción drástica en las ventas de los dos productos más representativos de la

línea de polvos, la reducción debería ser del 42% para el producto B y del 47% para el producto G. Dato que es poco probable que suceda, pues la tendencia de venta de estos productos se han mantenido al alza en los últimos tres años.

TABLA 28
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE UNIDADES VENDIDAS POR AÑO
DE LA LÍNEA DE POLVO

VARIABLES UNIDADES A VENDER (SUPUESTO DE ANÁLISIS)					
MÍNIMO DE UNIDADES A VENDER POR AÑO PARA VAN = 0					
Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Producto A	11.706	12.292	12.906	13.552	14.229
Producto B	14.050	14.752	15.490	16.264	17.077
Producto C	10.242	10.754	11.291	11.856	12.449
Producto D	9.697	10.182	10.691	11.226	11.787
Producto E	877	921	967	1.016	1.066
Producto F	6.828	7.169	7.528	7.904	8.299
Producto G	35.399	37.169	39.028	40.979	43.028
Producto H	5.519	5.794	6.084	6.388	6.708
Producto I	6.801	7.141	7.498	7.873	8.267
UNIDADES A VENDER POR AÑO (ESPERADO)					
Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Producto A	12.806	13.446	14.119	14.825	15.566
Producto B	24.213	25.424	26.695	28.030	29.431
Producto C	12.755	13.393	14.062	14.765	15.504
Producto D	10.664	11.197	11.757	12.345	12.962
Producto E	886	930	977	1.026	1.077
Producto F	7.269	7.632	8.014	8.414	8.835
Producto G	67.065	70.418	73.939	77.636	81.518
Producto H	5.923	6.219	6.530	6.857	7.200
Producto I	7.401	7.771	8.160	8.568	8.996

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

El último análisis de sensibilidad se realizaría al costo mínimo de ahorro que se podría generar al pasar de maquilar a fabricar de forma directa.

El análisis de sensibilidad con la herramienta solver de Excel se detalla en la tabla 29, en donde podemos determinar que tenemos un amplio

margen en el que puedan subir los costos unitarios, sin que afecte la viabilidad del proyecto.

TABLA 29
VALORES DE AHORRO MÍNIMO EN COSTOS UNITARIOS DE MAQUILA

AHORRO MÍNIMO EN COSTO UNITARIOS DE MAQUILA					
Costos producción	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Costo Prod. A	\$ 0,25	\$ 0,27	\$ 0,29	\$ 0,31	\$ 0,33
Costo Prod. B	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo Prod. C	\$ 0,19	\$ 0,23	\$ 0,28	\$ 0,32	\$ 0,36
Costo Prod. D	\$ 0,29	\$ 0,31	\$ 0,33	\$ 0,35	\$ 0,36
Costo Prod. E	\$ 0,48	\$ 0,49	\$ 0,49	\$ 0,50	\$ 0,51
Costo Prod. F	\$ 0,36	\$ 0,37	\$ 0,39	\$ 0,40	\$ 0,41
Costo Prod. G	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Costo Prod. H	\$ 0,49	\$ 0,51	\$ 0,54	\$ 0,56	\$ 0,58
Costo Prod. I	\$ 0,42	\$ 0,45	\$ 0,48	\$ 0,51	\$ 0,53

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

La reducción en el ahorro del costo de maquila para que el VAN del proyecto sea igual a cero, se presenta en la tabla 30

TABLA 30
REDUCCIÓN PARA EL AHORRO MÍNIMO DEL COSTO DE MAQUILA

Reducción de ahorro Prod. A	50%
Reducción de ahorro Prod. B	100%
Reducción de ahorro Prod. C	75%
Reducción de ahorro Prod. D	42%
Reducción de ahorro Prod. E	3%
Reducción de ahorro Prod. F	29%
Reducción de ahorro Prod. G	100%
Reducción de ahorro Prod. H	35%
Reducción de ahorro Prod. I	44%

(Fuente: Adán Zambrano 2020)

Los resultados de la tabla 30 muestran el máximo incremento que podría sufrir el costo unitario de cada producto de la línea de polvo fabricada in-house, para obtener un VAN = 0 y recuperando la inversión de la empresa, valores que no se considerarían críticos ya que son valores muy altos al promedio anual reportado de todos los productos fabricados de la línea de polvos.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El análisis del proyecto de viabilidad fue analizado por diferentes herramientas que concretaron la decisión de ejecutar la ampliación de la línea de polvos en la empresa Green.

Con el análisis de VSM se logra determinar que existirá una mejora en los tiempos de entrega de los productos de 11,2 a 4,7 días, siendo esto una mejora en tiempo de respuesta del 58%. Esta mejora en tiempo de entrega logrará incrementar el indicador de planificación mensual de producción, así como reducir el número de unidades no atendidas en las ventas.

En el diseño de planta SLP se tomó en consideración las normas técnicas de manufactura (BPM), las instalaciones actuales y definió en el diseño la mejor distribución de la nueva línea de polvos, con la finalidad de evitar cruces en el proceso y retrocesos durante la producción, en el Anexo 6 se puede ver el diseño de la línea de polvos. Cabe mencionar que la solicitud de producción mensual son de 13,000 unidades y la planta tendrá una capacidad instalada de 88,000 unidades mensuales. En el escenario en donde se cuente con mayor número de ventas, la línea de polvos tendrá una holgura de capacidad instalada del 55,7%, siendo este un valor crítico que ayude a la empresa a generar mayor rentabilidad.

El flujo de caja se analizó en tres diferentes escenarios de demanda de productos (bajo, promedio y alto) y en los tres escenarios se obtiene un VAN mayor a cero, es decir, que aunque se vendan productos al menor costo reportado en todos los años, el proyecto es viable al tener holgura financiera. Esto es un indicativo que el proyecto tiene buena robustez, puesto que en años anteriores no es frecuente vender productos a un precio muy bajo.

Así mismo se realiza cuatro diferentes escenarios en el que el flujo de caja

puede verse afectado, estos son: precio de venta, inflación, unidades vendidas y precio mínimo de ahorro por maquila. En todos los escenarios antes expuestos, se obtienen resultados alentadores, puesto que en el histórico de manufactura y ventas muestran valores superiores a valores críticos con los que se realizan los análisis de escenarios.

Los indicadores de viabilidad fueron favorables con un VAN positivo y una tasa interna de retorno del 26.42%. Esto demuestra que, bajo los supuestos analizados, se recuperará la inversión inicial de \$385,139.88, los inversionistas ganarán el 15% anual requerido y la empresa contará con una holgura financiera de \$127,179.65.

4.2 Recomendaciones

Puesto que la línea de polvo cumple con el reglamento 067 de BPM y posee holgura del 55,7% en su capacidad instalada, se recomienda lo siguiente:

- Implementar y certificar la línea de polvos con BPM, esta certificación llamará la atención de nuevos clientes y puede abrir nuevos mercados.
- Realizar estrategias de marketing y ventas que permitan a la empresa ocupar ese excedente de capacidad, con la finalidad de generar mayor rentabilidad.
- Invertir en investigación y desarrollo de nuevos productos en polvo con la finalidad de satisfacer las demandas más actuales de los clientes y de ser pioneros en nuevos productos con propiedades funcionales.
- Buscar empresas que no cuenten con la infraestructura para producir productos suplementos en polvo para que la empresa Green les pueda maquilar, de esta forma se ocupa la capacidad adicional y generará un margen de ganancia adicional.

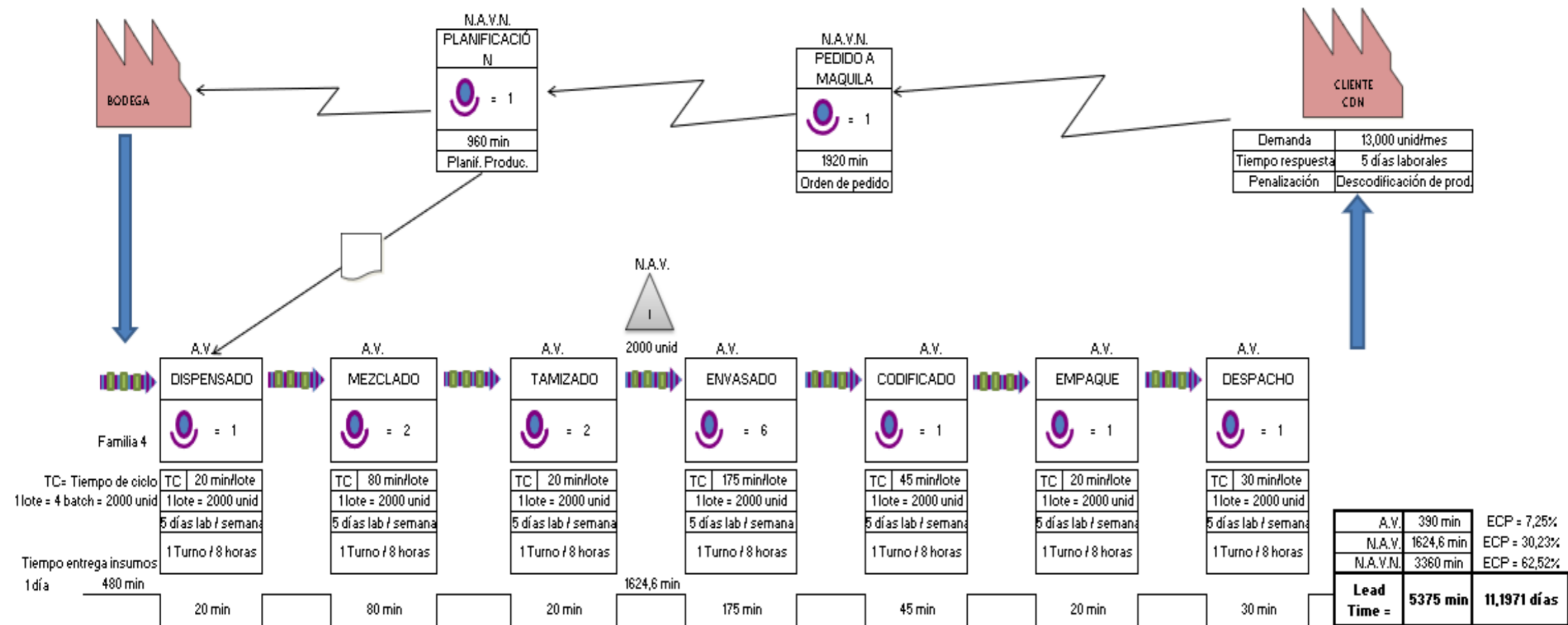
BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Shibata, I. Khan, M. Iinuma y T. Shirai, «Natural products for medicine.,» *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2012.
- [2] M. Acharán, *La medicina natural al alcance de todos*, Editorial Kier, 1995.
- [3] A. Lombardi, F. Verneau y P. Lombardi, «Beyond the use of food supplements: an empirical analysis in Italy.,» *Italian Journal of Food Science*, vol. 28, nº 1, pp. 15-24, 2016.
- [4] E. Sanzini, M. Badea, A. Dos Santos, P. Restani y H. Sievers, «Quality control of plant food supplements,» *Food & function*, vol. 2, nº 12, pp. 740-746, 2011.
- [5] A. Espinoza, «Estudio del mercado de la Unidad Naturista JM, para la implementación de un plan promocional en la ciudad de Guayaquil,» 2019.
- [6] A. Quinto, «Nivel de ventas en el Centro Naturista “El Bosque” en la ciudad de Babahoyo,» 2020.
- [7] D. Carrasco, R. Espinoza, G. Alejandro, J. Martínez, J. Santamaría-Aguirre, F. Zúñiga y R. Terán, «Evaluación de la calidad microbiológica de productos naturales procesados de uso medicinal comercializados en Quito, Ecuador,» *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, vol. 7, nº 37, 2020.
- [8] R. Muther y L. Hales, *Systematic Layout Planning*, MANAGEMENT & INDUSTRIAL RESEARCH PUBLICATIONS, 2015.
- [9] K. Martin y M. Osterling, *Value stream mapping: how to visualize work and align leadership for organizational transformation.*, New York: McGraw-Hill, 2014.
- [10] M. Rother y J. Shook, *Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda.*, Lean Enterprise Institute., 2003.
- [11] P. King y J. King, *Value stream mapping for the process industries: Creating a roadmap for lean transformation.*, CRC Press., 2017.
- [12] L. Romero y A. Arce, «Applying value stream mapping in manufacturing: A systematic literature review.,» *IFAC-PapersOnLine*, vol. 50, nº 1, pp. 1075-1086, 2017.
- [13] Lean Solutions, «leansolutions.co,» [En línea]. Available: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>. [Último acceso: 15 Agosto 2020].
- [14] A. Wronka, «Lean logistics,» *Journal of Positive Management*, vol. 7, nº 2, pp. 55-63, 2016.
- [15] S. Jain y T. Yadav, «Systematic layout planning: A review of improvement in approach to pulse processing mills.,» *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 4, nº 5, pp. 503-7, 2017.

ANEXOS

ANEXO 1

VSM ACTUAL MAQUILA DE POLVOS



CÁLCULOS:

Tiempo de entrega de insumos = (1 día) (8 h/día) (60 min/h) = 480 min
 Tiempo Gestión Pedido a maquila = (4 días) (8 h/día) (60 min/h) = 1920 min
 Tiempo Planificación Producción = (2 días) (8 h/día) (60 min/h) = 960 min

INVENTARIO envasado = (2000 unid / 13000 unid/mes) * (22 días/mes) * (480 min/día) = 1625 min

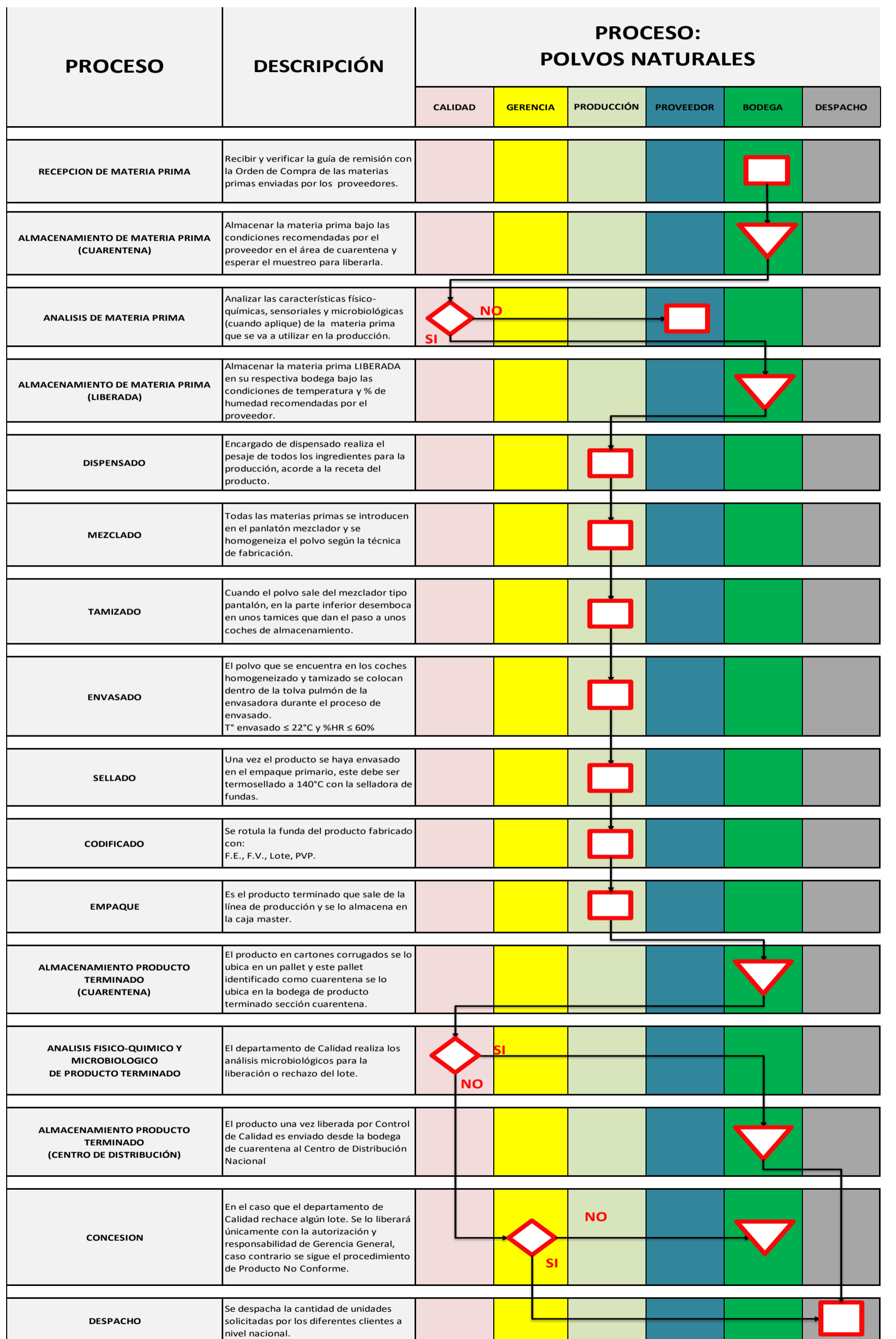
Tiempo disponible por día = (1 día) * (8 h/día) * (60 min/h) = 480 min

Eficiencia del ciclo del Proceso (ECP) → **ECP = 7,25%**

LEAD TIME = Tiempo A.V. + Tiempo N.A.V. + Tiempo N.A.V.N.
 LEAD TIME = 390 min + 1625 min + 3360 min = 5375 min
 LEAD TIME = 5375 min x (1 hora/60 min) x (1 día/8 horas) = 11,2 días

ANEXO 2

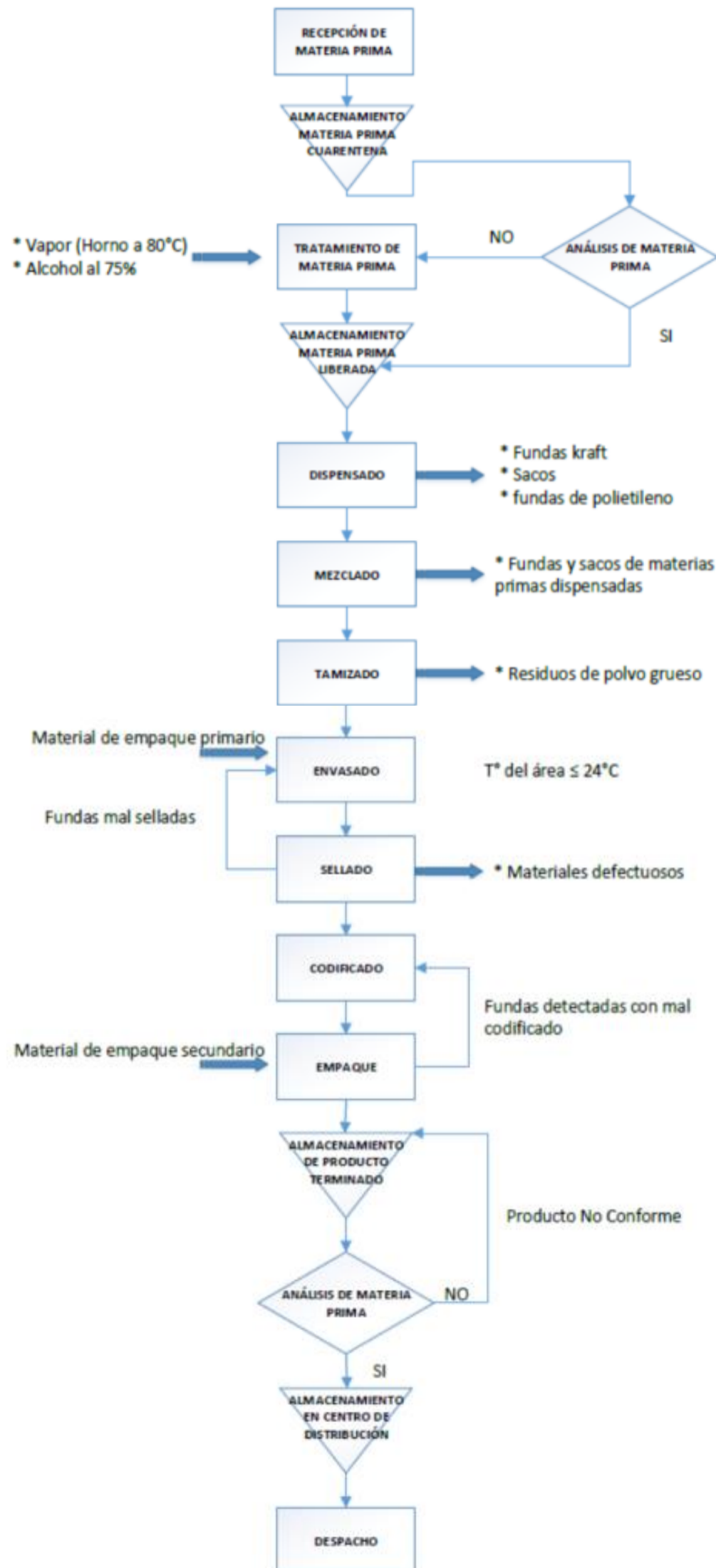
DIAGRAMA DE PROCESO DE LÍNEA DE POLVOS



ANEXO 3

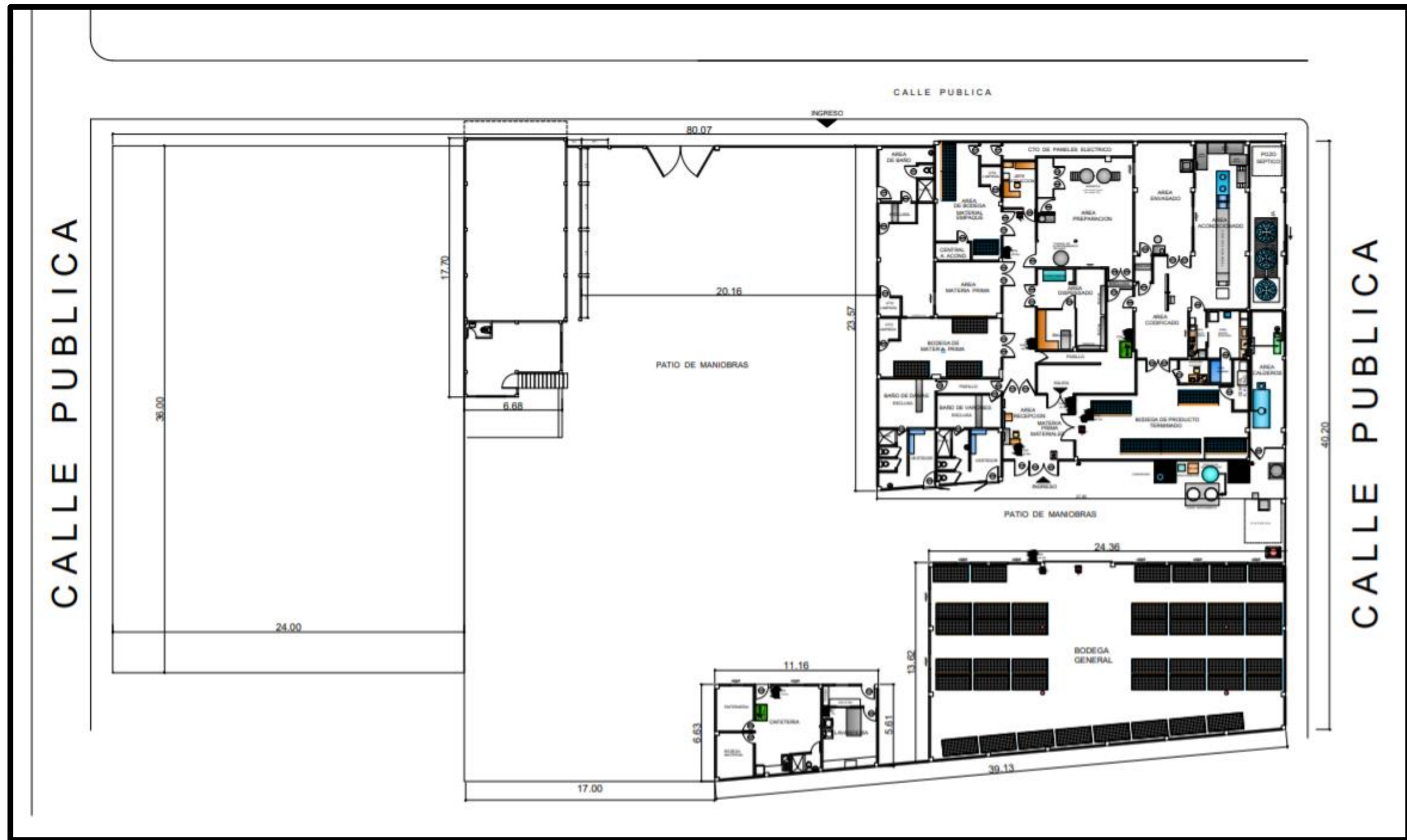
DIAGRAMA DE FLUJO DE LA LÍNEA DE POLVOS

DIAGRAMA DE FLUJO - LÍNEA DE POLVOS



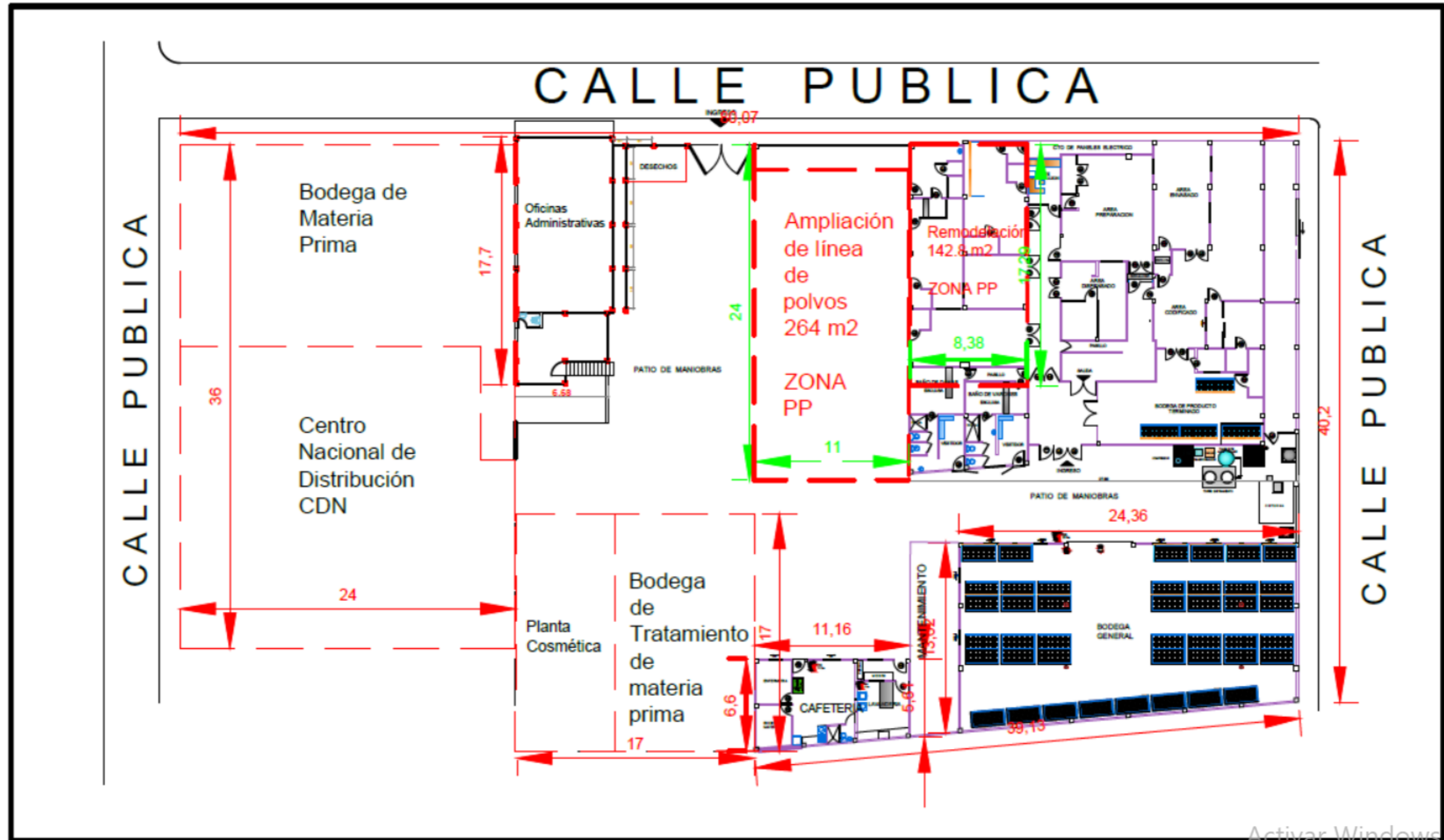
ANEXO 4

LAYOUT ACTUAL DE LA PLANTA



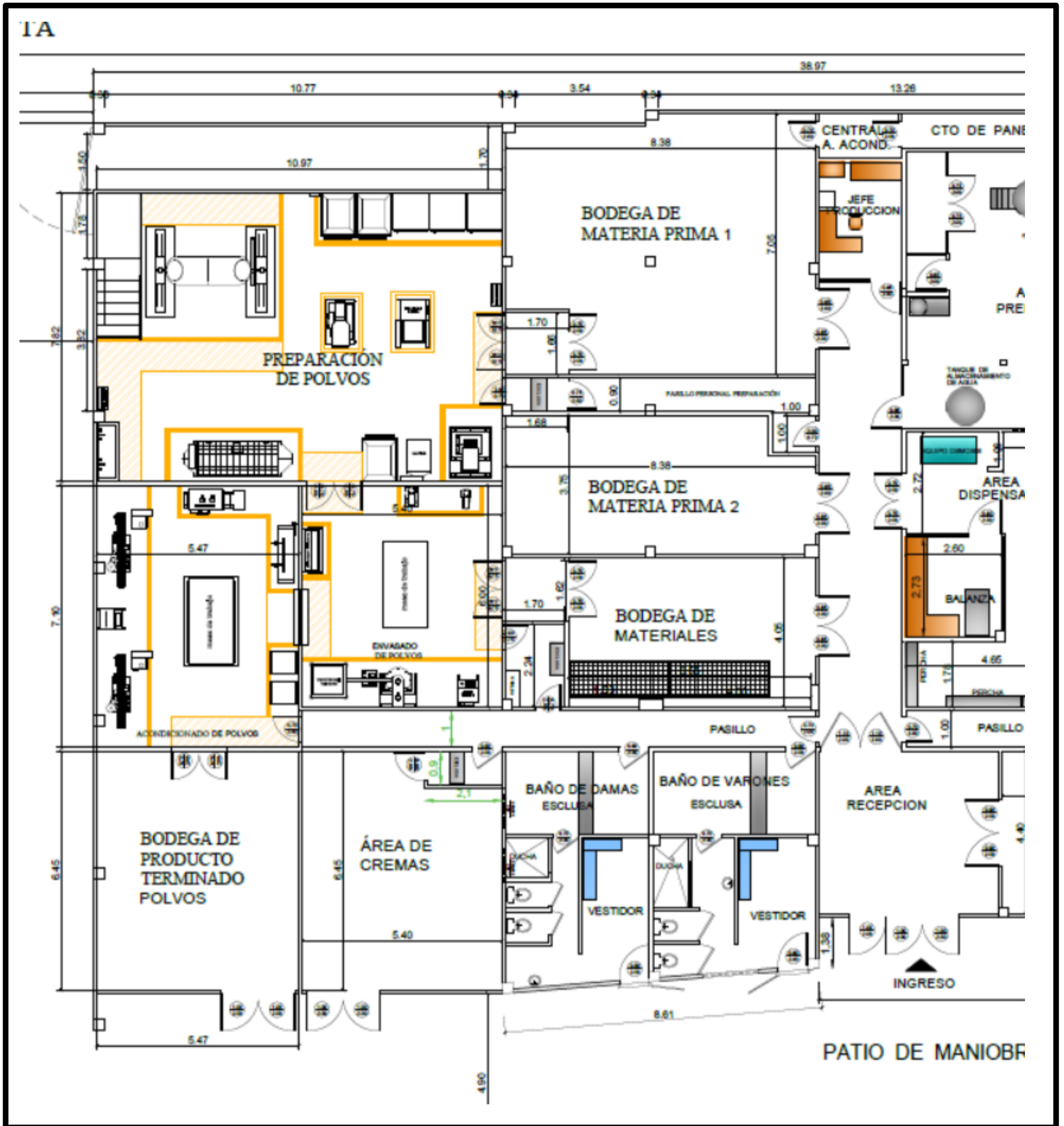
ANEXO 5

MASTERPLAN GREEN



ANEXO 6

DETALLE DE ZONA PP

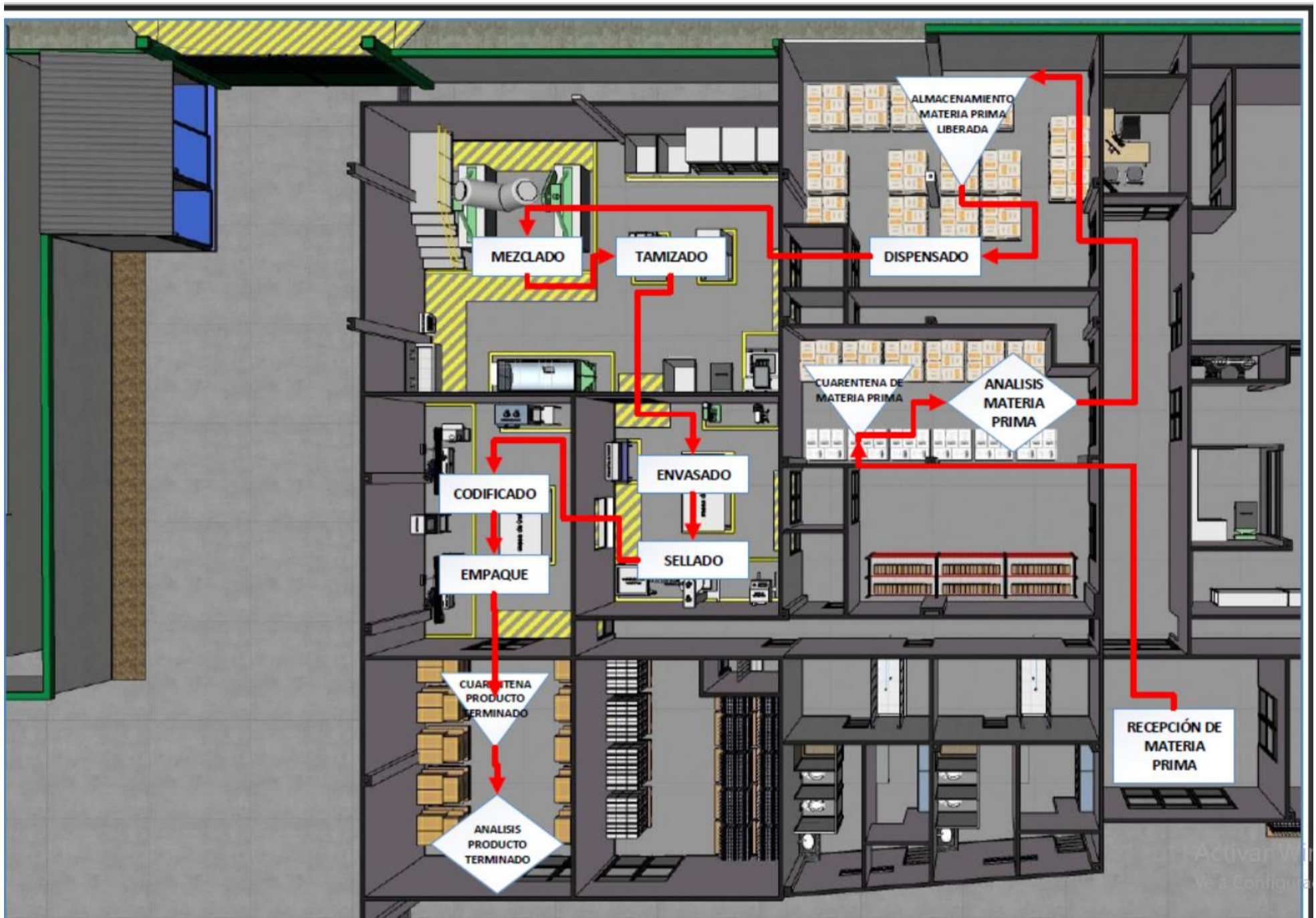


ANEXO 7
VISTA EN 3D DE ZONA PP



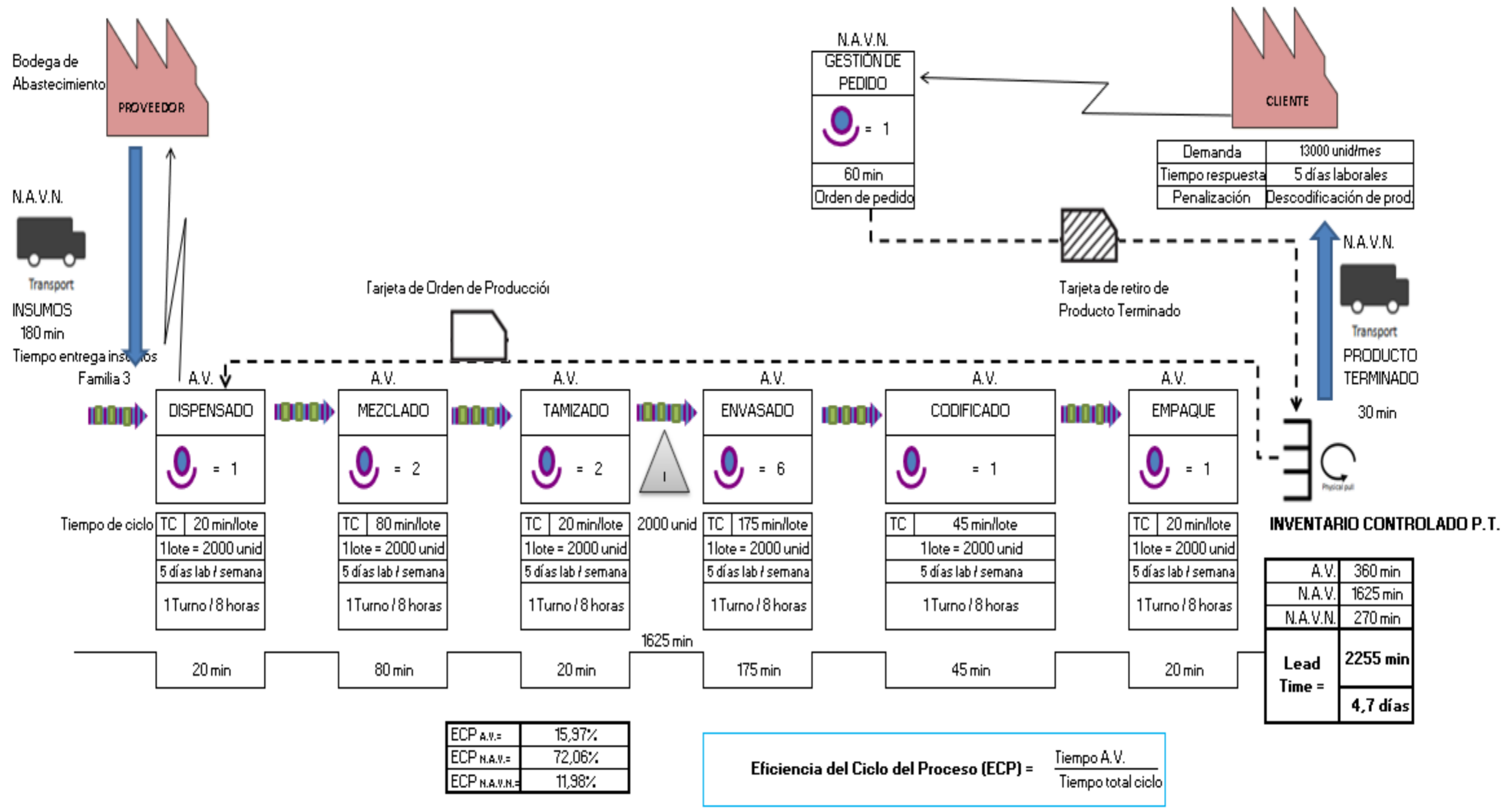
ANEXO 8

DIAGRAMA DE RECORRIDO DE LA ZONA PP



ANEXO 9

VSM FUTURO DE LA LÍNEA DE POLVOS



Demanda	13000 unid/mes
Tiempo respuesta	5 días laborales
Penalización	Descodificación de prod.

N.A.V.N.	GESTIÓN DE PEDIDO
1	Orden de pedido
60 min	

Proceso	A.V.	N.A.V.	N.A.V.N.	Tiempo de ciclo
DISPENSADO	1	20 min	20 min	20 min/lote 1 lote = 2000 unid 5 días lab / semana 1 Turno / 8 horas
MEZCLADO	2	80 min	80 min	80 min/lote 1 lote = 2000 unid 5 días lab / semana 1 Turno / 8 horas
TAMIZADO	2	20 min	20 min	20 min/lote 1 lote = 2000 unid 5 días lab / semana 1 Turno / 8 horas
ENVASADO	6	175 min	175 min	175 min/lote 1 lote = 2000 unid 5 días lab / semana 1 Turno / 8 horas
CODIFICADO	1	45 min	45 min	45 min/lote 1 lote = 2000 unid 5 días lab / semana 1 Turno / 8 horas
EMPAQUE	1	20 min	20 min	20 min/lote 1 lote = 2000 unid 5 días lab / semana 1 Turno / 8 horas
Total		360 min	1625 min	

ECP A.V. =	15,97%
ECP N.A.V. =	72,06%
ECP N.A.V.N. =	11,98%

$$\text{Eficiencia del Ciclo del Proceso (ECP)} = \frac{\text{Tiempo A.V.}}{\text{Tiempo total ciclo}}$$