



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERIA INDUSTRIAL**

“LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA EL  
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CUBETAS PARA HUEVOS DE  
LA EMPRESA **VELPACK**, DEL CANTÓN SALCEDO.”

PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE INGENIERO INDUSTRIAL

**AUTORES:**

JAIME ALEXANDER PILATASIG GUANOLUISA  
JUAN FRANCISCO VILLEGAS CHICAIZA

**TUTOR:**

ING. MsC. JOSÉ EZEQUIEL NARANJO ROBALINO

LATACUNGA - ECUADOR

MARZO - 2026

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

LATACUNGA - ECUADOR

MARZO - 2026

Pilatasig Guanoluisa Jaime Alexander, con cédula de ciudadanía No. 0504361130, Villegas Chicaiza Juan Francisco, con cédula de ciudadanía No. 1727833186, declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CUBETAS PARA HUEVOS DE LA EMPRESA VELPACK, DEL CANTÓN SALCEDO”**, siendo el Ing. José Ezequiel Naranjo Robalino MsC., Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

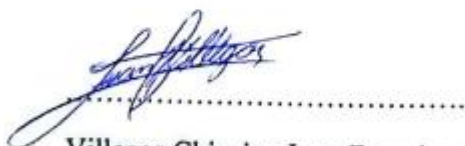
Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, marzo de 2026



Pilatasig Guanoluisa Jaime Alexander

C.C: 0504361130



Villegas Chicaiza Juan Francisco

C.C: 1727833186

## AVAL DE TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Latacunga, marzo de 2026

En calidad de tutor del proyecto de investigación titulado:

**“LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA EL PROCESO PRODUCCIÓN DE CUBETAS PARA HUEVOS DE LA EMPRESA VELPACK, DEL CANTÓN SALCEDO”**; elaborado por los señores **Pilatasig Guanoluisa Jaime Alexander y Villegas Chicaiza Juan Francisco**, estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho proyecto de investigación es merecedor del aval de aprobación, ya que cumple con las normas técnicas, de redacción y formatos preevistas, así como los requerimientos metodológicos, observaciones y recomendaciones propuestas. Por lo tanto, se considera que el trabajo es apto para ser sometido al tribunal de lectores.



Ing. MsC. José Ezequiel Naranjo Robalino

CC. 1804710463

**TUTOR**

## **AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

En calidad de tribunal de lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y, por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes Pilatasig Guanoluisa Jaime Alexander y Villegas Chicaiza Juan Francisco, con el título del proyecto de investigación: **“LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CUBETAS PARA HUEVOS DE LA EMPRESA VELPACK, DEL CANTÓN SALCEDO”**, han considerado recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Particular que pongo en su conocimiento para los fines legales pertinentes.

Atentamente,

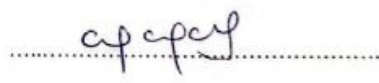
Latacunga, marzo de 2026



.....  
**Lector 1 (Presidente)**

Ing. MsC. Diana Del Carmen Marín Vélez

CC: 1204144503



.....  
**Lector 2**

Ing. MsC. Jaime Hernán Acurio Masabanda

CC.: 0502574247



.....  
**Lector 3**

Ing. MsC. Josué Jonnatan Armas Constante

CC: 0502034564

# CARTA DE AVAL DE LA INSTITUCION DONDE SE REALIZA EL TRABAJO



Latacunga, 11 marzo del 2026

Ing. Guido Saul Velasco Sinchiguano

**Propietario de la empresa VELPACK (Ideas ecológicamente reciclables)**

Presente.

En calidad de propietario de la empresa VELPACK (Ideas ecológicamente reciclables) avalo que el proyecto de investigación titulado: **“LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA EL PROCESO PRODUCCIÓN DE CUBETAS PARA HUEVOS DE LA EMPRESA VELPACK, DEL CANTÓN SALCEDO”** de autoría de los postulantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi: Pilatasig Guanoluisa Jaime Alexander con cédula de ciudadanía N.º 0504361130 y Villegas Chicaiza Juan Francisco con cédula de ciudadanía N.º 1727833186 estudiantes de la carrera de Ingeniería Industrial, perteneciente a la Facultad de CIYA (Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas), cumplen con los requisitos metodológicos y aportes que requiere la empresa para la ejecución del proyecto de investigación.

Sin otro particular, saludos cordiales a la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi.

Atentamente.

Ing. Guido Saul Velasco Sinchiguano

CC. 0502680002

**Propietario de la empresa VELPACK (Ideas ecológicamente reciclables)**

## AGRADECIMIENTO

*A Dios y a la Virgen de la Merced, por iluminar mi camino, por fortalecer mi espíritu en los momentos difíciles y bendecirme con la oportunidad de culminar esta importante etapa de mi vida, permitiéndome formarme como profesional en la carrera de Ingeniería Industrial.*

*A mi madre, Blanca Piedad Guanoluisa Tulpa, por darme la vida y por ser mi pilar fundamental en mi formación académica y personal. Gracias por su apoyo incondicional, por cada sacrificio realizado en silencio y por enseñarme el valor del trabajo honesto, por su amor, esfuerzo y constante orientación, y por nunca permitir que me rinda en este camino para alcanzar mis sueños.*

*A mi padre, Jaime Pilatasig Santos, por ser ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y perseverancia y humildad, gracias por su apoyo incondicional. Agradezco profundamente su esfuerzo, orientación y confianza, los cuales han sido pilares fundamentales en mi formación personal.*

*A mis hermanas, Myrian Vanessa Guanoluisa Tulpa, Anshela Estefanía Pilatasig Guanoluisa y Joselyn Pamela Pilatasig Guanoluisa, por brindarme su apoyo y comprensión en los momentos más difíciles de mi vida. Gracias por su paciencia, su perdón y por el amor fraternal que siempre nos ha unido. Su presencia y cariño han sido un impulso constante para seguir adelante y no rendirme.*

*A mi amigo, Juan Francisco Villegas Chicaiza por su amistad incondicional, Iniciamos este camino juntos desde el inicio hasta el final, compartiendo momentos inolvidables en la universidad que siempre llevaremos en nuestra memoria. Gracias por aceptar realizar conmigo este trabajo de titulación y por demostrar que, cuando se trabaja con esfuerzo y confianza, todo es posible. Te lo dije: lo íbamos a lograr.*

*Al Ing. José Naranjo, por su constante apoyo durante el desarrollo del presente trabajo, así como por orientarme con su experiencia y valiosos conocimientos. Agradezco profundamente la confianza depositada en mí.*

*Finalmente, a la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas y a todos mis docentes que contribuyeron en mi formación profesional.*

***Jaime Alexander Pilatasig Guanoluisa.***

## **DEDICATORIA**

*Al cerrar uno de los capítulos más significativos de mi vida académica y personal, dedico con profundo amor y gratitud mi trabajo de titulación a mi madre, Blanca, y a mi padre, Jaime, quienes con su sacrificio, esfuerzo y apoyo incondicional han sido el pilar fundamental de mi formación desde mi niñez hasta este momento. Gracias por creer en mí, por impulsarme a seguir adelante y por enseñarme que con perseverancia, carácter, y humildad todo es posible.*

*A toda mi familia, porque cada uno de ustedes me brindó sus mejores consejos y sus deseos y siempre me motivaron a seguir adelante y a no rendirme ante las dificultades. Su apoyo fue fundamental para alcanzar esta meta.*

*A todas aquellas personas que en algún momento de mi vida se hicieron presentes y me brindaron su ayuda y sus experiencias personales, las cuales se convirtieron en valiosas lecciones para llegar hasta esta etapa final. Gracias por el apoyo; espero volver a encontrarlos, pero esta vez como Ingeniero Industrial.*

*Finalmente, dedico este esfuerzo a la persona que aunque empezamos esta trayectoria juntos y el destino nos llevó por senderos distintos, siempre valoraré lo que compartimos y el apoyo que me brindó en su momento.*

*Mi gratitud eterna a todos quienes hicieron posible la culminación de este sueño.*

***Jaime Alexander Pilatasig Guanoluisa.***

## AGRADECIMIENTO

*A Dios, por darme la fortaleza, la templanza, el valor para seguir adelante a pesar de todas las adversidades que he enfrentado a lo largo de mi vida académica. Por permitirme, incluso en los momentos difíciles, no caer y continuar avanzando sin rendirme.*

*A mi madre, Martha Cecilia Chicaiza Noroña, por ser un pilar fundamental en mi vida y brindarme su apoyo moral y económico durante todo mi proceso de formación. Le agradezco por estar presente en los momentos difíciles que hemos atravesado y por todos los sacrificios que han realizado. Gracias por enseñarme que, a pesar de las tormentas, nunca debo rendirme y siempre debo seguir adelante.*

*A mi padre, Sergio Ramiro Villegas Guanoluisa, por enseñarme el valor del trabajo y por inculcarme que los sueños se alcanzan con esfuerzo y dedicación, gracias por formarme como una persona de principios y valores, por su apoyo constante en cada una de las metas que me he propuesto y por todos los consejos que me han guiado para ser una mejor persona.*

*A mi hermana María Esperanza Villegas Chicaiza, por ser una de las personas que más me inspiran a seguir adelante y no darme por vencido ante cualquier circunstancia. Gracias por tu cariño incondicional, que motiva cada día a ser mejor y a demostrar que cualquier meta se puede alcanzar con esfuerzo y constancia.*

*A mi amigo y colega, Jaime Alexander Pilatasig Guanoluisa, por su amistad incondicional y por compartir conmigo el camino universitario. Gracias por las experiencias, anécdotas y momentos vividos durante esta etapa, así como por el trabajo en equipo que permitió culminar con éxito este proceso de titulación que ambos anhelábamos.*

*Al Ing. José Ezequiel Naranjo Robalino, quien fue nuestro tutor de trabajo de titulación, por orientarnos con su experiencia, conocimientos y valiosos consejos durante el desarrollo de esta investigación, tanto en las horas de clase como en la ejecución del presente trabajo.*

*Finalmente, agradezco a la facultad Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en especial a la carrera de Ingeniería Industrial, por abrirme las puertas para continuar con mi formación profesional. Asimismo, expreso mi gratitud a todos los docentes ingenieros que compartieron sus conocimientos y me guiaron durante este proceso de preparación académica y profesional.*

**Juan Francisco Villegas Chicaiza.**

## **DEDICATORIA**

*Al alcanzar el término de una etapa en mi camino formativo, profesional y personal, dedico este trabajo de titulación con respeto, amor y eterno agradecimiento a mis padres, Martha Cecilia Chicaiza Noroña y Sergio Ramiro Villegas Guanoluisa, quienes han sido ejemplo de perseverancia, constancia y humildad. A ellos les debo todo lo que ahora soy, les agradezco profundamente por el sacrificio y la dedicación que han demostrado a lo largo de toda mi vida académica y personal.*

*A mi abuelita, Martha Margot Noroña, quien siempre me ha brindado sabios consejos de superación personal y me ha motivado a seguir adelante a pesar de las circunstancias vividas.*

*Finalmente, a mi hermana María Esperanza Villegas Chicaiza, quien me inspira día tras día a superar mis límites y a ser un buen ejemplo como hermano mayor.*

***Juan Francisco Villegas Chicaiza.***

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

### TITULO: “LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA EL PROCESO PRODUCCIÓN DE CUBETAS PARA HUEVOS DE LA EMPRESA VELPACK, DEL CANTÓN SALCEDO”

#### AUTORES:

JAIME ALEXANDER PILATASIG GUANOLUISA  
JUAN FRANCISCO VILLEGAS CHICAIZA

#### RESUME

La investigación se orienta al desarrollo de una propuesta técnica de localización y distribución de planta para la empresa **VELPACK**, dedicada a la producción de cubetas de pulpa moldeada para huevos en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi. El estudio parte de un diagnóstico integral de la situación actual, evidenciando limitaciones en infraestructura, distribución física, capacidad productiva y organización operativa, factores que inciden directamente en la eficiencia, costos y competitividad de la empresa dentro de la cadena de suministro avícola. Metodológicamente, se aplicó un enfoque de investigación aplicada bajo la modalidad de propuesta de investigación. Se realizó el levantamiento de procesos mediante diagramas de flujo y cursogramas analíticos, complementado con un estudio de tiempos para determinar tiempos estándar y capacidad instalada requerida. En el análisis de localización se emplearon herramientas multicriterio como el Proceso Analítico Jerárquico (AHP) y el método del centro de gravedad, considerando variables técnicas, logísticas y económicas. Para el diseño de distribución se utilizó la metodología Systematic Layout Planning (SLP) y el método de Guerchet para el dimensionamiento de áreas. Finalmente, la propuesta fue validada mediante simulación en FlexSim, comparando indicadores clave de desempeño respecto a la situación actual. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en el flujo de materiales, reducción de recorridos innecesarios, optimización del espacio y aumento de la eficiencia operativa. La propuesta constituye una base técnica sólida para la toma de decisiones estratégicas orientadas al crecimiento sostenible y fortalecimiento competitivo de la empresa en el sector industrial local.

**Palabras clave:** localización de planta; distribución de planta; Systematic Layout Planning (SLP); estudio de tiempos; simulación de procesos; capacidad productiva; ingeniería industrial; industria avícola.

**TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI**  
**FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES**  
**THEME: “PLANT LOCATION AND FACILITY LAYOUT DESIGN**  
**FOR EGG TRAY PRODUCTION PROCESS AT VELPACK**  
**COMPANY, SALCEDO CANTON**

**AUTHORS:**

JAIME ALEXANDER PILATASIG GUANOLUISA  
JUAN FRANCISCO VILLEGAS CHICAIZA

**Abstract**

The research focuses on developing a technical proposal for plant location and layout in the canton of Salcedo, Cotopaxi Province. The study begins with a comprehensive diagnosis of the current situation, identifying limitations in infrastructure, physical distribution, production capacity, and operational organization. These factors directly affect the efficiency, costs, and competitiveness of the company within the poultry supply chain.

Methodologically, an applied research approach was used under the modality of a research proposal. The production processes were analyzed using flowcharts and the Analytic Hierarchy Process (AHP), and the center of gravity method was applied, considering technical, logistic, and economic variables. For the layout design, the Systematic Layout Planning (SLP) methodology and the Guerchet method were used to calculate area requirements. Finally, the proposal was validated through simulation in FlexSim, comparing key performance indicators with the current situation.

The results showed significant improvements in material flow, reduction of unnecessary movements, better space utilization, and increased operational efficiency. The proposal provides a solid technical base for strategic decision-making aimed at sustainable growth and competitive strengthening of the company in the local industrial sector.

**Keywords:** plant location; plant layout; Systematic Layout Planning (SLP); time study; process simulation; production capacity; industrial engineering; poultry industry.

## AVAL DE TRADUCCIÓN



CENTRO  
DE IDIOMAS

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“LOCALIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CUBETAS PARA HUEVOS DE LA EMPRESA VELPACK, DEL CANTÓN SALCEDO”** presentado por: **Pilatasig Guanoluisa Jaime Alexander y Villegas Chicaiza Juan Francisco**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Industrial**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Latacunga, marzo de 2026

Atentamente,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mayra Noroña Heredia', written over a horizontal line.

Mg. Mayra Clemencia Noroña Heredia  
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC  
CI: 0501955470



## INDICE GENERAL

1	INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2	INTRODUCCIÓN.....	2
2.1	EL PROBLEMA .....	4
2.1.1	Situación Problemática.....	4
2.1.2	Formulación de problema.....	4
2.2	BENEFICIARIOS .....	5
2.3	JUSTIFICACIÓN.....	5
2.4	OBJETIVOS.....	6
2.4.1	General .....	6
2.4.2	Específicos.....	6
2.5	SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS... 6	
3	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO .....	8
3.1	ANTECEDENTES .....	8
3.2	MARCO CONCEPTUAL REFERENCIAL.....	10
3.2.1	Gestión por procesos .....	10
3.2.1.1	Levantamiento de procesos .....	10
3.2.2	Estudio de tiempos .....	13
3.2.2.1	Requerimientos del estudio de tiempos.....	13
3.2.2.2	Procedimiento del estudio de tiempos.....	14
3.2.2.3	Valoración del tiempo de trabajo (FD).....	16
3.2.2.4	Ventajas de la aplicación del tiempo estándar.....	17
3.2.3	Estudio de mercado .....	20
3.2.4	Localización de plantas .....	20
3.2.5	Tamaño máximo y mínimo de planta.....	23
3.2.5.1	Tamaño de planta de acuerdo con el análisis financiero .....	23
3.2.5.2	Distribución de planta.....	24
4	METODOLOGÍA.....	27
4.1	Modalidad de Tipo De Investigación .....	27
4.2	Enfoque de investigación .....	27

4.3	Diseño de la investigación.....	28
4.4	Método de investigación.....	28
4.5	Técnica e instrumento de recolección de información .....	28
4.6	Procedimiento metodológico.....	29
5	<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>30</b>
5.1	Objetivo 1 : Analizar la situación actual de la empresa mediante el levantamiento de la información de los procesos y recursos disponibles.....	30
5.1.1	La Empresa – Historia .....	31
5.1.2	Ubicación.....	31
5.1.3	Información general de la Empresa .....	32
5.1.4	Materia prima .....	35
5.1.5	<b>LEVANTAMIENTO DE PROCESOS .....</b>	<b>35</b>
5.1.5.1	Procesos estratégicos .....	35
5.1.5.2	Procesos Operativos .....	36
5.1.5.3	Procesos de apoyo .....	37
5.1.6	Mapa de Procesos .....	37
5.1.7	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA “VELPACK” .....</b>	<b>38</b>
5.1.7.1	Línea de producción de cubetas para huevos .....	38
5.1.7.2	Orden de producción .....	38
5.1.7.3	Recepción de materia prima .....	38
5.1.7.4	Prensado .....	39
5.1.7.5	Subproceso de Secado .....	39
5.1.7.6	Empaquetado .....	40
5.1.7.7	Almacenamiento.....	40
5.1.7.8	Despacho .....	40
5.1.8	<b>MATRICES DE PROCEDIMIENTOS.....</b>	<b>40</b>
5.1.8.1	Orden de producción .....	40
5.1.8.2	Recepción de materia prima .....	41
5.1.8.3	Desfibrado .....	42
5.1.8.4	Prensado .....	43
5.1.8.5	Subproceso de Secado .....	44

5.1.8.6	Empaquetado .....	45
5.1.8.7	Almacenamiento .....	46
5.1.8.8	Despacho .....	47
5.1.9	Cursogramas analíticos.....	48
5.1.10	Estudio de tiempos .....	50
5.1.10.1	Cálculo de tiempo estándar.....	51
5.1.10.2	Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Orden de producción.....	53
5.1.10.3	Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Recepción de materia prima	53
5.1.10.4	Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Desfibrado.....	54
5.1.10.5	Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Prensado.....	55
5.1.11	Resultados.....	57
5.1.12	Fichas técnicas de procesos operativos de la empresa “Velpack” .....	58
5.1.13	Análisis de limitaciones dentro de la empresa “Velpack“ .....	67
5.2.1.	Árbol de Decisión.....	68
5.2.2.	Estudio de mercado .....	69
5.2.3.	Proceso de investigación de mercado .....	69
5.2.4.	Análisis de resultados .....	70
5.2.4.1.	Descripción de producto.....	76
5.2.5.	Análisis y proyección de la demanda .....	77
5.2.6.	Análisis de competencias .....	81
5.2.7.	Proyección de oferta .....	81
5.2.8.	Determinación de la demanda potencial insatisfecha.....	82
5.2.9.	Análisis del producto y precios .....	82
5.3.	LOCALIZACIÓN .....	83
5.3.1.	Localización de planta .....	83
5.3.2.	Justificación de factores y sub factores elegidos .....	86
5.3.3.	Aplicación del método AHP, en el software POM-QM for Windows.....	90
5.3.3.1.	Micro localización .....	91
5.3.3.2.	Localización propiamente dicha.....	91
5.3.4.	Resultado obtenido .....	92

5.3.4.1.	Tamaño máximo de planta .....	98
5.3.4.2.	Tamaño financiero.....	99
5.4.	Objetivo 3: Desarrollar una distribución de planta que cumpla con principios técnicos, acorde a las necesidades de procesamiento y embalaje de cubetas para huevos.	110
5.4.1.	Selección de tamaño de planta.....	110
5.4.2.	Recursos de Capacidad.....	111
5.4.2.1.	Resultados.....	114
5.4.3.	Dimensionamiento de Instalaciones .....	117
5.4.3.1.	Resumen total de área necesaria.....	126
5.4.3.2.	Consideraciones legales.....	126
5.4.3.3.	Tipo de distribución adecuada para el caso de estudio.....	135
5.4.3.4.	Systematic layout plannig.....	135
5.4.3.5.	Estimación de la geometría del terreno .....	139
5.4.3.6.	Asiganción de áreas, superficie y posición en la distribución en línea ..	140
5.5.	Objetivo 4: Simular la distribución propuesta para la evaluación de indicadores de desempeño y validación de los beneficios frente a la disposición actual.....	143
5.5.1.	Simulación con FlexSim.....	143
5.5.1.1.	Flexsim planta actual .....	144
5.5.1.2.	Flexsim planta nueva.....	146
5.5.2.	Comparativa de resultados entre ambas simulaciones .....	147
5.6.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	147
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	148
6.1	Conclusiones: .....	148
6.2	Recomendaciones: .....	149
7	BIBLIOGRAFIAS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
8	ANEXOS .....	155

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Mapa de procesos [5] .....	11
Figura 3.2. Símbolos de los diagramas de flujo. [40].....	13
Figura 3.3. Suplementos .....	19
Figura 5.1. Ubicación de VELPACK .....	32
Figura 5.2. Organigrama Estructural .....	34
Figura 5.3. Bandeja Tipo “AA” .....	34
Figura 5.4. Bandeja Tipo “A” .....	34
Figura 5.5. Bandeja Tipo “B” .....	34
Figura 5.6. Bandeja Tipo “AAA” .....	34
Figura 5.7. Mapa de Procesos.....	38
Figura 5.8. Orden de producción .....	41
Figura 5.9. Recepción de materia prima.....	42
Figura 5.10. Desfibrado .....	43
Figura 5.11. Prensado .....	44
Figura 5.12. Subproceso de Secado.....	45
Figura 5.13. Empaquetado.....	46
Figura 5.14. Almacenamiento .....	47
Figura 5.15. Despacho .....	48
Figura 5.16. Árbol de Decisión .....	69
Figura 5.17. Pronóstico de Crystal Ball: Mape .....	79
Figura 5.18. Pronóstico de Crystal Ball:MAD .....	80
Figura 5.19. Diseño de producto en Inventor Cad.....	83
Figura 5.20. Método AHP .....	85
Figura 5.21. Análisis de decisión bajo incertidumbre .....	90
Figura 5.22. Análisis de arrepentimiento .....	90
Figura 5.23. Puntos de Referencia de los Clientes más Potenciales.....	95
Figura 5.24. Terreno seleccionado .....	96
Figura 5.25. Gráfica del Punto del Equilibrio .....	99
Figura 5.26. Diagrama de relación inicial .....	137
Figura 5.27. Estimación Geométrica del terreno.....	139
Figura 5.28. Distribucion de planta Producción en líena .....	140
Figura 5.29. Layout de nueva planta .....	142

Figura 5.30. Layout actual.....	144
Figura 5.31. Simulacion del proceso actual.....	145
Figura 5.32. Layaut de la propuesta del proceso nuevo .....	146
Figura 5.33. Simulacion del nuevo proceso propuesto.....	147
Figura 8.1. Anexo 1 .....	155
Figura 8.2. Anexo 2 .....	155
Figura 8.3. Anexo 4 .....	155
Figura 8.4. Anexo 3 .....	155
Figura 8.5. Anexo 5 .....	155
Figura 8.6. Anexo 6 .....	156
Figura 8.7. Anexo 7 .....	157

## ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.1. Beneficiarios directos .....	5
Tabla 2.2. Beneficiarios indirectos .....	5
Tabla 2.3. Sistema de tareas .....	7
Tabla 3.1. Tipos de diagramas de Flujo [5].....	12
Tabla 3.2. Número de observaciones recomendadas por la General Electric [9].....	15
Tabla 3.3. Calificación de la actualización método WestingHouse [9].....	16
Tabla 3.4. Tabla de suplementos [9].....	18
Tabla 3.5. Simbolos del Árbol de decisión [11].....	19
Tabla 5.1. Clasificación de tamaño de planta.....	30
Tabla 5.2. Información general de la empresa VELPACK.....	32
Tabla 5.3. Materia Prima .....	35
Tabla 5.4. Procesos estratégicos .....	35
Tabla 5.5. Proceso Operativos.....	36
Tabla 5.6. Proceso de apoyo.....	37
Tabla 5.7. Orden de producción .....	40
Tabla 5.8. Recepción de materia prima .....	41
Tabla 5.9. Desfibrado .....	42
Tabla 5.10. Prensado .....	43
Tabla 5.11. Subproceso de Secado .....	45
Tabla 5.12. Empaquetado .....	46
Tabla 5.13. Almacenamiento.....	47
Tabla 5.14. Despacho .....	48
Tabla 5.15. Cursograma Analítico.....	49
Tabla 5.16. Cursograma Analítico de subproceso.....	50
Tabla 5.17. Tiempo Observado .....	50
Tabla 5.18. Tabla del Factor de desempeño .....	51
Tabla 5.19. Sluplementos .....	52
Tabla 5.20. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Orden de Producción .....	53
Tabla 5.21. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Recepción de materia prima .....	53
Tabla 5.22. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Desfibrado.....	54
Tabla 5.23. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Desfibrado.....	55
Tabla 5.24. Cálculo de tiempo estándar para el Sub proceso de Secado.....	55

Tabla 5.25. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Empaquetado .....	56
Tabla 5.26. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Almacenamiento .....	56
Tabla 5.27. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Despacho.....	57
Tabla 5.28, Resultados del estudio de Tiempos estándar .....	58
Tabla 5.29. Ficha Técnica de procesos 1 .....	59
Tabla 5.30. Ficha Técnica de procesos 2.....	60
Tabla 5.31. Ficha Técnica de procesos 3.....	61
Tabla 5.32. Ficha Técnica de procesos 4.....	62
Tabla 5.33. Ficha Técnica de Subprocesos 1.....	63
Tabla 5.34. Ficha Técnica de procesos 5.....	64
Tabla 5.35. Ficha Técnica de procesos 6.....	65
Tabla 5.36. Ficha Técnica de procesos 7.....	66
Tabla 5.37. Análisis de Limitaciones .....	67
Tabla 5.38. Tabla de datos.....	71
Tabla 5.39. Tabla de datos.....	71
Tabla 5.40. Tabla de datos.....	71
Tabla 5.41. Tabla de datos.....	71
Tabla 5.42. Tabla de datos.....	72
Tabla 5.43. Tabla de datos.....	72
Tabla 5.44. Tabla de datos.....	73
Tabla 5.45. Tabla de datos.....	73
Tabla 5.46. Tabla de datos.....	73
Tabla 5.47. Tabla de datos.....	74
Tabla 5.48. Tabla de datos.....	74
Tabla 5.49. Tabla de datos.....	75
Tabla 5.50. Tabla de datos.....	75
Tabla 5.51. Tabla de datos.....	75
Tabla 5.52. Tabla de datos.....	76
Tabla 5.53. Descripción de producto.....	77
Tabla 5.54. Demanda anual .....	77
Tabla 5.55. Tabla de decisión.....	78
Tabla 5.56. Pronóstico para cinco años con MAPE.....	79
Tabla 5.57. Pronóstico para cinco años con MAD .....	80
Tabla 5.58. Competencias .....	81

Tabla 5.59. Oferta proyectada .....	82
Tabla 5.60. Demanda insatisfecha.....	82
Tabla 5.61. Precios de las competencias .....	82
Tabla 5.62. Justificación de factores y sub factores elegidos.....	86
Tabla 5.63. Calificación para elección del mejor método de localización .....	92
Tabla 5.64. Cantidad de cubetas de venta a avícolas.....	93
Tabla 5.65. Análisis ABC.....	93
Tabla 5.66. Coordenadas de Latitud y longitud.....	94
Tabla 5.67. Resultados .....	95
Tabla 5.68. Método del centro de Gravedad (Costos).....	96
Tabla 5.69. Método del centro de Gravedad (Costos).....	96
Tabla 5.70. Resultados .....	96
Tabla 5.71. Resultados .....	97
Tabla 5.72. Costos .....	97
Tabla 5.73. Análisis de la demanda.....	98
Tabla 5.74. Análisis para el punto de equilibrio Multi-producto .....	98
Tabla 5.75. Costos de materia prima directa .....	100
Tabla 5.76. Costo de mano de obra directa .....	100
Tabla 5.77. Costos Indirectos .....	100
Tabla 5.78. Gastos operativos Administrativos.....	101
Tabla 5.79. Resumen de costos .....	101
Tabla 5.80. Bienes Inmuebles.....	101
Tabla 5.81. Bienes Muebles .....	102
Tabla 5.82. Máquinaria y equipos .....	102
Tabla 5.83. Herramientas para mantenimiento.....	103
Tabla 5.84. Costos del primer mes .....	103
Tabla 5.85. Resumen de inversión.....	103
Tabla 5.86. Ingresos con venta adecuada .....	104
Tabla 5.87. Resumen de Venta adecuada.....	104
Tabla 5.88. Cálculo de depreciación .....	104
Tabla 5.89. Inversión propia.....	104
Tabla 5.90. Amortización .....	105
Tabla 5.91. Amortización 2 .....	105
Tabla 5.92. Flujo de caja .....	105

Tabla 5.93. Costo – Beneficio .....	107
Tabla 5.94. Resumen financiero - VELPACK .....	108
Tabla 5.95. Comparación de inversiones.....	110
Tabla 5.96. Análisis de procesos operativos.....	111
Tabla 5.97. Cálculo de maquinaria.....	113
Tabla 5.98. Número de maquinarias.....	115
Tabla 5.99. Total N° de máquinas .....	116
Tabla 5.100. Cálculo de mano obra.....	116
Tabla 5.101. Área administrativa .....	118
Tabla 5.102. Área de materi prima.....	119
Tabla 5.103. Área de producto terminado .....	120
Tabla 5.104. Servicios Higiénicos.....	121
Tabla 5.105. Vestidores.....	122
Tabla 5.106. Comedor .....	123
Tabla 5.107. Área de producción.....	124
Tabla 5.108. Resumen Total de área 5,81 .....	126
Tabla 5.109. Análisis de Consideraciones legales.....	134
Tabla 5.110. Código de afinidad entre áreas .....	136
Tabla 5.111. Código de Justificación para afinidades .....	136
Tabla 5.112. SLP tabla de criterios.....	136
Tabla 5.113. Elementos para el cálculo de U.S.E.....	138
Tabla 5.114. Cálculo de Unidades de Superficie equivalente .....	138
Tabla 5.115. Asignación de áreas, superficies y posición en la distribución en línea.....	141
Tabla 5.116. Tabla comparativa de producción actual y propuesta .....	143

# 1 INFORMACIÓN GENERAL

**Tema del proyecto:** Localización y distribución de planta para el proceso productivo de cubetas para huevos de la empresa “VELPACK”, del cantón Salcedo.

**Modalidad de Titulación:**

Propuesta Tecnológica	<input type="checkbox"/>
Proyecto de Investigación	<input checked="" type="checkbox"/>

**Fecha de inicio:**

Octubre 2025

**Fecha de finalización:**

Marzo 2026

**Lugar de ejecución:**

Cotopaxi, Salcedo, Barrio Quilajalo junto a la vía E35.

**Facultad que auspicia:**

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

**Carrera que auspicia:**

Ingeniería Industrial

**Proyecto de Investigación vinculado:**

Transformación digital: El impacto de la tecnología 4.0 en la industria y la academia.

**Equipo de trabajo de titulación:**

**Tutor:**

Ing. Msc. José Ezequiel Naranjo Robalino

**Autor(es):**

**Jaime Alexander Pilatasig Guanoluisa**

**N° de cédula:** 0504361130

**Correo electrónico:** [jaime.pilatasig1130@utc.edu.ec](mailto:jaime.pilatasig1130@utc.edu.ec)

**Teléfono:** 0995268331

**Juan Francisco Villegas Chicaiza**

**N° de cédula:** 1727833186

**Correo electrónico:** [juan.villegas3186@utc.edu.ec](mailto:juan.villegas3186@utc.edu.ec)

**Teléfono:** 0992861659

**Área de Conocimiento:**

Localización y distribución de plantas Industriales

**Línea de investigación:** tecnología industrial, gestión de la producción.

**Sublínea de investigación:** Sistemas integrados de producción y operaciones industriales para el desarrollo sostenible.

## 2 INTRODUCCIÓN

El sector avícola cumple un papel dentro de la cadena agroalimentaria, debido a que el huevo es un producto de consumo masivo que requiere condiciones adecuadas de protección, transporte y almacenamiento para conservar su calidad desde el punto de producción hasta el consumidor final, en este contexto, las cubetas o bandejas para huevos constituyen un elemento esencial, ya que permiten reducir pérdidas por rotura, facilitar el manejo logístico y asegurar la presentación del producto en el mercado. Sin embargo, para que estas cubetas cumplan su función de manera eficiente, la industria manufacturera encargada de producirlas necesita operar con procesos organizados y con una planta correctamente localizada y distribuida, pues de ello dependen el flujo de materiales, la productividad y los costos operativos [1].

En el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, se encuentra la empresa “**VELPACK**” (Ideas Ecológicamente Reciclables), dedicada a la producción de cubetas ergonómicas para huevos de campo elaboradas a base de pulpa cuyo mercado se orienta principalmente a avícolas a nivel provincial, actualmente, la empresa desarrolla sus actividades en el sector de Quilajalo junto a la vía E35, y ha evidenciado limitaciones asociadas a su infraestructura y organización interna. En particular, se identifican restricciones de espacio productivo que impiden atender adecuadamente a los clientes potenciales, además del uso de maquinaria antigua e insuficiente, ausencia de una distribución de planta formal y debilidades en la planificación de producción, gestión de pedidos, recepción y almacenamiento de materia prima.

Estas limitaciones se reflejan en recorridos innecesarios, congestión en áreas de trabajo y dificultades para controlar el proceso, lo cual puede generar ineficiencias operativas y riesgo para la seguridad del personal. En términos de ingeniería industrial, una planta con localización y diseño inadecuados tiende a incrementar costos, reducir competitividad y dificultar el cumplimiento de condiciones básicas de organización, higiene y seguridad, por lo que resulta necesario evaluar técnicamente alternativas de mejora y proponer soluciones fundamentadas [2], [3].

Bajo esta problemática, el presente estudio delimita su alcance al diseño de la localización y distribución de planta para el proceso productivo de cubetas para huevos en la empresa “**VELPACK**”, incorporando herramientas propias de la gestión de operaciones: levantamiento de procesos, estudio de tiempos, análisis de mercado y simulación. El objetivo general consiste en diseñar la localización y distribución de planta integrando el estudio de mercado, el levantamiento de procesos, el estudio de tiempo y la simulación en FlexSim, con el propósito de mejorar la eficiencia del proceso de producción de cubetas para huevos en el cantón Salcedo.

De forma específica, se plantea: (a) analizar la situación actual de la empresa mediante el levantamiento de la información de los procesos y recursos disponibles; (b) Evaluar la viabilidad de una nueva planta mediante un análisis multinivel asegurando el cumplimiento de criterios técnicos y competitividad territorial; (c) desarrollar una distribución de planta que cumpla con principios técnicos, acorde a las necesidades de procesamiento y embalaje de cubetas para huevos; y Simular la distribución propuesta para la evaluación de indicadores de desempeño y validación de los beneficios frente a la disposición actual.

En cuanto a los límites del estudio, la investigación se desarrolla como una propuesta tecnológica aplicada ejecutada entre octubre de 2025 y febrero de 2026 en el cantón Salcedo, con énfasis en el área de producción y en los requerimientos especiales y operativos vinculados directamente con la fabricación de cubetas de pulpa moldeada. En esa línea el trabajo se enfoca en el análisis técnico de procesos y distribución física; no obstante, su alcance no pretende reemplazar decisiones administrativas externas a la operación (por ejemplo, políticas comerciales o expansión corporativa fuera del proceso productivo), sino aportar una base técnica para la toma de decisiones sobre ubicación, dimensionamiento y ordenamiento interno de la planta.

La importancia del estudio se sustenta en tres niveles. En primer lugar, en el plano práctico y metodológico aplica técnicas de localización y distribución de planta con enfoque de estudio de caso, permitiendo estructurar una propuesta funcional acorde a las necesidades reales de la empresa; en segundo lugar, en el ámbito laboral y productivo, una distribución adecuada contribuye a reducir recorridos innecesarios, optimizar el uso del espacio y mejorar la eficiencia operativa, lo que se relaciona directamente con productividad y competitividad; finalmente, desde la perspectiva social y organizacional, el proyecto busca fortalecer las condiciones de trabajo, promover una operación más segura y ordenada, aportar al desarrollo industrial local mediante la mejora continua de una empresa dedicada a empaques reciclables [4].

En síntesis, esta investigación responde a una necesidad concreta: proponer una localización y distribución de planta técnicamente sustentada que permita a “VELPACK” mejorar su desempeño productivo frente a la demanda, disminuyendo limitaciones actuales de infraestructura y organización, con ello, se espera aportar una solución aplicable y verificada, apoyada en herramientas de ingeniería industrial y validada mediante simulaciones, orientada a elevar el eficiencia del proceso de producción de cubetas para huevos en el cantón Salcedo.

## **2.1 EL PROBLEMA**

### **2.1.1 Situación Problemática**

La empresa “VELPACK” (Ideas Ecológicamente Reciclables), se dedica a la producción de cubetas ergonómicas para huevos de campo a base de pulpa, se encarga de proveer dicho producto a las diferentes avícolas a nivel provincial.

En la actualidad la empresa realiza sus operaciones en su sede principal ubicada en el cantón Salcedo, la entidad presenta limitaciones en el espacio de producción por lo cual no abastece a sus clientes potenciales, ya que las máquinas que se utilizan son antiguas e insuficientes. La empresa carece de formalidad en cuanto a una distribución de planta, planificación de producción, organización de pedidos, recepción de la materia prima y almacenamiento de la misma.

Cuenta con una total de 4 áreas donde se llevan a cabo los procesos de fabricación de cubetas para huevos, al no contar con áreas asignadas adecuadamente. De la misma forma, los equipos instalados presentan un estado muy desgastado por los años de producción, cada una de sus áreas posee limitaciones en cuanto al espacio y asimismo de distribución de equipos y áreas de trabajo.

### **2.1.2 Formulación de problema**

Actualmente, el sector industrial dedicado a la fabricación de cubetas para huevos cumple un rol importante dentro de la cadena de suministro agroalimentaria, ya que garantiza el transporte y protección de un producto de alta demanda y consumo masivo. Sin embargo, muchas empresas operan con una localización y diseño técnico inadecuado, lo que genera ineficiencias en el uso del espacio, recorridos innecesarios de materiales, congestión en las áreas de trabajo y riesgos para la seguridad del personal.

En la empresa objeto de estudio se evidencian problemas relacionados con falta de una localización en un sector estratégico y de una distribución funcional de áreas productivas, administrativas y de servicios, lo cual incide directamente en la productividad, el control de procesos y el cumplimiento de normas básicas de seguridad y higiene industrial. La inexistencia de una planificación espacial adecuada limita el aprovechamiento óptimo de sus espacios.

De acuerdo con organismos de desarrollo industrial y lineamientos técnicos de la ingeniería industrial, una ubicación y un diseño inadecuado de planta puede incrementar los costos operativos y reducir la competitividad de las empresas manufactureras dedicadas a la fabricación de cubetas para huevos. Por ello, resulta necesario analizar y proponer una

localización y distribución de planta que permita mejorar el flujo de materiales, optimizar el uso de espacios y fortalecer el desempeño productivo y organizacional de la empresa.

## 2.2 BENEFICIARIOS

- A continuación, se detallan en la tabla 2.1 los beneficiarios directos.

Tabla 2.1. Beneficiarios directos

Cargo	Nro. De personal
Gerente general	1
Administrativo	1
Operadores	4
Total	6

- A continuación, se detalla los beneficiarios indirectos en la tabla 2.2.

Tabla 2.2. Beneficiarios indirectos

Cargo	Nro. De personas
<b>Cientes</b>	<b>51</b>
<b>Proveedores</b>	<b>2</b>
<b>Transportista</b>	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>54 personas</b>

## 2.3 JUSTIFICACIÓN

La investigación surge de la necesidad de la empresa “VELPACK”, de buscar una ubicación estratégica y una distribución de planta funcional que permita el crecimiento y segmentación del mercado de la misma forma busca la mejora de cada uno de los procesos y subprocesos que conlleva a la fabricación de cubetas de pulpa moldeada para huevos. Ya que actualmente la empresa muestra limitaciones tanto en infraestructura y en el área de producción por lo cual se evidencia una demanda insatisfecha, debido al crecimiento del mercado avícola (producción de huevos) es por ello, que se ha realizado un estudio que proponga una localización óptima y actualización del diseño de manufactura para el aumento de la producción y crecimiento empresarial.

Desde el punto de vista práctico y metodológico, el estudio se fundamenta en la aplicación de técnicas de localización y distribución de planta y análisis del espacio físico, empleando un enfoque de investigación aplicada y estudio de caso, tal como se desarrolla en el documento

base del proyecto. Esto permitirá proponer una localización y distribución funcional acorde a los requerimientos productivos de la empresa.

En el ámbito laboral y productivo, la investigación se justifica porque una adecuada localización y diseño de planta contribuye a mejorar la eficiencia operativa, reducir recorridos innecesarios, optimizar el uso del terreno disponible y disminuir riesgos asociados a la seguridad industrial. Estos aspectos inciden directamente en la productividad y competitividad de la empresa.

Finalmente, desde una perspectiva social y organizacional, el proyecto busca generar mejores condiciones de trabajo para el personal, promover el cumplimiento de normas de higiene y seguridad, y fortalecer la sostenibilidad del proceso productivo, aportando al desarrollo del sector industrial local y a la mejora continua de la empresa “VELPACK”.

## **2.4 OBJETIVOS**

### **2.4.1 General**

- Determinar la localización y distribución de planta para el proceso producción de cubetas para huevos de la empresa velpack, del cantón Salcedo.

### **2.4.2 Específicos**

- Analizar la situación actual de la empresa mediante el levantamiento de la información de los procesos y recursos disponibles.
- Evaluar la viabilidad de una nueva planta mediante un análisis multinivel asegurando el cumplimiento de criterios técnicos y competitividad territorial.
- Desarrollar una distribución de planta que cumpla con principios técnicos, acorde a las necesidades de procesamiento y embalaje de cubetas para huevos.
- Simular la distribución propuesta para la evaluación de indicadores de desempeño y validación de los beneficios frente a la disposición actual.

## **2.5 SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS**

Los sistemas de tareas se presentan a continuación dentro de la tabla 2.3.

Tabla 2.3. Sistema de tareas

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnica y herramientas
<p>Analizar la situación actual de la empresa mediante el levantamiento de la información de los procesos y recursos disponibles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar visitas técnicas a la planta.</li> <li>• Levantar información de los procesos productivos.</li> <li>• Identificar recursos humanos, tecnológicos y físicos.</li> <li>• Elaborar diagramas de proceso y recorrido.</li> <li>• Determinar tiempos de producción.</li> <li>• Identificación de limitaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnóstico situación actual de la empresa.</li> <li>• Mapa de procesos actuales.</li> <li>• Identificación de limitaciones.</li> </ul>	<p><b>Técnica:</b></p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación directa y análisis de procesos</li> <li>• Estudio de tiempos mediante cronometraje directo</li> </ul>
			<p><b>Instrumento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja de registro de tiempos, formato de estudio de tiempos.</li> <li>• Bizagi, matrices de caracterización, EXCEL, WORD,</li> <li>• Encuestas, revisión documental</li> </ul>
<p>Evaluar la viabilidad de una nueva planta mediante un análisis multinivel asegurando el cumplimiento de criterios técnicos y competitividad territorial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar alternativas de localización.</li> <li>• Definir criterios técnicos, económicos y logísticos.</li> <li>• Aplicar método de ponderación de factores (AHP).</li> <li>• Aplicar el método de centro de gravedad.</li> <li>• Analizar valor de inversión y operación.</li> <li>• Comparar alternativas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección técnica de la mejor ubicación.</li> <li>• Informe de viabilidad.</li> <li>• Justificación técnica y económica.</li> </ul>	<p><b>Técnica:</b></p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudio de mercado.</li> <li>• Análisis multicriterio.</li> <li>• Método centro de gravedad.</li> <li>• Análisis financiero.</li> </ul>
			<p><b>Instrumento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Matriz de factores de localización, Tabla de ponderación, Ficha de evaluación de alternativas.</li> <li>• VISIO, EXCEL, INVENTOR CAD, POM-QM V5.2 FOR WINDOWS.</li> </ul>
<p>Desarrollar una distribución de planta que cumpla con principios</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar requerimientos de espacio por áreas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planos de distribución propuestos.</li> </ul>	<p><b>Técnica:</b></p>
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de Guerchet.</li> <li>• Método SLP</li> </ul>

<p>técnicos, acorde a las necesidades de procesamiento y embalaje de cubetas para huevos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calcular áreas productivas y administrativas.</li> <li>• Definir relaciones entre áreas.</li> <li>• Aplicar metodología SLP.</li> <li>• Diseñar alternativas de Layout.</li> <li>• Seleccionar la mejor distribución.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Layout optimizado.</li> <li>• Justificación técnica del diseño.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cálculo de áreas (USE).</li> </ul> <p><b>Instrumento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software Visio y Excel</li> </ul>
<p>Simular la distribución propuesta para la evaluación de indicadores de desempeño y validación de los beneficios frente a la disposición actual.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelar el Layout actual en software de simulación.</li> <li>• Modelar el Layout propuesto.</li> <li>• Definir indicadores.</li> <li>• Ejecutar simulaciones.</li> <li>• Comparar resultados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados comparativos.</li> <li>• Validación técnica de la propuesta.</li> </ul>	<p><b>Técnica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis estadístico. <ul style="list-style-type: none"> <li>• KPI's</li> <li>• Comparación cuantitativa</li> </ul> </li> </ul> <p><b>Instrumento:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Software de simulación FlexSim.</li> </ul>

### 3 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO

#### 3.1 ANTECEDENTES

Diversas investigaciones en el campo de la ingeniería industrial han abordado el diseño de localización y distribución de planta como una estrategia para mejorar la eficiencia operativa, optimizar el flujo de materiales y reducir costos de producción, estos estudios constituyen una base metodológica para el presente trabajo, ya que aplican herramientas como el levantamiento de tiempos, el método de Guerchet, la planificación sistemática de la distribución (SLP) y la simulación de procesos productivos.

En primer lugar, [1] desarrollaron un estudio sobre la estimación de la superficie requerida y la distribución de planta en una industria metalmecánica, el objetivo fue determinar el espacio necesario para los puestos de trabajo mediante el método de Guerchet, considerando requerimientos operativos y planes de expansión. La metodología incluyó el análisis de factores de producción, cálculo de superficies estática, gravitacional y de evolución, y diseño de la distribución general. Los resultados evidenciaron que una adecuada organización de los

elementos productivos permite optimizar el espacio disponible y mejorar la productividad de la planta. Los autores concluyen que la aplicación del método de Guerchet es una herramienta eficaz para dimensionar instalaciones industriales y mejorar la eficiencia del sistema productivo.

De manera similar, [2] se ha desarrollado una tesis orientada al diseño de la distribución de planta para una empresa de confección textil, integrando el diagnóstico de recursos, el análisis de capacidad y la simulación del sistema productivo. El objetivo principal fue representar mediante simulación la propuesta de distribución para mejorar la respuesta a la demanda. La metodología incluyó el levantamiento de procesos, dimensionamiento de áreas y modelación mediante software especializado. Como resultado, se obtuvo una distribución funcional que permitió optimizar el flujo de materiales y mejorar la productividad. El autor concluye que la simulación es una herramienta efectiva para validar propuestas de distribución antes de su implementación real.

Asimismo, [3] desarrollaron un estudio sobre el uso de simulación para resolver problemas de distribución de planta en una empresa ecuatoriana productora de chocolate artesanal. El objetivo fue evaluar alternativas de layout mediante modelos de simulación para mejorar el flujo de materiales y los tiempos de proceso. La metodología consistió en el análisis del sistema productivo, diseño de alternativas de distribución y evaluación mediante simulación. Los resultados demostraron que la aplicación de modelos de simulación permite comparar escenarios y seleccionar la alternativa más eficiente. Los autores concluyen que la simulación es una herramienta clave para la toma de decisiones en el diseño de instalaciones industriales. Por otra parte, [4] presentó un estudio de diseño de distribución de planta en un taller de reparación de turbinas, aplicando de forma conjunta el método Systematic Layout Planning (SLP) y el método multicriterio TOPSIS. El objetivo fue obtener una distribución que cumpliera con los criterios técnicos y operativos definidos. La metodología incluyó el análisis de relaciones entre áreas, evaluación de flujos de operaciones y modelación del diseño mediante software tridimensional. Los resultados mostraron que la aplicación combinada de SLP y métodos multicriterio permitió obtener un diseño adecuado y funcional. El autor concluye que estas herramientas permiten resolver problemas de distribución considerando tanto criterios cualitativos como cuantitativos.

Finalmente, [5] desarrolló un estudio orientado a mejorar la distribución de planta de una fábrica cerámica mediante la metodología SLP y simulación del sistema productivo. El objetivo fue reducir tiempos improductivos y mejorar el flujo de materiales dentro de la planta. La metodología incluyó el análisis del layout actual, generación de alternativas de distribución y

validación mediante simulación. Los resultados evidenciaron mejoras en el desempeño del sistema productivo y reducción de ineficiencias en el flujo de trabajo. El autor concluye que la integración de técnicas de planificación de distribución y simulación permite optimizar el diseño de plantas industriales.

En conjunto, los antecedentes revisados evidencian que la aplicación de metodologías de localización y distribución de planta, combinadas con estudios de procesos, dimensionamiento de áreas y simulación, contribuyen a mejorar la eficiencia operativa, reducir recorridos innecesarios y optimizar el uso de los recursos productivos. Estos estudios sirven como base metodológica para la presente investigación, en la cual se aplican herramientas similares para el diseño de la localización y distribución de planta en la empresa VELPACK.

## **3.2 MARCO CONCEPTUAL REFERENCIAL**

### **3.2.1 Gestión por procesos**

#### **3.2.1.1 Levantamiento de procesos**

Para crear un modelo de gestión de procesos, es necesario identificar los procesos clave dentro de la organización. El levantamiento de procesos proporciona una visión inicial de los macroprocesos, con el fin de definir las actividades, los procedimientos, los responsables y los recursos que integran cada subproceso [1].

El levantamiento de procesos se lleva a cabo mediante una serie de pasos que son parte del proceso de mejora continua. Según el autor, estas etapas incluyen la identificación, definición y medición del proceso, cada una representando una fase independiente [2]

#### **Mapa de procesos**

Un mapa de procesos es un recurso administrativo diseñado para ilustrar de forma gráfica la secuencia de actividades, las etapas y los responsables dentro de una organización. Se le conoce habitualmente como diagrama de flujo o diagrama de procesos [3].

Las empresas emplean este recurso para profundizar en el conocimiento de sus operaciones y elevar su rendimiento. Al desarrollar esquemas de fácil interpretación, los involucrados pueden detectar áreas de mejora, localizar obstrucciones en la productividad y señalar aquellas tareas redundantes que podrían ser automatizadas [4].

Se define el mapa de procesos como un método para visualizar a la empresa como un conjunto de elementos interconectados. Esta herramienta impulsa a la organización a superar sus fronteras internas y geográficas, evidenciando el vínculo directo entre sus operaciones y los actores externos, como proveedores, clientes y otros grupos de interés [5].

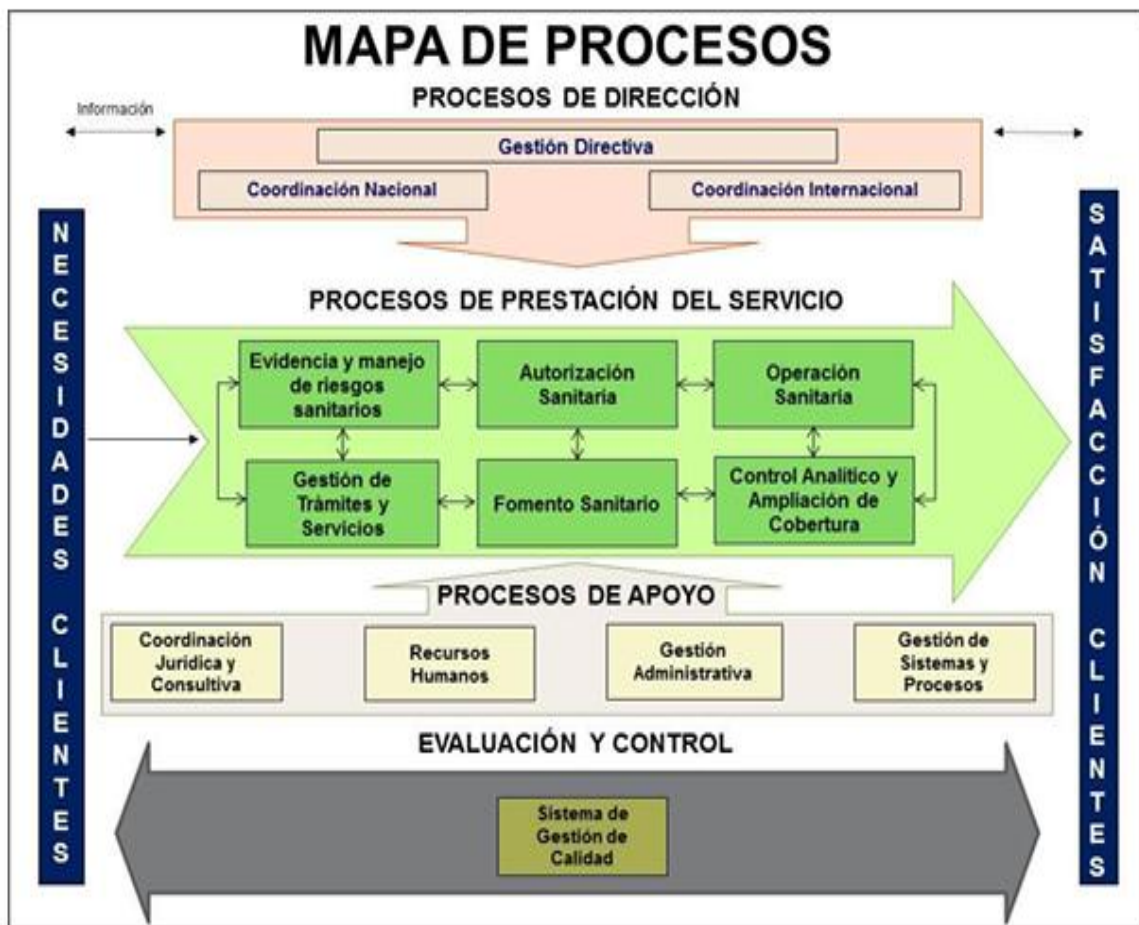


Figura 3.1. Mapa de procesos [5]

En la figura 3.1. se muestra el diagrama de procesos que consiste en una representación que pormenoriza las fases de un proceso operativo. Esta herramienta emplea una simbología estandarizada para designar acciones concretas, utilizando flechas que marcan la trayectoria y conexión desde el comienzo hasta la conclusión de la actividad [6].

El diagrama de flujo de procesos se considera un recurso fundamental para la organización y el examen detallado de las operaciones, cuyo propósito es:

Determinar y examinar detalladamente los flujos de manufactura, ensamblaje o prestación de servicios.

Desarrollar una representación secuencial de las actividades para facilitar el debate, el intercambio de información y su respectivo estudio.

Establecer estándares, regularizar operaciones o detectar oportunidades de optimización en los flujos de trabajo.

### **Tipos de diagramas de flujo**

La tabla 3.1 presenta los distintos tipos de diagramas de flujo

Tabla 3.1. Tipos de diagramas de Flujo [5].

Tipo	Descripción	Ejemplo
Diagramas de flujo verticales	Estos diagramas permiten precisar el orden de las tareas diarias y sintetizar los métodos de trabajo, lo que facilita el adiestramiento de los empleados y aumenta el rendimiento de las operaciones.	<p>for(A;B;C) D;</p> <pre> graph TD     Start([Inicio]) --&gt; A[A]     A --&gt; D{D}     D -- TRUE --&gt; B[B]     B --&gt; C[C]     C --&gt; D     D -- FALSE --&gt; End([Fin])     </pre>
Diagramas de flujo horizontales	Estas herramientas son frecuentes en flujos de trabajo que requieren la colaboración de distintos departamentos o individuos. Su uso facilita la simplificación y la redistribución de tareas, ya que permite observar la cohesión entre las partes y contrastar cómo se reparten las responsabilidades.	
Diagrama de flujo de bloques	Consiste en un esquema gráfico que ilustra una secuencia de actividades mediante diversos bloques interconectados, donde cada figura posee una interpretación específica dentro del flujo operativo.	<pre> graph TD     MP[Materia Prima] --&gt; P1[Proceso 1]     P1 --&gt; P2[Proceso 2]     P2 --&gt; PT[Producto terminado]     TRP[Temperatura, Reposo, Presión] --&gt; P1     AME[Adicionar, Mezclar, Evaporar] --&gt; P2     </pre>
Diagrama ASME	Se trata de un esquema normalizado que asocia las tareas con su duración temporal, generando una cronología detallada de las acciones dentro de los flujos operativos de la administración. Sus focos de análisis principales son la ejecución de actividades, las esperas, los traslados y el resguardo de información.	<pre> graph TD     Inicio --&gt; T1((12 min Torneado))     T1 --&gt; T2[3 min Inspección de defectos]     T2 --&gt; T3((15 min Espera al transportador))     T3 --&gt; T4[6 min Al almacén]     T4 --&gt; T5((2 min Hasta embarque))     T5 --&gt; Final     </pre>

Los diagramas de flujo emplean una simbología estandarizada con interpretaciones precisas para ilustrar cada fase de un procedimiento. Al utilizar los iconos correctos, se logra simplificar la representación gráfica, evitando descripciones redundantes o confusas. La siguiente lista detalla los símbolos empleados y lo que representa cada uno de ellos [6]. Se observa en la Figura 3.2.




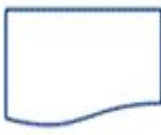
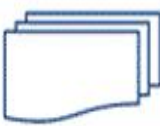


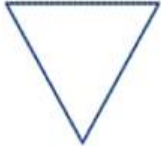


SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	<b>Terminal:</b> Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		<b>Actividad:</b> Representa la actividad llevada a cabo en el proceso.
	<b>Decisión:</b> Señala un punto en el flujo donde se produce una bifurcación del tipo "Sí" – "No".		<b>Documento:</b> Documento utilizado en el proceso.
	<b>Multidocumento:</b> Refiere un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente.		<b>Inspección / Firma:</b> Aplicado en aquellas acciones que requieren de supervisión.
	<b>Conector de un Proceso:</b> Conexión o enlace con otro proceso, en el que continúa el diagrama de flujo. Por ejemplo, un subproceso.		<b>Archivo:</b> Se utiliza para reflejar la acción de archivo de un documento o expediente.
	<b>Base de Datos:</b> Empleado para representar la grabación de datos.		<b>Línea de Flujo:</b> Indica el sentido del flujo del proceso.

Figura 3.2. Símbolos de los diagramas de flujo. [40]

### 3.2.2 Estudio de tiempos

Es un método para determinar el tiempo que un trabajador calificado necesita para completar una tarea específica, trabajando a un ritmo normal y siguiendo un procedimiento predefinido [7].

#### 3.2.2.1 Requerimientos del estudio de tiempos

El éxito del estudio de tiempos es una responsabilidad compartida entre el analista, el supervisor, la organización y los operarios involucrados.

Para realizar el estudio, se necesita un equipo básico que consta de un cronómetro, una cámara de video para grabar el proceso, un tablero para tomar notas y formatos diseñados para registrar los datos del estudio de tiempos.

### **3.2.2.2 Procedimiento del estudio de tiempos**

**Selección del trabajo:** Se elige la tarea específica que será objeto del estudio de tiempos.

**Selección del operario:** Con la ayuda del supervisor, se selecciona un operario promedio o superior, con experiencia, conocimiento y capacidad para realizar la tarea de manera segura y con buena cantidad y calidad.

**Registro de información:** Se documenta información relevante sobre la tarea, el operario, las máquinas, los equipos y las condiciones que puedan influir en el desarrollo de la tarea.

**Posición del observador:** Se recomienda que el analista observe de pie para seguir de cerca los movimientos del operario durante el ciclo de trabajo.

**División del trabajo en elementos:** Se divide el trabajo en elementos lo más pequeños posible, separando actividades productivas e improductivas para su análisis posterior. Los elementos se clasifican según sus características [8].

**Comprobar el método:** Se verifica que el operario esté utilizando el método de trabajo correcto.

**Determinación del tamaño de la muestra:** Se calcula el número de observaciones necesarias para cada elemento, considerando el nivel de confianza y el rango de exactitud deseados.

**Ejecución del estudio:** Se cronometra cada elemento según el tamaño de la muestra determinado.

**Calificación del desempeño y ritmo del operario:** Se evalúa el ritmo del trabajador en comparación con un trabajador calificado o ideal, asignando un valor en una escala. También se relaciona con el desempeño natural del trabajador durante su jornada.

**Cálculos del estudio:** Se calcula el tiempo básico, los suplementos, el contenido de trabajo y el tiempo estándar [8].

#### **Tamaño de muestra**

Determinar el tamaño de la muestra significa definir cuántos ciclos de trabajo se deben analizar para obtener un valor promedio que represente fielmente la operación. Esto se logra mediante diferentes procedimientos [9].

#### **Método estadístico**

Este método utiliza fórmulas estadísticas para calcular el número de observaciones (N) necesarias para cada elemento, basándose en un nivel de confianza y un margen de error

predefinidos. Específicamente, este enfoque considera un nivel de confianza del 95,45% y un margen de error de  $\pm 5\%$ . A continuación se muestra la ecuación (1) utilizada en este método [8].

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \quad (1)$$

Dónde

$n$  = Tamaño de la muestra que deseamos determinar.

$n'$  = Número de observaciones del estudio preliminar.

$\sum$  = Suma de los valores.

$X$  = Valor de las observaciones.

Dado que el tamaño de la muestra puede variar entre los diferentes elementos estudiados, resultando en diferentes tamaños de muestra para cada elemento dentro del mismo ciclo, se aconseja calcular el tamaño de la muestra basándose en el elemento que requiera la mayor cantidad de observaciones [8].

### **Criterio de la General Electric**

La guía de General Electric ofrece un método tradicional para determinar el tamaño de la muestra. Este método se basa en la duración total en minutos por ciclo, calculando un valor promedio para cada operación. Este valor se utiliza para seleccionar el número recomendado de observaciones, como se muestra en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Número de observaciones recomendadas por la General Electric [9]

Tiempo de ciclo (min)	Número de observaciones recomendadas
0,10	200
0,25	100
0,50	60
0,75	40
1,00	30
2,00	20
4,00 – 5,00	15
5,00 – 10,00	10
10,00 – 20,00	8
20,00 – 40,00	5
Mas de 40,00	3

### 3.2.2.3 Valoración del tiempo de trabajo (FD)

La valoración busca establecer el tiempo real que un operario necesita para realizar una actividad, tomando en cuenta factores del entorno laboral. Esto proporciona una base realista para la planificación y el control de la producción. Estos factores, según el método Westinghouse, son habilidad, esfuerzo, condiciones y consistencia, siendo la habilidad y el esfuerzo los más importantes para el estudio [10].

**Habilidad:** Se refiere a la eficiencia con la que un operario sigue un método establecido, sin desviaciones personales.

**Esfuerzo:** Es el deseo del operario de trabajar, limitado por su propia habilidad.

**Condiciones:** Son los factores del entorno que afectan al operario, como la iluminación, la temperatura y la ventilación, y no al método de trabajo en sí.

**Consistencia:** Se refiere a la repetición constante o inconstante de los tiempos de ejecución por parte del operario. En este caso, es preferible corregir la inconsistencia en lugar de simplemente ajustarla [9]. A continuación se detalla en la tabla 3.3 la calificación de ritmos de trabajo según WestingHouse.

Tabla 3.3. Calificación de la actualización método WestingHouse [9].

Habilidad			Esfuerzo		
A1	Habilísimo	+0,15	A1	Exclusivo	+0,13
A2		+0,13	A2		+0,12
B1	Excelente	+0,11	B1	Excelente	+0,10
B2		+0,08	B2		+0,08
C1	Bueno	+0,06	C1	Bueno	+0,05
C2		+0,03	C2		+0,02
D	Promedio	0,00	D	Promedio	0,00
E1	Regular	-0,05	E1	Regular	-0,04
E2		-0,10	E2		-0,08
F1	Deficiente	-0,15	F1	Deficiente	-0,12
F2		-0,22	F2		-0,17
Condiciones			Consistencia		
A	Ideales	+0,06	A	Perfecto	+0,04
B	Excelente	+0,04	B	Excelente	+0,03
C	Buena	+0,02	C	Buena	+0,01
D	Promedio	0,00	D	Promedio	0,00
E	Regulares	-0,03	E	Regulares	-0,02

F	Malas	-0,07	F	Deficiente	-0,04
---	-------	-------	---	------------	-------

En resumen, el factor de desempeño se calcula sumando las valoraciones correspondientes a la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia del operario.

### **Tiempo Normal (TN)**

Para realizar este cálculo se aplica la siguiente ecuación (2):

$$TN = TO * FD \quad (2)$$

Donde:

TN = Tiempo normal.

TO = Tiempo observado promedio.

FD = Factor de desempeño

### **Tiempo estándar (TS)**

El tiempo estándar es el tiempo que necesita un operario promedio, capacitado y experimentado para completar una tarea a un ritmo de trabajo normal, incluyendo los suplementos o tolerancias de tiempo necesarios empleando la ecuación (3) que aquí se presenta [8].

$$TS = TN * (1 + S) \quad (3)$$

Donde:

TS = Tiempo estándar.

TN = Tiempo normal.

S = Suplementos.

#### **3.2.2.4 Ventajas de la aplicación del tiempo estándar**

Facilita la fijación de estándares de producción para un periodo determinado.

Incrementa los niveles de calidad.

Ayuda a distribuir equitativamente el trabajo.

Contribuye a la formación de nuevos empleados, mejorando su destreza en los métodos de trabajo [7].

#### **Suplementos (S)**

Los suplementos son tiempos necesarios que se añaden al tiempo normal para calcular el tiempo estándar. Estos suplementos consideran pausas para descanso, necesidades personales y posibles imprevistos, permitiendo que el operario continúe trabajando sin interrupciones [9].

La OIT (Organización Internacional del Trabajo) ofrece una tabla para evaluar estos suplementos, los cuales se presentan en la tabla 3.4 y en la figura 3.3 se muestra un diagrama de los suplementos.

Tabla 3.4. Tabla de suplementos [9].

Suplementos de la OIT		
Suplementos constantes	H	M
Suplemento por necesidades personales	5	7
Suplemento por fatiga	4	4
Suplementos variables	H	M
Suplementos por trabajar de pie	2	4
Suplementos por postura anormal		
Ligeramente incómoda	0	1
Incomoda (inclinada)	2	3
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7
Uso de fuerza/energía muscular (levantar, tirar, empujar)		
Peso levantado en Kg		
2,5	0	1
5	1	2
10	3	4
25	9	20
35,5	22	Máx.
Intensidad de luz		
Ligeramente por debajo de potencia calculada	0	0
Bastante por debajo	2	2
Absolutamente insuficiente	5	5
Calidad de aire (factores climáticos inclusive)		
Buena ventilación o al aire libre	0	0
Mala ventilación, pero sin emisiones toxicas ni nocivas	5	5
Proximidades de hornos, calderas, etc.	5	5
Tensión visual		
Trabajos de cierta precisión	0	0
Trabajos de precisión o fatigosos	2	2
Trabajos de gran precisión o muy fatigosos	5	5
Tensión auditiva		
Sonido continuo	0	0
Intermitente fuerte	2	2
Intermitente muy fuerte	3	3
Estridente y fuerte	5	5
Tensión mental		
Proceso bastante complejo	1	1

Proceso complejo o atención dividida	4	4
Muy compleja	8	8
Monotonía mental		
Trabajo algo monótono	0	0
Trabajo bastante monótono	1	1
Trabajo muy monótono	4	4
Monotonía física		
Trabajo algo aburrido	0	0
Trabajo aburrido	2	1
Trabajo muy aburrido	5	2

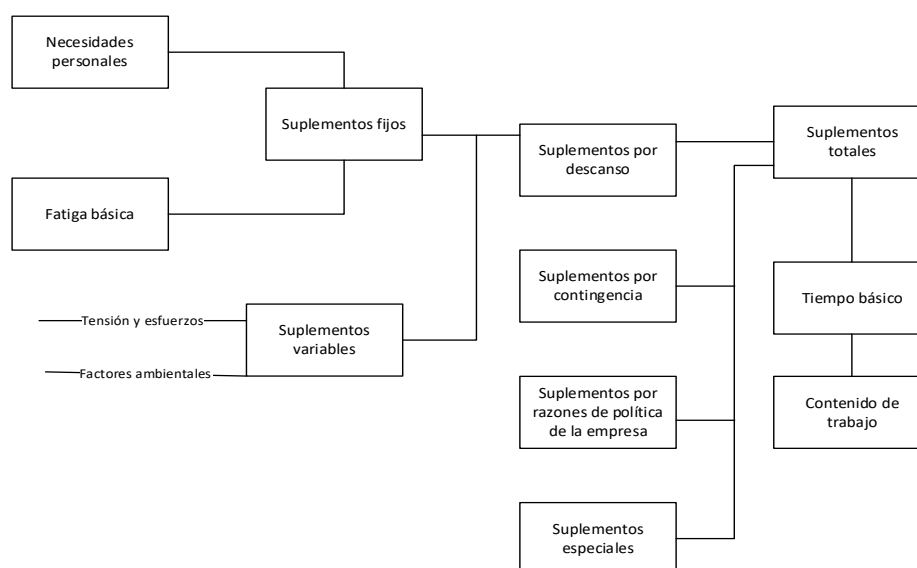


Figura 3.3. Suplementos

### Árbol de decisión:

Árbol de decisión es una representación gráfica que desglosa las fases de un problema, detallando sus posibles variantes y efectos. Su estructura utiliza cuadros para señalar elecciones y círculos para eventos aleatorios, conectando ambos mediante ramas que exponen las alternativas del analista frente a las probabilidades de ocurrencia de factores externos [11]. En la tabla 3.5 se visualiza las simbologías aplicadas dentro del árbol de decisión.

Tabla 3.5. Símbolos del Árbol de decisión [11]

Símbolo	Significado	Función
Cuadrado (□)	Nodo de decisión	Representa una opción que el administrador pueda elegir.
Círculo (○)	Nodo de azar	Indica un evento con una probabilidad asociada.
Ramas (→)	Conectores	Muestra el flujo de las consecuencias o el camino de la elección.

### 3.2.3 Estudio de mercado

El estudio de mercado es una herramienta esencial para calcular el volumen de productos o servicios que los consumidores planean comprar bajo condiciones de precio y tiempo específicas. Su propósito fundamental es analizar variables estratégicas para determinar la viabilidad comercial de una propuesta generada por un proyecto. Mediante esta técnica, se logra identificar factores críticos que permiten prever si el bien o servicio tendrá una aceptación real en el entorno competitivo [12].

#### **Información de CONAVE y AFABA:**

- **Corporación Nacional de Avicultores del Ecuador (CONAVE):** Es una institución ecuatoriana que agrupa al sector avícola con el propósito de asegurar la inocuidad de los alimentos y la soberanía alimentaria. Más allá de su función productiva, destaca por su capacidad de generar oportunidades de empleo que benefician a diversos sectores de la sociedad [13].
- **Asociación Ecuatoriana de Fabricantes de Alimentos Balanceados para Animales (AFABA):** Es una entidad civil sin fines de lucro dedicada a proteger los intereses de la industria nacional de alimentos balanceados para animales. Su gestión busca fortalecer el sector agropecuario del Ecuador y garantizar el bienestar colectivo, operando bajo un marco legal estrictamente regulado. Mediante su personalidad jurídica, promueve el desarrollo integral y la transparencia informativa dentro de las organizaciones sociales del país [14].

#### **Crystal Ball**

Es una solución líder para desarrollar modelos predictivos y simulaciones que ayudan a cuantificar el riesgo en los proyectos. Su tecnología permite a los usuarios tomar decisiones informadas y seguras, optimizando procesos para alcanzar una ventaja sostenible en mercados caracterizados por la incertidumbre [15].

### 3.2.4 Localización de plantas

#### **Método del AHP:**

El proceso de análisis jerárquico (AHP), creado por Thomas Saaty, es una metodología estructurada para resolver problemas de decisión con múltiples variables. Este sistema transforma evaluaciones subjetivas sobre la importancia de diversos criterios y alternativas en

una jerarquía de prioridades matemáticas. Al comparar sistemáticamente cada opción, el modelo permite obtener una preferencia global clara, facilitando la elección de la alternativa más adecuada en escenarios complejos

### **¿Cómo se lo aplica?**

Primero, se define el problema y se identifica los criterios y las alternativas con asignaciones de valores numéricos en un rango de 1 al 5. Luego, el problema se organiza en una estructura jerárquica y se realizan comparaciones por pares utilizando la escala de importancia de Saaty. A partir de estas comparaciones se calculan los pesos de cada criterio. Finalmente, estos valores se combinan para determinar cuál alternativa presenta la mayor prioridad y así facilitar la toma de decisiones.

### **¿Qué resultados se obtienen?**

Al aplicar el método AHP, se obtienen principalmente resultados cuantitativos que provienen de evaluaciones cualitativas. Entre los resultados más importantes se encuentran los pesos o niveles de importancia de cada criterio, los cuales indican qué factores tienen mayor influencia en la decisión. Además, se obtiene una priorización o ranking de las alternativas, que permite identificar cuál opción es la más adecuada según los criterios analizados [16].

### **Análisis ABC**

El análisis ABC es un modelo de clasificación que jerarquiza los productos de un inventario según su relevancia económica para la empresa, basándose en el valor de su consumo anual. Utilizando el principio de Pareto, este método identifica el 20% de los artículos (Clase A) que generan el 80% de los beneficios, separándolos de las categorías B y C de menor impacto. De esta manera, las organizaciones pueden priorizar recursos y estrategias de control en los productos que realmente garantizan la rentabilidad del negocio [17].

### **Método del centro de gravedad**

El método del centro de gravedad es una técnica de optimización empleada para determinar la ubicación ideal de un almacén o centro de distribución entre múltiples destinos. Su propósito fundamental es reducir al máximo los gastos operativos de transporte y envío hacia las sucursales o clientes finales. Al aplicar este modelo, se obtiene un punto geográfico estratégico que equilibra las distancias y volúmenes, garantizando una mayor eficiencia en la cadena de suministro

### **¿Cómo se lo aplica?**

En primer lugar, se identifican los lugares que intervienen en el proceso, como proveedores, mercado o centros de distribución, y se registran sus coordenadas geográficas (X,Y) junto con

el volumen de la demanda o cantidad de producto vendido o ha transportar hacia o desde cada punto. Posteriormente, estos valores se organizan en una tabla para facilitar el cálculo.

Una vez recopilada la información, se multiplica las coordenadas de cada punto por su respectivo volumen de transporte, venta o demnada de producto. Luego se suman los resultados obtenidos y se dividen entre el total de los volúmenes transportados. De esta forma se calculan las coodenadas promedio ponderadas que representan el centro de gravedad del sistema.

En la ecuacion 4 se evidencia la relación para el calculo del centro de gravedad.

$$CG = \frac{\sum_{i=1}^n X_i * V_i}{\sum_{i=1}^n V_i}, \frac{\sum_{i=1}^n Y_i * V_i}{\sum_{i=1}^n V_i} \quad (4)$$

Donde:

CG = Coordenadas del centro de gravedad (ubicación óptima de la planta).

X<sub>i</sub>= Coordenadas en el eje X del punto i (ubicación de proveedor o mercado).

Y<sub>i</sub>= Coordenadas en el eje Y de punto i.

V<sub>i</sub>= Volumen de transporte, demanda o cantidad de productos asociado al punto i.

n= Número total de puntos considerados en el análisis.

∑ (sumatoria)= Indica que se deben sumar todos los valores desde el punto 1 hasta el punto n.

### ¿Comó se lo aplica con costos de transporte?

El método del centro de gravedad con costos se lo utiliza para determinar la ubicación más conveniente de una planta o centro de distribución considerando tanto la distancia como el costos de transporte. Para aplicarlo, primero se indentifican los puntos de demanda o suministros, registrando sus coordenadas (X,Y) el volumen de producto de transporte y el costo de transporte por unidad.

Posteriormente, se aplican las ecuaciones 5 y 6 del cantyro de gravedad utilizando el volumen ponderado por el costo, de la siguiente manera.

$$X_c = \frac{\sum(X_i * V_i * C_i)}{\sum(V_i * C_i)} \quad (5)$$

$$Y_c = \frac{\sum(Y_i * V_i * C_i)}{\sum(V_i * C_i)} \quad (6)$$

Donde:

X<sub>c</sub>= coordenadas óptima en el eje X

Y<sub>c</sub>=coordenada óptima en el eje Y

X<sub>i</sub>, Y<sub>i</sub>= coordenadas de cada punto de demanda o suministro

V<sub>i</sub>= volumen de productos transportados

C<sub>i</sub>= costo de transporte por unidad

V<sub>i</sub> \* C<sub>i</sub>= peso o factor de costo asociado a cada punto

### ¿Qué resultados se obtienen?

Al aplicar el método del centro de gravedad, tanto en su forma básica como considerando costos, se obtiene principalmente la ubicación óptima para instalar una planta o centro de distribución. En ambos casos el resultado se expresa mediante coordenadas geográficas (X, Y) que indican el punto más conveniente dentro del área analizada.

En el método sin costos, el resultado se basa únicamente en las distancias y los volúmenes de transporte, por lo que las coordenadas obtenidas representa el punto que minimiza las distancias promedio entre la planta y los puntos de demanda o suministro. En cambio, en el método con costos, el resultado considera además el costo de transporte asociado a cada punto, lo que permite determinar una ubicación que minimiza el costo total de distribución [18].

### 3.2.5 Tamaño máximo y mínimo de planta

- **Tamaño máximo:** el análisis del tamaño máximo de una planta industrial depende directamente del estudio de mercado, estableciéndose habitualmente como una proporción específica de la demanda insatisfecha detectada. Este enfoque permite dimensionar la capacidad productiva de manera realista, asegurando que la empresa cubra solo una parte estratégica del consumo que no está siendo atendido por la competencia [19].
- **Tamaño mínimo:** para establecer la dimensión mínima de un proyecto, se realiza el cálculo del punto de equilibrio, el cual identifica el nivel de fabricación necesario para que los ingresos igualen a los egresos [19]. Este umbral operativo se obtiene mediante la ecuación (7):

$$Q_{min} = \frac{CF}{p-v} \quad (7)$$

Donde:

CF = Costo fijo total

p = Precio de venta unitario

v = Costo de variable unitario

Donde se divide el costo fijo total entre el margen de contribución unitario. En este punto crítico, la organización alcanza una estabilidad financiera donde no se generan utilidades, pero tampoco se incurre en pérdidas.

#### 3.2.5.1 Tamaño de planta de acuerdo con el análisis financiero

##### Análisis del punto de equilibrio

El análisis de equilibrio constituye una herramienta estratégica fundamental para proyectar las ganancias, las ventas y los niveles productivos de una empresa. Este método determina el volumen operativo donde los ingresos percibidos igualan con precisión la sumatoria de los costos fijos y variables. Al representar matemática y gráficamente el grado de apalancamiento, permite identificar el punto crítico donde la organización no genera utilidades, pero tampoco incurre en pérdidas financieras [20].

### **3.2.5.2 Distribución de planta**

#### **Capacidad de producción**

La capacidad productiva se define como el volumen máximo de fabricación o procesamiento de materiales que una entidad puede alcanzar en un periodo determinado, habitualmente un año. Este concepto implica el aprovechamiento óptimo de la infraestructura y los recursos disponibles mediante métodos de organización eficientes y racionales. El objetivo final es maximizar el rendimiento operativo sin comprometer los estándares de calidad exigidos para los productos finales [21].

#### **Método de Guerchet**

##### **¿Cómo se lo aplica?**

El método de Guerchet es una técnica empleada para calcular el espacio físico necesario en un entorno productivo, basándose en la cantidad y dimensiones de la maquinaria esencial. Según diversos autores, este análisis integra también las necesidades del personal operativo en el manejo de los inventarios en procesos para definir el área de trabajo ideal. Finalmente, el cálculo de la superficie total se concreta mediante una fórmula matemática que sistematiza estos requerimientos técnicos y lógicos, sus calculos se obtienen mediante la ecuación 8

$$S_T = S_S + S_a + S_e \quad (8)$$

#### **Donde:**

$S_S$  = Superficie estática

$S_a$  = Superficie gravitacional

$S_e$  = Superficie de evolución

La superficie estática se entiende como el espacio que ocupa las máquinas y equipos dentro del área de trabajo. En cambio, la superficie de trabajo corresponde al espacio donde se ubica el operador y los materiales necesarios para realizar las actividades productivas. Por su parte, la superficie evolutiva se refiere al área destinada a la separación o circulación entre las diferentes

estaciones de trabajo, lo que permite facilitar el desplazamiento y mejorar la organización del proceso productivo.

- Superficie estática: es el área de máquina o puesto de trabajo esto se evidencia en la ecuación 9.

$$S_s = a * l^2 \quad (9)$$

Donde:

$S_s$ = superficie estática

$l$ = ancho

$l$ = largo

- Superficie gravitacional: es la multiplicación de la superficie estática por el número de los lados de trabajo, esto se observa en la ecuación 10.

$$S_g = S_s * N \quad (10)$$

Donde:

$S_g$ = superficie Gravitacional

$S_s$ = superficie estática

$N$ = número de lados de trabajo

- Superficie de evolución: indica el espacio para el correcto flujo entre los puestos de trabajo de personas, equipos y los medios de transporte, dicha realización se observa en la ecuación 11.

$$S_e = (S_s + S_g)K \quad (11)$$

### **¿Qué resultados se obtienen?**

Permite determinar el espacio necesario para organizar adecuadamente una planta o áreas de trabajo. A través de este método se calculan diferentes tipos de superficies que intervienen en el proceso productivo. Los resultados obtenidos son cualitativos que corresponden al espacio que ocupado por máquinas y equipos; la superficie de trabajo, utilizada por los operarios y los materiales; y la superficie evolutiva, destinada a la circulación entre las estaciones destinada a la circulación entre las estaciones. Finalmente, la suma de estas áreas permite conocer la superficie total requerida para una distribución de planta eficiente [22].

### **Consideraciones legales, decreto ejecutivo 2393 y 255**

**Decreto ejecutivo 2393:** Fue el pilar fundamental que reguló la seguridad e higiene del trabajo durante casi 40 años. Su objetivo central era prevenir y eliminar riesgos laborales mediante

estándares técnicos aplicables a todo centro de trabajo, tanto público como privado [23]. Recientemente fue derogado y reemplazado por el nuevo decreto 255 para modernizar la gestión de riesgos en el país.

**Decreto ejecutivo 255:** Es el nuevo **Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST)** del Ecuador. Fue emitido por el presidente Daniel Noboa y su objetivo principal es modernizar la normativa nacional para promover una cultura de prevención de riesgos laborales, accidentes de trabajo y enfermedades profesionales [24].

## 1. SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING

- **Distribución de planta:** Es la organización estratégica del espacio donde se ubican equipos, operarios y materiales. Su meta principal es estructurar el entorno de modo que la producción avance sin tropiezos ni cuellos de botella.
- **Flujo de materiales:** Se trata del tránsito lógico y fluido de los insumos por toda la cadena de fabricación. Un buen manejo de este flujo evita demoras innecesarias y reduce los gastos operativos derivados del movimiento logístico.
- **Seguridad laboral:** Representa la planificación preventiva dentro de la infraestructura industrial. Consiste en anticipar riesgos físicos para garantizar un entorno de trabajo sano, minimizando la posibilidad de incidentes o patologías derivadas de la actividad.
- **Ergonomía:** Es el enfoque de diseño centrado en el ser humano, donde el mobiliario y las tareas se ajustan a las capacidades físicas del empleado. El objetivo es incrementar la productividad reduciendo el esfuerzo innecesario y la fatiga.
- **Flexibilidad:** Es la cualidad de una planta para ser versátil. Permite que la configuración del espacio evolucione ante nuevas demandas del mercado o innovaciones tecnológicas de forma rápida y económica.
- **Principio de mínima distancia recorrida:** Se basa en la optimización de trayectorias. Al acortar los trayectos que realizan tanto los productos como el personal, se ahorra tiempo valioso y se disminuye la exposición a posibles accidentes durante el traslado [25].

### 1. FlexSim

**¿Qué es? Y ¿para que se utiliza?.**

Flexsim es una herramienta de simulación tridimensional diseñada para modelar y analizar procesos en sectores como industria, la logística y la salud. Según [30] este software destaca por su interfaz intuitiva y su alta capacidad de personalización, lo que permite una visualización

detallada de los sistemas. Como señala [30], su utilidad principal radica en la detección de cuellos de botella, facilitando así la optimización y mejora del rendimiento operativo [26].

## **4 METODOLOGÍA**

### **4.1 Modalidad de Tipo De Investigación**

De acuerdo con su naturaleza, el estudio se clasifica como una investigación aplicada, debido a que se orienta a la solución de un problema concreto dentro del sector industrial, utilizando herramientas propias de la ingeniería industrial, tales como el levantamiento de procesos, el estudio de tiempos, el análisis de capacidad, el diseño de distribución de planta y la simulación de sistemas productivos. Este tipo de investigación no se limita a la generación de conocimiento teórico, sino que busca intervenir directamente en una realidad específica, proponiendo alternativas técnicas viables que contribuyan a mejorar el desempeño operativo de la organización objeto de estudio. En este caso, el trabajo se enfoca en diagnosticar las condiciones actuales del sistema productivo, identificar restricciones relacionadas con el uso del espacio físico, flujo de materiales, la capacidad instalada y la organización interna, y posteriormente diseñar una propuesta fundamentada en criterios técnicos y metodológicos.

La investigación aplicada se caracteriza por integrar conocimientos científicos con herramientas prácticas para resolver problemas reales, permitiendo que los resultados obtenidos tenga una utilidad inmediata y medible. En este sentido el estudio no solo analiza la situación actual de la empresa, sino que desarrolla una propuesta de localización y distribución de planta sustentada en métodos cuantitativos, validada mediante simulación, con el propósito de optimizar recursos, reducir ineficiencias y fortalecer la competitividad empresarial.

Asimismo, la aplicación de metodologías como el análisis multicriterio para la selección de localización, el dimensionamiento de áreas, la planificación sistemática de la distribución (SLP) y la modelación en software especializado permite asegurar que la propuesta esté técnicamente respaldada y alineada con principios de eficiencia, productividad y mejora continua propios de la gestión industrial moderna.

### **4.2 Enfoque de investigación**

El enfoque de la investigación es mixto, con predominio del enfoque cuantitativo.

Se considera cuantitativo porque se basa en la medición de variables como tiempos de proceso, capacidad productiva, áreas requeridas y resultados de simulación, los cuales permiten analizar el desempeño de sistema productivo de manera objetiva.

Asimismo, incorpora elementos del enfoque cualitativo, debido a que se realizó observación directa del proceso productivo, análisis de la organización del trabajo, condiciones de operación y distribución actual de la planta, lo cual permitió comprender el funcionamiento real del sistema y detectar sus principales limitaciones.

#### **4.3 Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es no experimental y de tipo descriptivo – propositivo.

Es no experimental porque no se manipularon variables en un entorno controlado, sino que se observó y analizó el proceso productivo en su contexto real.

Es descriptivo porque se realizó un diagnóstico de la situación actual de la empresa, mediante el levantamiento de procesos, estudio de tiempos y análisis de capacidad.

Finalmente, es propositivo porque se planteó una alternativa de localización y distribución de planta, sustentada en herramientas técnicas y validada mediante simulación.

#### **4.4 Método de investigación**

Para el desarrollo del estudio se emplearon los siguientes métodos:

##### **Método analítico:**

Permitió descomponer el proceso productivo en sus diferentes operaciones, con el fin de identificar tiempos, recorridos, recursos y limitaciones existentes.

##### **Método sintético:**

Se utilizó para integrar los resultados obtenidos en el diagnóstico y formular la propuesta de localización y distribución de planta.

##### **Método inductivo:**

Se aplicó al analizar las condiciones específicas del sistema productivo para formular conclusiones y propuestas de mejora.

#### **4.5 Técnica e instrumento de recolección de información**

Para la obtención de datos se utilizaron las siguientes técnicas:

##### **Observación directa:**

Se aplicó para identificar las operaciones del proceso productivo, el flujo de materiales y la disposición actual de las áreas de trabajo.

##### **Estudio de tiempos:**

Se empleó el cronometraje directo para determinar los tiempos estándar de las operaciones productivas.

**Investigación de mercado:**

Se utilizó para estimar la demanda potencial y definir los requerimientos de capacidad de la planta.

**Simulación de procesos:**

Se empleó el software FlexSim para modelar el sistema productivo actual y la propuesta de distribución de planta.

**Instrumentos utilizados**

- Cronómetro para medición de tiempos.
- Formatos de registro de tiempos.
- Hojas de observación de procesos.
- Software Excel para procesamiento de datos.
- Software FlexSim para simulación del sistema productivo.
- Herramientas de diseño (AutoCAD, Visio).

**4.6 Procedimiento metodológico**

El desarrollo de la investigación se realizó en las siguientes fases:

**Fase 1: Diagnóstico del sistema productivo**

- Levantamiento de procesos.
- Elaboración de mapa de procesos y diagramas.
- Estudio de tiempos.
- Análisis de capacidad productiva.

**Fase 2: Estudio de mercado**

- Análisis de la demanda actual.
- Proyección de la demanda.
- Determinación de la demanda insatisfecha.

**Fase 3: Localización de planta**

- Identificación de alternativas.
- Evaluación mediante método multicriterio.
- Selección de la localización óptima.

**Fase 4: Diseño de la distribución de planta**

- Determinación de áreas requeridas (método de Guerchet).

- Aplicación de SLP.
- Diseño del layout propuesto.

#### **Fase 5: Simulación del sistema productivo**

- Modelado del sistema actual.
- Modelado de la propuesta.
- Evaluación de indicadores de desempeño.

#### **Fase 6: Análisis de resultados**

- Comparación entre situación actual y propuesta.
- Verificación de la hipótesis.
- Elaboración de conclusiones y recomendaciones.

## **5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

### **5.1 Objetivo 1 : Analizar la situación actual de la empresa mediante el levantamiento de la información de los procesos y recursos disponibles.**

Según los criterios de capacidad productiva, número de trabajadores, nivel tecnológico y volumen operativo, la fábrica VELPACK se clasifica como una **empresa pequeña**, ya que presenta baja producción diaria, personal reducido y procesos productivos de escala limitada orientados a un mercado específico, este criterio se evidencia en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Clasificación de tamaño de planta

<b>Criterio</b>	<b>Característica de la empresa</b>	<b>Parámetros de referencia</b>	<b>Evaluación</b>	<b>Clasificación</b>
Capacidad de producción	168 pacas (100 unidades) por jornada de 12 horas.	< 500 unidades/día	Producción baja.	Pequeña
Número de trabajadores	4 trabajadores por turno.	1 – 49 empleados	Personal reducido.	Pequeña
Jornada de trabajo	Operación continua, día y noche todos los días de la semana.	Operación continua no implica gran escala	Producción limitada pese a continuidad.	Pequeña
Nivel tecnológico	Producción de cubetas de pulpa moldeada con procesos semi – manuales.	Baja o media automatización.	Tecnología básica.	Pequeña

Ubicación de la planta	Cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, Ecuador.	Plantas pequeñas suelen atender mercados locales.	Alcance geográfico limitado.	Pequeña
Volumen operativo	Producción continua, pero con bajo volumen unitario.	Bajo volumen total semanal.	Operación de baja escala.	Pequeña
Tipo de producto	Cubetas de pulpa moldeada para huevos.	Producción especializada y de nicho.	Mercado específico.	Pequeña

### 5.1.1 La Empresa – Historia

Hay hombres que luchan día tras día, incansablemente hasta alcanzar sus metas y son perseverantes hasta alcanzar sus objetivos que es el de buscar un buen porvenir para sus familias, es por ello que el Ing. Saul Velasco en el transcurso del año 2020, mientras ejecutaba sus labores diarias que consistía en prestar servicio de transporte con su unidad propia dentro de la cooperativa “SULTANA DE COTOPAXI”, un día le surge la idea de consolidar su propia empresa, la cual concibió como una visión empresarial enfocada en el abastecimiento del sector avícola, al ofrecer un empaque ergonómico y ecológico para el transporte de huevos de campo. A finales de aquel año toma la decisión muy importante de poner en marcha esta idea que con el tiempo se convertiría en su proyecto de vida.

En el año 2021 empieza con la fabricación de cubetas de pulpa moldeada para huevos en el cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi, con la ayuda de 5 colaboradores que fueron primordiales al menos durante el primer año de funcionamiento, el cual fue un reto por la falta de experiencia dentro de esta rama, al transcurrir los meses, se logró obtener un producto satisfactorio para el mercado.

En el año 2024 la empresa “VELPACK” logra consolidarse dentro del mercado como una proveedora a pequeña escala a nivel de la provincia de Cotopaxi, llegando a satisfacer al menos un 5% de las avícolas del sector.

### 5.1.2 Ubicación

En la actualidad, “VELPACK (ideas ecológicamente reciclables)” se localiza en la ciudad de Salcedo, el sector de Quilajaló teniendo como referencia principal al costado de la carretera E35. Su actividad es la fabricación de cubetas de pulpa moldeada (para huevos) la cual se reflejada en la Figura 5.1.




Figura 5.1. Ubicación de VELPACK

### 5.1.3 Información general de la Empresa

Con sede en el cantón Salcedo, “VELPACK (Ideas Ecológicamente Reciclables)” se dedica a la fabricación de cubetas de pulpa moldeada para huevos. La empresa no solo busca satisfacer las necesidades del mercado, sino que también se enfoca en cumplir rigurosamente con los estándares de calidad exigidos por sus clientes. Para lograrlo, asigna de manera eficiente los recursos necesarios para la elaboración del producto y además, promueve constantemente una cultura de mejora continua en cada una de sus operaciones. En este contexto, la información general de la empresa se presenta en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2. Información general de la empresa VELPACK

<b>VELPACK (Ideas Ecológicamente Reciclables)</b>	
	
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi
<b>Cantón:</b>	Salcedo
<b>Dirección:</b>	Salcedo-Quilajalo Km: 363-E35
<b>Correo:</b>	<a href="mailto:Velpack.2021@gmail.com">Velpack.2021@gmail.com</a>
<b>Teléfono:</b>	0987914040
<b>Gerente general:</b>	Ing. Saul Velasco
<b>Tipo de empresa:</b>	Pequeña
<b>Razón social:</b>	Persona natural
<b>Ruc:</b>	
<b>Nombre de la empresa:</b>	VEIPACK (Ideas Ecológicamente Reciclables)

## **MISIÓN**

VELPACK (Ideas Ecológicamente Reciclables), es una empresa productora de empaques ecológicos, creada con la finalidad de satisfacer la demanda a nivel nacional. Manteniendo siempre los valores empresariales, así como el respeto por el medio ambiente.

## **VISIÓN**

VELPACK (Ideas Ecológicamente Reciclables), se constituirá como la mayor empresa proveedora de empaques ecológicos para diferentes tipos de productos, orientados a la innovación de procesos productivos para alcanzar altos estándares de calidad y calidez, comprometidos con el bienestar de la gente y del medio ambiente proyectando la reducción, reutilización y reelaboración del material reciclable en su totalidad.

## **VALORES EMPRESARIALES**

### **Valores**

Es indispensable que seamos personas de alta calidad moral, predicando con el ejemplo. Cumplir con las disposiciones de nuestros Valores, nos llevará a actuar con responsabilidad, honestidad y respeto.

**INTEGRIDAD:** Hacemos siempre lo correcto y nos comunicamos con respeto y franqueza.

**LIDERAZGO:** Inspiramos y facultamos a nuestros colaboradores para alcanzar y superar sus metas.

**INICIATIVA:** Impulsamos las ideas y proyectos innovadores para promover el crecimiento de la empresa

**COOPERACIÓN:** Colaboramos y trabajamos en equipo con un alto sentido de compromiso para el éxito de nuestra empresa.

**SUPERACIÓN:** Sustentamos nuestro éxito en la estimulación de conocimiento y el bienestar integral de nuestra gente.

**MEJORA:** Lo hacemos cada vez mejor. Concebimos el trabajo como la oportunidad de mejorar constantemente nuestros procesos, productos y servicios.

**CONSERVACIÓN:** Cuidamos la vida. Estamos comprometidos con la defensa del medio ambiente y el mejoramiento de la calidad de vida.

## **ORGANIGRAMA ESTRUCTURAL DE LA EMPRESA “VELPACK”**

La empresa “VELPACK “ está constituida de la siguiente manera: el departamento gerencial, administrativo y de producción. Los cuales se muestran en la Figura 5.2.

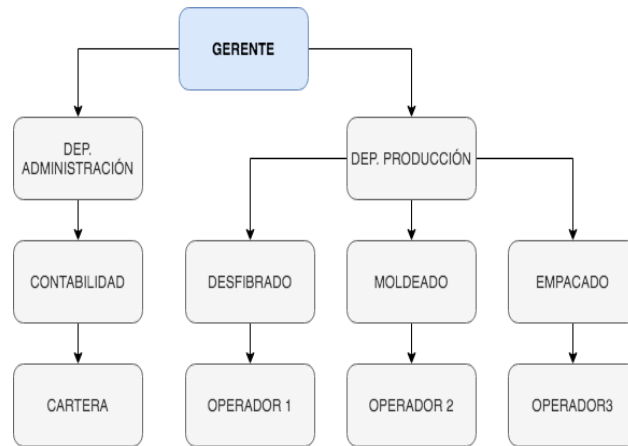


Figura 5.2. Organigrama Estructural

## PRODUCTOS QUE OFRECE

**VELPACK** (ideas ecológicamente reciclables) es una fábrica dedicada a la fabricación de cubetas de pulpa moldeada para huevos, su línea de producción que se comercializa y se comercializa y muestra en las Figuras 5.3., 5.4., 5.5., 5.6.

- Línea de producción “bandeja tipo B”
- Línea de producción “bandeja tipo A”
- Línea de producción “bandeja tipo AA”
- Línea de producción “bandeja tipo AAA”



Figura 5.4. Bandeja Tipo “A”



Figura 5.5. Bandeja Tipo “B”

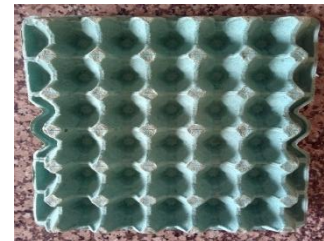


Figura 5.3. Bandeja Tipo “AA”



Figura 5.6. Bandeja Tipo “AAA”

### 5.1.4 Materia prima

Dentro del proceso de producción de cubetas para huevos de gallina, en la Tabla 5.3, se expone el listado de materia prima que se utiliza para el proceso.

Tabla 5.3. Materia Prima


		<p><b>Materia prima empleada en el proceso de producción de cubetas para huevos</b></p>	
<p><b>Producción de Cubetas para Huevos</b></p>			
Ítem	Ilustración	Ítem	Ilustración
Cartón		Dúplex	
AKD		Tinte	
<p><b>Nota:</b> El material es 100 % Reciclable</p>			

### 5.1.5 LEVANTAMIENTO DE PROCESOS

#### 5.1.5.1 Procesos estratégicos

En la Tabla 5.4, se presenta el diseño de los procesos y subprocesos estratégicos de la empresa “VELPACK”, que se direccionan a la gestión de los procesos administrativos de la empresa.

Tabla 5.4. Procesos estratégicos

		<p><b>VELPACK (IDEAS ECOLÓGICAMENTE RECICLABLES)</b></p>
		<p><b>Procesos estratégicos (PE)</b></p>
Codificación	Proceso	Subprocesos
<p><b>PE-01</b></p>	<p>Gestión administrativa</p>	Gerencia y representación de la Empresa
		Administración de Recursos de la Empresa

		Control y registro de ingresos y egresos de la empresa
<b>PE-02</b>	Planeación y logística	Aprobación para la contratación de personal
		Elaboración de objetivos e Indicadores
		Control de registro de suministro e insumos
<b>PE-03</b>	Seguridad industrial y medio ambiente	Control periódico de derechos
		Suministro de EPP
<b>PE-04</b>	Infraestructura	Organización y adecuación de las instalaciones
<b>PE-05</b>	Contabilidad	Definición de estado financiero
		Pago de sueldos y declaraciones legales
<b>PE-06</b>	Gestión de la calidad	Mejora continua
		Control de calidad

### 5.1.5.2 Procesos Operativos

En la Tabla 5.5, se muestran los procesos operativos de la empresa “VELPACK” en función de la línea de producción de cubetas para huevos.

#### Línea de producción de cubetas para huevos


Tabla 5.5. Proceso Operativos

		<b>VELPACK (IDEAS ECOLÓGICAMENTE RECICLABLES)</b>
		<b>Procesos Operativos (Po)</b>
<b>Codificación</b>	<b>Proceso</b>	<b>Subprocesos</b>
<b>PO-01</b>	Orden de Producción	Emisión de ordenes de trabajo por pedidos
		Recepción de la orden de trabajo por operador
		Asignación de recursos y control
<b>PO-02</b>	Recepción de la materia prima	Ingreso de materia prima.
		Conteo de materia Prima
		Control de registro de ingreso de materia prima
<b>PO-03</b>	Desfibrado	Preparación de pulpa
		Descarga de pulpa
<b>SPO-01</b>	Prensado	Moldeo de cubetas de huevos por presión
<b>PO-04</b>	Secado	Ingreso de cubetas Húmedas a horno
		Salida de cubetas secas del horno
<b>PO-05</b>	Empaquetado	Recolección de cubetas
		Atado de pacas
<b>PO-06</b>	Almacenamiento	Transporte al área de producto terminado
<b>PO-07</b>	Despacho	Embarque de pacas de 100 unidades a Clientes

### 5.1.5.3 Procesos de apoyo

En la Tabla 5.6, se presentan los procesos y subprocesos de apoyo de la empresa “VELPACK”, direccionados a las siguientes directrices.

Tabla 5.6. Proceso de apoyo

		VELPACK (IDEAS ECOLOGICAMENTE RECICLABLES)
		Procesos Apoyo (PA)
Codificación	Proceso	Subprocesos
PA-01	TTHH	Reclutamiento y selección de personal
		Contratación y Documentación laboral
		Evaluación del desempeño
PO-02	Administración de Finanzas	Presupuesto general y control Financiero
		Pagos a proveedores
		Cobros a clientes
PO-03	Gestión insumos	Selección y evaluación de proveedores
		Compra de materia prima y suministros
PO-04	Gestión pedidos	Recepción de pedidos de clientes
PO-05	Mantenimiento	Mantenimiento preventivo de maquinaria y equipos
		Mantenimiento correctivo

### 5.1.6 Mapa de Procesos

Una vez identificados y seleccionados todos los procesos y subprocesos de la empresa, se prosiguió al diseño de un mapa de procesos, como el que se muestra en la figura 5.7.

- Procesos estratégicos: Generalmente se encuentran en la parte superior del diagrama y su única función es cumplir todas las metas de la empresa.
- Procesos operativos: Están relacionados con la misión de la empresa y se encuentran en el medio del diagrama.
- Procesos de apoyo: Van en la parte inferior del diagrama y permiten el soporte a los procesos operativos.

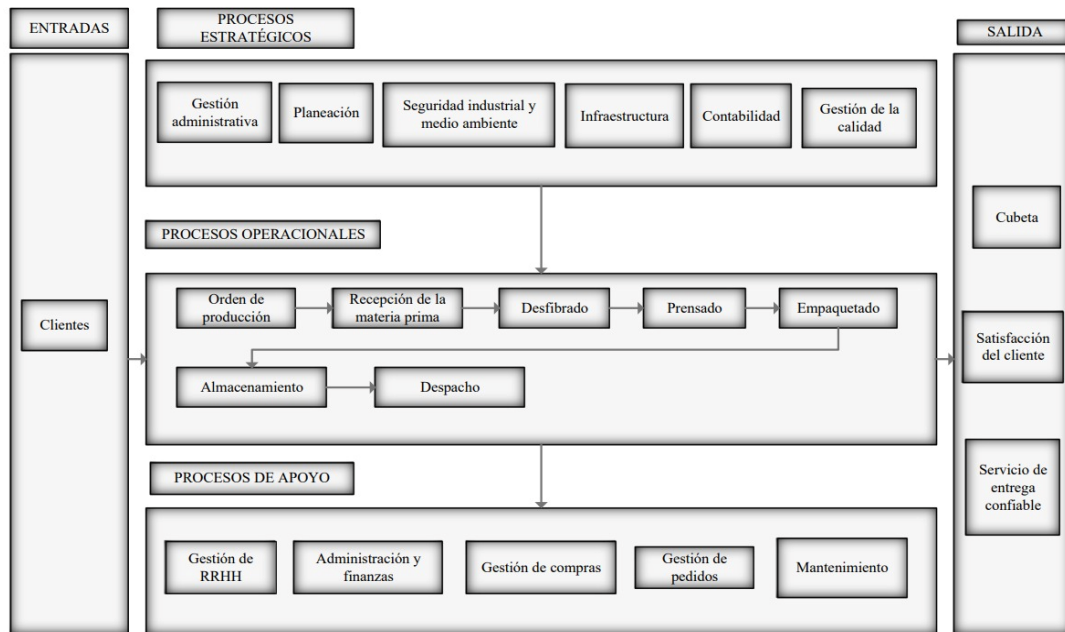


Figura 5.7. Mapa de Procesos

## 5.1.7 DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE LA EMPRESA “VELPACK”

### 5.1.7.1 Línea de producción de cubetas para huevos

La producción de cubetas de pulpa moldeada para huevos de gallina es una parte fundamental para el proceso productivo en la empresa “VELPACK” y todo el procedimiento que se toma a consideración para la elaboración de dicho producto en su línea de actividades diarias.

### 5.1.7.2 Orden de producción

La orden de producción inicia cuando el área administrativa emite la instrucción de fabricación. Posteriormente, el operador jefe de turno recibe la orden y ajusta la maquinaria moldeadora para dar cumplimiento a la tarea asignada. Durante el proceso productivo, se verifica constantemente que la cubeta conserve su forma adecuada y no presente defectos; en caso contrario, se procede a reconfigurar la maquinaria. Una vez completado el pedido del cliente, se retorna la producción habitual.

### 5.1.7.3 Recepción de materia prima

Recepción de materia prima y almacenamiento en el área designada, para continuar con su inspección del material como el cartón y el dúplex, y clasificarlo como apto o no para el proceso y se firma la hoja de recibido verificando si el material está completo, caso contrario se notifica a la empresa recicladora.

## **Desfibrado**

Se ejecuta la recolección previamente clasificada en pesos adecuados para el siguiente proceso.

### **Pesos:**

**Cartón:** se recolecta una cantidad en peso adecuado de alrededor de 70 kg.

**Dúplex:** se recolecta una cantidad en peso adecuado de alrededor de 40 kg.

Se ingresa alrededor de 110 kg de materia prima (cartón/dúplex), se procede al encendido de la maquinaria que corresponde a la segunda etapa del proceso en el cual se deja desfibrar un tiempo de 40 minutos.

Una vez alcanzado este tiempo se procede a la descarga para ser pasada por la refinadora.

Luego de haber culminado las actividades de la etapa dos pasa a cumplir su última actividad la cual consta de la limpieza de la maquinaria en donde se retiran residuos como plásticos, grapas, clavos, fibras de carbono, entre otros.

### **5.1.7.4 Prensado**

En esta tercera etapa se encarga la mezcla de químico (tinte) y aditivo (AKD), y administrar agua y pulpa requerida para llegar a un peso ideal de la cubeta que es de 230 g para facilitar el secado y garantizar su resistencia.

Pasa a dosificar los tanques a usar, debe mantenerse una limpieza constante en los moldes para evitar obtener una cubeta con imperfecciones; si la cubeta contiene un mayor número de imperfecciones se descarta y se envía para procesos de desfibrado, también se inspecciona el color de la cubeta que mantenga el mismo porcentaje de pigmentación.

### **5.1.7.5 Subproceso de Secado**

Seguido de la tercera etapa la cubeta ingresa al horno por medio de la banda transportadora para iniciar su proceso de secado que consta de un tiempo de 25 minutos en dar una vuelta completa, dando paso a la recolección de 20 unidades por cada molde.

Se inspecciona el estado de la cubeta (quemada, húmeda o con deformaciones) y se decide si mantiene la calidad esperada, caso contrario regresa a la segunda etapa para el reproceso.

Las cubetas que mantienen un porcentaje de calidad aceptable pasan al empacado que consta de 100 unidades (paca) continuando a su embalaje asegurando que se mantenga la forma y cantidad de las pacas para ser trasladadas a el área de producto terminado.

### 5.1.7.6 Empaquetado

Da paso a la recolección de 20 unidades por cada molde, se inspecciona el estado de la cubeta (quemada, húmeda o con deformaciones) y se decide si mantiene la calidad esperada, caso contrario regresa a la segunda etapa para el reproceso. Las cubetas que mantienen un porcentaje de calidad aceptable pasan al empaquetado que consta de 100 unidades (paca) continuando a su embalaje asegurando que se mantenga la forma y cantidad de las pacas, se apilan las pacas en una plataforma móvil de dos bloques de 7 filas por 3 columnas completando 42 pacas.

### 5.1.7.7 Almacenamiento

Las pacas son trasladadas al área de producto terminado en la plataforma móvil se apila en una fila de 6 pisos de alto de 4 pacas cada uno y se registra la cantidad almacenada

### 5.1.7.8 Despacho


El área administrativa emite la orden de embarcar la cantidad comprada por el cliente, en esta actividad el operario se dirige al área designada del producto terminado, acomoda las pacas en el camión para su entrega registrando su cantidad.

## 5.1.8 MATRICES DE PROCEDIMIENTOS

### 5.1.8.1 Orden de producción

En la Tabla 5.7. y en la Figura 5.8 se muestra el proceso de orden de producción.

Tabla 5.7. Orden de producción

	<b>Procesos</b>	Orden de producción
	<b>Subprocesos</b>	Pedidos de clientes
	<b>Código</b>	PR-OD-01
<b>Objetivo</b>	Se detalla la orden de trabajo	
<b>Entradas</b>	Pedidos de clientes	
<b>Recursos</b>	Personal Administrativo y Operadores	
<b>Salidas</b>	Orden de producción	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
1	Libera la orden de producción	Cuando el área administrativa libera la instrucción de fabricación.
2	Configuración de máquina	

		El operador jefe de turno recibe la orden y la maquina moldeadora se ajusta para cumplir con la tarea.
3	Verificación de cubetas	Se verifican constantemente que la cubeta mantenga su forma correcta y no tener cualquier defecto.
4	Reconfiguración de la maquinaria	Modificar y reajustar equipo industrial para que no tenga defectos.
5	Cumplir la meta	Al completarse el pedido de la cliente continua con una producción normal.

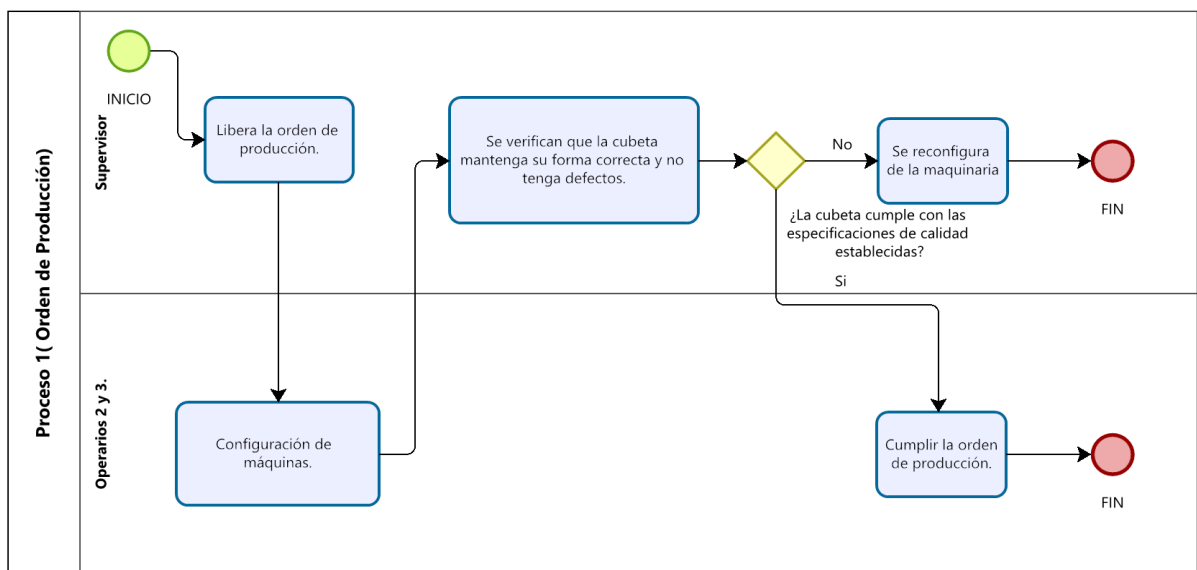



Figura 5.8. Orden de producción

### 5.1.8.2 Recepción de materia prima

A continuación se muestra el proceso de recepción de materia prima en la Tabla 5.8 y Figura 5.9.

Tabla 5.8. Recepción de materia prima

	<b>Procesos</b>	Recepción de materia prima
	<b>Subprocesos</b>	Descarga de material
	<b>Código</b>	PR-RMP-02
<b>Objetivo</b>	Verificación y clasificación de materia prima y en estado que se encuentra	
<b>Entradas</b>	Camión	
<b>Recursos</b>	Personal Administrativo y Operadores	
<b>Salidas</b>	Materia prima apta para el proceso de fabricación	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>

1	Ingreso del camión	Se hace ingresar al camión que transporta la materia prima
2	Descarga de camión	Los operadores se encargan de descargar el camión
3	Verificación de material	Se verifican si está completo el material y se registra en la orden de pedido
4	Clasificación	Se clasifica en cartón y dúplex.
5	Notificación	Se notifica si el material llegue completo

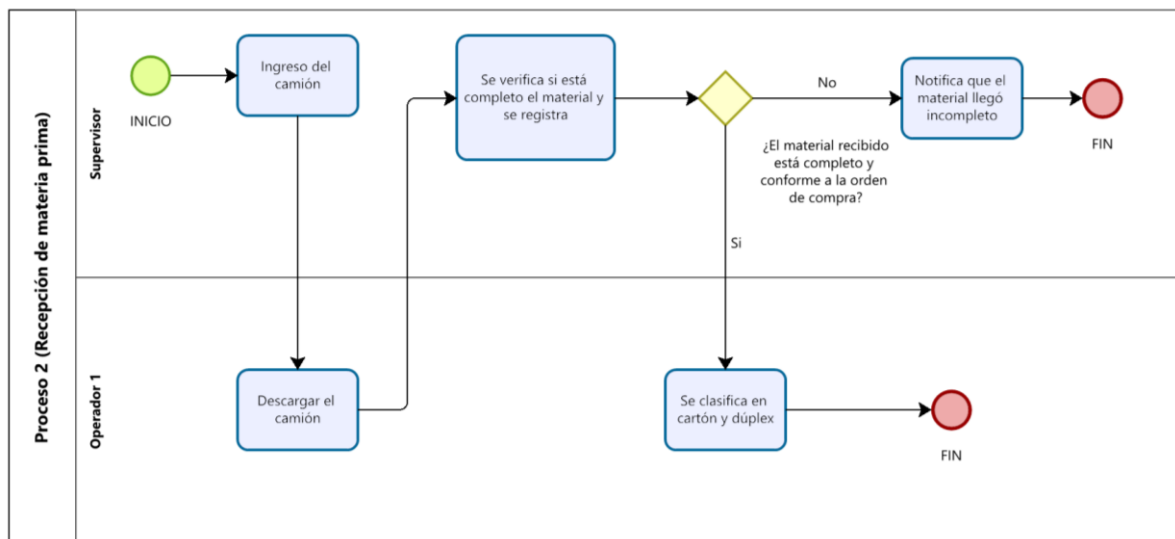



Figura 5.9. Recepción de materia prima

### 5.1.8.3 Desfibrado

En la Tabla 5.9. y Figura 5.10 se presenta el proceso de desfibrado.

Tabla 5.9. Desfibrado

	<b>Procesos</b>	Desfibrado
	<b>Subprocesos</b>	Desfibrado de cartón y dúplex
	<b>Código</b>	PR-DCD-03
<b>Objetivo</b>	Elaboración de pulpa moldeada	
<b>Entradas</b>	Cartón y Dúplex	
<b>Recursos</b>	Operadores, Maquina, Materia prima, Energía eléctrica, agua,	

Salidas	Pulpa material triturado	
N°	Actividad	Descripción
1	Recolección	Se ejecuta la recolección previamente clasificada en pesos adecuados para el siguiente proceso.
2	Pesos	Cartón: se recolecta una cantidad en peso adecuado de alrededor de 55 kg. Dúplex: se recolecta una cantidad en peso adecuado de alrededor de 55 kg.
3	Ingreso de Material a máquina	Se ingresa alrededor de 110 kg de materia prima (cartón/dúplex), se procede al encendido de la maquinaria que corresponde a la segunda etapa del proceso en el cual se deja desfibrar un tiempo de 40 minutos.
4	Descarga de pulpa	Una vez alcanzado este tiempo se procede a la descarga para ser pasado por la refinadora.
5	Limpieza	Luego de haber culminado las actividades de la etapa dos pasa a cumplir su última actividad la cual consta de la limpieza de la maquinaria en donde se retira residuos como plásticos, grapas, clavos, fibras de carbono, entre otros.

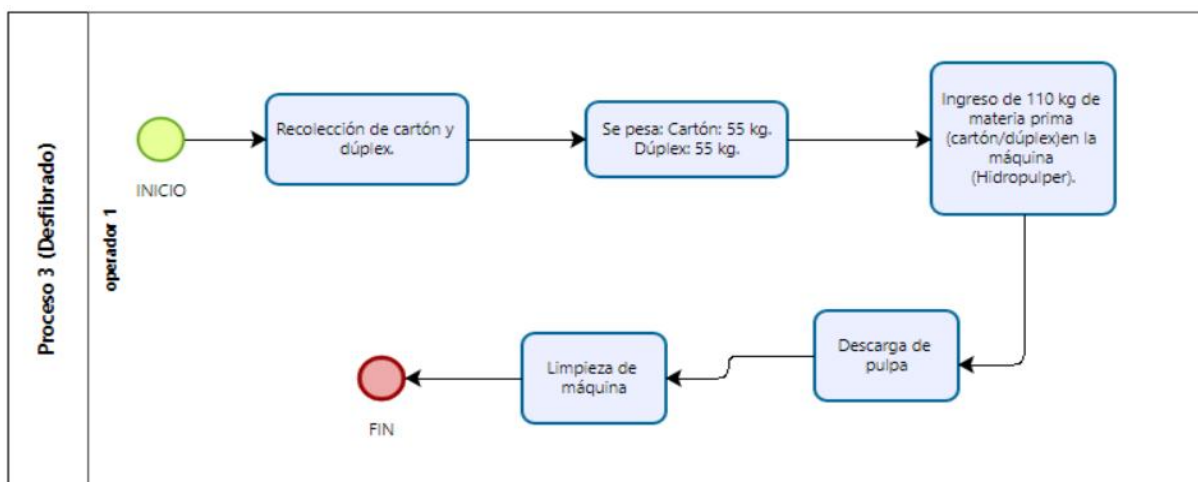



Figura 5.10. Desfibrado

#### 5.1.8.4 Prensado

En la Tabla 5.10. y Figura 5.11 se describe el proceso de prensado

Tabla 5.10. Prensado

	<b>Procesos</b>	Prensado
	<b>Subprocesos</b>	Proceso de moldeo
	<b>Código</b>	PR-PR-04
<b>Objetivo</b>	Obtener cubetas de pulpa moldeada	

<b>Entradas</b>	Pulpa material triturado	
<b>Recursos</b>	Operadores, Maquina, Materia prima, Energía eléctrica, agua, aire.	
<b>Salidas</b>	Cubetas de pulpa moldeada (Húmedas)	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
1	Mezcla de Químicos	La mezcla de químico (tinte) y aditivo (AKD).
2	Colocar químico en el tanque 2	Vierte los químicos en el tanque vacío.
3	ingreso de insumos	Ingresas agua y pulpa al tanque.
4	Mezcla ingresa a prensa	Pasa por la tubería hacia los moldes.
5	Se obtiene la cubeta	Se obtiene la cubeta con un peso ideal.
6	Secado	Las cubetas pasan al subproceso de secado.

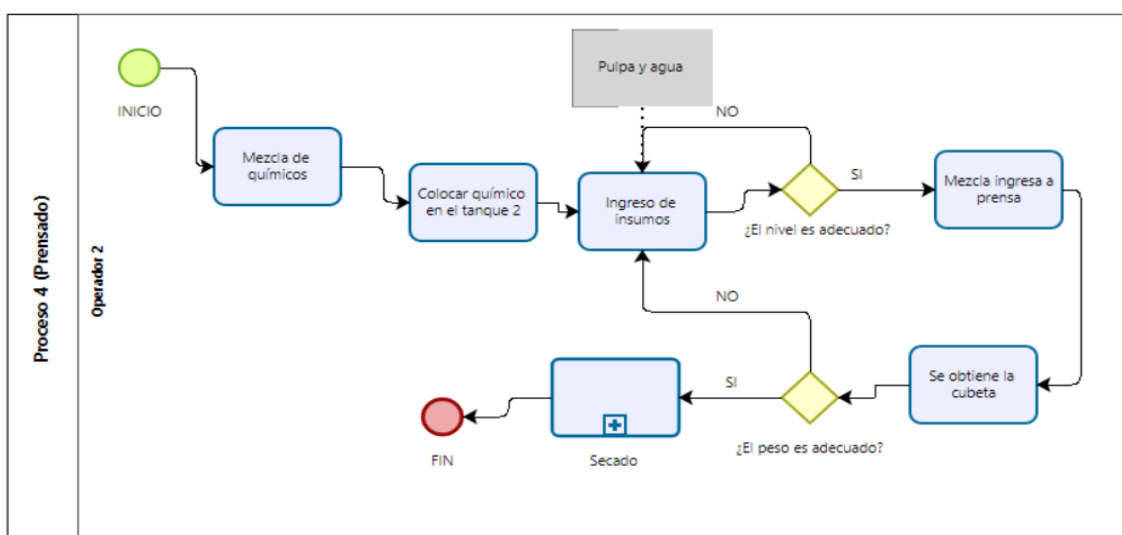



Figura 5.11. Prensado

### 5.1.8.5 Subproceso de Secado

En la Tabla 5.11 y Figura 5.12 se detalla el subproceso de secado.

Tabla 5.11. Subproceso de Secado

	<b>Subprocesos</b>	Secado
	<b>Subprocesos 1</b>	Secado de cubetas
	<b>Código</b>	SPR-SC-01
<b>Objetivo</b>	Secado de cubetas de pulpa moldeada	
<b>Entradas</b>	Cubeta Húmeda	
<b>Recursos</b>	Operadores, Maquina, Materia prima, Energía eléctrica, aire.	
<b>Salidas</b>	Cubeta Seca	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
1	Ingreso de cubetas al Horno	Seguido de la tercera etapa la cubeta ingresa al horno por medio de la banda transportadora para iniciar su proceso de secado que consta de un tiempo de 25 minutos en dar una vuelta completa.
2	Inspección de cubetas	Se inspecciona el estado de la cubeta (quemada, húmeda o con deformaciones) y se decide si mantiene la calidad esperada, caso contrario regresa a la segunda etapa para el reproceso.
3	Desfibrado	Las cubetas en mal estado ya secas vuelven al proceso de desfibrado.

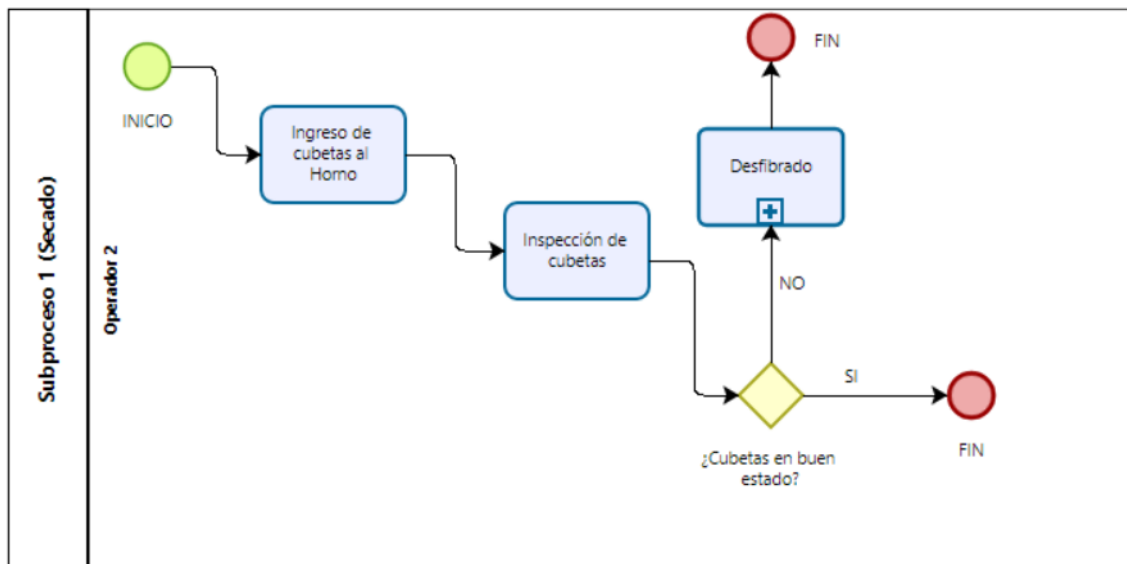



Figura 5.12. Subproceso de Secado

### 5.1.8.6 Empaquetado

En la Tabla 5.12. y Figura 5.13 se visualiza el proceso de empaquetado.

Tabla 5.12. Empaquetado

	<b>Procesos</b>	Empaquetado
	<b>Subprocesos</b>	Recolección y empaque
	<b>Código</b>	PR-EM-05
<b>Objetivo</b>	Recolectar y empaquetar las cubetas secas	
<b>Entradas</b>	Cubetas Secas	
<b>Recursos</b>	Operador, Cubetas.	
<b>Salidas</b>	Pacas	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
1	Recolección	Da paso a la recolección de 20 unidades por cada molde, se inspecciona el estado de la cubeta (quemada, húmeda o con deformaciones) y se decide si mantiene la calidad esperada, caso contrario regresa a la segunda etapa para el reproceso.
2	Conformación de pacas de 100 unid	Las cubetas que mantienen un porcentaje de calidad aceptable pasan al empaquetado que consta de 100 unidades (paca).
3	Compactación neumática de pacas	Embalaje asegurando que se mantenga la forma y cantidad de las pacas.
4	Estibar en la plataforma móvil	Se apila las pacas en una plataforma móvil de dos bloques de 3*7 completando 42 pacas.

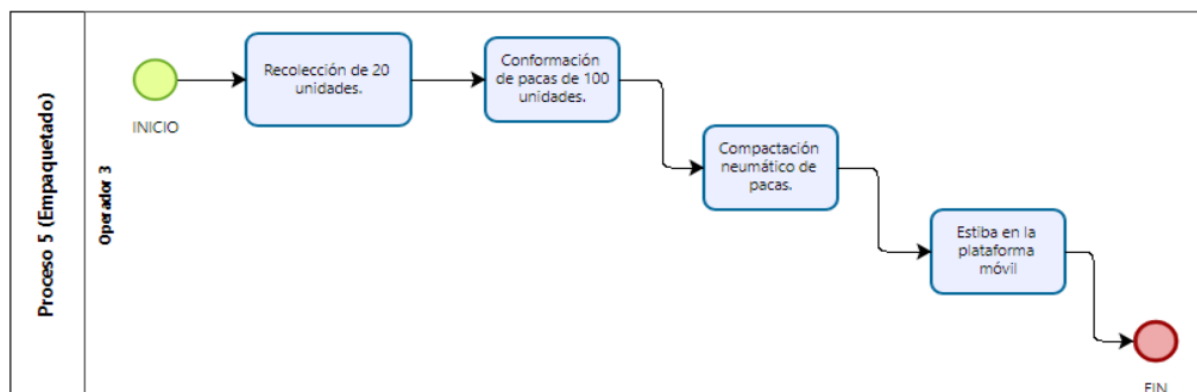



Figura 5.13. Empaquetado

### 5.1.8.7 Almacenamiento

En la Tabla 5.13. y Figura 5.14 se observa el proceso de almacenamiento.

Tabla 5.13. Almacenamiento

	<b>Procesos</b>	Almacenamiento
	<b>Subprocesos</b>	Apilar
	<b>Código</b>	PR-AL-06
<b>Objetivo</b>	Se lleva al área del producto terminado	
<b>Entradas</b>	Pacas	
<b>Recursos</b>	Operador	
<b>Salidas</b>	Pacas en el área de producto terminado	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
1	Traslado de producto	Las pacas son trasladadas a el área de producto terminado.
2	Organización por lote	El operador se dirige al lote correspondiente.
3	Acomodar en pallets	Se apila en una fila de 4 ancho y 6 de alto.
4	Registro de cantidad almacenada	Al completarse se registra la cantidad de pacas en el registro de producción.

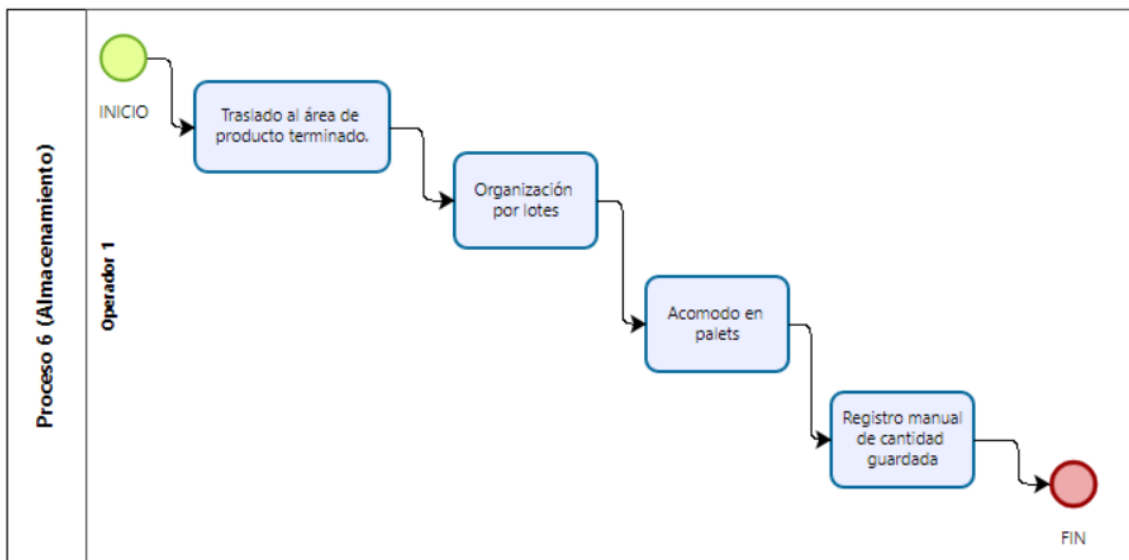



Figura 5.14. Almacenamiento

### 5.1.8.8 Despacho

En la Tabla 5.14 y Figura 5,15 se da a conocer el proceso de despacho.

Tabla 5.14. Despacho

	<b>Procesos</b>	Despacho
	<b>Subprocesos</b>	Despacho ha cliente
	<b>Código</b>	PR-DC-07
<b>Objetivo</b>	Embarque de cubetas a clientes	
<b>Entradas</b>	Pacas de 100	
<b>Recursos</b>	Operario	
<b>Salidas</b>	Pacas embarcadas	
<b>N°</b>	<b>Actividad</b>	<b>Descripción</b>
1	Recibe la orden de trabajo	El operador recibe la orden de envío de la cantidad a embarcar.
2	Se dirige al área de producto final	Se traslada al área de producto final para embarque.
3	Selección de cubetas correspondientes	Selecciona las cubetas que se van a enviar.
4	Embarque de cubetas	Embarque de cubetas a camión.

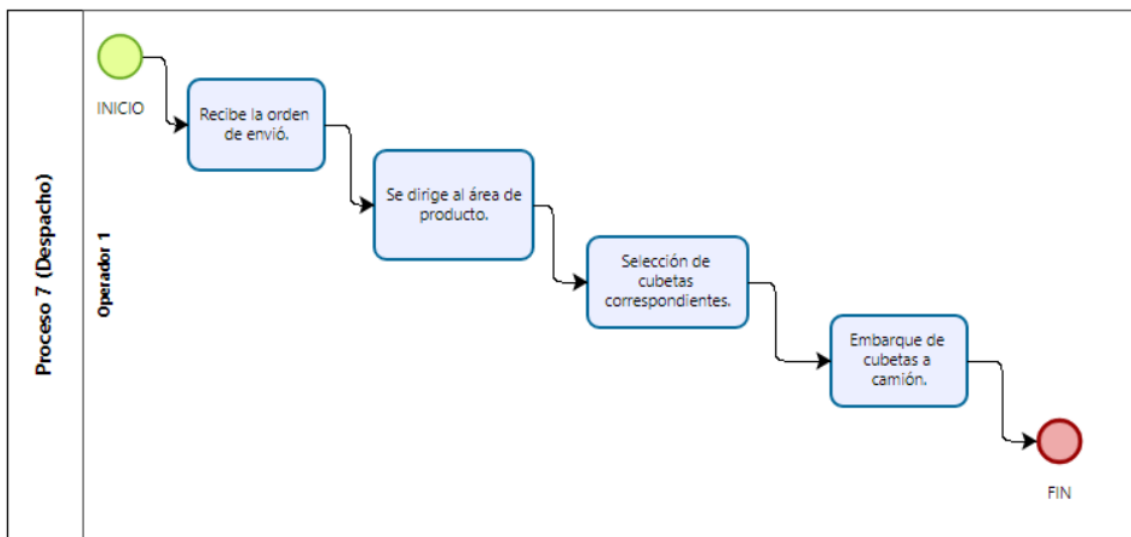


Figura 5.15. Despacho

### 5.1.9 Cursogramas analíticos

Elaboramos unos diagramas de flujo muy completos, que sirven para desglosar y entender paso a paso todo lo que sucede en un proceso. Estos mapas nos permiten visualizar el recorrido

completo de una actividad, anotando no solo cada tarea, movimientos o verificaciones, sino también el tiempo que toma cada una y la distancia que se recorre.

Las ventajas de estos diagramas son un gran nivel de detalle. A diferencia de otros planos más generales, estos registran mucha más información e implementan mejoras en la forma de trabajar. Las cuales se presentan en las siguientes Tablas 5.15. y 5.16.

Tabla 5.15. Cursograma Analítico
















CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL PROCESO										
Diagrama N°:1	Hoja N°1 de 1	Resumen								
Línea de producción	Cubetas para Huevos	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Proceso	Fabricación de cubetas para Huevos	Operación 	24							
Subproceso	Línea de producción	Transporte 	4							
Método:	Actual	Espera 	1							
Operarios (s):	4	Inspección 	3							
Elaborado por:	Jaime Pilatasig	Almacenamiento 	2							
Aprobado:	Ing. Jose Naranjo	Distancia (m)	163,0							
		Tiempo (s)	8099,9							
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS					
										
1	Libera la orden de trabajo	1	6	10,20	●					
2	Configuración de máquina	1	2	918,00	●				●	
3	Verificación de cubetas	1	1	10,00				●		
4	Se reconfigura la máquina	1	5	600,00	●					
5	Cumplir la orden de producción	1	30	20,14	●					
6	Ingreso del camión	1	1	300,00				●		
7	Descarga de materia prima	1	5	1200,00	●					
8	Verificación	1	2	318,00				●		
9	Clasificación	1	3	606,00	●					
10	Notificación	1	5	45,00				●		
11	Recolección de catón y dúplex	1	2	1200,02	●					
12	Pesar	1	6	20,15	●					
13	Ingreso de Material	1	10	600,30	●					
14	Descarga de pulpa	1	1	300,50	●					
15	Limpieza de máquina	1	1	300,90	●					
16	Mezcla de Químicos	1	5	40,00	●					
17	Colocar químicos en el tanque 2	1	1	45,00	●					
18	Ingreso de insumos	1	5	45,00	●					
19	Mezcla ingresa a prensa	1	6	5,00	●					
20	Se obtiene la cubeta	1	2	10,00	●					
21	Secado	1	30	5,00				●		
22	Recolección	1	0	10,20	●					
23	Conformación de pacas	1	0	240,08	●					
24	Compactación neumática de pacas	1	6	60,00	●					
25	Estibar en la plataforma móvil	1	1	20,00	●					
26	Traslado de producto	1	6	48,56				●		
27	Organización por lotes	1	1	20,35					●	
28	Acomodo en palets	1	2	420,03						●
29	Registro manual de cantidad almacenada	1	3	10,25				●		
30	Recibe la orden de envió	1	6	10,26	●					
31	Se dirige al área de producto	1	5	50,45	●					
32	Selección de cubetas correspondientes	1	2	10,05	●					
33	Embarque de cubetas a camión	1	2	600,45	●					
	<b>Tiempo Mínimo</b>	<b>135,0</b>	<b>m</b>	<b>163,0</b>	<b>s</b>					

Tabla 5.16. Cursograma Analítico de subproceso

CURSOGRAMA ANALÍTICO DEL SUBPROCESO									
Diagrama N°:1		Hoja N°1 de 1		Resumen					
Línea de producción		Cubetas para Huevos		Actividad	Actual	Propuesta			
Proceso		Prensado		Operación	24				
Subproceso		Secado		Transporte	4				
Método:		Actual		Espera	1				
Operarios (s):		4		Inspección	3				
Elaborado por:		Jaime Pilatasig		Almacenamiento	2				
Aprobado:		Ing. Jose Naranjo		Distancia (m)	12,0				
				Tiempo (s)	25,7				
NÚMERO	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	Cantidad	Distancia metros	Tiempo Segundos	SÍMBOLOS PROCESOS				
									
1	Ingreso de cubetas al Horno	1	5	2,25	●				
2	Inspección de cubetas	1	1	3,20			●		
3	Desfibrado	1	6	20,26	●				
Tiempo Minutos: 0,4		m	12,0	25,7					

### 5.1.10 Estudio de tiempos

Para entender a fondo cómo se realizan las tareas en la empresa, llevamos a cabo un análisis de tiempos. El propósito del estudio era medir con precisión cuánto tiempo invierte un trabajador capacitado en realizar cada actividad específica de un proceso.


La metodología que seguimos fue la siguiente:

- Utilizamos la técnica de “vuelta a cero”, que consiste en reiniciar el cronómetro cada vez que se termina una tarea, lo que nos permitió registrar la duración de cada paso de manera individual y clara.
- Para garantizar que el estudio fuera confiable, aplicamos el criterio de General Electric y así definir la cantidad de observaciones necesarias.

Finalmente, calculamos el tiempo promedio que toma el proceso de producción.

En la Tabla 5.17., se muestra el tiempo observado en segundos y de igual manera en minutos el cual se determinó con base en la tabla de General Electric, se tomó ese tiempo para el número de muestras dependiendo del valor de tiempo de ciclo.

Tabla 5.17. Tiempo Observado

	<b>VELPACK (Ideas Ecológicamente reciclables)</b>
<b>Línea de producción de cubetas para huevos</b>	<b>Tiempo observado (S)</b>
Orden de producción	1558.30

Recepción de materia prima	2469
Desfibrado	2421.87
Prensado	150
Secado	25.70
Empaquetado	330.28
Almacenamiento	499.19
Despacho	671.21
<b>Total (s)</b>	<b>8,125.55</b>
<b>Total (m)</b>	<b>135.43</b>
<b>Observaciones recomendadas</b>	<b>3</b>

### 5.1.10.1 Cálculo de tiempo estándar

El propósito del cálculo del tiempo estándar fue establecer el tiempo requerido para que los operarios lleven a cabo los procedimientos específicos asignados a cada uno de ellos. Esto se ejecutó con el fin de conseguir un estándar que representara el tiempo que se utiliza en cada etapa y estos sean evidenciados. Para el cálculo del tiempo estándar, se utilizó la fórmula que se presenta en la siguiente ecuación.

$$TS = TN * (1 + S) \quad (12)$$

Se mostrará el cálculo del Factor de desempeño para cada procedimiento la cual se muestra en la Tabla 5.18.

Tabla 5.18. Tabla del Factor de desempeño

Proceso productivo			Factores					
N°	Proceso	Subproceso	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	Valoración	Factor de desempeño
1	Orden de producción	A: Libera la orden de trabajo	0,06	0,03	0,02	0,01	0,12	1,12
		B: Configuración de máquina	0,11	0,06	0,04	0,03	0,24	1,24
		C: Verificación de cubetas	0,06	0,03	0,02	0,01	0,12	1,12
		D: Se reconfigura la máquina	0,06	0,03	0,02	0,01	0,12	1,12
		E: Cumplir la orden de producción	0,06	0,03	0,02	0,01	0,12	1,12
2	Recepción de materia prima	F: Ingreso de camión	0,08	0,11	0	0,01	0,2	1,2
		G: Descarga de materia prima	0,08	0,11	0	0,01	0,2	1,2
		H: Verificación	0,06	0,08	0,02	0,01	0,17	1,17
		I: Clasificación	0,06	0,08	0,02	0,01	0,17	1,17
		J: Notificación	0,06	0,08	0,02	0,01	0,17	1,17
3	Desfibrado	K: Recolección de cartón y dúplex	0,06	0,08	0,02	0,03	0,19	1,19
		L: Pesar	0,06	0,08	0,02	0,03	0,19	1,19
		M: Ingreso de material a máquina	0,11	0,06	0,04	0,03	0,24	1,24
		N: Descarga de Pulpa	0,06	0,08	0,02	0,03	0,19	1,19
		O: Limpieza de máquina	0,06	0,08	0,02	0,01	0,17	1,17
4	Prensado	P: Mezcla de químicos	0,11	0,06	0,04	0,03	0,24	1,24
		Q: Colocar químicos en el tanque 2	0,11	0,06	0,04	0,03	0,24	1,24
		R: Ingreso de insumos	0,11	0,03	0,04	0,04	0,22	1,22
		S: Mezcla ingresa a prensa	0,11	0,03	0,04	0,04	0,22	1,22
		T: Obtención de cubeta	0,11	0,03	0,04	0,04	0,22	1,22
		U: Secado	0,11	0,03	0,04	0,04	0,22	1,22



Luego de obtener los valores de los Factores de Desempeño y al igual que los Suplementos los cuales se desglosan por cada actividad que ejecuta cada proceso, a continuación se presenta el respectivo estudio de tiempos. Tomamos en cuenta el número de muestras recomendadas por la tabla de tiempo por ciclo que presenta General Electric. Cada cálculo se muestra en las Tablas 5.20., 5.21., 5.22., 5.23., 5.24., 5.25., 5.26 y 5.27.


### 5.1.10.2 Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Orden de producción

Tabla 5.20. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Orden de Producción

ESTUDIO DE TIEMPOS									
<b>Proceso:</b>	Orden de producción	<b>Estudio N°:</b>	1						
		<b>Hoja:</b>	1 de 1						
<b>Subproceso:</b>	Verificación	<b>Elaborado por:</b>	Jaime Pilatasig						
		<b>Revisado por:</b>	Ing. José Naranjo						
<b>Máquina:</b>	Prensa	<b>Aprobado por:</b>	Ing. José Naranjo						
		<b>Material:</b>	Ninguno						
<b>Herramientas:</b>	Juego de llaves	<b>Producto:</b>	Cubetas						
		<b>Hora:</b>	06:00 am-18 pm						
<b>Cálculo de tiempo estándar(segundos)</b>									
N°	Muestras			TO	FD	TN	S	TS	
	1	2	3						
1	10,2	10,45	1,5	7,4	1,12	8,269	25%	10,3	
2	918	916	919	917,7	1,12	1028	25%	1284,7	
3	10	10,25	10,85	10,4	1,12	11,61	25%	14,5	
4	600	590,1	599,5	596,5	1,12	668,1	25%	835,1	
5	20,14	20,47	20,65	20,4	1,12	22,87	25%	28,6	
<b>Total</b>	1558,3	1547,3	1552	1552,4		1739		<b>2173,3</b>	

### 5.1.10.3 Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Recepción de materia prima


Tabla 5.21. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Recepción de materia prima

ESTUDIO DE TIEMPOS			
<b>Proceso:</b>	Recepción de materia prima	<b>Estudio N°:</b>	2
		<b>Hoja:</b>	1 de 1
<b>Subproceso:</b>	Inspección de material	<b>Elaborado por:</b>	Jaime Pilatasig

		<b>Revisado por:</b>	Ing. José Naranjo					
<b>Máquina:</b>	Ninguna	<b>Aprobado por:</b>	Ing. José Naranjo					
		<b>Material:</b>	Cartón y Dúplex					
<b>Herramientas:</b>	Ninguna	<b>Producto:</b>	Cubetas					
		<b>Hora:</b>	06:00 am-18 pm					
<b>Cálculo de tiempo estándar (segundos)</b>								
N°	Muestras			TO	FD	TN	S	TS
	1	2	3					
1	300	301,5	295,4	299,0	1,2	358,8	25%	448,5
2	1200	1995,5	1201	1465,5	1,2	1759	25%	2198,3
3	300,18	296,12	298,1	298,1	1,17	348,8	25%	436,0
4	600,6	593,12	602,05	598,6	1,17	700,4	25%	875,4
5	45	48	46	46,3	1,17	54,21	25%	67,8
<b>Total</b>	2445,8	3234,2	2442,6	2707,5		3221		<b>4025,9</b>


#### 5.1.10.4 Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Desfibrado

Tabla 5.22. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Desfibrado

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>								
<b>Proceso:</b>	Desfibrado	<b>Estudio N°:</b>	3					
		<b>Hoja:</b>	1 de 1					
<b>Subproceso:</b>	Elaboración de pulpa	<b>Elaborado por:</b>	Jaime Pilatasig					
		<b>Revisado por:</b>	Ing. José Naranjo					
<b>Máquina:</b>	Hidropulper	<b>Aprobado por:</b>	Ing. José Naranjo					
		<b>Material:</b>	Cartón y Dúplex					
<b>Herramientas:</b>	Ninguna	<b>Producto:</b>	Cubetas					
		<b>Hora:</b>	06:00 am-18 pm					
<b>Cálculo de tiempo estándar(segundos)</b>								
N°	Muestras			TO	FD	TN	S	TS
	1	2	3					
1	1200	1201	1195,3	1198,77	1,19	1426,532	25%	1783,17
2	20,15	21,02	19,98	20,38	1,19	24,25617	25%	30,32
3	600,3	598,9	555,85	585,02	1,24	725,4207	25%	906,78
4	300,5	302,2	298,3	300,33	1,19	357,3967	25%	446,75
5	300,9	305,01	301,04	302,32	1,17	353,7105	26%	445,68
<b>Total</b>	2421,85	2428,1	2370,47	2406,8		2887,316		<b>3612,7</b>


### 5.1.10.5 Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Prensado

Tabla 5.23. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Desfibrado

ESTUDIO DE TIEMPOS									
<b>Proceso:</b>	Prensado	<b>Estudio N°:</b>	4						
		<b>Hoja:</b>	1 de 1						
<b>Subproceso:</b>	Secado	<b>Elaborado por:</b>	Jaime Pilatasig						
		<b>Revisado por:</b>	Ing. José Naranjo						
<b>Máquina:</b>	Prensa	<b>Aprobado por:</b>	Ing. José Naranjo						
		<b>Material:</b>	Cartón y Dúplex						
<b>Herramientas:</b>	Ninguna	<b>Producto:</b>	Cubetas						
		<b>Hora:</b>	06:00 am-18 pm						
<b>Cálculo de tiempo estándar(segundos)</b>									
N°	Muestras			TO	FD	TN	S	TS	
	1	2	3						
1	40	45,12	43,45	42,86	1,24	53,14	26%	66,96	
2	45	42,25	41,07	42,77	1,24	53,04	26%	66,83	
3	40	38,63	37,41	38,68	1,2	46,42	26%	58,48	
4	5	5,45	6,02	5,49	1,22	6,70	26%	8,44	
5	10	8,15	9,2	9,12	1,22	11,12	26%	14,01	
6	5	4,92	5,2	5,04	1,22	6,15	25%	7,69	
<b>Total</b>	145	144,52	142,35	143,96		176,57		<b>222,41</b>	

### 5.1.10.6 Cálculo del tiempo estándar para el Sub proceso de Secado


Tabla 5.24. Cálculo de tiempo estándar para el Sub proceso de Secado

ESTUDIO DE TIEMPOS									
<b>Proceso:</b>	Prensado	<b>Estudio N°:</b>	1						
		<b>Hoja:</b>	1 de 1						
<b>Subproceso:</b>	Secado	<b>Elaborado por:</b>	Jaime Pilatasig						
		<b>Revisado por:</b>	Ing. José Naranjo						
<b>Máquina:</b>	Prensa	<b>Aprobado por:</b>	Ing. José Naranjo						
		<b>Material:</b>	Cartón y Dúplex						
<b>Herramientas:</b>	Ninguna	<b>Producto:</b>	Cubetas						
		<b>Hora:</b>	06:00 am-18 pm						
<b>Cálculo de tiempo estándar(segundos)</b>									
N°	Muestras			TO	FD	TN	S	TS	
	1	2	3						

1	2,25	2,4	2,54	2,40	1,19	2,85	25%	3,57
2	3,2	2,95	2,98	3,04	1,24	3,77	25%	4,72
3	20,25	19,02	18,98	19,42	1,19	23,11	19%	27,50
<b>Total</b>	<b>25,7</b>	<b>24,37</b>	<b>24,5</b>	<b>24,857</b>		<b>29,73</b>		<b>35,78</b>

### 5.1.10.7 Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Empaquetado

Tabla 5.25. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Empaquetado

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>								
<b>Proceso:</b>	Empaquetado	<b>Estudio N°:</b>	5					
		<b>Hoja:</b>	1 de 1					
<b>Subproceso:</b>	Recolección y empaque	<b>Elaborado por:</b>	Jaime Pilatasig					
		<b>Revisado por:</b>	Ing. José Naranjo					
<b>Máquina:</b>	Prensa neumática	<b>Aprobado por:</b>	Ing. José Naranjo					
		<b>Material:</b>	Cartón y Dúplex					
<b>Herramientas:</b>	Guantes	<b>Producto:</b>	Cubetas					
		<b>Hora:</b>	06:00 am-18 pm					
<b>Cálculo de tiempo estándar(segundos)</b>								
<b>N°</b>	<b>Muestras</b>			<b>TO</b>	<b>FD</b>	<b>TN</b>	<b>S</b>	<b>TS</b>
	1	2	3					
1	10,2	11,74	9,869	10,60	1,19	12,62	25%	15,77
2	240,1	242,48	198,8	227,13	1,19	270,29	25%	337,86
3	60	61,58	61,45	61,01	1,24	75,65	25%	94,57
4	20	20,45	21,09	20,51	1,2	24,62	25%	30,77
<b>Total</b>	<b>330,3</b>	<b>336,25</b>	<b>291,2</b>	<b>319,3</b>		<b>383,17</b>		<b>448,20</b>

### 5.1.10.8 Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Almacenamiento


Tabla 5.26. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Almacenamiento

<b>ESTUDIO DE TIEMPOS</b>								
<b>Proceso:</b>	Almacenamiento	<b>Estudio N°:</b>	6					
		<b>Hoja:</b>	1 de 1					
<b>Subproceso:</b>	Transporte y almacenaje	<b>Elaborado por:</b>	Jaime Pilatasig					
		<b>Revisado por:</b>	Ing. José Naranjo					
<b>Máquina:</b>	Plataforma móvil	<b>Aprobado por:</b>	Ing. José Naranjo					
		<b>Material:</b>	Cartón y Dúplex					
<b>Herramientas:</b>	Ninguna	<b>Producto:</b>	Cubetas					
		<b>Hora:</b>	06:00 am-18 pm					

Cálculo de tiempo estándar(segundos)								
N°	Muestras			TO	FD	TN	S	TS
	1	2	3					
1	48,56	47,52	48,65	48,24	1,12	54,03	25%	67,54
2	20,35	21,78	20,56	20,90	1,12	23,40	25%	29,26
3	420,03	420,68	420,45	420,39	1,12	470,83	25%	588,54
4	10,25	10,52	10,89	10,55	1,12	11,82	25%	14,77
<b>Total</b>	499,19	500,5	500,55	500,1		560,09		<b>700,11</b>

### 5.1.10.9 Cálculo del tiempo estándar para el proceso de Despacho


Tabla 5.27. Cálculo de tiempo estándar para el proceso de Despacho

ESTUDIO DE TIEMPOS								
<b>Proceso:</b>	Despacho	<b>Estudio N°:</b>	7					
		<b>Hoja:</b>	1 de 1					
<b>Subproceso:</b>	Carga a camiones	<b>Elaborado por:</b>	Jaime Pilatasig					
		<b>Revisado por:</b>	Ing. José Naranjo					
<b>Máquina:</b>	Ninguna	<b>Aprobado por:</b>	Ing. José Naranjo					
		<b>Material:</b>	Cartón y Dúplex					
<b>Herramientas:</b>	Ninguna	<b>Producto:</b>	Cubetas					
		<b>Hora:</b>	06:00 am-18 pm					
Cálculo de tiempo estándar(segundos)								
N°	Muestras			TO	FD	TN	S	TS
	1	2	3					
1	10,26	10,48	10,44	10,39	1,12	11,64	25%	14,55
2	50,45	50,54	50,49	50,49	1,12	56,55	25%	70,69
3	10,05	10,26	10,28	10,20	1,12	11,42	25%	14,28
4	600,5	600,02	601,02	600,50	1,12	672,56	25%	840,70
<b>Total</b>	671,2	671,3	672,23	671,58		752,17		<b>940,21</b>

### 5.1.11 Resultados

Luego de haber obtenido el cálculo para cada proceso en la línea de producción de cubetas para huevos se muestra en la Tabla 5.28. Se muestran cada uno de los tiempos calculados en segundos y se evidencia el tiempo total que necesitamos para cumplir cada proceso así como su tiempo tanto como en segundos y minutos.

Tabla 5.28, Resultados del estudio de Tiempos estándar

	<b>VELPACK (Ideas Ecológicamente reciclables)</b>
<b>Línea de producción de cubetas para huevos</b>	<b>Tiempo Estándar (S)</b>
Orden de producción	2173,30
Recepción de materia prima	4025,90
Desfibrado	3612,70
Prensado	222,41
Secado	35,78
Empaquetado	448,20
Almacenamiento	700,11
Despacho	940,21
<b>Total (s)</b>	<b>12158,61</b>
<b>Total (m)</b>	<b>202,64</b>
<b>Total (H)</b>	<b>3.30</b>

### 5.1.12 Fichas técnicas de procesos operativos de la empresa “Velpack”

En la empresa “Velpack”, la forma de trabajar siempre se ha basado en el conocimiento práctico y la dedicación del equipo de trabajo. Este enfoque, valioso por su experticia, hizo que ahora contaran con Fichas Técnicas que permitan gestionar las operaciones con mayor precisión.

Para solucionar, dimos un paso importante creando fichas técnicas para cada proceso, las cuales se presentan en las Tablas 5.29., 5.30., 5.31., 5.32., 5.33., 5.34., 5.35., 5.36.

Tabla 5.29. Ficha Técnica de procesos 1

<b>FICHA TÉCNICA DE PROCESOS</b>													
<b>PROCESO</b>	Orden de producción			<b>CÓDIGO</b>	OP-PR-PM								
<b>SUBPROCESO</b>	Pedidos de clientes			<b>PROVEEDORES</b>	Área Administrativa								
<b>OBJETIVO</b>	Se detalla y se ordena la orden de trabajo			<b>CLIENTES</b>	Operadores								
<b>ALCANCE</b>	<b>Inicia</b>			Orden del área administrativa									
	<b>termina</b>			Maquinaria lista para producción									
<b>Código</b>	<b>Actividades</b>	<b>Recursos humanos</b>	<b>Nº</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Tiempo Observado</b>	<b>F. Desempeño</b>	<b>T. Normal</b>	<b>Supl</b>	<b>T. estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Muestra</b>
OP-PR-PM	Libera la orden de trabajo	Supervisor	0	Equipos de oficina	Orden de producción		7,4	1,12	8,269	25%	10,3	1	3
OP-PR-PM	Configuración de máquina	Operador	2	insumos de bodega	Herramientas	Maquinaria lista	917,7	1,12	1028	25%	1284,7	1	3
OP-PR-PM	Verificación de cubetas	Operador	3	insumos de bodega	Herramientas	Maquinaria lista	10,4	1,12	11,61	25%	14,5	1	3
OP-PR-PM	Se reconfigura la máquina	Operador	4	insumos de bodega	Herramientas	Maquinaria lista	596,5	1,12	668,1	25%	835,1	1	3
OP-PR-PM	Cumplir la orden de producción	Operador	1	insumos de bodega	Herramientas	Maquinaria lista	20,4	1,12	22,87	25%	28,6	4	3
							<b>Total</b>	<b>1552,40</b>		<b>1738,849</b>		<b>2173,2</b>	

Tabla 5.30. Ficha Técnica de procesos 2

<b>FICHA TÉCNICA DE PROCESOS</b>													
<b>PROCESO</b>	Recepción de materia prima			<b>CÓDIGO</b>	PB-PR-RMP								
<b>SUBPROCESO</b>	Ingreso de material e Inspección			<b>PROVEEDORES</b>	Bodega y planificación de la producción								
<b>OBJETIVO</b>	Verificación y clasificación de materia prima			<b>CLIENTES</b>	Operadores								
<b>ALCANCE</b>	<b>Inicia</b>		Ingreso del vehículo										
	<b>termina</b>		Clasificación de materia prima										
<b>Código</b>	<b>Actividades</b>	<b>Recursos humanos</b>	<b>N°</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Tiempo Observado</b>	<b>F. Desempeño</b>	<b>T. Normal</b>	<b>Supl</b>	<b>T. estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Muestra</b>
PB-PR-RMP	Ingreso de camión	Supervisor	0	Equipos de oficina	Ficha de entrega		299	1,2	358,8	25%	448,5	1	3
PB-PR-RMP	Descarga de materia prima	Operador	1	insumos de bodega	Cartón	Residuos	1465,5	1,2	1759	25%	2198,3	1	3
PB-PR-RMP	Verificación	Operador	1	insumos de bodega	Dúplex	Residuos	298,1	1,17	348,8	25%	436	1	3
PB-PR-RMP	Clasificación	Operador	1	insumos de bodega	Papel	Residuos	598,6	1,17	700,4	25%	875,4	1	3
PB-PR-RMP	Notificación	Supervisor	0	insumos de bodega	Papel	Residuos	46,3	1,17	54,21	25%	67,8	1	3
							<b>Total</b>	<b>2707,5</b>		<b>3221</b>		<b>4026,0</b>	

Tabla 5.31. Ficha Técnica de procesos 3

<b>FICHA TÉCNICA DE PROCESOS</b>													
<b>PROCESO</b>	Desfibrado				<b>CÓDIGO</b>	PB-PD-DMP							
<b>SUBPROCESO</b>	Desfibrado de Cartón y dúplex				<b>PROVEEDORES</b>	Bodega y planificación de la producción							
<b>OBJETIVO</b>	elaboración de pulpa				<b>CLIENTES</b>	Operadores							
<b>ALCANCE</b>	<b>Inicia</b>			Clasificación de materia prima									
	<b>termina</b>			Obtención de pulpa									
<b>Código</b>	<b>Actividades</b>	<b>Recursos humanos</b>	<b>Nº</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Tiempo Observado</b>	<b>F. Desempeño</b>	<b>T. Normal</b>	<b>Supl</b>	<b>T. estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Muestra</b>
PB-PD-DMP	Recolección de cartón y dúplex	Operador	1	Equipos	Cartón/Dúplex	Selección	1198,77	1,19	1426,53	25%	1783,17	12	3
PB-PD-DMP	Pesar	Operador	1	insumos de bodega	Sacos	Sacos pesados	20,38	1,19	24,26	25%	30,32	12	3
PB-PD-DMP	Ingreso de material a máquina	Operador	1	insumos de bodega	Cartón/Dúplex	pulpa	585,02	1,24	725,42	25%	906,78	12	3
PB-PD-DMP	Descarga de Pulpa	Operador	1	insumos de bodega	Apertura de válvula	pulpa	300,33	1,19	357,4	25%	446,75	12	3
PB-PD-DMP	Limpieza de máquina	Operador	1	insumos de bodega	Insumos de limpieza	Plásticos	302,32	1,17	353,71	26%	445,68	12	3
<b>Total</b>							<b>2406,8</b>		<b>2887,32</b>		<b>3612,7</b>		

Tabla 5.32. Ficha Técnica de procesos 4

<b>FICHA TÉCNICA DE PROCESOS</b>													
<b>PROCESO</b>	Prensado			<b>CÓDIGO</b>	PB-PD-DMP								
<b>SUBPROCESO</b>	Proceso de moldeo			<b>PROVEEDORES</b>	Operador 1								
<b>OBJETIVO</b>	Obtener cubetas de pulpa moldeada			<b>CLIENTES</b>	Operadores								
<b>ALCANCE</b>	<b>Inicia</b>			Pulpa									
	<b>termina</b>			obtención de cubeta									
<b>Código</b>	<b>Actividades</b>	<b>Recursos humanos</b>	<b>N°</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Tiempo Observado</b>	<b>F. Desempeño</b>	<b>T. Normal</b>	<b>Supl</b>	<b>T. estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Muestra</b>
PB-PD-DMP	Mezcla de químicos	Operador	2	Equipos	AKD/TINTE	PULPA	42,86	1,24	53,14	26%	66,96	12	3
PB-PD-DMP	Colocar químicos en el tanque 2	Operador	2	insumos de bodega		PULPA	42,77	1,24	53,04	26%	66,83	12	3
PB-PD-DMP	Ingreso de insumos	Operador	2	insumos de bodega	AGUA/PULPA	PULPA	38,68	1,2	46,42	26%	58,48	12	3
PB-PD-DMP	Mezcla ingresa a prensa	Operador	2	insumos de bodega	PULPA	PULPA	5,49	1,22	6,7	26%	8,44	12	3
PB-PD-DMP	Obtención de cubeta	Operador	2	insumos de bodega	PULPA	PULPA	9,12	1,22	11,12	26%	14,01	12	3
PB-PD-DMP	Secado	Operador	2	insumos de bodega	CUBETA	CUBETA	5,04	1,22	6,15	26%	7,69	12	3

<b>Total</b>	<b>143,96</b>		<b>176,57</b>		<b>222,41</b>	
--------------	---------------	--	---------------	--	---------------	--

Tabla 5.33. Ficha Técnica de Subprocesos 1

<b>FICHA TÉCNICA DE SUBPROCESOS</b>													
<b>PROCESO</b>	Prensado			<b>CÓDIGO</b>	SOP-SC-PM								
<b>SUBPROCESO</b>	Secado			<b>PROVEEDORES</b>	Operadores								
<b>OBJETIVO</b>	Secado de cubetas			<b>CLIENTES</b>	Operadores								
<b>ALCANCE</b>	<b>Inicia</b>		Obtención de la cubeta										
	<b>termina</b>		Secado de cubeta										
<b>Código</b>	<b>Actividades</b>	<b>Recursos humanos</b>	<b>N°</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Tiempo Observado</b>	<b>F. Desempeño</b>	<b>T. Norma l</b>	<b>Sup l</b>	<b>T. estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Muestra</b>
OP-PR-PM	Ingreso de cubetas al horno	Operador	3	Insumos de bodega	CUBETAS	CUBETAS	2,4	1,19	2,85	25%	3,57	Constante	3
OP-PR-PM	Inspección de cubetas	Operador	3	Insumos de bodega	CUBETAS	CUBETAS	3,04	1,24	3,77	25%	4,72	Constante	3
OP-PR-PM	Desfibrado	Operador	1	Insumos de bodega	CUBETAS	CUBETAS	19,42	1,19	23,11	19%	27,5	Constante	3
							<b>Total</b>	<b>24,86</b>		<b>29,73</b>		<b>35,79</b>	

Tabla 5.34. Ficha Técnica de procesos 5

<b>FICHA TÉCNICA DE PROCESOS</b>													
<b>PROCESO</b>	Empaquetado			<b>CÓDIGO</b>	OP-EP-PM								
<b>SUBPROCESO</b>	Recolección y empaque			<b>PROVEEDORES</b>	Secado								
<b>OBJETIVO</b>	Conformar pacas de 100 unidades			<b>CLIENTES</b>	Operadores								
<b>ALCANCE</b>	<b>Inicia</b>		Obtención de cubeta seca										
	<b>termina</b>		Pacas de 100 unidades										
<b>Código</b>	<b>Actividades</b>	<b>Recursos humanos</b>	<b>Nº</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Tiempo Observado</b>	<b>F. Desempeño</b>	<b>T. Normal</b>	<b>Supl</b>	<b>T. estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Muestra</b>
OP-PR-PM	Recolección	Operador	4	Ninguno	CUBETAS		10,66	1,19	12,62	25%	15,77	Constante	3
OP-PR-PM	Conformación de pacas de 100 und	Operador	4	Ninguno	CUBETAS	PACAS	227,13	1,19	270,29	25%	337,86	Constante	3
OP-PR-PM	Compactación neumática	Operador	4	Prensa neumática	CUBETAS	PACAS	61,01	1,24	75,65	25%	94,57	Constante	3
OP-PR-PM	Estibar en Plataforma móvil	Operador	4	Plataforma móvil	CUBETAS	PACAS	20,51	1,2	24,62	25%	30,77	Constante	3
							<b>Total</b>	<b>319,31</b>		<b>383,18</b>		<b>479,0</b>	

Tabla 5.35. Ficha Técnica de procesos 6

<b>FICHA TÉCNICA DE PROCESOS</b>													
<b>PROCESO</b>	Almacenamiento			<b>CÓDIGO</b>	OP-EP-PM								
<b>SUBPROCESO</b>	Transporte y almacenaje			<b>PROVEEDORES</b>	Empaque								
<b>OBJETIVO</b>	Almacenaje en área de producto terminado			<b>CLIENTES</b>	Operador								
<b>ALCANCE</b>	<b>Inicia</b>		Pacas de 100 unidades										
	<b>termina</b>		Almacenaje										
<b>Código</b>	<b>Actividades</b>	<b>Recursos humanos</b>	<b>Nº</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Tiempo Observado</b>	<b>F. Desempeño</b>	<b>T. Normal</b>	<b>Supl</b>	<b>T. estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Muestra</b>
OP-PR-PM	Traslado de producto	Operador	1	Plataforma móvil	PACAS		48,24	1,12	54,03	25%	67,54	Constante	3
OP-PR-PM	Organización por lote	Operador	1	Palet	PACAS	PACAS	20,9	1,12	23,4	25%	29,26	Constante	3
OP-PR-PM	Acomodar en palets	Operador	1	Ninguna	PACAS	PACAS	420,39	1,12	470,83	25%	588,54	Constante	3
OP-PR-PM	Registro de cantidad almacenada	Operador	1	Hojas de registro	PACAS	PACAS	10,55	1,12	11,86	25%	14,77	Constante	3
							<b>Total</b>	<b>500,08</b>		<b>560,12</b>		<b>700,1</b>	

Tabla 5.36. Ficha Técnica de procesos 7

<b>FICHA TÉCNICA DE PROCESOS</b>													
<b>PROCESO</b>	Despacho			<b>CÓDIGO</b>	OP-EV-PM								
<b>SUBPROCESO</b>	Carga a camiones			<b>PROVEEDORES</b>	Almacén								
<b>OBJETIVO</b>	entrega de producto a los clientes			<b>CLIENTES</b>	Operador								
<b>ALCANCE</b>	<b>Inicia</b>			Almacenaje									
	<b>termina</b>			Envío de productos a clientes									
<b>Código</b>	<b>Actividades</b>	<b>Recursos humanos</b>	<b>Nº</b>	<b>Recursos materiales</b>	<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>	<b>Tiempo Observado</b>	<b>F. Desempeño</b>	<b>T. Norma l</b>	<b>Sup l</b>	<b>T. estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Muestra</b>
OP-PR-PM	Recibe la orden de envío	Operador	1	Hojas de información	PACAS	PACAS	10,39	1,12	11,64	25%	14,55	4	3
OP-PR-PM	Se dirige al área de producto final	Operador	1	Ninguna	PACAS	PACAS	50,49	1,12	56,55	25%	70,69	4	3
OP-PR-PM	Selección de cubetas correspondientes	Operador	1	Ninguna	PACAS	PACAS	10,28	1,12	11,42	25%	14,28	4	3
OP-PR-PM	Embarque de cubetas	Operador	1	Ninguna	PACAS	PACAS	600,5	1,12	672,56	25%	840,70	4	3
							<b>Total</b>	<b>671,66</b>		<b>752,17</b>		<b>940,2</b>	

### 5.1.13 Análisis de limitaciones dentro de la empresa “Velpack“

Velpack enfrenta un déficit operativo que compromete su estabilidad en un mercado competitivo y sostenible. El análisis identifica causas internas y externas en eficiencia productiva, gestión de costos y dinámica comercial; el objetivo es corregir estos factores para fortalecer la rentabilidad y garantizar su continuidad. A continuación, en la Tabla 5.37, se muestra el análisis de estas limitaciones.

Tabla 5.37. Análisis de Limitaciones

<b>Ámbito</b>	<b>Limitación actual (Planta/Proceso Existente en Salcedo)</b>	<b>Oportunidad de mejora</b>
<b>Capacidad de producción</b>	Maquinaria antigua e insuficiente para el volumen de demanda.	<b>Diseño/capacidad:</b> construir una planta mediana para aumentar significativamente la capacidad de fabricación y abastecer a los clientes potenciales (según el análisis de valor monetario esperado – VME)
<b>Distribución y flujo</b>	Limitaciones de espacio para los procesos operativos, lo que resulta en una distribución de planta sin formalidad	<b>Diseño de planta:</b> desarrollar un nuevo layout técnico que optimice la organización de los espacios físicos, el flujo de producción y la utilización de recursos.
<b>Almacenamiento</b>	Espacios reducidos para el almacenamiento de materia prima y producto terminado	<b>Diseño de planta:</b> Asignar áreas de almacenamiento suficientes para inventarios de materia prima (cartón, dúplex) y producto terminado, minimizando riesgos y facilitando el despacho
<b>Mantenimiento y equipos</b>	La maquinaria requiere más tiempo de mantenimiento	<b>Diseño/Equipos:</b> Adquirir maquinaria moderna y eficiente para reducir los tiempos de inactividad, mejorar la calidad del producto y asegurar un ambiente de trabajo seguro.
<b>Localización (clientes)</b>	Ubicación en el cantón Salcedo con dificultad para abastecer a clientes potenciales a nivel provincial	<b>Localización:</b> Seleccionar una ubicación que garantice la cercanía al mercado objetivo (granjas avícolas en la provincia de Cotopaxi) para reducir costos y tiempos de distribución.
<b>Localización (Recursos/Costos)</b>	(Limitación implícita) posibles altos costos logísticos o de	<b>Localización:</b> Realizar una evaluación detallada de factores de costos (mano de

	infraestructura en la ubicación actual.	obra, materia prima, infraestructura) y la disponibilidad de servicios básicos (agua, electricidad) para asegurar la viabilidad y sostenibilidad de la nueva planta.
<b>Estrategia de Precio/Calidad</b>	Riesgo estratégico: El precio de venta propuesto (\$6.00) es superior al rango que paga la mayoría del mercado (\$5.00-\$5.50), y el precio es el factor de decisión N.º1 para los compradores	<b>Producto/Proceso:</b> Centrar el diseño del proceso en la producción de cubetas con alta resistencia (característica más valorada) y reajustar la estructura de costos para ser competitivo en precio, capturando la alta receptividad del mercado a un productor local.

**5.2. Objetivo 2:** Evaluar la viabilidad de una nueva planta mediante un análisis multinivel asegurando el cumplimiento de criterios técnicos y competitividad territorial.

### 5.2.1. Árbol de Decisión

Velpack evalúa cuatro alternativas de expansión: no hacer nada, o construir una planta pequeña, mediana o grande, con utilidades o pérdidas variables según si el mercado es favorable (80% probabilidad) o desfavorable (20%). Esta información se la obtuvo de la empresa. El objetivo es seleccionar la opción con el mayor valor monetario esperando (VME) para capitalizar la alta demanda de sus cubetas ecológicas. Las cuales se ven reflejadas en los siguientes cálculos.

$$VME(\text{planta grande}) = (0.2)(\$500.000) + (0.8)(-200.000) = -\$60.000$$

$$VME(\text{planta mediana}) = (0.2)(\$80.000) + (0.8)(-\$8.000) = \$9.600$$

$$VME(\text{planta pequeña}) = (0.2)(\$10.000) + (0.8)(-\$1.000) = \$1.200$$

$$VME(\text{de no hacer nada}) = 0$$

Velpack, basándose en el criterio del valor monetario esperado (VME), se tomó la decisión de construir una planta mediana al proyectar una ganancia de \$9.600.

En la Figura 5.16. se ve el diagrama del árbol de decisión.

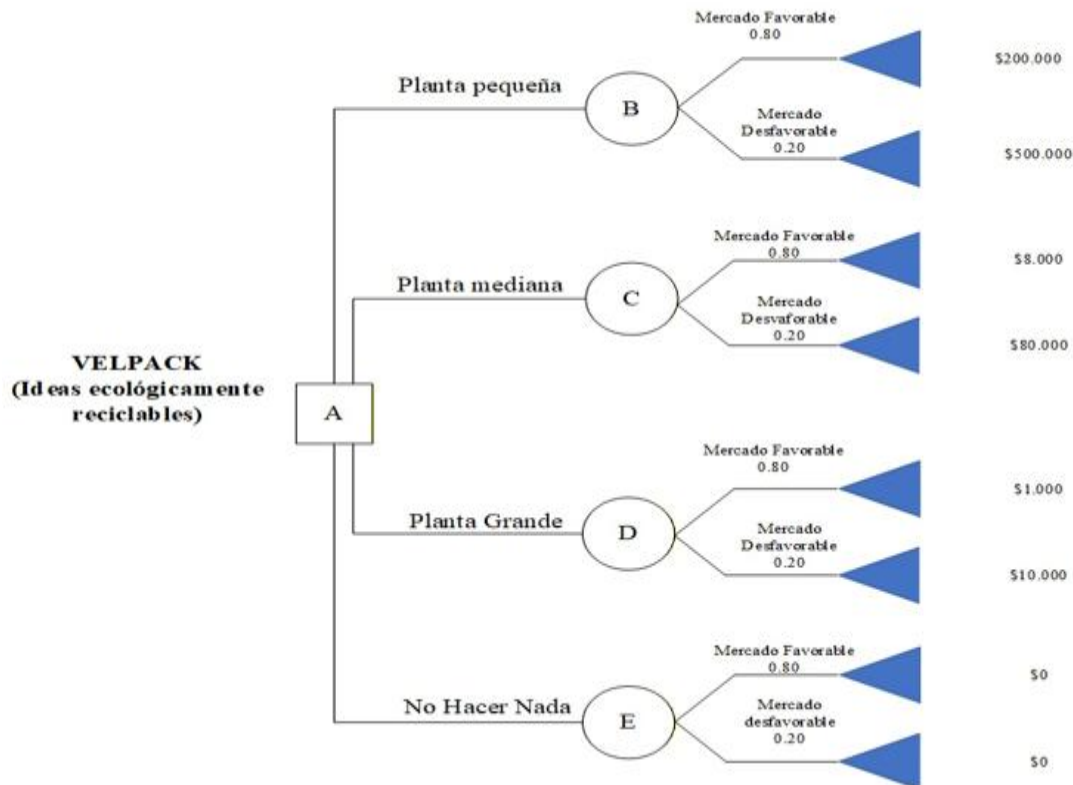


Figura 5.16. Árbol de Decisión

### 5.2.2. Estudio de mercado

Se realizó el estudio de mercado para el análisis de trayectoria histórica y futura de la demanda de empaques para huevos en la industria avícola, específicamente para cubetas para huevos.

#### Definición de objetivos

- Realizar el análisis de la demanda para determinar la cantidad de producto que la comunidad esté dispuesta a consumir.
- Realizar el análisis de la oferta para determinar los potenciales competidores.
- Realizar un análisis de precios para determinar las características en valor monetario y calidad del producto.

### 5.2.3. Proceso de investigación de mercado

#### Necesidades de información

Los datos necesarios para llevar a cabo la investigación surgen de los propósitos definidos en el análisis de mercado que son los siguientes:

#### Evaluación de la demanda

**Volumen:** Estimación de la cantidad total que la demanda requiere

**Especificaciones:** Conjunto de características, atributos, estándares de calidad y requisitos técnicos que los clientes potenciales exigen o esperan para satisfacer sus necesidades.

**Ingresos:** La proyección del valor monetario total se calcula multiplicando el volumen de demanda estimado por el precio promedio que el mercado está dispuesto a pagar.

**Grado de aceptación:** Evalúa el nivel de interés, la percepción de valor y las posibles barreras para la compra.

**Evaluación de la oferta:** Cantidad de fábricas de cubetas para huevos, precio, estructura.

**Evaluación de precios:** Precio de venta.

#### **Diseño de Investigación y fuentes información**

- **Primarias:** Encuestas
- **Secundarias:** Base de datos de “CONAVE”

#### **Población de estudio**

El ámbito de investigación para este proyecto está formado por los distintos avicultores del cantón Salcedo en la cual existe 51 avicultores en esa área.

#### **Tamaño de muestra**

Se tomó en cuenta la cantidad de 51 avicultores en el cantón Salcedo.

#### **Recopilación de información**

Se utilizaron los instrumentos los cuales se presntan a continuación.

- **Método:** Empírico
- **Técnicas:** Recopilación
- **Instrumento:** Encuestas

Con base en una metodología empírica y el criterio de censo al tratarse de una población acotada, el estudio de mercado se centró en los 51 avicultores del cantón Salcedo para analizar, mediante encuestas, la demanda, oferta y precio de las cubetas para huevos.

#### **5.2.4. Análisis de resultados**

**Objetivo de la encuesta:** Determinar la demanda de cubetas para huevos en los avicultores del cantón Salcedo.

1. ¿Está satisfecha con las cubetas que utiliza actualmente para empaclar su producto?

Tabla 5.38. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
SI	40	78.40%
NO	11	21.60%

**Interpretación:**

40 de 51 avícolas han otorgado una respuesta afirmativa llegando a un 78.40%, y 11 de las avícolas, que representan el 21.60%, respondieron que no están satisfechas con las cubetas por algún motivo. En la tabla tal o grafica tal se muestra tal cosa>

2. ¿Qué tipo de cubeta prefiere adquirir?

Tabla 5.39. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Nacionales	46	90.20%
Importadas	5	9.80%

**Interpretación:** el producto nacional es el más demandado; las avícolas confían y prefieren lo producido dentro del país.

3. ¿Qué presentación de cubetas compra con mayor frecuencia?

Tabla 5.40. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
30 unidades	44	86.30%
15 unidades	3	5.90%
12 unidades	2	3.90%
25 unidades	2	3.90%

**Interpretación:** el mercado demanda con más frecuencia las cubetas de 30 unidades, por otro lado, las cubetas de 15, 12 y 25 unidades respectivamente tienen muy poca demanda a comparación de la de 30 unidades.

4. ¿Con qué frecuencia suele comprar cubetas?

Tabla 5.41. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Semanal	33	64.70%
Quincenal	13	25.50%
Mensual	5	9.80%

**Interpretación:** el abastecerse de cubetas de pulpa moldeada es fundamental para las avícolas; la mayor parte necesita adquirirlas cada semana.

Tomando en cuenta a los que se reabastecen quincenalmente, tenemos que el 90% de las avícolas encuestadas compran al menos cada 15 días, esto da a entender una alta rotación del producto.

5. ¿Las cubetas que adquiere son generalmente?

Tabla 5.42. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Nuevas	48	94.10%
Usadas	3	5.90%

**Interpretación:** el mercado de este producto se basa casi en su totalidad en cubetas nuevas. La adquisición de cubetas usadas es prácticamente insignificante dentro de este grupo de encuestados.

6. ¿Cuál es el promedio mensual de cubetas que compra?

Tabla 5.43. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
401-600	12	23.50%
601-800	10	19.60%
800-1000	10	19.60%
201-400	6	11.80%
1001-1200	6	11.80%
1201-1400	4	7.80%
0-200	3	5.90%

**Interpretación:** no existe un único volumen de compra que domine totalmente, pero el promedio con mayor frecuencia es el de 401 a 1000 cubetas al mes. Los clientes con compras muy altas o muy bajas son la minoría.

7. ¿A qué precio compra actualmente la paca de 100 cubetas?

Tabla 5.44. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
\$5.50	16	31.40%
\$5.00	15	29.40%
\$6.00	9	17.60%
\$4.50	3	5.90%
\$6.50	3	5.90%
\$7.00	3	5.90%
\$4.00	2	3.90%

**Interpretación:** el precio de compra no es estándar. Sin embargo, el núcleo del mercado está claramente entre \$5.00 y \$5.50, donde se ubica la gran mayoría de los clientes. Existe una minoría que compra más barato (hasta \$4.00) y otra que compra más caro, (hasta de \$7.00).

8. ¿Dónde realiza la compra de las cubetas?

Tabla 5.45. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Distribuidor	42	82.40%
Fábrica	9	17.60%

**Interpretación:** el canal de distribución (los distribuidores) es la principal vía de compra para la gran mayoría de los clientes. La compra directa en fábricas es una opción minorista.

9. ¿Qué aspecto considera más importante al momento de comprar?

Tabla 5.46. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Precio	28	54.90%
Calidad	22	43.10%
Servicio al cliente	1	2.00%
Otros	0	0.00%

**Interpretación:** a la hora de comprar, los clientes están en una balanza entre el precio y la calidad. El precio gana como el factor N.º1, pero por muy poco margen. Factores como el servicio al cliente casi no influyen en la decisión de compra más importante para este grupo.

**10. ¿Cómo calificaría la calidad de las cubetas nacionales?**

Tabla 5.47. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Buena	29	56.90%
Regular	14	27.50%
Mala	4	7.80%
Excelente	4	7.80%

**Interpretación:** la percepción general de la calidad de las cubetas es positiva (más del 56% dice “Buena” y casi un 8% “Excelente”). Sin embargo, existe un grupo importante (más de uno de cada cuatro) que la considera “Regular”, y un pequeño grupo que está francamente insatisfecho (“Mala”). Esto sugiere que, aunque la mayoría está conforme, hay un espacio claro para mejorar la calidad.

**11. ¿Qué aspectos considera necesarias para que una cubeta cumpla con sus necesidades?**

Tabla 5.48. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Resistencia	43	84.30%
Facilidad para apilar	5	9.80%
Flexibilidad	3	5.90%
otros	0	0.00%

**Interpretación:** lo que el cliente busca, por encima de todo, es una cubeta que resista, que sea duradera. La facilidad para apilarla o su flexibilidad son características secundarias que importan a muy poca gente en comparación.

**12. ¿Qué tamaño de cubetas utiliza con mayor frecuencia?**

Tabla 5.49. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Medianas y grandes	45	88.20%
Pequeñas y medianas	6	11.80%
Pequeñas y grandes	0	0.00%

**Interpretación:** el uso está fuertemente concentrado en los tamaños medianos y grandes. La demanda de tamaño pequeño parece ser bastante baja dentro de este grupo de encuestados.

**13. ¿Qué color de cubeta prefiere?**

Tabla 5.50. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Morada	38	74.50%
Palo de rosa	7	13.70%
Azul	4	7.80%
Abana	2	3.90%
Otros	0	0.00%

**Interpretación:** el color “morada” es el favorito indiscutible para casi tres de cada cuatro clientes. Los demás colores, como el palo de rosa, azul y abana, son opciones de nicho con mucha menos demanda.

**14. ¿Estaría dispuesto a cambiar las cubetas que usa actualmente por otras con igual o mejor calidad y a menor precio?**

Tabla 5.51. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	49	96.10%
No	2	3.90%

**Interpretación:** la lealtad a la marca o al proveedor actual es muy baja si aparece una oferta mejor. Prácticamente todos los clientes están abiertos a cambiar si se les presenta un producto de igual o superior calidad, pero a un menor precio. Esto se conecta con la

pregunta 9, donde vimos que el “precio” era el factor de decisión más importante (seguido de cerca por la “calidad”).

**15.** Si se instalara una planta productora de cubetas de pulpa moldeada en su cantón, ¿usted compraría ese producto?

Tabla 5.52. Tabla de datos

Respuesta	Frecuencia	Porcentaje
Si	50	98.00%
No	1	2.00%

**Interpretación:** existe un interés y una disposición de compra altísimos (casi unánimes) por un nuevo producto local. Esto indica una enorme oportunidad de mercado y una gran receptividad por parte de los compradores hacia una opción de producción local.

#### 5.2.4.1. Descripción de producto

La cubeta de pulpa moldeada para huevos de gallina es un producto que por su bajo costo y versatilidad hace que todas las empresas avícolas deban adquirirlas para poder ofertar sus productos (huevos de gallina)

Con respecto a sus dimensiones de cada cubeta no existe una normativa INNEN vigente sobre las dimensiones de estas y tampoco un estándar, se ha tomado como referencia una empresa colombiana llamada “**ECOPULPACK**” de donde se toman las dimensiones correspondientes a los moldes empleados en la fabricación de cubetas las cuales citamos a continuación:

**Nombre:** Cubeta de pulpa moldeada para huevos de gallina.

**Dimensiones (cm) y peso (gr):** 29cm \* 29cm \* 5cm (lado, ancho, altura) con divisiones de 4.75 cm y una profundidad de 3.15cm para cada lugar diseñada para huevos de aproximadamente 5.3cm y un, peso de 59.9 g por cada huevo.

**Número de huevos contenidos:** 30 unidades.

**Empaque:** pacas de 100 unidades.

**Vida útil esperada:** un año almacenado en condiciones óptimas de temperatura y humedad.

**Tipo de materia prima:**

Los principales materiales que se emplean para la fabricación de las cubetas son 100% reciclados lo que nos lleva a poseer un proceso de fabricación amigable con la naturaleza

por su producto biodegradable, llegando a competir con productos sintéticos como el plástico por ser un producto natural y ecológico. Su naturaleza celulosa aporta un gran nivel de protección, ya que tiene características absorbentes tanto de impactos como vibraciones asegurando una manipulación, transporte y almacenaje, como se muestran en la Tabla 5.53.

Tabla 5.53. Descripción de producto

<b>Materia prima</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>Característica</b>
Cartón	60%	Cartón ondulado, corrugado de origen reciclaje.
Duplex	40%	Mezcla de papel blanco y papel prensado de origen reciclaje.

### 5.2.5. Análisis y proyección de la demanda

El estudio determinó que la producción avícola nacional es de 9.71 millones de huevos diarios, de los cuales Cotopaxi aporta el 4.60%. Actualmente, VELPACK satisface aproximadamente el 0.5% de la demanda provincial de cubetas generando una ganancia bruta semanal de al menos 2.000 dólares.

Se ha tomado datos históricos, los cuales se muestran en la Tabla 5.54, para analizar y proyectar la demanda a futuro la cual, la herramienta a utilizar es la técnica de regresión lineal.

Tabla 5.54. Demanda anual

<b>AÑO</b>	<b>Pacas (100 unidades)</b>
2020	23040
2021	33600
2022	80640
2023	94080
2024	107520
2025	114240

Para la proyección de la demanda se evaluaron y ponderaron tres herramientas de pronóstico WEKA, CRYSTAL BALL y PYTHON. Con base en los criterios como precisión, costo y aplicabilidad, asignando un total del 100% en ponderación.

Los resultados se observan en la Tabla 5.55.

Tabla 5.55. Tabla de decisión

Criterios de evaluación	Ponderación (%)	Crystal Ball	WEKA	Python
Precisión de pronósticos	25 %	5	4	3
Factibilidad de uso	15 %	3	4	5
Costos de implementación	10 %	5	2	5
Tiempo de implementación	10 %	4	3	4
Aplicabilidad a distintos datos	20 %	5	4	3
Interpretación de resultados	10 %	3	5	4
Capacidad de automatización	10 %	5	4	2
<b>TOTAL, PONDERADO</b>	100 %	4.5	3.9	3.6

Se seleccionó la herramienta CRYSTAL BALL para proyectar la demanda de los próximos cinco años, por lo que lo más factible para su visualización descartando WEKA a pesar de su ventaja en automatización para proyectos modernos,

#### **Método utilizado: suavizado exponencial simple**

Es una técnica de pronóstico que utiliza un ponderado de valores pasados para predecir el futuro, asignando mayor peso a los datos más recientes.

#### **MAPE de 0.05%**

Este valor es extremadamente bajo, lo que indica una precisión casi perfecta. Significa que, en promedio, el pronóstico solo se desvía un 0.05% de la realidad. Cuyos resultados se muestran en la Tabla 5.56.

Tabla 5.56. Pronóstico para cinco años con MAPE

AÑO	Pacas (100 unidades)
2020	23040
2021	33600
2022	80640
2023	94080
2024	107520
2025	114240
<b>2026</b>	<b>126000</b>
<b>2027</b>	<b>136080</b>
<b>2028</b>	<b>146160</b>
<b>2029</b>	<b>156240</b>
<b>2030</b>	<b>166320</b>

En la Tabla 5.56, se muestra una proyección realizada para los próximos 5 años; se nota un aumento positivo en la producción anual la cual se ve reflejada en la Figura 5.17.

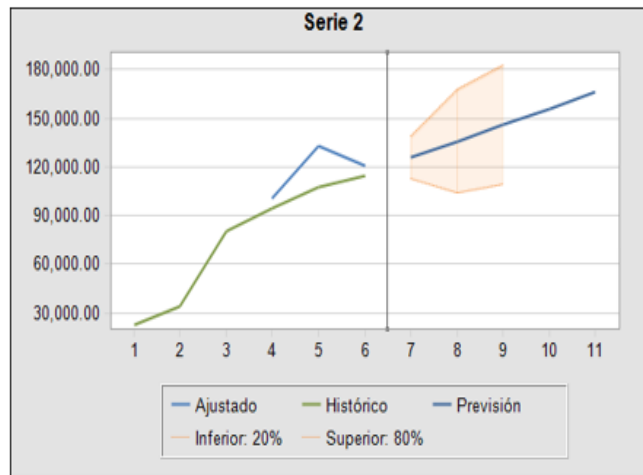


Figura 5.17. Pronóstico de Crystal Ball: Mape

La proyección de demanda evidencia un crecimiento con una tendencia alcista, pero lo crucial es el abanico de escenarios que la rodea, el cual obliga a prepararse tanto para un escenario optimista (alta demanda) como para uno pesimista (exceso de inventario), requiriendo una operación ágil capaz de adaptarse a cualquier realidad futura.

**MAD:** El MAD mide la magnitud promedio de los errores en los pronósticos. Un valor de **0.00** indica un ajuste perfecto entre los datos reales y el pronóstico en el periodo evaluado.

**Promedio móvil doble:** ha sido seleccionado como el modelo superior debido a que tiene el error más bajo (MAD = 0.00). Este método es ideal para series de tiempo que muestran una **tendencia lineal** pero no tiene estacionalidad. Cuyos resultados se muestran en la Tabla 5.57.

Tabla 5.57. Pronóstico para cinco años con MAD

AÑO	Pacas (100 unidades)
2020	23040
2021	33600
2022	80640
2023	94080
2024	107520
2025	114240
<b>2026</b>	<b>118531.773</b>
<b>2027</b>	<b>120891.139</b>
<b>2028</b>	<b>122264.803</b>
<b>2029</b>	<b>123064.574</b>
<b>2030</b>	<b>123530.214</b>

En la Tabla 5.18, se muestra una proyección realizada para los próximos 5 años; se nota un aumento positivo en la producción anual la cual se ve reflejada en la Figura 5.33.

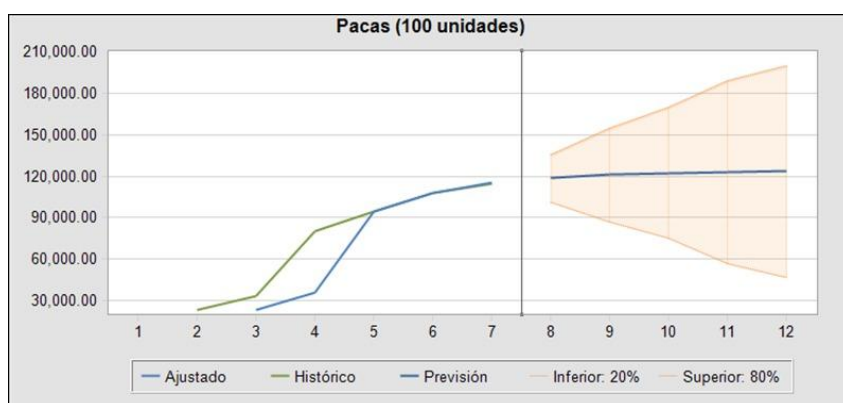


Figura 5.18. Pronóstico de Crystal Ball:MAD

La previsión indica un incremento moderado y constante para los próximos períodos, manteniendo estabilidad en el comportamiento esperado.

### Análisis comparativo

Ambos modelos muestra una tendencia creciente en la producción para los próximos años. La suavización exponencial presenta un MAPE muy bajo (0,05%), indicando alta

precisión, mientras que el promedio móvil doble obtiene el menor error absoluto (MAD = 0,00), siendo adecuado para tendencias lineales. En general, se proyecta un crecimiento sostenido que requiere planificación flexible de la capacidad productiva.

### 5.2.6. Análisis de competencias

El análisis de la oferta permitió identificar, georreferenciar y evaluar a las fábricas competidoras en la provincia de Cotopaxi, determinando parámetros clave como su localización, capacidad instalada versus utilizada, volumen de oferta en pacas, estructuras de costo, inversión y dotación de personal, las cuales se visualizan en la Tabla 5.58.

Tabla 5.58. Competencias

Nº	Fabrica	Tipo	Cantidad ofertada (pacas / día)
1	Pulpamol	Consolidada	1000
2	Ceballos.S.A.	Consolidada	1200
3	Molpack	Nueva	80
4	VELPACK	Consolidada	168
<b>Oferta total</b>			<b>2455</b>

### 5.2.7. Proyección de oferta

La proyección de la oferta se calculó mediante la fórmula del monto, aplicando una tasa de crecimiento promedio del 7% basada en el índice de producción industrial reportado por el Ministerio de Industrias y Productividad en Ecuador. La cual se ve reflejada en la ecuación 7 y la Tabla 5.59.

$$P_n = P_o(1 + i)^n \quad (13)$$

**Donde:**

**P<sub>n</sub>**= Oferta por año

**P<sub>o</sub>**= Oferta del año base

**n**= Número de años

**i**= Tasa de crecimiento poblacional

Tabla 5.59. Oferta proyectada

<b>AÑOS</b>	<b>OFERTA</b>
2026	<b>126000</b>
2027	<b>136080</b>
2028	<b>146160</b>
2029	<b>156240</b>
2030	<b>166320</b>

### 5.2.8. Determinación de la demanda potencial insatisfecha

Se determinó la demanda potencial insatisfecha al comparar la oferta y la demanda; específicamente, se calculó la diferencia resultante de restar la oferta disponible de la demanda total del mercado. La cual se ve reflejada en la Tabla 5.60.

$$DPI = D - O \quad (8)$$

Tabla 5.60. Demanda insatisfecha

<b>AÑOS</b>	<b>DEMANDA</b>	<b>OFERTA</b>	<b>DEMANDA INSATISFECHA</b>
<b>2023</b>	96846	77923	18923
<b>2024</b>	104766	83377	21389
<b>2025</b>	112686	89214	23473
<b>2026</b>	120607	95459	25148
<b>2027</b>	128527	102141	26386

### 5.2.9. Análisis del producto y precios

La estrategia de precios se determinó comparando los precios de los futuros competidores que ya operan en Cotopaxi. Además de este estudio de mercado, la fijación del precio final y del margen de beneficios consideró la demanda del cliente y el valor percibido del producto. Los cuales se muestran en la Tabla 5.61.

Tabla 5.61. Precios de las competencias

<b>NOMBRE</b>	<b>PRECIO POR PACA</b>
<b>Pulpamol</b>	5,00
<b>Cevallos S. A</b>	5,25
<b>Molpack</b>	3,50
<b>VELPACK</b>	6,00

### **5.2.10. Conclusión de estudio de mercado**

El estudio de mercado confirma la viabilidad de una nueva planta al identificar una demanda potencial insatisfecha, respaldada por la alta receptividad de los avicultores de Salcedo, quienes muestran una disposición del 96,10% a cambiar de proveedor y una preferencia del 98% por productores locales. La estrategia debe priorizar el producto dominante (cubetas de 30 unidades) y el atributo más valorado (resistencia, 84,30), utilizando el canal principal de distribuidores (82,40%). Sin embargo, el análisis revela un riesgo crítico: el precio propuesto de \$6.00 excede el rango aceptado por el mercado (\$5.00 - \$5,50) y contradice el factor de decisión principal (precio, 54,90%), haciendo imperativo un reajuste en la estructura de costos o márgenes para garantizar un ingreso exitoso al mercado competitivo.

### **Presentación del producto**

El producto a ofertar es la cubeta “AA”, ya que en este estudio observamos que dicho producto es el más demandado en todas las avícolas porque su diseño asegura el transporte del producto. A continuación, se presenta en la Figura 5.19. El diseño del producto fue realizado en INVENTOR CAD.

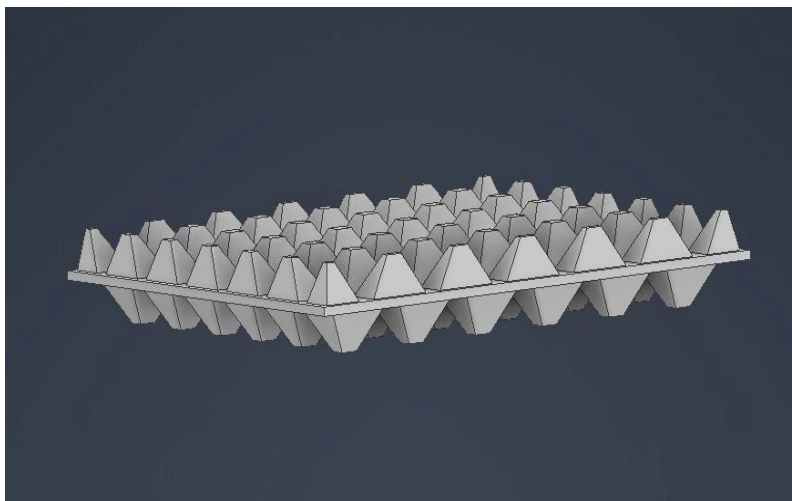


Figura 5.19. Diseño de producto en Inventor Cad

## **5.3. LOCALIZACIÓN**

### **5.3.1. Localización de planta**

#### **Macro localización**

Para seleccionar la ubicación macro óptima de la nueva planta, se aplicó el proceso de Análisis Jerárquico (AHP), estructurando la decisión en un modelo de cuatro niveles.

- **Objetivo principal:** Seleccionar la mejor ubicación regional para la planta.
- **Criterios esenciales:** Los factores fundamentales que dirigen la decisión, agrupados en Costos, Disponibilidad de recursos, Clientes y Competencia.
- **Subcriterios detallados:** Estos criterios se especificaron en factores medibles como el costo de mano de obra, las materias primas y la infraestructura, así como la disponibilidad de permisos gubernamentales. También se evaluaron variables comerciales y logística, como la factibilidad de distribución, la presencia de grandes compradores y el grado de rivalidad de precio.
- **Alternativas de Ubicación:** Las opciones regionales viables que fueron evaluadas son la Costa, La Sierra y el Oriente.

La metodología AHP permite una evaluación holística de cada una de estas alternativas desde ópticas económicas, logísticas y comerciales, asegurando una decisión estratégica bien fundamentada y coherente. A continuación el método AHP se ve reflejado en la Figura 5.20.

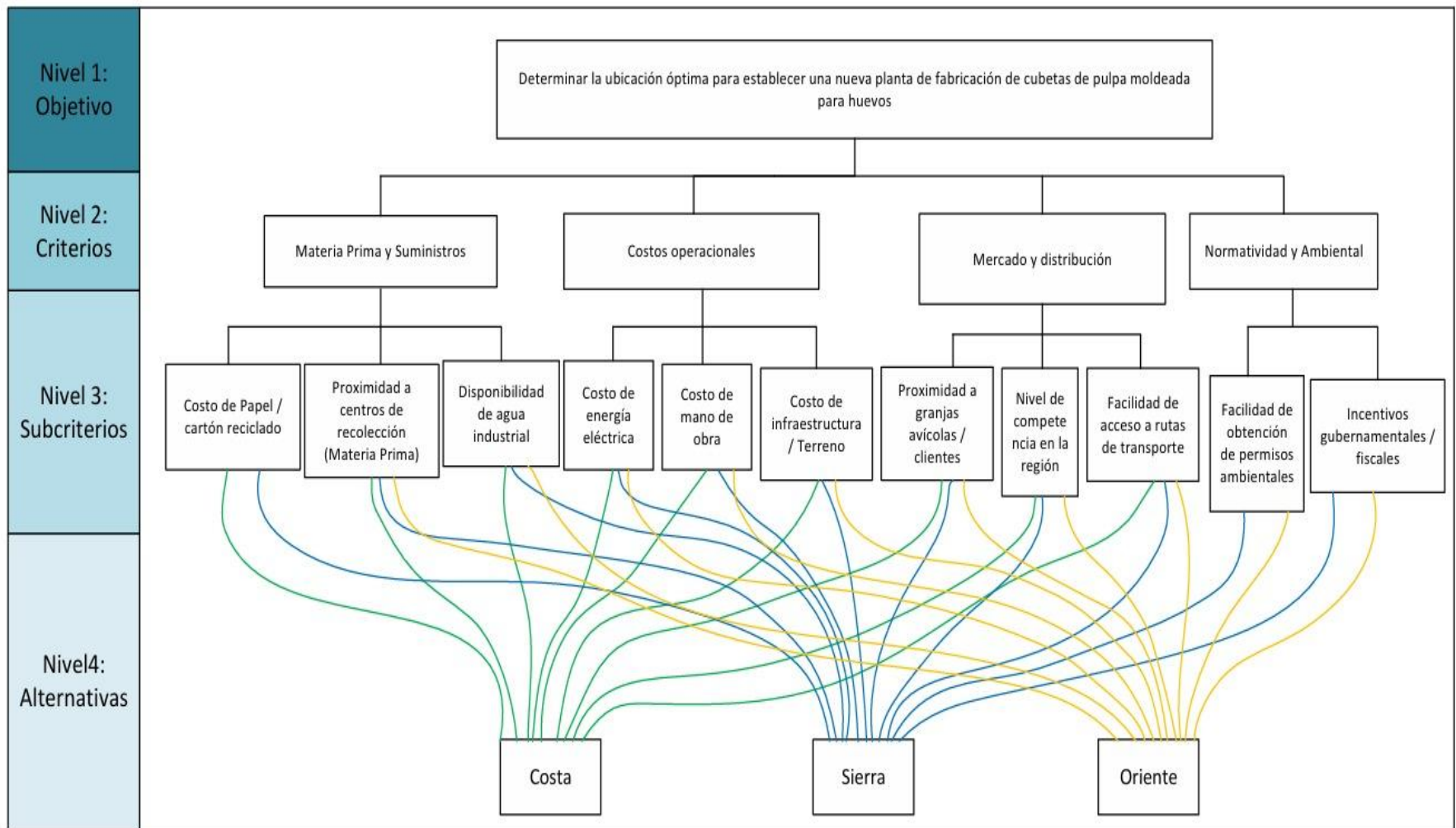


Figura 5.20. Método AHP

### 5.3.2. Justificación de factores y sub factores elegidos

Los factores y subfactores fueron seleccionados por su influencia directa en la viabilidad operativa y competitiva de recursos, clientes y competencias) que abarcan desde variables económicas esenciales, como mano de obra y materias primas, hasta aspectos estratégicos como la logística de distribución y la rivalidad del mercado, garantizando así una evaluación holística y cuantificable de cada alternativa de ubicación. Estos factores se ven reflejados en la Tabla 5.62.

Tabla 5.62. Justificación de factores y sub factores elegidos

Objetivo	Factores (Criterios)	Justificación	Subcriterios	Alternativas
				Regiones
Determinar la región más adecuada para establecer una nueva planta de producción de cubetas de pulpa moldeada para huevos	Costos	Integrar el análisis de factores estratégicos y costos durante las etapas iniciales del diseño de una instalación es crucial, ya que permite desarrollar un plan que optimiza los recursos, minimiza los costos y, por consiguiente, maximiza la eficiencia operativa de la planta. Esta visión anticipada no solo garantiza la sostenibilidad financiera y la competitividad a largo plazo de la empresa, sino que también refuerza su capacidad de adaptación ante las dinámicas del mercado y las demandas operativas; además,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo de mano de obra</li> <li>- Costo de materia prima</li> <li>- Costo de infraestructura</li> </ul>	<b>COSTA</b>

		<p>esta gestión estratégica y bien estructurada, centrada en el control de costos desde el principio, es indispensable para una ejecución eficiente del proyecto, asegurando la optimización de la inversión y facilitando una implementación exitosa y rentable a lo largo del tiempo.</p>		
	<b>Disponibilidad</b>	<p>La disponibilidad de recursos esenciales (materia prima, mano de obra y servicios básicos) es un criterio fundamental para garantizar la viabilidad y sostenibilidad a largo plazo de la planta, y debe ser evaluada desde el diseño inicial. Considerar la proximidad de la materia prima es crucial, ya que asegura un suministro constante, minimiza los costos logísticos y reduce el riesgo de interrupciones en el abastecimiento. Del mismo modo, contar con mano de obra calificada en la región asegura altos estándares de calidad y evita los gastos asociados a</p>		

		<p>capacitación y contratación externa. Finalmente, disponer de servicios básicos (como electricidad y agua) en cantidad y calidad adecuadas es indispensable para el funcionamiento continuo y la eficiencia operativa de las instalaciones.</p>		
	<b>Clientes</b>	<p>La cercanía a los mercados objetivo o zonas de alta demanda mejora la capacidad de respuesta de la planta, reduce tiempos y costos de distribución, y fortalece las relaciones comerciales con los clientes. En el contexto de la industria avícola productora de huevos, establecer la planta cerca de centros urbanos o regiones avicultoras que permite una mayor salida del producto, adaptación a las tendencias del mercado. Asimismo, esta proximidad facilita la ejecución de estrategias de personalización, promoción y distribución, optimizando la</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presencia de grandes competidores</li> <li>- Mercado objetivo</li> <li>- Facilidad de distribución a zonas de mercadeo.</li> </ul>	<b>SIERRA</b>

		experiencia del cliente y la fidelización.		
	<b>Competencia</b>	La presencia o ausencia de competencias en una región influye directamente en las oportunidades de mercado, los niveles de saturación industrial y la facilidad para acceder a recursos clave. En regiones con baja competencia, existe mayor margen para capturar mercado y negociar condiciones favorables con proveedores y distribuidores. No obstante, regiones con presencia de competidores también pueden ofrecer externalidades positivas como clústers industriales, proveedores especializados y fuerza laboral con experiencia. Por tanto, evaluar la competencia implica analizar no solo la cantidad de actores en el sector, sino también su impacto estratégico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grado de rivalidad en precios</li> <li>- Porcentaje de ventas</li> <li>- Número de competidores en la región</li> </ul>	<b>ORIENTE</b>

### 5.3.3. Aplicación del método AHP, en el software POM-QM for Windows

Para garantizar el resultado del diagrama AHP, se utilizó el software POM-QM, que es herramienta diseñada para resolver problemas de gestión de operaciones, investigación de operaciones, métodos cuantitativos y ciencias de gestión.

- **Análisis de decisión bajo incertidumbre**

En la Figura 5.21, se muestra el análisis de decisión bajo incertidumbre realizado en el software POM-QM.

	Materia prima y suministro	Costos operacion	Mercado y distribución	Normativic y Ambiental	Row Min	Row Max	Hurwicz
Costa	3	3	4	4	3	4	3.11
Sierra	5	4	5	5	4	5	4.11
Oriente	3	3	1	4	1	4	1.33
				maximum	4	5	4.11
				maximin	maximax	Best Hu...	

The maximin is 4 given by Sierra  
The maximax is 5 given by Sierra

Figura 5.21. Análisis de decisión bajo incertidumbre

En esta matriz de resultados, la región **Sierra** se posiciona como la alternativa dominante bajo los criterios más estrictos de la ingeniería industrial. Con un valor de 4 en el criterio Maximin, ofrece la mejor garantía de seguridad ante escenarios adversos, y con un 5 en el Maximax, captura el mayor potencial de beneficio optimista. El índice de **Hurwicz (4.11)** confirma que la Sierra es la opción más equilibrada frente a factores críticos como costos operacionales y mercado. Técnicamente, la Sierra supera a la Costa y al Oriente en casi todas las variables de comparación evaluadas para la planta de cubetas de pulpa moldeada para huevos.

- **Análisis de arrepentimiento (costo de oportunidad)**

	Materia prima y suministros Regret	Costos operacionale Regret	Mercado y distribución Regret	Normatividad y Ambiental Regret	Maximum Regret	Expected Regret
Probabilities	0	0	0	0		
Costa	2	1	1	1	2	0
Sierra	0	0	0	0	0	0
Oriente	2	1	4	1	4	0
Minimax regret					0	

Figura 5.22. Análisis de arrepentimiento

La Figura 5.22, se muestra el análisis de arrepentimiento revela que la **Sierra** es la decisión con menor riesgo estratégico, alcanzando un valor de arrepentimiento de **0** en el criterio Minimax. Esto significa que, sin importar cuál de los factores (materia prima, mercado o ambiental) resulta ser el más crítico en el futuro, elegir la Sierra nunca representará una pérdida de oportunidad frente a las otras regiones. En contraste, el Oriente muestra un arrepentimiento máximo de 4, lo que implica una desventaja competitiva severa si se optara por esa ubicación y las condiciones no fueran favorables. Desde la óptica de la región de riesgos, la Sierra es la única opción que garantiza una eficiencia óptima sin remordimientos económicos.

#### **5.3.3.1. Micro localización**

La ubicación de la nueva planta en la provincia de Cotopaxi se fundamenta en una decisión estratégica y gerencial, sustentada por su consolidada tradición y concentración avícola a nivel nacional. Esta provincia alberga una de las mayores densidades de productores de huevos del país, lo que representa un mercado objetivo inmediato y de demanda permanente.

#### **5.3.3.2. Localización propiamente dicha**

Se determinó la ubicación óptima de la planta pero antes de ello se tomó como posibles soluciones los siguientes métodos de localización:

- Método de factores ponderados
- Método de Brown y Gibson
- Método de centro de Gravedad
- Método de la Esquina Noroeste

Estos métodos son los más conocidos para la localización de plantas industriales, en los cuales se utilizará un método para seleccionar el más óptimo para realizar la localización específica. El cual resultado se muestra en la Tabla 5.63.

Tabla 5.63. Calificación para elección del mejor método de localización

<b>Método</b>	<b>Descripción Breve</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Puntaje Asignado/ Evaluación</b>
<b>Factores Ponderados</b>	Evalúa Criterios cualitativos y cuantitativos asignados pesos y calificaciones	Flexible, permite incluir muchos factores y es fácil de entender	Subjetivo; depende del criterio del evaluador y es sensible a los pesos asignados.	7/10
<b>Brown Y Gibson</b>	Combina factores objetivos (costo, distancia, tiempos) y subjetivos (preferencias, criterios cualitativos)	Es más completo que el método de factores ponderados, ya que permite realizar un análisis combinado de factores.	Requiere gran cantidad de información y es más complejo de formular.	8/10
<b>Centro de Gravedad</b>	Determina la ubicación óptima teniendo en cuenta las distancias, los volúmenes y los costo de transporte.	Matemáticamente preciso, ideal para plantas y almacenes, minimiza costos logísticos, muy útil para distribución.	Requiere datos cuantitativos precisos y una definición clara de los centros de demanda.	9.5/10
<b>Esquina Noroeste</b>	Método utilizado para la asignación inicial de costos en problemas de transporte.	Es un método simple y rápido, útil para iniciar la la resolución de problemas de transporte.	No es adecuado para determinar la ubicación final; únicamente proporciona una solución inicial, no óptima.	5/10

#### 5.3.4. Resultado obtenido

Se selecciona el Método de Centro de Gravedad por ser el más adecuado para determinar la ubicación óptima de la fábrica, al minimizar costos de transporte, optimizar distancias a clientes principales y ofrecer un resultado matemático objetivo ideal para empresas que abastecen múltiples puntos de demanda.

Se determinó la ubicación óptima de la planta empleando el método de centro de gravedad. Para identificar potenciales clientes los cuales se tomaron del registro de ventas de la empresa VELPACK a las avícolas donde tiene mayores y menores ventas dentro de

la provincia de Cotopaxi, comúnmente la mayoría de las avícolas están ubicadas en el catón Latacunga y el cantón Salcedo cuyas avícolas son las siguientes:

- Avimolde
- San Diego
- La Granjita
- Porvenir
- Santeel
- Maravicultura
- San Francisco
- Lara Hermanos “Avilarhnos” Cia.Ltda
- Avícola Victoria

A continuación en la Tabla 5.64. Se muestra la cantidad de ventas a cada una de las avícolas.

Tabla 5.64. Cantidad de cubetas de venta a avícolas

<b>Avícola</b>	<b>Cantidad</b>
Avimolde	65000
San Diego	40000
La Granjita	48000
Porvenir	48000
Santeel	70000
Maravicultura	38000
San Francisco	35000
Lara Hermanos “Avilarhnos” Cia.Ltda	60000
Avícola Victoria	52000

Con este registro de ventas se aplicó el análisis ABC para seleccionar las empresas, sus coordenadas geográficas se determinaron mediante el método del centro de gravedad. La aplicación de análisis ABC para determinar la avícolas más importantes por el mayor número de ventas se presenta en la Tabla 5.65.

Tabla 5.65. Análisis ABC

<b>Código de venta</b>	<b>AVÍCOLAS</b>	<b>Numero de ventas</b>	<b>PVP</b>	<b>% de participación</b>	<b>Clasificación formula</b>	<b>Clasificación manual</b>
CBHV 9	<b>Santeel</b>	70000	4.35	15,35	A	A

CBHV 1	<b>Avimolde</b>	65000	4.35	14,25	A	A
CBHV 3	<b>Lara Hermanos “Avilarhnos” Cia.Ltda</b>	60000	4.35	13,16	A	A
CBHV 5	<b>Avícola Victoria</b>	52000	4.35	11,40	A	A
CBHV 2	<b>La Granjita</b>	48000	4.35	10,53	B	A
CBHV 6	<b>Porvennir</b>	48000	4.35	10,35	B	B
CBHV 7	<b>San Diego</b>	40000	4.35	8,77	C	B
CBHV 4	<b>Maravicultura</b>	38000	4.35	8,33	C	C
CBHV 8	<b>San Francisco</b>	35000	4.35	7,68	C	C
	<b>TOTAL</b>	456000		99,82		

A partir del análisis ABC , se ha tomado como referencia a las avícolas de clasificación por fórmula ya que es precisa al momento de clasificar, por lo que se tomará como referencia para la aplicación del método de centro de gravedad a las empresas con clasificación “A” las cuales se presentan en la Tabla 5.66 . donde en la primera columna se indica la empresa, la segunda cantidad de ventas, y la latitud y longitud respectivamente.

Tabla 5.66. Coordenadas de Latitud y longitud

Empresa (Avícola)	Vi	Xi	Yi
<b>Santeel</b>	70000	1.1855986147702293	78.61702913252353
<b>Avimolde</b>	65000	1.1798522633442692	78.62336244628213
<b>Lara Hermanos “Avilarhnos” Cia.Ltda</b>	60000	1.1705967264576773	78.61567399136612
<b>Avícola Victoria</b>	52000	1.1090534110596355	78.62918733234721

Dicho tabulado facilitó el cálculo del centro de gravedad, este está dado por la siguiente ecuación 4.

$$CG = \frac{\sum_{i=1}^n Xi*Vi}{\sum_{i=1}^n Vi}, \frac{\sum_{i=1}^n Yi*Vi}{\sum_{i=1}^n Vi} \quad (14)$$

Así pues, se aplicó dicha fórmula, y se determinaron como centro de gravedad las coordenadas lo cual sus resultados se muestran en la Tabla 5.67.

Tabla 5.67. Resultados

Método del Centro de Gravedad								
I	Xi	Yi	Vi	Ri	Vi*Ri	Yi*Ri	Vi*Ri*Xi	Vi*Ri*Yi
1	1,1856	78,6170	7000	5,5	38500	432,3935	45646	3026755
2	1,1799	78,6234	6500	4,5	29250	353,8053	34512	2299734
3	1,1706	78,6157	6000	6,5	39000	511,00205	45653	3066012
4	1,1091	78,6292	5200	4,5	23400	353,8314	25953	1839923
<b>Total</b>	<b>4,6452</b>	<b>314,4853</b>	<b>24700</b>	<b>21</b>	<b>130150</b>	<b>1651,03225</b>	<b>151764</b>	<b>10232425</b>

CG	Xi	Yi
	1,166070035	78,61964226

$$CG = 1,166070035; 78,62024226$$

Estas coordenadas fueron identificadas en google maps, como se expresa en la Figura 5.23. Ahí, la simbología marrilla de ubicación señala la posición de los clientes en el mapa (Santeel, Avimolde, Lara Hermanos “Avilarhnos” Avícola Victoria.) de la misma forma el Centro de Gravedad se señala con el mismo símbolo, pero etiquetado con las coordenadas geográficas de este punto.

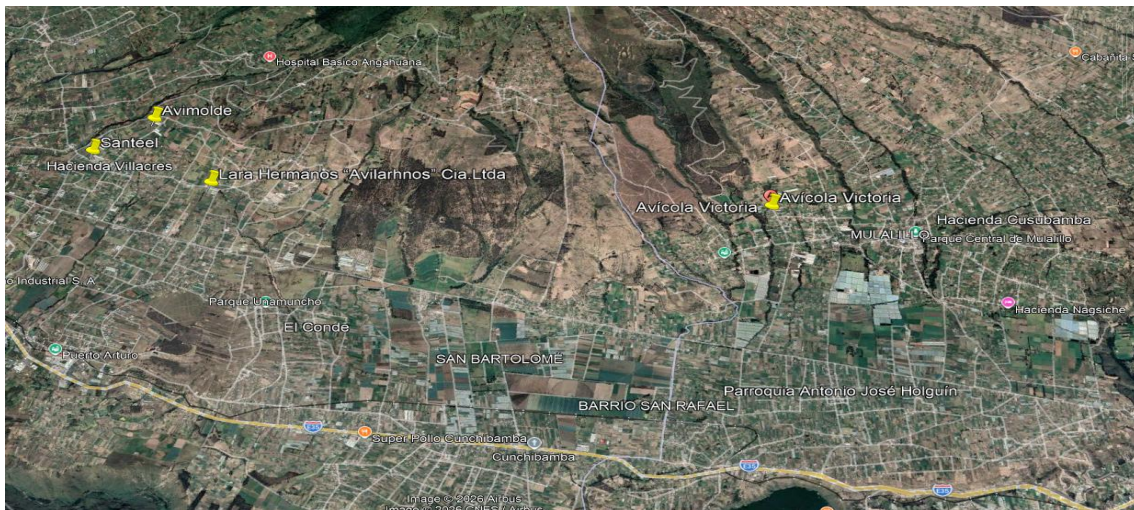


Figura 5.23. Puntos de Referencia de los Clientes más Potenciales

Con esta referencia se buscó un terreno industrial cercano. Las coordenadas importantes se tabularon en Google Maps y se exponen en la Figura 5.24, donde se identifican tanto las coordenadas geográficas como sus correspondientes etiquetas.



Figura 5.24. Terreno seleccionado

- **Método del centro de gravedad costos de transporte**

En las Tablas 5.68., 5.69., 5.70, 5.71. y 5.72., se muestran los resultados del centro de gravedad con sus costos de transporte correspondientes para determinar si la ubicación seleccionada es óptima para el desarrollo de la nueva fábrica de cubetas para huevos.

Tabla 5.68. Método del centro de Gravedad (Costos)

<b>Método del Centro de Gravedad</b>								
<b>I</b>	<b>Xi</b>	<b>Yi</b>	<b>Vi</b>	<b>Ri</b>	<b>Vi*Ri</b>	<b>Yi*Ri</b>	<b>Vi*Ri*Xi</b>	<b>Vi*Ri*Yi</b>
<b>1</b>	1,1856	78,6170	7000	5,5	38500	432,3935	45646	3026755
<b>2</b>	1,1799	78,6234	6500	4,5	29250	353,8053	34512	2299734
<b>3</b>	1,1706	78,6157	6000	6,5	39000	511,00205	45653	3066012
<b>4</b>	1,1091	78,6292	5200	4,5	23400	353,8314	25953	1839923
<b>Total</b>	4,6452	314,4853	24700	21	130150	1651,03225	151764	10232425

Tabla 5.69. Método del centro de Gravedad (Costos)

<b>Método del Centro de Gravedad</b>							
<b>I</b>	<b>Xi</b>	<b>Yi</b>	<b>Vi</b>	<b>Ri</b>	<b>Di</b>	<b>Vi*Ri*Di</b>	
<b>1</b>	1,1856	78,6170	7000	5,5	0,17	6550	
<b>2</b>	1,1799	78,6234	6500	4,5	0,13	3808	
<b>3</b>	1,1706	78,6157	6000	6,5	0,07	2540	
<b>4</b>	1,1091	78,6292	5200	4,5	0,47	10998	
<b>Total</b>	4,6452	314,4853	24700	21	55656,20	23896	
<b>x</b>	1,1613						
<b>y</b>	78,6213						
<b>K</b>	5,25						

Tabla 5.70. Resultados

Método del Centro de Gravedad							
I	Vi*Ri	Vi*Ri*Xi	Vi*Ri*Yi	di	ViRi/di	ViRiXi/di	ViRiYi/di
1	38500	45645,6	3026754,5	0,17	226470,588	268503,529	17804438,2
2	29250	34512,075	2299734,45	0,13	225000	265477,5	17690265
3	39000	45653,4	3066012,3	0,07	557142,857	652191,429	43800175,7
4	23400	25952,94	1839923,28	0,47	49787,234	55219,0213	3914730,38
<b>Total</b>					<b>1058400,68</b>	<b>1241391,48</b>	<b>83209609,3</b>
x				1,17			
y				78,62			

Tabla 5.71. Resultados

Método del Centro de Gravedad							
I	Vi*Ri	Vi*Ri*Xi	Vi*Ri*Yi	Di	ViRi/di	ViRiXi/di	ViRiYi/di
1	38500	45645,6	3026754,5	0,07	577127,586	684242,466	45372039,4
2	29250	34512,075	2299734,45	0,04	794628,701	937582,404	62476410,2
3	39000	45653,4	3066012,3	0,02	1772727,27	2075154,55	139364195
4	23400	25952,94	1839923,28	0,32	73125	81102,9375	5749760,25
					<b>3217608,56</b>	<b>3778082,35</b>	<b>252962405</b>
x				1,17			
y				78,62			

Tabla 5.72. Costos

di	
$di=k*RAIZ(Xi-x)^2+(Yi-y)^2$	Vi*Ri*di
di1	2306
di2	1463
di3	858
di4	7488
<b>Total</b>	<b>12115</b>

La Tabla 5.72., muestra que la ubicación obtenida minimiza el costo total de transporte bajo el método del centro de gravedad. Se observa que el punto 4 genera el mayor impacto económico debido a su mayor distancia relativa. El modelo logra un equilibrio global del sistema, aunque es sensible a cambios en la demanda. Por ello, el resultado es técnicamente válido, pero debe complementarse con un análisis real del entorno.

### 5.3.4.1. Tamaño máximo de planta

La determinación de la capacidad máxima de la fábrica se fundamenta en un pronóstico de demanda a cinco años, derivado del crecimiento del sector avícola. A este volumen se le aplica la cuota de mercado objetivo de la empresa y se descuenta la producción de competidores establecidos, obteniendo así la capacidad productiva de competidores para justificar la inversión en la planta de Salcedo. A continuación en la Tabla 5.73., se muestra el análisis de la demanda proyectada.

Tabla 5.73. Análisis de la demanda

Año	Demanda Proyectada del Mercado (Pacas / 100 unidades)	Ventas Proyectadas (Ingresos Brutos en \$)	Demanda Proyectada (Unidades de Cubetas / Año)
2026	126,000	756,000.00	12,600.00
2027	136,080	816,480.00	13,608.00
2028	146,160	876,960.00	14,616.00
2029	156,240	937,440.00	15,624.00
2030	166,320	997,920.00	16,632.00

A través de esta Tabla 5.73., podemos conocer el tamaño máximo de la planta, el cual es **16,632.00 unid/año.**

### Tamaño mínimo de planta

El cálculo del tamaño mínimo de la planta se realiza para definir el volumen de producción que asegura su viabilidad financiera. Para ello, se determina un punto de equilibrio ponderado entre diferentes tipos de cubetas, utilizando los costos fijos de inversión, los costos variables operativos y los precios de venta, garantizando así la cobertura de todos los costos y la obtención de un margen de utilidad objetivo.

La Tabla 5.74., muestra el análisis para el punto de equilibrio del producto.

Tabla 5.74. Análisis para el punto de equilibrio Multi-producto

PRODUCTO	COSTO FIJO	COSTO VARIABLE	PRECIO DE VENTA	DEMANDA (pacas 100 unid)	DEMANDA (USD)	PARTICIPACIÓN $W_i$	$(P_v - C_v)/P_v$	$(P_v - C_v)/P_v * W_i$
cubeta tipo AA	\$861,347.00	\$0.04	\$6.00	146160	\$876,960.00	1	0.993210352	0.993210352

Luego, el tamaño mínimo fue calculado según la siguiente ecuación:

$$Q_{min} = \frac{C_f}{\sum_{i=1}^2 \frac{P_{vi}-C_{fi}}{P_{Vi}} * W_i} \quad (15)$$

El cálculo del punto de equilibrio ponderado se cumplió dividiendo el costo fijo mensual (el numerador, que representa el total del costo de producción de \$119,085.00) entre el margen de contribución ponderado de la cubeta (tipo AA), cuyo valor resultante fue de 4.13.

Esta operación arroja un tamaño mínimo de planta expresado en un requerimiento de ventas de \$396,950.00 mensuales para alcanzar el punto de equilibrio. Traducido a unidades de producción, esto implica que la planta de Salcedo debe vender al menos 66,158 pacas (100 unidades cada una) al mes para cubrir la totalidad de sus costos operativos y de inversión. Este umbral de rentabilidad es representado visualmente en un gráfico de líneas, donde el eje X muestra el volumen de cubetas vendidas y el eje Y indica el valor monetario, señalando con precisión el volumen necesario para que los ingresos igualen los costos y se comience a generar ganancias. En la Figura 5.25, se muestra la gráfica del punto de equilibrio.



Figura 5.25. Gráfica del Punto del Equilibrio

#### 5.3.4.2. Tamaño financiero

Los resultados del análisis del tamaño financiero se presentan desde la Tabla 5.75. hasta la Tabla 5.94.

- **Tamaño de planta de acuerdo con el Análisis Financiero**
- **Costos de materia prima directa**

Tabla 5.75. Costos de materia prima directa

<b>MATERIA PRIMA DIRECTA</b>					
<b>GASTOS</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>Cantidad Diaria (KG)</b>	<b>CANTIDAD MENSUAL (KG)</b>	<b>MONTO DIARIO</b>	<b>MONTO MENSUAL</b>
CARTON	\$0,20	4000	120000	\$800,00	\$24.000,00
DUPLEX	\$0,18	2000	60000	\$360,00	\$10.800,00
AKD	\$1,35	48	1440	\$64,80	\$1.944,00
TINTES	\$7,90	36	1080	\$284,40	\$8.532,00
<b>TOTAL</b>	<b>\$9,63</b>	<b>6.084,00</b>	<b>182.520,00</b>	<b>\$1.509,20</b>	<b>\$45.276,00</b>

- **Costo de mano de obra directa**

Tabla 5.76. Costo de mano de obra directa

<b>MANO DE OBRA DIRECTA</b>		
<b>GASTO</b>	<b>MONTO DIARIO</b>	<b>MONTO MENSUAL</b>
GERENTE GENERAL	\$66,67	\$2.000,00
GERENTE ADMINISTRATIVO FINANCIERO	\$50,00	\$1.500,00
CONTADORA	\$23,33	\$700,00
ASISTENTE CONTABLE	\$20,00	\$600,00
ASISTENTE DE PRODUCCION	\$40,00	\$1.200,00
ELECTRICO	\$26,67	\$800,00
MECANICO	\$26,27	\$800,00
OPERARIOS (15) \$650 C/U	\$325,00	\$9.750,00
PERSONAL DE COCINA	\$16,67	\$500,00
GUARDIA	\$23,33	\$700,00
<b>TOTAL, MOD</b>	<b>\$617,94</b>	<b>\$18.550,00</b>

- **Costo indirectos de fabricación**

Tabla 5.77. Costos Indirectos

<b>COSTOS INDIRECTOS DE FABRICACIÓN</b>		
<b>GASTO</b>	<b>MONTO DIARIO</b>	<b>MONTO MENSUAL</b>
MANTENIMIENTO	\$200,00	\$6.000,00
GAS INDUSTRIAL	\$733,33	\$22.000,00
AGUA	\$50,00	\$1.500,00
ENERGIA	\$564,48	\$16.934,40
IESS	\$59,15	\$1.774,60
ALIMENTACION	\$50,00	\$1.500,00
TRANSPORTE	\$150,00	\$4.500,00
<b>TOTAL, CIF</b>	<b>\$1.806,96</b>	<b>\$54.209,00</b>

- **Gastos operativos administrativos**

Tabla 5.78. Gastos operativos Administrativos

<b>GASTO OPERATIVO ADMINISTRATIVO</b>		
<b>NOMBRE DEL RUBRO</b>	<b>MONTO MENSUAL</b>	<b>MONTO ANUAL</b>
PATENTE MUNICIPAL	\$166,67	\$2.000,00
TASA DE BOMBEROS	\$50,00	\$600,00
SERVICIO DE RENTAS INTERNAS	\$833,33	\$10.000,00
<b>TOTAL, GOA</b>	<b>\$1.050,00</b>	<b>\$12.600,00</b>

- **Costo de producción**

<b>COSTO DE PRODUCCIÓN</b>	\$119.058,00
----------------------------	--------------

- **Costo de producción por unidad**

<b>COSTO POR UNIDAD</b>	\$4,13
-------------------------	--------

- **Resumen de ingreso, costos y utilidad bruta**

Tabla 5.79. Resumen de costos

<b>RESUMEN</b>	
INGRESOS	\$172.800,00
COSTOS	\$119.085,00
UTILIDAD BRUTA	\$53.715,00

<b>COSTO AL MES</b>	\$119,085.00
---------------------	--------------

- **Inversión**

Tabla 5.80. Bienes Inmuebles

<b>DETALLE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
<b>BIENES INMUEBLES</b>				
TERRENO	M^2	1190	\$80.00	\$95,200.00
CONSTRUCCION	M^2	1190	\$65.00	\$77,350.00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$172,550.00</b>

Tabla 5.81. Bienes Muebles

<b>BIENES MUEBLES</b>				
ESCRITORIO (GERENCIA)	UNID	1	\$350,00	\$350,00
ESCRITORIO (CONTABILIDAD)	UNID	1	\$250,00	\$250,00
COMPUTADORAS	UNID	2	\$400,00	\$800,00
SILLONES	UNID	2	\$120,00	\$240,00
SILLAS	UNID	4	\$150,00	\$600,00
MESA DE CENTRO DE SALA	UNID	1	\$200,00	\$200,00
ESTANTERIA DE ARCHIVOS	UNID	1	\$180,00	\$180,00
LIBRERO	UNID	1	\$300,00	\$300,00
MESA DE COMEDOR	UNID	1	\$150,00	\$150,00
MESA DE EMPAQUE	UNID	1	\$600,00	\$600,00
COMPUTADORA DE ESCRITORIO	UNID	1	\$150,00	\$150,00
MONITOR	UNID	2	\$200,00	\$400,00
IMPRESORA MULTIFUNCIONAL	UNID	1	\$150,00	\$150,00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$4.370,00</b>

Tabla 89. Vehículo

<b>VEHÍCULO</b>				
CAMIONETA WOSBAGUEN	UNID	1	\$22.900,00	\$22.900,00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$22.900,00</b>

Tabla 5.82. Máquinaria y equipos

<b>MÁQUINARIA Y EQUIPOS</b>				
TRANSPORTADOR	UNID	1	\$6.000,00	\$6.000,00
HIDRAPULPER	UNID	1	\$28.000,00	\$28.000,00
PANTALLA VIBRATORIA	UNID	1	\$9.000,00	\$9.000,00
AGITADOR	UNID	1	\$6.000,00	\$6.000,00
DESANDER	UNID	1	\$6.500,00	\$6.500,00
DESCASCARILLADOR	UNID	1		\$0,00
BOMBA DE PULPA 1, 2 Y 3	UNID	3	\$5.834,00	\$17.502,00
BOMBA DE AGUA 1, 2, 3, 4 Y 5	UNID	5	\$3.200,00	\$16.000,00
TAMIZ HYDRA REDONDO RETIRE LAS LIBRAS PEQUEÑAS DE AGUA BLANCA	UNID	1	\$8.000,00	\$8.000,00
CONTROL AUTOMATICO (ACCESORIOS DEL SISTEMA)	UNID	1	\$6.000,00	\$6.000,00
ARMARIO DE CONTROL PARA PULPA	UNID	1	\$7.500,00	\$7.500,00
ARMARIO DE CONTROL PARA PROPORCIONALIDAD	UNID	1	\$7.500,00	\$7.500,00
MAQUINA FORMADORA	UNID	1	\$48.000,00	\$48.000,00
SISTEMA ROTATIVO	UNID	1	\$20.000,00	\$20.000,00
SISTEMA SUCCION / SOPLADO	UNID	1	\$14.000,00	\$14.000,00
BOMBA DE VACIO ANILLO DE AGUA	UNID	1	\$24.000,00	\$24.000,00
SISTEMA AGUA A ALTA PRESION	UNID	1	\$9.000,00	\$9.000,00
TORRE DE ENFRIAMIENTO	UNID	1	\$8.000,00	\$8.000,00
COMPRESOR DE AIRE	UNID	1	\$22.000,00	\$22.000,00
SECADOR DE AIRE REFRIGERADO	UNID	1	\$5.000,00	\$5.000,00
TANQUE DE AIRE 1 Y 2	UNID	2	\$5.500,00	\$11.000,00
PLATAFORMA DE OPERACIONES	UNID	1	\$7.000,00	\$7.000,00
LINEA DE SECADO 6 CAPAS	UNID	1	\$140.000,00	\$140.000,00

TRANSPORTADOR	UNID	1	\$15.000,00	\$15.000,00
PLATAFORMA DE OPERACIONES	UNID	1	\$8.000,00	\$8.000,00
SISTEMA DE CONTROL	UNID	1	\$22.000,00	\$22.000,00
APILADOR	UNID	1	\$30.000,00	\$30.000,00
ESCALERA MOVIL	UNID	1	\$5.000,00	\$5.000,00
TRANSPORTADOR FINAL	UNID	1	\$32.000,00	\$32.000,00
MOLDE 30 HUEVOS (27 PIEZAS)	UNID	1	\$26.000,00	\$26.000,00
MOLDE 30 HUEVOS (18 PIEZAS)	UNID	1	\$22.000,00	\$22.000,00
MOLDE 30 HUEVOS UNIVERSAL	UNID	1	\$21.000,00	\$21.000,00
MOLDE 30 HUEVOS MEDIANO	UNID	1	\$19.000,00	\$19.000,00
MOLDE 15 HUEVOS	UNID	1	\$15.000,00	\$15.000,00
MOLDE 30 HUEVOS GRUESO	UNID	1	20000	\$20.000,00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$661.002,00</b>

Tabla 5.83. Herramientas para mantenimiento

<b>HERRAMIENTAS PARA MANTENIMIENTO</b>				
JUEGO DE DADOS	UNID	1	\$80,00	\$80,00
JUEGO DE LLAVES	UNID	1	\$50,00	\$50,00
JUEGO DE DESTORNILLADORES	UNID	1	\$10,00	\$10,00
FLEXOMETRO	UNID	1	\$5,00	\$5,00
TALADRO DE MANO	UNID	1	\$80,00	\$80,00
SOLDADORA ELECTRICA	UNID	1	\$200,00	\$200,00
LLAVE DE TUBO GRANDE	UNID	1	\$100,00	\$100,00
<b>SUB TOTAL</b>				<b>\$525,00</b>

Tabla 5.84. Costos del primer mes

<b>COSTOS PRIMER MES</b>			
COSTOS OPERATIVOS	UNID	1	\$684.427,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$684.427,00</b>

Tabla 5.85. Resumen de inversión

<b>TABLA RESUMEN DE INVERSIÓN</b>	
TOTAL, BIENES INMUEBLES	\$172,550.00
TOTAL, BIENES MUEBLES	\$4,370.00
TOTAL, MAQUINARIA Y EQUIPO	\$661,002.00
TOTAL, VEHICULOS	\$22,900.00
TOTAL, HERRAMIENTAS PARA MANTENIMIENTO	\$525.00
<b>TOTAL</b>	<b>\$861,347.00</b>

- **Ingreso de ventas adecuadas**

Tabla 5.86. Ingresos con venta adecuada

INGRESOS CON VENTA ADECUADA						
DETALLE	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR DIARIO	VALOR MENSUAL	VALOR ANUAL
CUBETA TIPO AA	UNID	1080	\$6.00	\$6,480.00	\$129,600.00	\$1,555,200.00
				\$0.00	\$0.00	\$0.00
				<b>\$6,480.00</b>	<b>\$129,600.00</b>	<b>\$1,555,200.00</b>

TOTAL UNIDADES A VENDER	1080	1080	21,600	259,200
-------------------------	------	------	--------	---------

CAPACIDAD PLANTA	360	Turno 8h
RENDIMIENTO	60%	

Tabla 5.87. Resumen de Venta adecuada

DETALLE	UNIDADES PARA VENDER	CANTIDAD DIARIA	CANTIDAD MENSUAL	CANTIDAD ANUAL
CEBTA TIPO AA	1080	1080	21600	259200

- **Depreciación**

Tabla 5.88. Cálculo de depreciación

CALCULO DEPRECIACION				
DETALLE	TOTAL	TOTAL, AÑO	%	DEPRECIACION
BIENES MUEBLES	\$4.370,00	10	10%	\$437,00
MAQUINARIA Y EQUIPO	\$661.002,00	10	10%	\$66.100,20
VEHICULOS	\$22.900,00	5	20%	\$4.580,00
TOTAL, DEPRECIACION				<b>\$71.117,20</b>

- **Amortización**

Tabla 5.89. Inversión propia

INVERSION PROPIA	Nº COLABORADORES	TOTAL	INVERSION NECESARIA	FINANCIAMIENTO
\$120,000.00	1	\$120,000.00	\$900,000.00	87%
			13%	

TASA ANUAL BANCO DEL PROCREDITO	12%		
CRÉDITO	\$780,000.00	% DE FINANCIAMIENTO	87%

- **Amortización método alemán**

Tabla 5.90. Amortización

AMORTIZACIÓN					
MÉTODO ALEMÁN					
PERIODO	SALDO	CAPITAL	INTERESES	TOTAL, PAGADO	PAGO MENSUAL
0	\$780,000.00				
1	\$624,000.00	\$156,000.00	\$93,600.00	\$249,600.00	\$20,800.00
2	\$468,000.00	\$156,000.00	\$74,880.00	\$230,880.00	\$19,240.00
3	\$312,000.00	\$156,000.00	\$56,160.00	\$212,160.00	\$17,680.00
4	\$156,000.00	\$156,000.00	\$37,440.00	\$193,440.00	\$16,120.00
5	\$0.00	\$156,000.00	\$18,720.00	\$174,720.00	\$14,560.00
		<b>\$780,000.00</b>	<b>\$280,800.00</b>	<b>\$1,060,800.00</b>	<b>\$280,800.00</b>

- **Amortización método americano**

Tabla 5.91. Amortización 2

METODO AMERICANO					
PERIODO	SALDO	CAPITAL	INTERESES	TOTAL PAGADO	PAGO MES
0	\$780,000.00				
1	\$657,220.41	\$122,779.59	\$93,600.00	\$216,379.59	\$18,031.63
2	\$519,707.27	\$137,513.14	\$78,866.45	\$216,379.59	\$18,031.63
3	\$365,692.55	\$154,014.72	\$62,364.87	\$216,379.59	\$18,031.63
4	\$193,196.06	\$172,496.49	\$43,883.11	\$216,379.59	\$18,031.63
5	\$0.00	\$193,196.06	\$23,183.53	\$216,379.59	\$18,031.63
		<b>\$780,000.00</b>	<b>\$301,897.95</b>	<b>\$1,081,897.95</b>	<b>\$301,897.95</b>

- **Flujo de caja**

Tabla 5.92. Flujo de caja

**FLUJO DE CAJA**

0	1	2	3	4	5
---	---	---	---	---	---

<b>RUBROS</b>	
CREDITO	\$780,000 .00
INVERSION PROPIA	\$120,000 .00
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>	<b>\$900,000 .00</b>

<b>INGRESOS</b>						
VENTAS		\$1,555,20 0.00	\$1,601,85 6.00	\$1,649,91 1.68	\$1,699,40 9.03	\$1,750,39 1.30
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>\$1,555,20 0.00</b>	<b>\$1,601,85 6.00</b>	<b>\$1,649,91 1.68</b>	<b>\$1,699,40 9.03</b>	<b>\$1,750,39 1.30</b>

<b>EGRESOS</b>						
TOTAL COSTOS DIRECTOS		\$45,276.0 0	\$46,634.2 8	\$48,033.3 1	\$49,474.3 1	\$50,958.5 4
TOTAL SERVICIOS BASICOS		\$18,434.4 0	\$18,434.4 0	\$18,434.4 0	\$18,434.4 0	\$18,434.4 0
TOTAL GASTOS VARIOS		\$12,600.0 0	\$12,978.0 0	\$13,367.3 4	\$13,768.3 6	\$14,181.4 1
TOTAL MANTENIMIENTO		\$6,000.00	\$6,180.00	\$6,365.40	\$6,556.36	\$6,753.05
GASTOS DE PERSONAL		\$8,700.00	\$8,961.00	\$9,229.83	\$9,506.72	\$9,791.93
OTROS		\$185,867. 00	\$932.69	\$960.67	\$989.49	\$1,019.17

<b>GASTOS FINANCIEROS</b>						
AMORTIZACION		249600	230880	212160	193440	174720
DEPRECIACION		71117.2	71117.2	71117.2	71117.2	71117.2
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>\$597,594. 60</b>	<b>\$396,117. 57</b>	<b>\$379,668. 14</b>	<b>\$363,286. 84</b>	<b>\$346,975. 70</b>

EGRESOS - DEPRECIACION		\$526,477. 40	\$325,000. 37	\$308,550. 94	\$292,169. 64	\$275,858. 50
------------------------	--	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

<b>UTILIDAD BRUTA</b>		<b>\$957,605. 40</b>	<b>\$1,205,73 8.43</b>	<b>\$1,270,24 3.54</b>	<b>\$1,336,12 2.19</b>	<b>\$1,403,41 5.60</b>
15% UTILIDADES		\$143,640. 81	\$180,860. 77	\$190,536. 53	\$200,418. 33	\$210,512. 34
UTILIDADES ANTES DEL IMPUESTO		\$813,964. 59	\$1,024,87 7.67	\$1,079,70 7.01	\$1,135,70 3.86	\$1,192,90 3.26
IMPUESTO A LA RENTA 25%		\$203,491. 15	\$256,219. 42	\$269,926. 75	\$283,925. 97	\$298,225. 82

<b>UTILIDAD NETA</b>		<b>\$610,473. 44</b>	<b>\$768,658. 25</b>	<b>\$809,780. 25</b>	<b>\$851,777. 90</b>	<b>\$894,677. 45</b>
DEPRECIACION		71117.2	71117.2	71117.2	71117.2	71117.2

<b>FLUJO NETO</b>	<b>- \$900,000 .00</b>	<b>\$681,590. 64</b>	<b>\$839,775. 45</b>	<b>\$880,897. 45</b>	<b>\$922,895. 10</b>	<b>\$965,794. 65</b>
%RENDIMIENTO		43.83%	52.43%	53.39%	54.31%	55.18%

<b>TASA DE DESCUENTO</b>	12%	
<b>VAN</b>	\$2,139,566.67	<i>VALOR ACTUAL NETO</i>
<b>TIR</b>	82.64%	<i>TASA INTERNA DE RETORNO</i>
<b>ROI</b>	\$ 2.38	<i>RETORNO SOBRE LA INVERSION</i>
<b>PRI</b>	1.05 AÑOS	<i>PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION</i>

- **Costo – Beneficio**

Tabla 5.93. Costo – Beneficio

PERIODO	INGRESOS	COSTOS	FACTOR	INGRESOS	EGRESOS
				AC	AC
0	\$0.00	\$0.00	\$1.00	\$0.00	\$0.00
1	\$1,555,200.00	\$526,477.40	\$0.89	\$1,388,571.43	\$470,069.11
2	\$1,601,856.00	\$325,000.37	\$0.80	\$1,276,989.80	\$259,088.30
3	\$1,649,911.68	\$308,550.94	\$0.71	\$1,174,374.54	\$219,620.47
4	\$1,699,409.03	\$292,169.64	\$0.64	\$1,080,005.16	\$185,679.09
5	\$1,750,391.30	\$275,858.50	\$0.57	\$993,219.03	\$156,529.52
6			\$0.51	\$0.00	\$0.00
7			\$0.45	\$0.00	\$0.00
8			\$0.40	\$0.00	\$0.00
9			\$0.36	\$0.00	\$0.00
10			\$0.32	\$0.00	\$0.00
				\$5,913,159.96	\$1,290,986.49

<b>RELACIÓN BENEFICIO / COSTO</b>	\$4.58
-----------------------------------	--------

### RESUMEN DEL ANÁLISIS FINANCIERO

En la Tabla 5.94, se detallan los pilares fundamentales del análisis financiero, lo que ofrece una visión integral de la viabilidad del proyecto.

Tabla 5.94. Resumen financiero - VELPACK

CONCEPTO	DESCRIPCIÓN	VALOR ESTIMADO
Inversión total	Inversión inicial para terreno, infraestructura, maquinaria y equipos.	USD 900,000.00
Financiamiento externo	Crédito destinado a cubrir la mayor parte de la inversión (86.67%).	USD 780,000.00
Capital propio	Aporte del propietario (13.33%).	USD 120,000.00
Producción estimada	Producción diaria de cubetas tipo AA.	1080 pacas/día
Precio de venta unitaria	Precio proyectado por paca de 100 cubetas	USD 6.00
Ingresos diarios	Ventas generadas por la producción diaria.	USD 6,480.00
Ingresos mensuales	Proyección de ventas mensuales.	USD 129,600.00
Ingresos anuales	Protección total de ventas anuales	USD 1,555,200.00
Costos principales	Materia prima (Cartón, dúplex, AKD, tintes), mano de obra, servicios y mantenimiento.	Costos variables predominantes.
Depreciación anual	Pérdida de valor de maquinaria y equipos industriales.	USD 71,117.20
Sistema de financiamiento	Amortización bajo método alemán con tasa anual.	12% anual
Flujo de caja proyectado	Capacidad para cubrir costos, deudas y generar utilidades.	Positivo.
Relación costo/beneficio	Beneficios actualizados frente a costos totales.	4.58
Punto de equilibrio	Producción y venta mínima anual para cubrir costos fijos y variables.	144.383 pacas / año
VAN	Valor actual neto del proyecto.	Positivo (USD 2,139,566.67)
TIR	Tasa interna de retorno del proyecto.	Superior al costo de capital (82,64%)
Periodo de recuperación (PRI)	Tiempo estimado de recuperación de la inversión.	Corto plazo (mayor a 1 año)
Evaluación global	Factibilidad económica y sostenibilidad financiera.	Proyecto rentable y viable.

El análisis financiero de la empresa VELPACK demuestra la viabilidad económica del proyecto de fabricación de cubetas de pulpa moldeada para huevos, sustentado en una

inversión inicial significativa, costos operativos controlados y una proyección de ingresos estables.

En primer lugar, la **INVERSIÓN TOTAL** requerida asciende aproximadamente a **USD 900,000.00**; destinada principalmente a la adquisición de terreno, construcción de infraestructura industrial, maquinaria y equipos productivos. Del total de inversión, el **86.67% corresponde a financiamiento externo** (crédito por USD 780,000.00) y el **13.30% a capital propio** (USD 120,000.00), lo que refleja un apalancamiento financiero alto pero viable para un proyecto industrial de esta magnitud.

En cuanto a los costos, la mayor incidencia corresponde a la **materia prima directa** (cartón, dúplex, AKD y tintes), que representan un gasto mensual relevante dentro de la estructura de costos de producción. Estos costos variables se mantienen proporcionales al volumen de producción, permitiendo flexibilidad operativa conforme aumente la demanda.

Respecto a los ingresos, la empresa proyecta la venta de cubetas tipo AA con una producción aproximada de **1080 pacas diarias**, generando ingresos estimados de **USD 6,480.00 diarios**, **USD 129,600.00 mensuales** y **USD 1,555,200.00 anuales**, lo cual muestra un flujo de ingresos constante y atractivo para cubrir los costos operativos y financieros.

El análisis de **DEPRECIACIÓN** indica una carga anual cercana a **USD 71,117.20**, asociada principalmente a maquinaria y equipos industriales, lo cual es coherente con la naturaleza intensiva en activos del sector manufacturero. Asimismo, el flujo de caja proyectado evidencia la capacidad del negocio para cubrir obligaciones financieras y generar beneficios en los periodos evaluados.

El estudio **COSTO/BENEFICIO** da como resultado **USD 4.58**, lo que demuestra que los ingresos actualizados superan a los egresos, lo que confirma la rentabilidad del proyecto en el horizonte analizado. Adicionalmente, el cálculo del tamaño mínimo o punto de equilibrio determina una producción mínima aproximada de 141383 unidades anuales, cifra inferior a la demanda proyectada, lo cual confirma que el proyecto puede cubrir sus costos fijos y variables con holgura. En conjunto, indicadores como el VAN positivo, la TIR superior al costo de capital y el corto periodo de recuperación de la inversión evidencian que el proyecto de la empresa VELPACK es económicamente rentable y financieramente sostenible en el tiempo, siempre que se mantenga el nivel de ventas previsto y una adecuada gestión de los costos de producción.

## Comparativa con inversión actual frente a la propuesta

Tabla 5.95. Comparación de inversiones

Concepto general	Planta actual	Planta nueva	Diferencia	Análisis general
Inversión total	USD 500,000.00	USD 900,000.00	+USD 400,000.00	Incremento para expansión y modernización
Infraestructura y equipos	Básica y limitada	Ampliada y mejor equipada	Incremento moderado	Permite mayor capacidad instalada
Capacidad de producción	Baja escala	Mayor escala	Aumento considerable	Posibilidad cubrir mayor demanda
Nivel tecnológico	Semi - manual	Más automatizada	Mejora tecnológica	Mayor eficiencia productiva
Alcance de mercado	Local	Regional / mayor cobertura	Expansión potencial	Mejora la competitividad
Riesgo y rentabilidad	Riesgo moderado, retorno limitado	Mayor inversión con mayor retorno esperado	Incremento moderado	Proyecto con mejor proyección económica

En la Tabla 5.95., se muestra la nueva inversión incrementa en **USD 400,000.00** respecto a la planta actual, reflejando una clara estrategia de expansión productiva. Este aumento permitirá mejorar la infraestructura, modernizar los equipos y optimizar el nivel tecnológico del proceso. En consecuencia, se prevé un mayor volumen de producción y una ampliación del mercado más allá del ámbito local. Aunque implica un mayor riesgo financiero, la inversión proyecta mejores niveles de rentabilidad y competitividad a largo plazo.

### 5.4. Objetivo 3: Desarrollar una distribución de planta que cumpla con principios técnicos, acorde a las necesidades de procesamiento y embalaje de cubetas para huevos.

#### 5.4.1. Selección de tamaño de planta

La fábrica Velpack, dimensionada para una capacidad máxima de 6,392.000 unidades, lo que equivale a 63.920 pacas de 100 unidades anuales, fundamenta esta decisión en la disponibilidad de materia prima y la proyección de la demanda avícola. Esta escala de producción le permite aprovechar economías significativas, optimizando costos unitarios

y evitando futuras inversiones en ampliación. La viabilidad económica de este tamaño se garantiza mediante un exhaustivo análisis financiero y un plan de financiamiento externo que cubre toda la inversión inicial requerida.

#### 5.4.2. Recursos de Capacidad

##### Análisis del proceso productivo

Para dimensionar de manera precisa la cantidad de operarios y la maquinaria necesaria en la nueva planta de cubetas para huevos, se realizó un análisis exhaustivo basado en el levantamiento procesos que esta al inicio de este estudio.

De ese estudio de tiempos, se seleccionaron los valores que agregan valor directamente al proceso de fabricación de las cubetas. Específicamente se tomaron todos los tiempos ya que no existen tiempos muertos.

**Desplazamiento:** Se descartaron los tiempos de movimiento, ya que estaban asociados a un diseño de planta de tamaño pequeño a diferencia del nuevo proyecto para una planta de tamaño mediano.

**Búsqueda de materiales:** De igual manera, se ignoraron los tiempos dedicados a la localización o búsqueda de pulpa elaborada de cartón y dúplex, puesto estos dependen de la organización interna que se proyecte en esta nueva fábrica

Con base en esta selección, se elaboró la Tabla 5.96. La cual estructura la información de la siguiente manera:

**Columna 1:** Detalla las actividades esenciales de la fabricación.

**Columna 2:** Indica el Tiempo Estándar requerido para completar esa actividad, expresado en horas-hombre por unidad producida.

**Columna 3:** Clasifica la actividad según su naturaleza como Interna (ejecutada solo cuando la máquina está parada) o Externa (ejecutable mientras la máquina opera)

Tabla 5.96. Análisis de procesos operativos

Actividad	Ts (seg-H/u)	Tipo de actividad	Ts (seg-M/U)	MÁQUINAS
Libera la orden de producción	10,3	Externa		NINGUNA
Configuración de máquina	1284,7	Interna	1284,7	
Verificación de cubetas	14,5	Externa		
Reconfiguración de la maquinaria	835,1	Interna	835,1	
Cumplir la meta	28,6	Externa		
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>2173,3</b>		<b>2173,3</b>	NINGUNA
Ingreso del camión	448,5	Externa		

Descarga de camión	2198,3	Interna	2198,3	
Verificación de material	436,0	Externa		
Clasificación	875,4	Externa		
Notificación	67,8	Externa		
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>4025,9</b>		<b>4025,9</b>	
Recolección	1783,17	Externa		HIDROPULPER
Pesos	30,32	Externa		
Ingreso de Material a máquina	906,78	Interna	906,78	
Descarga de pulpa	446,75	Interna	446,75	
Limpieza	445,68	Externa		
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>3612,7</b>		<b>3612,7</b>	
Mezcla de Químicos	66,96	Interna	66,96	PRENSA AUTOMÁTICA
Colocar químicos en el tanque 2	66,83	Interna	66,83	
Ingreso de insumos	58,48	Externa		
Ingreso de mezcla a la prensa	8,44	Interna	8,44	
Obtención de cubeta	14,01	Interna	14,01	
Secado	7,69	Interna	7,69	
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>222,41</b>		<b>222,41</b>	
Ingreso de cubetas al Horno	3,57	Interna	3,57	HORNO DE SECADO
Inspección de cubetas	4,72	Externa		
Desfibrado	27,50	Interna	27,50	
<b>Sumatoria del subproceso</b>	<b>35,78</b>		<b>35,78</b>	
Recolección	15,77	Externa		PRENSA NEUMÁTICA
Conformación de pacas de 100 unid	337,86	Interna	337,86	
Compactación neumática de pacas	94,57	Interna	94,57	
Estibar en la plataforma móvil	30,77	Externa		
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>448,20</b>		<b>448,20</b>	
Traslado de producto	67,54	Externa		MONTA CARGA
Organización por lote	29,26	Externa		
Acomodar en palets	588,54	Externa		
Registro de cantidad almacenada	14,77	Externa		
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>700,11</b>		<b>700,11</b>	
Recibe la orden de trabajo	14,55	Externa		MONTA CARGA
Se dirige al área de producto final	70,69	Externa		
Selección de cubetas correspondientes	14,28	Externa		
Embarque de cubetas	840,70	Interna	841,53	
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>940,21</b>		<b>841,53</b>	

- **Cálculo de maquinaria**

Se determino la cantidad de maquinaria necesaria (Tanto la teórica como la real) en la planta, es fundamental obtener primero ciertos datos específicos

Estos datos esenciales se encuentran detallados en la Tabla 5.96, y serán la base para realizar los cálculos subsiguientes del número de máquinas.

Tabla 5.97. Cálculo de maquinaria

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Justificación</b>
Demanda (T. Max)	6,392.000 unidades/año	Unidades/año	Estos resultados obtenidos son del pronóstico de la demanda previamente calculada, se tomó como base el valor del tamaño máximo
Turnos	3	por día	Para futura recomendación hasta que la planta no esté establecida en su totalidad no se recomienda para a los operadores horas extras no turnos dobles
Jornada	8	Horas/día	La jornada de trabajo considerada para este proyecto es la ordinaria o estándar, la cual se rige por la estipulado en el Código de trabajo la cual menciona que es de lunes a viernes, 8 horas diarias, 40 horas semana
Almuerzo	30	Minutos/jornada	Cabe destacar que este tiempo no está establecido dentro de las 8 horas de trabajo, según el código del trabajador
Break	5	Minutos/jornada	Ideal para que los operadores puedan hacer pausas activas.
Eficiencia esperada	90	%	Ningún trabajador puede dar el 100%, ya que por la fatiga y distracciones no se llega a la una eficiencia completa
Días Laborables	5	Días/semana	El código del trabajador del Ecuador, el trabajo ordinario-normal, se da de lunes a viernes y depende de la gerencia si da un día más de trabajo
Semanas	48	Semanas/año	Se considera la jornada laboral estándar de 40 horas semanales vigente en Ecuador, este proyecto asume un total de 48 semanas productivas al año, lo que resulta en un promedio de 240 días de trabajo efectivo a lo largo del periodo anual.
Tiempo Disponible	9500	Minutos/mes	Este cálculo se obtiene de la multiplicación del tiempo de la jornada (restando el tiempo del Break) por los días al mes, 20 en este 20

Se realizó el cálculo la cantidad de maquinaria requerida por tipos, se implementó un primer filtro de la Tabla 5.97., seleccionado exclusivamente las actividades internas.

Las actividades internas son aquellas operaciones donde la máquina debe estar detenida para su ejecución ( es decir, el tiempo en que la maquina no está produciendo). Al enfocarse solo en estos tiempos se aplicó la siguiente ecuación ( a menudo la fórmula de capacidad o número de máquinas teóricas) para obtener los resultados

$$\text{Número de Máquinas Teóricas} = \frac{\text{Tiempo total requerido}}{\text{tiempo disponible}} \quad (16)$$

#### 5.4.2.1.Resultados

##### Tiempo total requerido

$$\text{Tiempo Total requerido} = \frac{6,392.000 \text{ unidades}}{20 \text{ unides/minuto}} = 319.600 \text{ minutos}$$

##### Tiempo disponible

$$\begin{aligned} \text{Tiempo disponible por máquina} &= 8 \frac{\text{horas}}{\text{días}} * 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 48 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} \\ &= 1920 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Descuento de pausas} &= 5 \frac{\text{min}}{\text{días}} * 5 \frac{\text{días}}{\text{semana}} * 48 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} = 1200 \frac{\text{horas}}{\text{año}} \\ 115.200 - 1200 &= 114.000 \frac{\text{minutos}}{\text{año}} \end{aligned}$$

$$\text{Aplicando eficiencia del 90\%} = 114.000 * 0.90 = 120.600 \text{ minutos año}$$

##### Número de Máquinas teóricas

$$= \frac{319.600 \text{ min/año}}{120.600 \text{ min}/(\text{año} * \text{máquina})} = \mathbf{3.11}$$

Se requiere teóricamente 3,11 maquinas pero en términos prácticos se requieren 4 máquinas instaladas

Finalmente, los cálculos pertinentes los resultados específicos del número de máquinas para cada operación se presenta en la tabla 5.98.

Tabla 5.98. Número de maquinarias

Actividad	Tipo de actividad	Ts seg/unid)	MAQUINAS
Libera la orden de producción	Interna	10,3	NINGUNA
Configuración de máquina	Interna	1284,7	
Verificación de cubetas	Interna	14,5	
Reconfiguración de la maquinaria	Interna	835,1	
Cumplir la meta		28,6	
<b>Sumatoria del proceso</b>	Interna	<b>2173,3</b>	NINGUNA
Ingreso del camión	Interna	448,5	
Descarga de camión	Interna	2198,3	
Verificación de material		436,0	
Clasificación	Interna	875,4	
Notificación	Interna	67,8	
<b>Sumatoria del proceso</b>	Interna	<b>4025,9</b>	HIDROPULPER
Recolección	Interna	1783,17	
Pesos	Interna	30,32	
Ingreso de Material a máquina	Interna	906,78	
Descarga de pulpa	Interna	446,75	
Limpieza	Interna	445,68	
<b>Sumatoria del proceso</b>		<b>3612,7</b>	PRENSA AUTOMÁTICA
Mezcla de Químicos	Interna	66,96	
Colocar químicos en el tanque 2	Interna	66,83	
Ingreso de insumos	Interna	58,48	
Ingreso de mezcla a la prensa	Interna	8,44	
Obtención de cubeta	Interna	14,01	
Secado	Interna	7,69	
<b>sumatoria del proceso</b>		<b>222,41</b>	HORNO DE SECADO
Ingreso de cubetas al Horno	Interna	3,57	
Inspección de cubetas	Interna	4,72	
Desfibrado	Interna	27,50	
<b>sumatoria del subproceso</b>		<b>35,78</b>	PRENSA NEUMÁTICA
Recolección	Interna	15,77	
Conformación de pacas de 100 unid	Interna	337,86	
Compactación neumática de pacas	Interna	94,57	
Estibar en la plataforma móvil	Interna	30,77	
<b>Sumatoria del proceso</b>		<b>448,20</b>	MONTA CARGA
Traslado de producto	Interna	67,54	
Organización por lote	Interna	29,26	
Acomodar en palets	Interna	588,54	
Registro de cantidad almacenada	Interna	14,77	
<b>Sumatoria del proceso</b>		<b>700,11</b>	MONTA CARGA
Recibe la orden de trabajo	Interna	14,55	
Se dirige al área de producto final	Interna	70,69	
Selección de cubetas correspondientes	Interna	14,28	

Embarque de cubetas	Interna	840,70
<b>Sumatoria del proceso</b>	Interna	<b>940,21</b>

A continuación se muestra en la tabla 5.99, el número de máquinas teóricas para el proceso de fabricación de cubetas para huevos.

Tabla 5.99. Total N° de máquinas

Máquina	Ts	N° Teórico
Hidropulper	3612.7	1
Prensa	222.41	1
Horno	35.78	1
Prensa Hidráulica	448.20	1

### Cálculo de mano de Obra

Para determinar el número de operarios requeridos, se seleccionaron y analizaron exclusivamente las actividades externas de la tabla de tiempos estándar, aquellas que demanda la intervención completa del personal durante la operación. Este enfoque permitió calcular con precisión la carga de trabajo directa asignable al recurso humano. Los resultados de este análisis, presentados en la Tabla 5.100., especifica la cantidad de operarios necesarios para cada actividad indentificada.

Tabla 5.100. Cálculo de mano obra

Actividad	Ts (seg- H/u)	Tipo de actividad	N° Teórico
Libera la orden de producción	10,3	Externa	1,43
Configuración de máquina	1284,7	Externa	
Verificación de cubetas	14,5	Externa	
Reconfiguración de la maquinaria	835,1	Externa	
Cumplir la meta	28,6	Externa	
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>2173,3</b>		2,65
Ingreso del camión	448,5	Externa	
Descarga de camión	2198,3	Externa	
Verificación de material	436,0	Externa	
Clasificación	875,4	Externa	
Notificación	67,8	Externa	
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>4025,9</b>		2,38
Recolección	1783,17	Externa	
Pesos	30,32	Externa	
Ingreso de Material a máquina	906,78	Externa	
Descarga de pulpa	446,75	Externa	

Limpieza	445,68	Externa	
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>3612,7</b>		
Mezcla de Químicos	66,96	Externa	0,15
Colocar químicos en el tanque 2	66,83	Externa	
Ingreso de insumos	58,48	Externa	
Ingreso de mezcla a la prensa	8,44	Externa	
Obtención de cubeta	14,01	Externa	
Secado	7,69	Externa	
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>222,41</b>		
Ingreso de cubetas al Horno	3,57	Externa	0,02
Inspección de cubetas	4,72	Externa	
Desfibrado	27,50	Externa	
<b>Sumatoria del subproceso</b>	<b>35,78</b>		
Recolección	15,77	Externa	0,29
Conformación de pacas de 100 unid	337,86	Externa	
Compactación neumática de pacas	94,57	Externa	
Estibar en la plataforma móvil	30,77	Externa	
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>448,20</b>		
Traslado de producto	67,54	Externa	0,46
Organización por lote	29,26	Externa	
Acomodar en palets	588,54	Externa	
Registro de cantidad almacenada	14,77	Externa	
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>700,11</b>		
Recibe la orden de trabajo	14,55	Externa	0,62
Se dirige al área de producto final	70,69	Externa	
Selección de cubetas correspondientes	14,28	Externa	
Embarque de cubetas	840,70	Externa	
<b>Sumatoria del proceso</b>	<b>940,21</b>		
<b>Total de mano de obra</b>	<b>12158.61</b>		<b>8</b>

### 5.4.3. Dimensionamiento de Instalaciones

#### Método de Guerchet

Se aplicó el método de guerchet para determinar y optimización de la distribución de las áreas dentro de la planta, considerando las relaciones de proximidad existentes entre los diferentes procesos productivo. Los resultados obtenidos mediante la aplicación de este método se refleja en las tablas correspondientes, evidenciado una disposición espacial más eficiente que mejora el flujo de materiales y reduce los recorridos innecesarios

**A. Dimencionamiento de área administrativa**

Los resultados se muestran en la Tabla 5.101..

Tabla 5.101. Área administrativa

ÁREA ADMINISTRATIVA														
N°	Elementos fijos	CANTIDAD	N° DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE GRAVITATORIA	VOLUMEN TOTAL	Ss + Sg	K	SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN	SUPERFICIE TOTAL
		n	N	L(m)	A(m)	H(m)	Ss	Área x n	Sg=Ss x N	Área Total x H			Se = K(Ss + Sg)	St = (Ss + Sg + Se) x n
1	Escritorio	2	1	1,20	0,50	0,70	0,6	1,2	0,6	0,84	1,2	0,07	0,08	2,568
2	Sofá	2	1	1,50	1,50	0,70	2,25	4,5	2,25	3,15	4,5		0,32	9,63
3	Sillas	2	1	0,50	0,70	0,80	0,35	0,7	0,35	0,56	0,7		0,05	1,498
4	Estantes	1	1	0,80	0,75	1,50	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2		0,08	1,284
													<b>TOTAL</b>	<b>12,41</b>
N°	Elementos móviles		CANTIDAD			Ss	ALTURA	Ss*n*	Ss*n					
			N			H(m)	H							
1	OPERADOR		2			0,5	1,65	1,65	1					
hef	Fijos	11,1		K	0,07									
hem	móviles	1,65												

## B. Dimensionamiento del área de materia prima

Los resultados se muestran en la Tabla 5.102.

Tabla 5.102. Área de materia prima

ÁREA DE MATERIA PRIMA														
N°	Elemento	CANTIDAD	N° DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE GRAVITATORIA	VOLUMEN TOTAL	Ss + Sg	K	SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN	SUPERFICIE TOTAL
		n	N	L(m)	A(m)	H(m)	Ss	Área x n	Sg=Ss x N	Área Total x H			Se = K(Ss + Sg)	St = (Ss + Sg + Se) x n
	Escritorio	1	1	1,20	1,50	0,70	1,8	1,8	1,8	1,26	3,6	0,01	0,04	3,64
1	palets	8	4	4,50	2,50	0,15	11,25	90	45	13,5	56,25	0,01	0,56	454,50
													<b>TOTAL</b>	<b>458,14</b>

N°	Elemento móvil		CANTIDAD	Ss	ALTURA	Ss*n*H	Ss*n
			n		H(m)		
1	OPERADOR		2	0,5	1,65	1,65	1
hef	Fijos	103,50	K	0,01			
hem	móviles	1,65					

### C. Dimensionamiento de área de producto terminado

Los resultados se muestran en la Tabla 5.103.

Tabla 5.103. Área de producto terminado

ÁREA DE PRODUCTO TERMINADO														
N°	Elementos fijos	CANTIDAD	N° DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE GRAVITATORIA	VOLUMEN TOTAL	Ss + Sg	K	SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN	SUPERFICIE TOTAL
		n	N	L(m)	A(m)	H(m)	Ss	Área x n	Sg=Ss x N	Área Total x H			Se = K(Ss + Sg)	St = (Ss + Sg + Se) x n
1	Palets	6	4	4,50	2,50	0,15	11,25	67,5	45	10,125	56,25	0,011	0,62	341,21
													<b>TOTAL</b>	<b>341,21</b>

N°	Elemento móvil			Ss	ALTURA	Ss*n*H	Ss*n
	CANTIDAD				H(m)		
1	OPERADOR			2	0,5	1,7	1,7

hef	Fijos	77,63	K	0,011
hem	móviles	1,70		

### D. Dimensionamiento Servicios Higiénicos

Los resultados se muestran en la Tabla 5.104.

Tabla 5.104. Servicios Higiénicos

SERVICIOS HIGIÉNICOS														
N°	Elementos fijos	CANTIDAD	N° DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE GRAVITATORIA	VOLUMEN TOTAL	Ss + Sg	K	SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN	SUPERFICIE TOTAL
		n	N	L(m)	A(m)	H(m)	Ss	Área x n	Sg=Ss x N	Área Total x H			Se = K(Ss + Sg)	St = (Ss + Sg + Se) x n
1	Urinario	1	1	0,25	0,3	0,38	0,075	0,075	0,075	0,0285	0,15	0,13	0,08	0,23
2	Excusado	4	1	0,7	0,4	0,84	0,28	1,12	0,28	0,9408	0,56		0,32	3,51
3	Lava manos	4	1	0,6	0,46	0,75	0,276	1,104	0,276	0,828	0,552		0,31	3,46
4	Ducha	1	1	0,30	2,50	0,15	0,75	0,75	0,75	0,1125	1,5		0,85	2,35
													<b>TOTAL</b>	<b>2,35</b>

N°	Elemento móvil			CANTIDAD	Ss	ALTURA	Ss*n*H	Ss*n
	n	H(m)						
1	OPERADOR			8	0,5	1,65	6,6	4
hef	Fijos	6,27		K	0,13			
hem	móviles	1,65						

### E. Dimensionamiento para Vestidores

Los resultados se muestran en la Tabla 5.105.

Tabla 5.105. Vestidores

VESTIDORES														
N°	Elementos fijos	CANTIDAD	N° DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA A	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE GRAVITATORIA	VOLUMEN TOTAL	Ss + Sg	K	SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN	SUPERFICIE TOTAL
		n	N	L(m)	A(m)	H(m)	Ss	Área x n	Sg=Ss x N	Área Total x H			Se = K(Ss + Sg)	St = (Ss + Sg + Se) x n
1	Vestidor	1	1	2,00	1,50	4,00	3	3	3	12	6	0,06	0,36	6,36
1	Lockers	16	1	0,30	0,30	1,80	0,09	1,44	0,09	2,592	0,18		0,01	3,05
													<b>TOTAL</b>	<b>3,05</b>

N°	Elemento móvil			CANTIDAD	Ss	ALTURA	Ss*n*H	Ss*n
				n		H(m)		
1	OPERADOR			8	0,5	1,7	6,8	4
hef	Fijos	14,30		K	0,06			
hem	móviles	1,70						

## F. Dimensionamiento para el comedor

Los resultados se muestran en la Tabla 5.106.

Tabla 5.106. Comedor

COMEDOR														
N°	Elementos fijos	CANTIDAD	N° DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE GRAVITATORIA	VOLUMEN TOTAL	Ss + Sg	K	SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN	SUPERFICIE TOTAL
		n	N	L(m)	A(m)	H(m)	Ss	Área x n	Sg=Ss x N	Área Total x H			Se = K(Ss + Sg)	St = (Ss + Sg + Se) x n
1	Mesa de comedor	1	1	1,3	0,5	0,9	0,65	0,65	0,65	0,585	1,3	0,20	0,78	2,08
2	Sillas	4	1	0,7	0,4	0,84	0,28	1,12	0,28	0,9408	0,56		0,34	3,58
3	Estante	2	1	1,8	0,5	0,65	0,9	1,8	0,9	1,17	1,8		1,08	5,76
4	Cocina	1	1	0,6	0,46	0,75	0,276	0,276	0,276	0,207	0,552		0,33	0,88
5	Refrigeradora	1	1	0,30	2,50	0,15	0,75	0,75	0,75	0,1125	1,5		0,90	2,40
													<b>TOTAL</b>	<b>2,40</b>

N°	Elemento móvil			CANTIDAD	Ss	ALTURA	Ss*n*H	Ss*n
				n		H(m)		
1	OPERADOR			8	0,5	1,65	6,6	4
hef	Fijos	4,05		K	0,20			
hem	móviles	1,65						

### G. Dimensionamiento área de producción

Los resultados se muestran en la Tabla 5.107.

Tabla 5.107. Área de producción

ÁREA DE PRODUCCIÓN														
N°	Elementos	CANTIDAD	N° DE LADOS	LARGO	ANCHO	ALTURA	ÁREA	ÁREA TOTAL	SUPERFICIE GRAVITATORIA	VOLUMEN TOTAL	Ss + Sg	K	SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN	SUPERFICIE TOTAL
		n	N	L(m)	A(m)	H(m)	Ss	Área x n	Sg=Ss x N	Área Total x H			Se = K(Ss + Sg)	St = (Ss + Sg + Se) x n
1	Transportador SY-100-710	1	1	7,10	1,00	1,20	7,1	7,1	7,1	8,52	14,2	0,09	1,28	15,478
2	Hidropulper ZSJD-3	1	1	2,50	2,50	3,00	6,25	6,25	6,25	18,75	12,5		1,13	13,625
3	Cibra vibratoria ZSK-2	2	2	2,00	1,50	1,50	3	6	6	9	9		0,81	19,62
4	Agitador JB-160-210	2	1	1,60	1,60	1,50	2,56	5,12	2,56	7,68	5,12		0,46	11,1616
5	Desarenador	1	1	3,00	1,50	2,00	4,5	4,5	4,5	9	9		0,81	9,81
6	Refinador de doble disco	1	4	3,00	1,50	2,50	4,5	4,5	18	11,25	22,5		2,03	24,525
7	Máquina formadora XZ8-16040	1	4	4,00	2,00	3,50	8	8	32	28	40		3,60	43,6
8	Sistema agua alta presión GYS-5,5	1	4	2,00	1,00	1,50	2	2	8	3	10		0,90	10,9
9	Separación aire-agua	1	4	3,00	2,00	2,50	6	6	24	15	30		2,70	32,7
10	Bomba vacío anillo agua	1	4	1,00	0,50	0,80	0,5	0,5	2	0,4	2,5		0,23	2,725
11	Torre de enfriamiento RFRH20	1	1	1,50	1,50	3,00	2,25	2,25	2,25	6,75	4,5		0,41	4,905
12	Compresor de aire	1	4	2,50	1,50	2,00	3,75	3,75	15	7,5	18,75		1,69	20,4375

1 3	Línea secado 6 pasos H06-16033-14-E	1	4	30,00	1,60	3,50	48	48	192	168	240	21,60	261,6
1 4	Plataforma operaciones PH-6	1	-	2,00	1,50	1,00	3	3	-	3	-	-	-
1 5	Apilador D84-32	1	-	1,50	1,50	2,50	2,25	2,25	-	5,625	-	-	-
<b>TOTAL</b>		<b>471,09</b>											

<b>Fijos</b>	15	<b>Hem</b>	36,75		<b>Hem</b>			
<b>Moviles</b>	2	<b>Hem</b>	7	5,25		14	0,5*hem/hef	0,09
<b>Fijos</b>	28,5	<b>Hef</b>	42070,275		<b>Hef</b>			
<b>Moviles</b>	3,5	<b>Hef</b>	1476,15	28,5		6412,5		

#### 5.4.3.1. Resumen total de área necesaria

A continuación en la Tabla 5.108., se muestra la cantidad de área en metros cuadrados necesarias para la nueva distribución de planta.

Tabla 5.108. Resumen Total de área 5,81

<b>Resumen Total de área necesaria</b>	
<b>Área</b>	<b>M<sup>2</sup> necesarios</b>
Área producción	471,09
Área administrativa	12,41
Área de materia prima	458,14
Área de producto terminado	341,21
Servicios Higiénicos	2,35
Vestidores y lockers	3,05
Comedor	2,40
<b>TOTAL (m<sup>2</sup>)</b>	<b>1290,65</b>

#### 5.4.3.2. Consideraciones legales

Dado que el centro de operaciones estratégicas y la planta de fabricación de cubetas de pulpa se establecerán en el cartón Latacunga, Provincia de Cotopaxi, se ha procedido con la estructuración del marco jurídico y regulatorio aplicable.

Este análisis se fundamenta estrictamente en la normativa vigente, con especial énfasis en el Decreto Ejecutivo 255 y las ordenanzas municipales de ordenamiento territorial locales. A continuación, se detallan las directrices legales, ambientales y operativas que rigen el proyecto, clasificadas según su ámbito de aplicación para garantizar el cumplimiento normativo integral de la empresa.

#### **Título 1. De la higiene industrial**

##### **Diseño y distribución de planta: Cumplimiento Normativo y Operativo**

Para la implementación de la planta de producción de cubetas, el diseño arquitectónico e industrial debe alinearse con las exigencias de seguridad y salud ocupacional (basadas en el **Decreto 2393** y normativas concordantes), bajo los siguientes criterios:

1. **Circulación y Dimensionamiento de Áreas (Art.10):** El layout de la fabrica debe garantizar flujos logísticos seguros. Dado que el manejo de cubetas se pulpa moldeada implica el transito constante de materia prima y producto terminado, se debe diseñar pasillos de gran amplitud y zonas de maniobra que no presenten obstrucciones. El dimensionamiento no solo atenderá la ubicación de la

maquinaria de moldeo, sino que reservará espacios críticos para la evacuación rápida, el mantenimiento de los sistemas de vacío y el tránsito fluido de montacargas o carretillas. Los suelos en el área de preparación de pulpa (donde hay presencia de humedad) debería ser estrictamente antideslizantes, nivelados y de alta resistencia.

2. **Condiciones Ambientales: Iluminación y Ventilación:** La distribución de las estaciones de trabajo se optimizará para aprovechar la luz natural, complementándola con sistemas artificiales que alcancen los luxes requeridos para el control de calidad de la cubeta. En el área de secado, donde se generan altas temperaturas, el diseño debe integrar aberturas estratégicas o sistemas de extracción forzada que garanticen la renovación constante de aire, evitando el estrés térmico de los operarios y la acumulación de vapores.
3. **Control de Riesgos Físicos (Art. 4):** El ruido generado por las bombas de vacío y los compresores será mitigado desde la fase de construcción mediante el aislamiento mecánico y la instalación de barreras acústicas. Se priorizará el confinamiento de estas fuentes de ruido en compartimentos separados o cabinas insonorizadas, integrando tratamientos absorbentes en techos y muros para mantener los niveles de decibelios dentro de los límites legales permitidos en Latacunga.
4. **Seguridad en Maquinaria y Equipos (Art. 14):** La configuración de la línea de producción (desde el hidropulper hasta la apiladora) debe permitir un acceso de 360° para labores de mantenimiento preventivo. Se prohíbe la obstrucción de tableros eléctricos y puntos de control. Además, la distribución celular o lineal de los equipos debe dejar espacio suficiente para la instalación de resguardos físicos en todas las partes móviles de la prensa de moldeo, asegurando que la operación diaria no comprometa la integridad física del personal.

## **Título 2. De la prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales.**

Para asegurar la salud integral de los colaboradores en la fabricación de cubetas, el diseño de la planta en Latacunga debe completar los parámetros preventivos:

1. **Ergonomía desde el Origen y Antropometría (art. 18 y 19):** el dimensionamiento de las estaciones de trabajo (especialmente en las áreas de empaque y control de calidad) no debe ser estático. Se requiere la implementación de mobiliario industrial ajustable y herramientas dispuestas de forma que se

eliminen alcances forzados. Cada puesto debe diseñarse bajo criterios antropométricos, asegurado que las alturas de las mesas y superficies de inspección se adapten a las dimensiones físicas de los operarios, evitando así lesiones musculoesqueléticas por posturas mantenidas.

- 2. Manipulación Mecanizada de Cargas y Protección a la Maternidad (Art. 20 y 23):** dada la naturaleza del producto (pacas de 100 unidades que pueden ser voluminosas), el layout de planta debe priorizar la eliminación del levantamiento manual mediante el uso de bandas transportadoras, mesas de rodillos y estaciones de carga asistida. En los casos donde la carga manual sea estrictamente necesaria, se respetarán los límites de peso por ley. Asimismo, la organización del trabajo debe permitir la reubicación inmediata de trabajadoras gestantes a estaciones que no exijan esfuerzos físicos ni posturas comprometidas, garantizando su seguridad desde la fase de planificación operativa.
- 3. Control de Movimientos Repetitivos y Confort Ambiental (Art. 21, 22, 25 y 26):** la línea de producción debe fomentar la alternancia de tareas para evitar la fatiga por movimientos clínicos en el apilado. Debido que el proceso de secado de la pulpa genera una carga térmica significativa, es imperativo diseñar sistema de ventilación mecánica y climatización que mantengan una temperatura confortable, considerando el clima frío de Latacunga para evitar el choque térmico. Además, se empleará materiales absorbentes en techos y cerramientos para controlar la reverberación y el ruido ambiental generado por la maquinaria
- 4. Flexibilidad y Revalorización del riesgo (Art.27):** La arquitectura de la planta debe ser flexible para permitir futuras actualizaciones tecnológicas sin degradar las condiciones de confort. Se establecerá un protocolo de revaloración ergonómica ante cualquier cambio en el proceso productivo, integrando la identificación de riesgos desde el análisis inicial de los flujos de trabajo.
- 5. Bienestar Psicosocial y Entorno Funcional:** Aunque estos riesgos son de naturaleza organizativa, el diseño físico de la fábrica en Latacunga contribuirá a su mitigación mediante la creación de áreas de descanso, zonas de alimentación aisladas del ruido de producción y espacios que promuevan una integración segura. Una distribución espacial ordenada y acústicamente tratada reducirá la carga mental, el estrés laboral y la sensación de aglomeración, favoreciendo al entorno laboral de producción tomando medidas con cautela y mejorando el flujo y su productividad.

## **Título 3. De la seguridad en el trabajo**

### **Capítulo 1. De los riesgos locativos**

#### **1. Seguridad en Maquinaria y Distribución de Equipos**

El diseño de la fábrica debe priorizar la protección en las líneas de conformado y prensado de cubetas. Es obligatorio instalar **barreras físicas y sistemas de pareada de emergencia** en todas las partes móviles de las maquinas moldeadoras (Art. 29). Esto define como se agrupan las máquinas y la creación de perímetros de seguridad para los operarios. Asimismo, la infraestructura eléctrica (tableros y cableado) debe estar aislada y con descarga a tierra para prevenir fallos por la humedad propia del proceso de pulpa.

#### **2. Espacios de Trabajo y Flujos de Evacuación**

Para evitar el hacinamiento y garantizar la operatividad, cada estación de trabajo (como las mesas de inspección o empaque de cubetas) debe contar con al menos **2 m<sup>2</sup> de espacio libre** y una separación de un metro entre operarios (Art. 32). El diseño de la planta (layout) debe eliminar cuellos de botella y asegurar que las rutas de escape estén libres de obstáculos y lejos de las calderas o áreas de almacenamiento de químicos para el papel, integrándose de forma lógica con el flujo de producción.

#### **3. Infraestructura y Circulación Segura**

Los suelos deben ser de materia **antideslizante e impermeable** (Art. 34), un punto crítico debido al uso constante de agua en la preparación de la pulpa. Se deben incluir drenajes estratégicos para evitar inundaciones. Para el tránsito de personal y técnicos de mantenimiento, se debe respetar un ancho mínimo de **1.50 metros** entre las maquinas y las paredes, garantizando un acceso rápido en caso de averías y emergencias.

#### **4. Control Ambiental: Ventilación y Estructura**

Dada la alta carga térmica de los hornos de secado de las cubetas, la planta requiere un sistema de **ventilación (natural o mecánica)** que extraiga el calor y la humedad (Arts. 32, 46). Las cubiertas y paredes deben ofrecer aislamiento térmico, especialmente en climas como el de Guayaquil, para proteger al personal de la radiación solar y el calor interno del proceso industrial (Arts. 47, 48).

#### **5. Emergencias y Primeros Auxilios**

Las salidas de emergencia deben estar dimensionadas según el número de trabajadores, contar con iluminación autónoma, señalética visible en la oscuridad y barras antipánico (Art. 59). Además, cerca de la zona donde se manipule aditivos químicos para la pulpa, es indispensable la instalación de **duchas de emergencia y estaciones lavaojos** de fácil acceso (Arts. 43, 44).

#### **6. Almacenamiento y Normativa en Construcción**

Se debe segregar estrictamente el área de materia prima (cartón y dúplex) de los productos terminados para evitar contaminación cruzada. Los productos inflamables deben almacenarse en zonas específicas con sensores de fugas y sistemas contra incendios (Art. 30). Cualquier expansión o remodelación de la planta debe ser supervisada por un técnico de seguridad y cumplir con las normas estructurales ecuatorianas (Art. 31).

#### **7. Bienestar e Higiene del Personal**

Finalmente, el diseño arquitectónico debe incluir áreas dignas para el personal: **vestuarios, duchas, comedores y zonas de descanso** (Arts. 35, 42). Estos espacios deben estar conectados a redes sanitarias eficientes y ubicarse lejos de ruidos de las maquinas refinadoras de pulpa o del calor de los secadores para garantizar el confort del trabajo.

### **Capítulo 2. De los riesgos locativos**

- 1. Blindaje y Protección de Maquinaria (Art. 69, 72):** La ubicación de los equipos (especialmente la unidad de moldeo y la línea de prensado) debe prever separaciones que permitan una operatividad segura. Es obligatorio integrar **resguardos físicos** sólidos y sistemas de anclaje que protejan al personal de atrapamiento en las partes móviles de la maquinaria. El diseño de la planta debe facilitar que estas protecciones se instalen y mantengan sin interrumpir el flujo continuo de la pulpa ni el proceso de secado.
- 2. Control Crítico y Respuestas Inmediata (Arts. 65 y 75):** El diseño de cada estación de trabajo debe priorizar la **visibilidad y el acceso inmediato a los mandos de parada de emergencia**. Los operarios deben poder detener la línea de producción de forma instantánea ante cualquier anomalía. Por ello, el dimensionamiento de las áreas de control no solo debe considerar el espacio físico del equipo, sino una zona despejada que garantice una interacción rápida con los sistemas de seguridad y una señalética clara.

3. **Gestión de Herramientas y Mantenimiento (Arts. 66, 77, 78):** Cada puesto de trabajo debe cumplir con estándares que permitan una postura de pies y manos, facilitando movimientos seguros durante la manipulación de las cubetas de pulpa moldeada para huevos. Las rutas internas de la fábrica deben estar libres de obstrucciones para el movimiento de herramientas y piezas de repuestos, respetando siempre las distancias mínimas entre máquinas para evitar colisiones y facilitar el paso de equipos auxiliares o personal de emergencia.
4. **Gestión de herramientas y mantenimiento (Arts. 66, 77, 78):** Se debe designar áreas específicas para el almacenamiento técnico y el mantenimiento preventivo de herramientas manuales y portátiles. Estas zonas estarán distribuidas de manera funcional dentro de la planta para evitar el uso de herramientas inadecuadas y permitir inspecciones de seguridad constantes, minimizando riesgos mecánicos asociados al desgaste o mala manipulación.
5. **Vías de circulación y zonas de peligro (Arts. 73, 74):** La distribución final debe asegurar que todos los pasillos de paso estén debidamente señalizados y despejados, especialmente aquellos que conducen a puntos de evacuación y controles críticos. Las máquinas que presenten riesgos por transmisiones o elementos móviles deben situarse respetando márgenes de seguridad perimetrales, permitiendo la coexistencia de una producción eficiente con la máxima protección del trabajador.

### **Capítulo 3. De Los Riesgos Eléctricos**

#### **Gestión de la Infraestructura y Mantenimiento Eléctrico Seguro**

1. **Mantenimiento Preventivo y Diseño de Áreas Técnicas (Art. 84):** Aunque la infraestructura eléctrica base se considera parte de la inversión inicial en obra civil, la normativa exige que el diseño de la planta facilite la **Inspección periódica y segura**. Se deben definir áreas de control eléctrico con ventilación óptima y acceso limitado a personal autorizado. El espacio alrededor de los tableros principales de las maquinas de moldeo y bombas de vacío debe permitir la movilidad sin restricciones del personal técnico, garantizando que el reemplazo de dispositivos de protección (como disyuntores o Interruptores de Falla a Tierra GFCI) se realice de forma ágil y segura, evitando que un fallo local afecte la red general de la fábrica.

2. **Protocolos para Trabajos con Tensión (TCT) (Arts. 89 y 90):** Dada la necesidad de mantener la producción activa, ciertas tareas de ajuste o diagnóstico podrían requerir trabajos con tensión. El layout industrial debe prever **zonas técnicas especializadas y aisladas**, equipadas con soportes aislantes certificados y condiciones ambientales que minimicen riesgos de arco eléctrico. Estas estaciones deben estar diseñadas para que el personal capacitado ejecute procedimientos de alta seguridad sin interferir con las áreas de preparación de pulpa o empaque, asegurando que el monitoreo del riesgo eléctrico sea constante y preventivo.
3. **Integración con el Análisis Financiero:** Es importante destacar que, si bien los costos de instalación eléctrica están absorbidos en el presupuesto de construcción, la operatividad técnica descrita en este capítulo condiciona el diseño de los flujos de trabajo. La ubicación estratégica de las estaciones de mantenimiento eléctrico reducirá los tiempos de inactividad, optimizando el rendimiento de la maquinaria y protegiendo la integridad del capital humano frente a riesgos de origen eléctrico.

#### **Capítulo 4. De los riesgos mayores**

##### **Prevención de riesgos mayores y seguridad contra incendios**

1. **Resistencia Estructural e ignifugación (Art. 94):** Dada la carga térmica generada por los hornos de secado, los locales de producción en Latacunga deben ser construidos con materiales de alta resistencia al fuego. Las divisiones internas, techumbres y acabados deben ser incombustibles o contar con recubrimientos certificados. Esta normativa condiciona la ubicación de la unidad de formación de pulpa y el área de almacenamiento de producto terminado (altamente inflamable por ser cartón seco), exigiendo un aislamiento físico estricto entre estas zonas para evitar la propagación de incendios.
2. **Despliegue de sistemas de extinción y protección (Arts. 96, 98):** La distribución espacial de la planta debe facilitar la respuesta inmediata. Los extintores (clase A, B y C) se ubicarán estratégicamente cerca de las máquinas con riesgo térmico y en rutas de paso, a una altura no mayor de 1.50 metros. Asimismo, la red de hidrantes y bocas de incendio se integrará en el circuito de tránsito interno, protegida contra impactos mecánicos accidentales (por ejemplo, de montacargas) y debidamente señalizada, asegurando cobertura total en la zona de producción y bodegas.

3. **Evacuación segura y control de ignición (Art. 101):** La disposición del layout (maquinaria y estaciones de trabajo) no debe interferir bajo ninguna circunstancia con las rutas de escape. Estas vías de evacuación deben ser fluidas, libres de obstáculos y congruentes con el movimiento diario del personal. Los tableros eléctricos y gabinetes de control se ubicarán en puntos alejados de cualquier fuente de ignición o material combustible, integrándose como zonas de seguridad técnica dentro del plano general.
4. **Gestión de materiales con riesgos de explosión (Arts. 103, 109):** Aunque la producción de cubetas de pulpa moldeada para huevos no utiliza explosivos de forma directa, si el sistema de suministro de gas industrial o los tanques de aire a presión se consideran de alto riesgo, el diseño debe prever zonas segregadas. Estas áreas técnicas requieren estructuras reforzadas, ventilación controlada y señalización exclusiva, situándose a distancias de seguridad del edificio principal para prevenir afectaciones en caso de una deflagración accidental.
5. **Consideraciones para el diseño en Latacunga:** El diseño final debe certificar que los sistemas de ventilación forzada no solo ayuden al proceso productivo, sino que funcione como mecanismos de control de atmósferas peligrosas, especialmente en áreas cerradas donde se manipulan aditivos químicos o gases de combustión.

#### **Título IV. De la protección personal y ropa de trabajo**

El diseño de la planta debe integrar estratégicamente estaciones de EPP y señalización visual en los puntos de transición hacia áreas críticas, como la zona de preparación de pulpa (hidropulpeadora), el sector de moldeado por succión y el horno de secado. Es fundamental que el layout defina rutas diferenciadas de circulación que separen al personal de los riesgos térmicos y mecánicos, disponiendo de áreas de almacenamiento de EPP diseñadas para proteger los equipos de la humedad del proceso y del polvo de papel, garantizando que se mantengan secos, higiénicos y accesibles sin obstruir el flujo del coche de producto terminado.

Por otro lado, la planificación de la infraestructura (incluyendo pasillos, plataformas de mantenimiento y escaleras de acceso a los tanques de pulpa) debe priorizar la visibilidad desde los centros de control y la evacuación inmediata en caso de incidentes. Las zonas seguras de supervisión deben estar ubicadas de tal forma que permitan vigilar el funcionamiento de las prensas y el empaquetado de

las cubetas sin exponer al personal, asegurando que cada pasillo y acceso facilite el tránsito fluido de los trabajadores con su equipo de protección completo, manteniendo siempre el orden industrial y la ventilación adecuada de las áreas. En la Tabla 5.109., se resume este análisis, aquí se expresan únicamente las condiciones más importantes como lo son (título, capítulo, artículo y acciones a realizarse para garantizar el cumplimiento).

Tabla 5.109. Análisis de Consideraciones legales

<b>Título</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Art</b>	<b>Consideración</b>	<b>Como se da cumplimiento</b>
<b>I. De la higiene industrial</b>	Riesgos físicos	4	Controlar el ruido y riesgos ambientales mediante ingeniería y diseño layout.	Considerar criterios de lejanía de SLT y aislamiento de zonas críticas (hidropulpera y horno) para reducir impacto sonoro.
		10	Las instalaciones deben permitir circulación segura y ventilación adecuada.	Incluir pasillos amplios y rutas diferenciadas que separen al personal de riesgos térmicos / mecánicos. Garantizar flujo de aire en todas las áreas.
<b>II. Riesgos ergonómicos</b>	Ergonómicos	20	Evitar la manipulación manual de cargas pesadas y facilitar el tránsito.	Producción en lotes pequeños. Diseñar pasillos que permitan el tránsito fluido del coche de producto terminado sin obstrucciones.
<b>III. Seguridad en el trabajo</b>	Riesgos locativos	32	Respetar áreas mínimas y espacios de evolución por estación.	Aplicar métodos de Guerchet asignando espacios para plataformas de mantenimiento y escaleras de acceso a tanques de pulpa.
		56	Rutas de evacuación claras, funcionales y visibles desde centros de control	Diseñar recorridos libres de obstáculos, señalizados y visibles desde zonas de supervisión. Evacuación inmediata desde prensas y horno.
	Riesgos eléctricos	84	Áreas técnicas deben permitir inspección y	Incluir almacén específico para equipos eléctricos, protegido de la humedad del proceso y del polvo de papel.

			mantenimiento seguro.	
<b>IV. Protección personal</b>	Equipos de protección	144	Zonas señalizadas para uso y almacenamiento de EPP higiénico.	Instalar estaciones de EPP en puntos de transición a áreas críticas. Almacenamiento diseñado para mantener el EPP seco y libre de contaminantes.

#### 5.4.3.3. Tipo de distribución adecuada para el caso de estudio

Para la nueva planta Vepalek se adoptó la distribución en línea como metodología exclusiva, debido a la naturaleza continua y de gran volumen de su proceso de Fabricación de cubetas. Esta disposición lineal optimiza el flujo de materiales, minimizando los tiempos de traslado y los inventarios en proceso, y mejora el control de características técnicas del proyecto.






#### 5.4.3.4. Systematic layout plannig

En primera instancia se recopiló la información referente a la superficie total requerida para cada área del proceso productivo. Esta información se obtuvo mediante la aplicación del método de Guerchet y se encuentra resumida en la tabla 5.90., la cual permitió determinar el espacio necesario para cada área en función de la maquinaria, equipos y condiciones operativas.

Posteriormente, y acuerdo con la metodología de distribución en línea, se estableció la secuencia lógica y continua de las áreas productivas, considerando el flujo progresivo del material desde la recepción de la materia prima hasta la salida del producto terminado. En este tipo de distribución, la proximidad entre áreas responde principalmente a la secuencia del proceso, priorizado la continuidad del flujo y la eliminación de recorridos innecesarios.

Con el fin de reforzar esta secuencia lineal, se evaluó la relación de cercanía entre las áreas, utilizando el **código de afinidad propuesto por Chase**, el cual se presenta en la Tabla 5.110. Dicho código permitió jerarquizar las relaciones entre áreas, asegurando que aquellas con interacción directa en el proceso productivo se ubique de forma contigua o próxima dentro de la línea.

Tabla 5.110. Código de afinidad entre áreas

Valor	Cercanía	Código de línea	Ponderación
A	Absolutamente necesaria		16
E	Especialmente importante		8
I	Importante		4
O	Cercanía común y corriente OK		2
U	Sin Importancia		0
X	No deseable		-

Con base en esta información, se elaboró la **tabla de confrontamiento de afinidades**, presentadas en la Tabla 5.110, en la cual se comparan las distintas áreas en términos de su relación funcional y secuencial dentro del proceso productivo. Cada celda incluye un valor numérico que corresponde a la justificación de la afinidad, conforme a los criterios descritos en la Tabla 5.111.

En el contexto de la distribución en línea, los códigos de justificación priorizada principalmente el **flujo directo y continuo de materiales, la salida inmediata del producto terminado** y la **reducción de interferencias operativas**, aspectos fundamentales para garantizar la eficiencia del sistema productivo.

Tabla 5.111. Código de Justificación para afinidades

Código	Razón
1	Flujo directo y continuo de materiales.
2	Salida inmediata de producto terminado.
3	Supervisión directa de operaciones.
4	Uso continuo por el personal.
5	Seguridad (riesgo, acceso restringido, incompatibilidad)
6	No deseable por contaminación, ruido y seguridad.
7	Relación administrativa indirecta.

Tabla 5.112. SLP tabla de criterios

Áreas	AP	AA	MP	PT	SSHH	V	C
Área productiva (AP)		E2	A1	A1	I4	E5	O5
Área administrativa			O3	O3	U4	U5	U5
Materia prima (MP)				E1	U4	U5	X6
Producto terminado (PT)					U4	U5	X6
SSHH						A5	E5
Vestidores (V)							O4
Comedor (C)							

A partir del análisis de afinidades que se muestran en la Tabla 5.112, se asignó la secuencia del proceso, se elaboró el **diagrama relacional inicial**, mostrado en la Figura 5.41, representa gráficamente la disposición lineal de las áreas productivas, alineadas de acuerdo con el flujo del proceso y minimizado cruces y retrocesos del material.

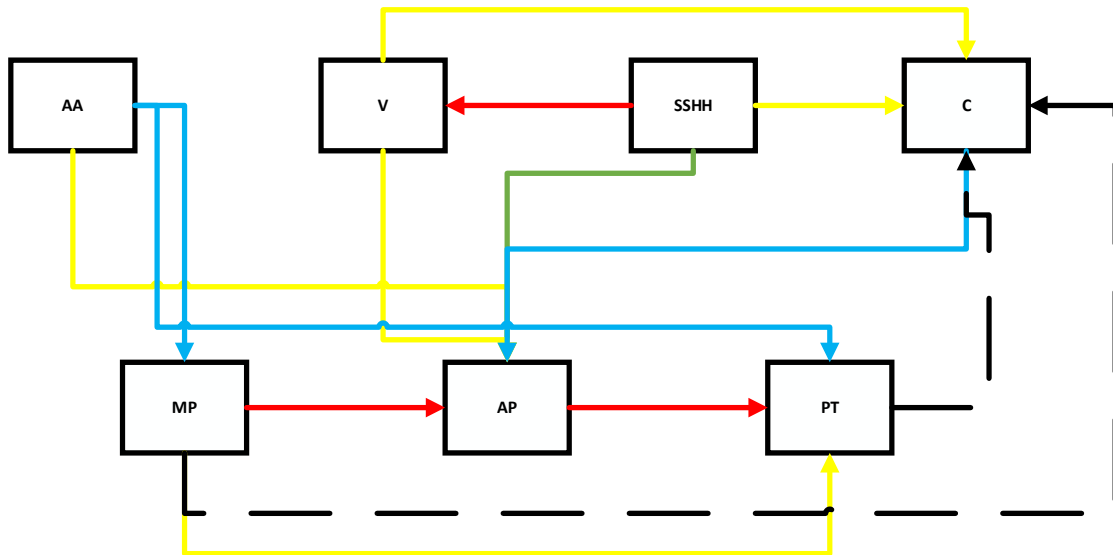


Figura 5.26. Diagrama de relación inicial

### Determinación de superficie mediante el método de Guerchet

Posteriormente, la superficie requerida para cada área fue expresada en términos de **unidades de superficie equivalente (U.S.E)**, tomando como referencia los resultados obtenidos mediante el método de Guerchet aplicado al área de máquina de menor dimensión, permitiendo estandarizar el análisis de superficies.

Los resultados del cálculo de superficies de maquinarias se presenta en la Tabla 5.113, en el cual se detalla los elementos estáticos, superficies de gravitación y evolución, así como la superficie total requerida para cada equipo. Esto valores constituyen la base para la asignación espacial de las áreas dentro de la línea de producción.

Tabla 5.113. Elementos para el cálculo de U.S.E

ÁREA DE PRODUCCIÓN														
Elementos														
1	Transportador SY-100-710	1	1	7,10	1,0	1,2	7,1	7,1	7,1	8,52	14,2	1,28	15,478	
2	Hidropulper ZSJD-3	1	1	2,50	2,5	3,0	6,2	6,2	6,2	18,7	12,5	1,13	13,625	
3	Cibra vibratoria ZSK-2	2	2	2,00	1,5	1,5	3	6	6	9	9	0,81	19,62	
4	Agitador JB-160-210	2	1	1,60	1,6	1,5	2,5	5,1	2,5	7,68	5,12	0,46	11,1616	
5	Desarenador	1	1	3,00	1,5	2,0	4,5	4,5	4,5	9	9	0,81	9,81	
6	Refinador de doble disco	1	4	3,00	1,5	2,5	4,5	4,5	18	11,2	22,5	2,03	24,525	
7	Máquina formadora XZ8-16040	1	4	4,00	2,0	3,5	8	8	32	28	40	3,60	43,6	
8	Sistema agua alta presión GYS-5,5	1	4	2,00	1,0	1,5	2	2	8	3	10	0,90	10,9	
9	Separación aire-agua	1	4	3,00	2,0	2,5	6	6	24	15	30	2,70	32,7	
10	Bomba vacío anillo agua	1	4	1,00	0,5	0,8	0,5	0,5	2	0,4	2,5	0,23	2,725	
11	Torre de enfriamiento RFRH20	1	1	1,50	1,5	3,0	2,2	2,2	2,2	6,75	4,5	0,41	4,905	
12	Compresor de aire	1	4	2,50	1,5	2,0	3,7	3,7	15	7,5	5	1,69	20,4375	
13	Línea secado 6 pasos H06-16033-14-E	1	4	30,0	1,6	3,5	48	48	19	168	240	21,6	261,6	
14	Plataforma operaciones PH-6	1	-	2,00	1,5	1,0	3	3	-	3	-	-	-	
15	Apilador D84-32	1	-	1,50	1,5	2,5	2,2	2,2	-	5,62	-	-	-	
<b>TOTAL</b>				<b>471,09</b>									<b>0,09</b>	

Tabla 5.114. Cálculo de Unidades de Superficie equivalente

Resumen Total de área necesaria		
Área	M^2 necesarios	USE
Área producción	471,09	174
Área administrativa	12,41	5
Área de materia prima	458,14	168
Área de producto terminado	341,21	125
Servicios Higiénicos	2,35	1
Vestidores y lokers	3,05	1
Comedor	2,40	1
<b>TOTAL (m^2)</b>	<b>1290,65</b>	<b>475</b>

En la Tabla 5.114, se evidencia el cálculo del U.S.E el cual se interpreta que se necesita un estimado de 457 metros cuadrados para el dimensionamiento del terreno.

#### 5.4.3.5. Estimación de la geometría del terreno

Para proceder con la distribución en línea, se estimó la geometría del terreno a adquirir. Para ello, se accedió a la localización del terreno mediante Google Maps, trazando un rectángulo que presenta los límites del predio, las coordenadas geográficas de cada vertice fueron registradas y posteriormente ingresadas en una calculadora de distancias geográficas, permitiendo estimar las dimensiones reales del terreno, las cuales se presenta en la Figura 5.27.



Figura 5.27. Estimación Geométrica del terreno

En la Figura 5.28, se presenta la distribución de áreas definidas según el nivel de importancia establecido por el método SLP. Esta organización mantiene una proxima lógica entre áreas operativas y administrativas.

Esta organización permite optimizar las distancias y reducir los tiempos de desplazamiento, mejorando la eficiencia del funcionamiento de la planta.

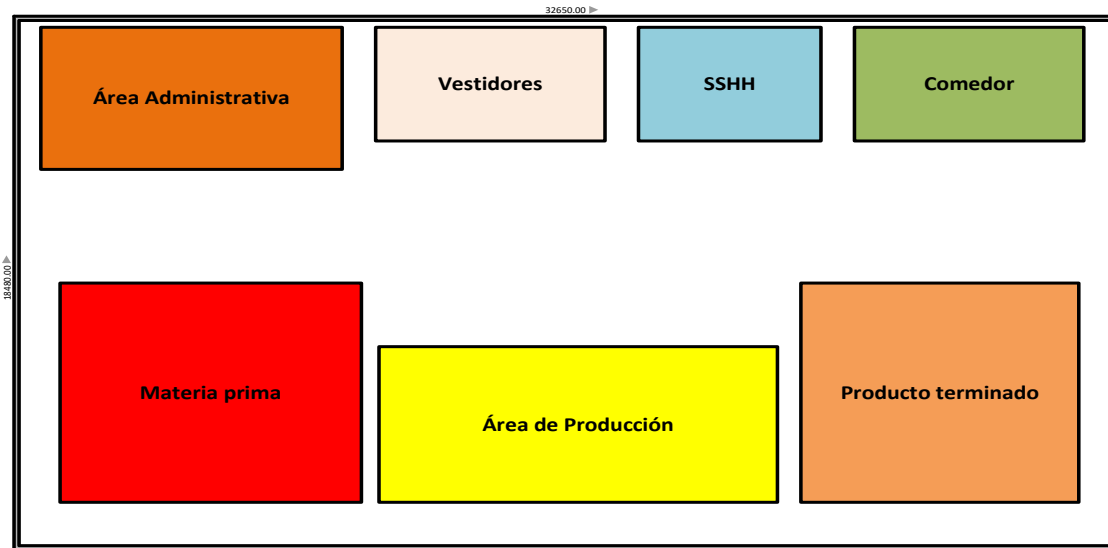


Figura 5.28. Distribución de planta Producción en línea

Esta estimación permitió determinar que el terreno dispone de dimensiones aproximadas de 1290.63 metros cuadrados, lo cual resulta adecuado para implementar una **distribución en línea**, asegurando la correcta disposición secuencial de las áreas productivas de acuerdo con las superficies requeridas y la continuidad del flujo del proceso.

#### 5.4.3.6. Asignación de áreas, superficie y posición en la distribución en línea

Con base en los resultados obtenidos del análisis de superficies y en la secuencias del proceso productivo, se procedió a la asignación de las áreas dentro del layout propuesto, esta asignación se realizó siguiendo los principios de la metodología de distribución en línea, priorizando la continuidad del flujo de materiales desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto final terminado, así como la correcta ubicación de las áreas de apoyo y administrativas de acuerdo con sus funciones. A continuación en la Tabla 5.115.

Tabla 5.115. Asignación de áreas, superficies y posición en la distribución en línea

Área	Superficie requerida (m <sup>2</sup> )	USE	Posición dentro del layout	Justificación
Área de materia prima	458.14	168	Inicio de la línea	Permite la recepción directa de insumos y su alimentación inmediata al proceso productivo, evitando recorridos innecesarios.
Área de producción	471.09	174	Zona central del layout	Constituye el núcleo del proceso productivo; su ubicación central garantiza continuidad del flujo, mayor eficiencia operativa y facilidad de supervisión,
Área de producto terminado	341.21	125	Final de la línea	Facilita la salida inmediata del producto terminado, evitando retrocesos, cruces de materiales y acumulación innecesaria.
Área Administrativa	12.41	5	Lateral cercano a producción	Se posiciona próxima al área operativa para facilitar la supervisión y coordinación de las actividades.
Servicios higiénicos	2.35	1	Zona de apoyo	Se ubica en un punto accesible para el personal sin interferir con el flujo productivo.
Vestidores y lockers	3.05	1	Cercano al ingreso de personal	Facilita el cambio de indumentaria antes de ingresar a la zona de producción.
Comedor	2.40	1	Área lateral independiente	Se sitúa fuera del flujo principal para evitar interferencias con el proceso productivo.

La asignación de las áreas, superficies y posiciones dentro del layout se realizó siguiendo los principios de la distribución en línea, priorizando la secuencia lógica del proceso productivo desde la recepción de materia prima hasta la obtención del producto terminado. Esta disposición garantiza un flujo continuo de materiales, disponibles, contribuyendo a una mejora en la eficiencia operativa del sistema productivo.

### **Layout de propuesta para la nueva planta VELPACK**

En la figuras 5.29 y 5.30 se muestra el layout de propuesta para la nueva planta de fabricación de cubetas para huevos asimismo el diagrama de instalacion de la nueva maquinaria.

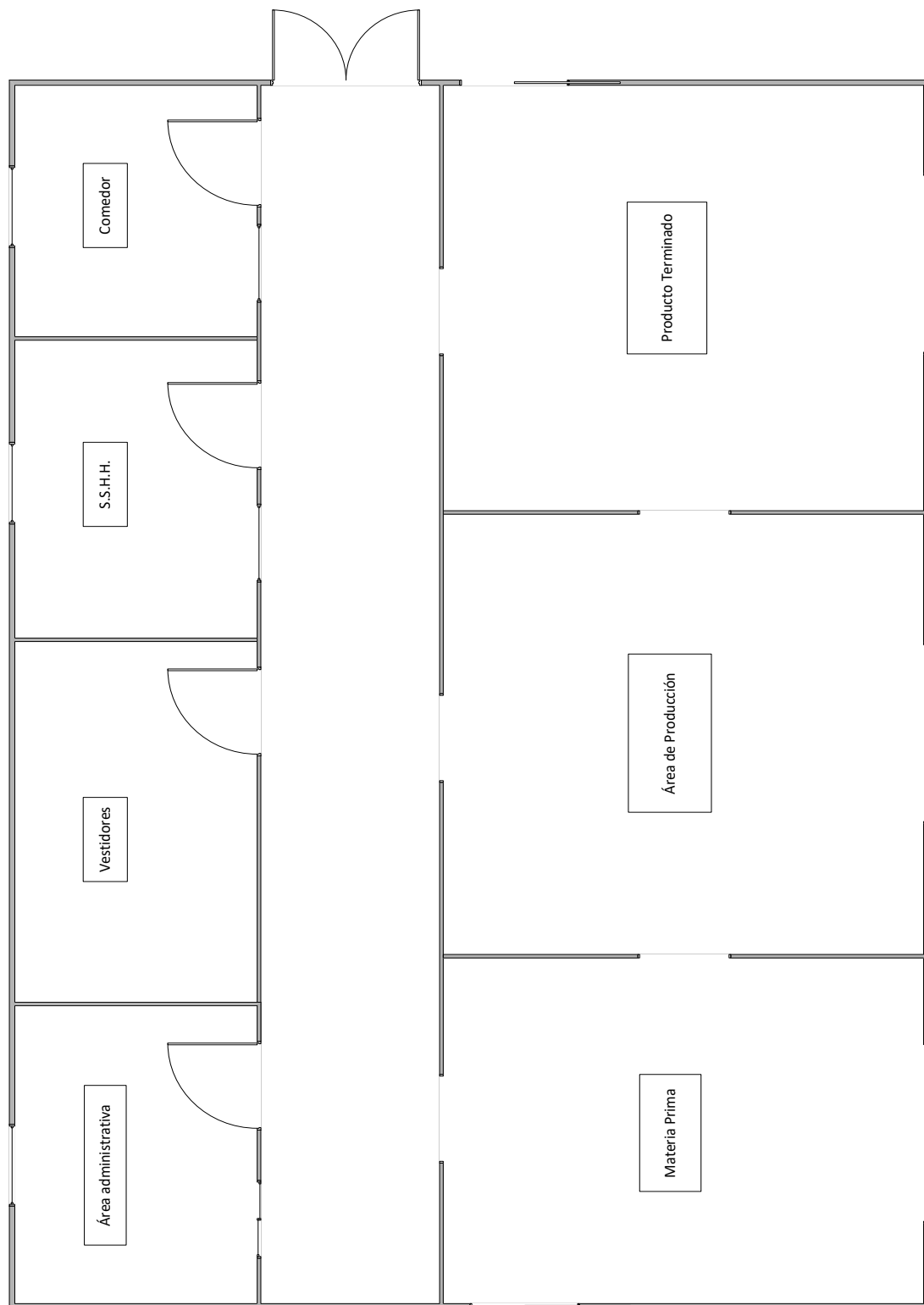


Figura 5.29. Layout de nueva planta

**5.5. Objetivo 4: Simular la distribución propuesta para la evaluación de indicadores de desempeño y validación de los beneficios frente a la disposición actual.**

**5.5.1. Simulación con FlexSim**

Se utilizó el software de simulación FlexSim para analizar y optimizar los procesos productivos. La evaluación comparó la distribución actual de la planta con el modelo propuesto; en la simulación inicial, VELPACK operaba con maquinaria antigua y producía 168 pacas en 12 horas. Con la nueva distribución y maquinaria actualizada, la producción aumentó a 360 pacas en 8 horas. Este incremento mejora la eficiencia y reduce los costos unitarios de producción, dicho aumento se ve reflejado en la Tabla 5.116.

Tabla 5.116. Tabla comparativa de producción actual y propuesta

<b>Definición</b>	<b>Método Actual</b>	<b>Cálculo</b>	<b>Definición</b>	<b>Método Propuesto</b>	<b>Cálculo</b>
Producción base	168	Pacas en 12 horas	Producción base	4500 unidades/h	45 pacas hora
Conversión a unidades	168*100	16800	Conversión a unidades	360*100	36000
Producción por hora	16800/12=1400/100 u/h	14	Producción por hora	4 500 u/h	45
Producción en 8 h (unidades)	1400*8	11200	Producción en 8 h (unidades)	4 500 × 8	36000
Producción en 8 h (pacas)	11 200 / 100	112	Producción en 8 h (pacas)	36 000 / 100	360
Diferencia de producción	248		Diferencia de producción	+24 800 unidades	248
Eficiencia	31.11%		Incremento porcentual	≈ 221.43 % más producción	
Relación de mejora			Relación de mejora	3.21 veces mayor	
			Eficiencia	90%	

A partir de los resultados presentados en la Tabla 5.116., se llevaron a cabo las simulaciones correspondientes para cada uno de los métodos analizados.

Para garantizar una comparación equitativa entre la situación actual y la propuesta, se consideró una jornada laboral de 8 horas en ambas simulaciones. De esta manera, se mantuvo el mismo tiempo de trabajo para evaluar con mayor precisión los resultados. A

continuación, se presentan las simulaciones correspondientes a cada uno de los procesos analizados.

### 5.5.1.1. Flexsim planta actual

En la Figura 5.30, se muestra el layout de los equipos instalados dentro de la distribución actual y de la misma forma en la Figura 5.31 se evidencia la simulación realizada en el software de FlexSim mostrando su simulación acorde al layout.

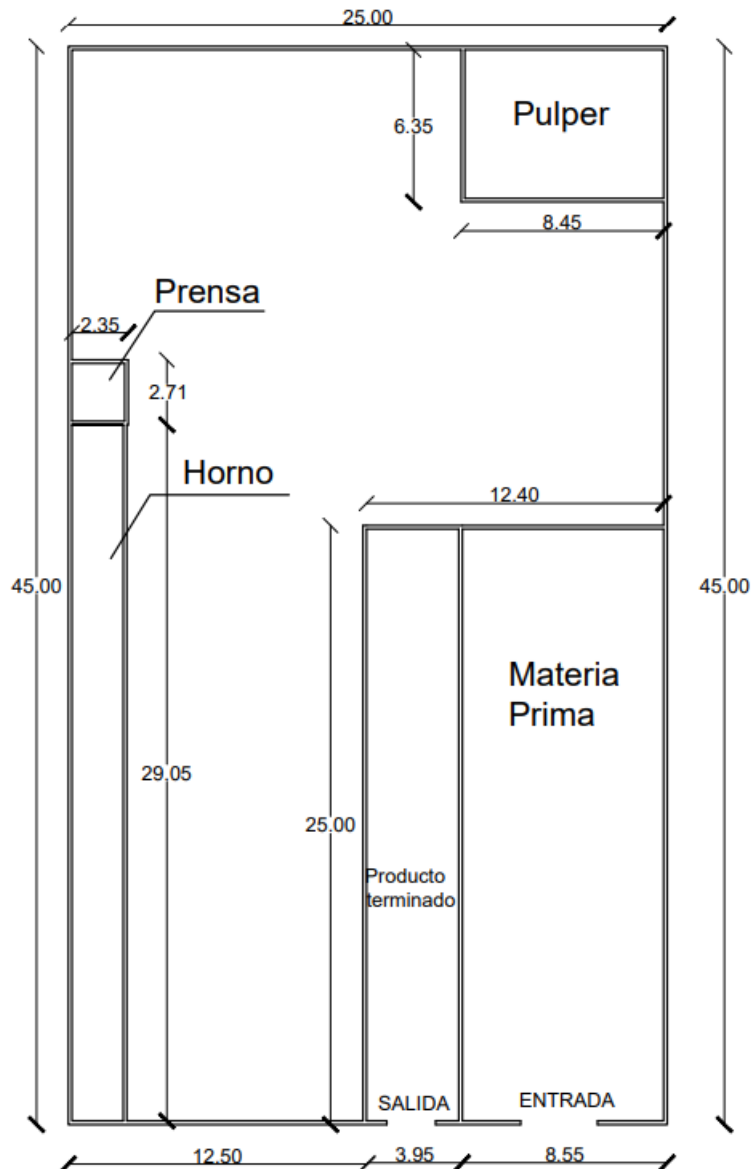


Figura 5.30. Layout actual

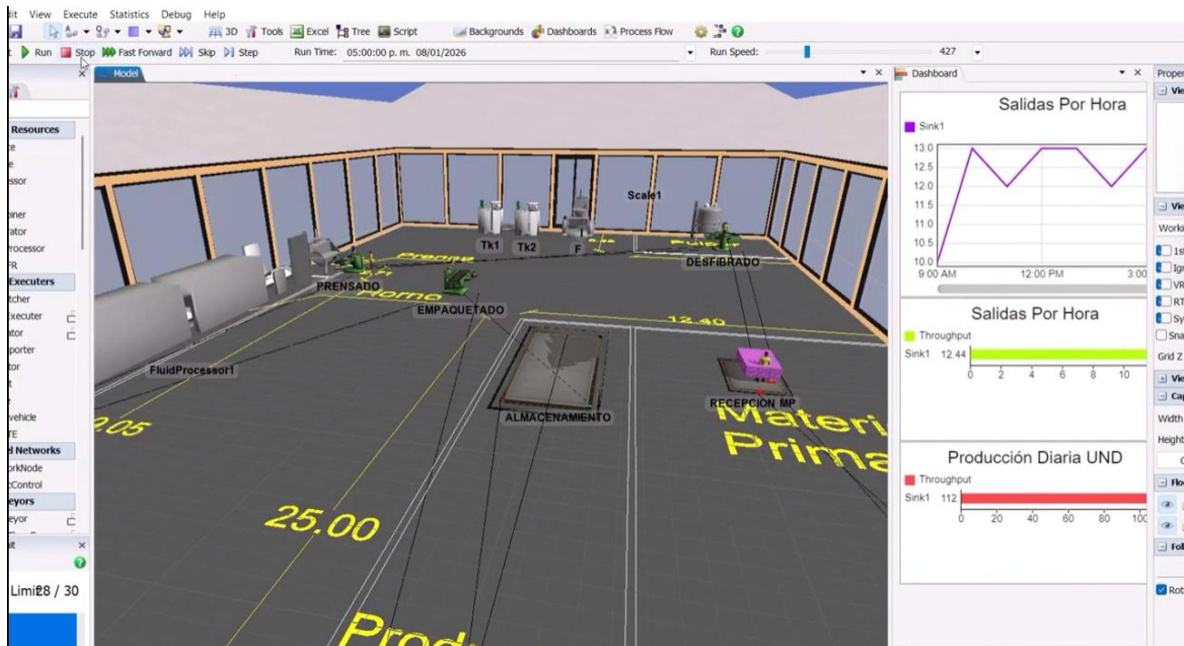


Figura 5.31. Simulación del proceso actual.

En la Figura 5,31, se observa una línea de producción con flujo continuo pero limitado por la capacidad de la maquinaria existente. Los indicadores muestran salidas por hora cercanas a 12 – 13 unidades, lo que refleja un ritmo de producción moderado y con posibles cuellos de botella en las etapas de desfibrado y prensado. La producción diaria registrada (aproximadamente de 112 unidades) evidencia que la planta opera con restricciones operativas, asociadas principalmente al rendimiento de equipos antiguos y a una distribución que genera recorridos más largos y tiempos muertos. En términos generales, la planta actual mantiene estabilidad en el proceso, pero con baja eficiencia global y menor aprovechamiento de los recursos.

### 5.5.1.2. Flexsim planta nueva

En la Figura 5.32, se muestra el layout de los equipos instalados dentro de la distribución propuesta y de la misma forma en la Figura 5.33 se evidencia la simulación realizada en el software de FlexSim mostrando su simulación acorde al layout.

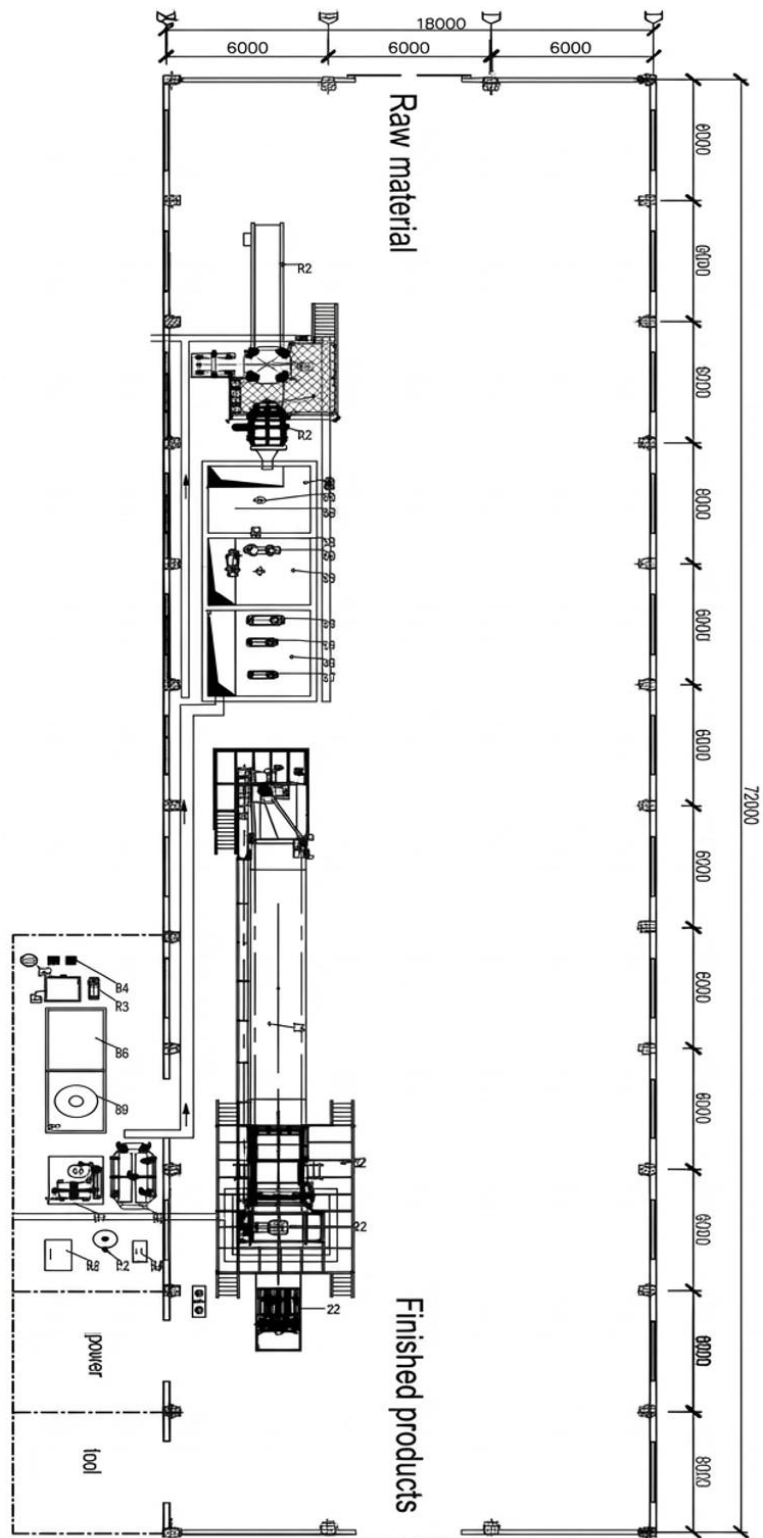


Figura 5.32. Layout de la propuesta del proceso nuevo

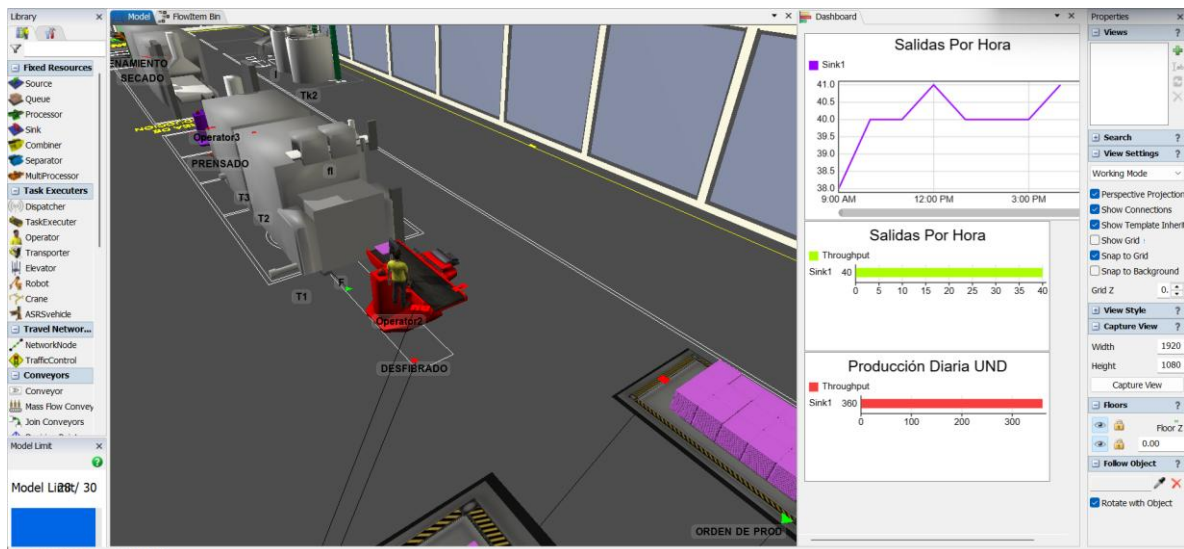


Figura 5.33. Simulación del nuevo proceso propuesto

En la Figura 5.33, se puede apreciar una mejora significativa en la dinámica del sistema productivo. Las salidas por hora se elevan hasta valores cercanos a 40 – 42 unidades, lo que indica un flujo más ágil y balanceado entre las estaciones de trabajo. La producción diaria alcanza alrededor de 360 unidades, mostrando que la nueva distribución de planta y la actualización de maquinaria permiten reducir tiempos de traslado, optimizar la secuencia de operaciones y minimizar congestiones en los puntos críticos del proceso. El sistema se percibe más sincronizado, con mejor utilización de operarios y equipos, lo que refleja una operación más eficiente y competitiva.

### 5.5.2. Comparativa de resultados entre ambas simulaciones

Al contrastar ambas simulaciones, se evidencia que la propuesta que el nuevo diseño de planta genera una mejora sustancial en el desempeño productivo. La planta actual presenta un throughput (rendimiento) bajo y estable, mientras que la planta propuesta triplica prácticamente la producción diaria, pasando de aproximadamente 112 a 360 unidades. Asimismo, el incremento en las salidas por hora confirma que el flujo de materiales es más fluido y equilibrado en la nueva configuración. Esta diferencia demuestra que la redistribución de áreas, junto con la modernización de equipos, reduce los tiempos improductivos y elimina cuellos de botella, logrando una mayor eficiencia operativa y una reducción potencial en los costos unitarios de producción.

## 5.6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis integral del estudio demuestra que la combinación de herramientas Ingeniería Industrial permitió comparar la coherencia entre la localización elegida y la distribución

de planta planteada para la empresa VELPACK. La aplicación del método AHP evidenció que los factores logísticos y operativos fueron correctamente priorizados, destacando la importancia de acceso a proveedores, servicios básicos y vías de transporte. Esto confirma que la ubicación seleccionada no solo facilita el abastecimiento de materia prima reciclada, sino que también contribuye a reducir costos y mejorar la capacidad de respuesta ante la demanda proyectada.

En la relación con la distribución de planta, los resultados reflejan un diseño que favorece un flujo productivo más ordenado y eficiente. La adecuada ubicación de las áreas de producción, almacenamiento y despacho permite disminuir recorridos innecesarios y tiempos improductivos, lo que se traduce en un mejor aprovechamiento del espacio y de los recursos disponibles. Asimismo, la simulación del sistema productivo que la capacidad instalada es suficiente para atender la demanda prevista evitando congestiones en el proceso y garantizando continuidad operativa.

De manera global, los resultados ponen en evidencia que la adecuada integración entre la localización y el layout genera efectos positivos en la productividad y el control del flujo de materiales. La reducción de distancias internas y la correcta secuencia de operaciones fortalecen el desempeño del sistema productivo; sin embargo, también se reconoce la necesidad de considerar cierta flexibilidad en la distribución ante posibles incrementos de demanda. En conjunto, el estudio respalda la viabilidad técnica del proyecto y resalta que una planificación estratégica de la planta es clave para lograr eficiencia y competitividad en la producción de cubetas de pulpa moldeada para huevos.

## **6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones:**

- El estudio confirma que la selección de la localización de la planta para la empresa VELPACK es técnicamente adecuada, ya que responde a los criterios logísticos, operativos y económicos previamente evaluados mediante herramientas de análisis multicriterio. La cercanía a proveedores de materia prima reciclada y a las principales vías de transporte permite reducir tiempos de abastecimiento y costos de distribución. Esto genera un impacto positivo en la eficiencia global del sistema productivo y favorece la capacidad competitiva de la empresa dentro del sector de empaques de cubetas ecológicas de pulpa moldeada para huevos.

- La propuesta de distribución de planta demuestra ser coherente con el flujo del proceso de producción de cubetas de pulpa moldeada, garantizando una secuencia lógica de operaciones que minimiza recorridos innecesarios y optimiza el uso de espacio disponible. El layout diseñado favorece la integración entre áreas de producción, almacenamiento y despacho, lo que reduce interferencias operativas y mejora el control de flujo de materiales dentro de la planta.
- Los resultados de la simulación de FlexSim evidencia que la capacidad instalada es suficiente para satisfacer la demanda proyectada lo que valida la viabilidad operativa del sistema en condiciones normales de funcionamiento. Este análisis permite identificar que el sistema puede operar sin cullos de botella significativos, asegurando estabilidad en los tiempos de ciclo y la continuidad en la producción a mediano plazo.
- El análisis integral del proyecto resalta que la correcta planificación de áreas funcionales (producción, materia prima, producto terminado y zonas administrativas) constituyen a un mejor aprovechamiento de los recursos humanos y tecnológicos. Esta organización espacial facilita la supervisión de procesos, mejora la seguridad operativa y promueve un entorno de trabajo más organizado y eficiente.
- En términos generales, el proyecto demuestra coherencia técnica entre la localización, la distribución de planta y la capacidad productiva evidenciando que la integración de estos elementos permite organizar la eficiencia operativa y reducir costos logísticos. Esto consolida la viabilidad del diseño propuesto y refuerza su alineación con los principios de sostenibilidad y productividad propios de la Ingeniería Industrial aplicada a procesos de reciclaje y manufactura ecológica.

## **6.2 Recomendaciones:**

- Se recomienda implementar el layout propuesto considerando un sistema de seguimiento continuo de indicadores de desempeño, tales como el tiempo de ciclo, niveles de utilización de maquinaria y eficiencia de flujo de materiales. Este monitoreo permitirá validar en la práctica los beneficios estimados en el estudio y detectar oportunamente posibles desviaciones operativas que requieran ajustes en la distribución de planta.

- Es conveniente actualizar periódicamente el análisis de localización incorporando variables dinámicas como cambios en la demanda, variaciones en costos logísticos y disponibilidad de proveedores de materia prima reciclada. Esta revisión constante permitirá asegurar que la ubicación seleccionada continúe siendo la más conveniente frente a escenarios futuros de crecimiento y expansión productiva.
- Se sugiere considerar criterios de flexibilidad en la distribución de planta para facilitar ampliaciones o modificaciones en el proceso productivo ante incrementos de la demanda la incorporación de espacios modulares o áreas adaptables permitirá que la empresa mantenga su eficiencia operativa sin necesidad de realizar rediseños estructurales complejos en el futuro.
- Resulta importante fortalecer la capacitación del personal operativo y administrativo en relación con el flujo de proceso productivo y la gestión del layout con el fin de garantizar que la distribución diseñada se utilice de manera adecuada. Un personal capacitado contribuirá a reducir errores operativos, mejorar la coordinación entre áreas y mantener la eficiencia prevista en el estudio técnico.
- Finalmente se recomienda completar el estudio con evaluaciones periódicas de simulación del sistema productivo, considerando distintos escenarios de demanda y variabilidad en los tiempos del proceso. Estas simulaciones permitirán anticipar posibles cuellos de botella, optimizar la producción y asegurar que la planta tenga un desempeño estable y competitivo en el largo plazo.

## 7 Referencias

- [1] AFABA, «AFABA,» 2023. [En línea]. Available: <https://afaba.net/quienes-somos/>. [Último acceso: 30 01 2026].
- [2] A. Medina, D. Nogueira, H. Arialys y C. Raul, «Procedimiento para la gestión por procesos: métodos y herramientas de apoyo,» *Ingeniare. Rev. chil. ing.*, vol. 27, n° 02, pp. 328-342, 2019.
- [3] S. Cáceres, M. D. Arango, L. Gutiérrez, N. Jaramillo, J. Mejía- y P. Marín, «Una aplicación de la planeación sistemática de la distribución y TOPSIS para el diseño de un taller de reparación de piezas de turbinas de generación eléctrica,» *Ing. Univ.*, vol. 26, 2022.
- [4] S. Ramírez, J. Lasso, R. García y C. Tavera, Artists, *Propuesta para el estudio de tiempos y movimientos en la línea 1 en la fabricación de sandalías en una.* [Art]. Universidad Santiago de Cali, 2019.
- [5] S. Plua, N. Carrión, J. Madruñero y P. Castro, «Estimación de la superficie requerida y distribución de planta de una industria metalmeccánica,» *Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas*, vol. 2, p. 4, 2023.
- [6] W. Romero y E. Cabrera, Artists, *Propuesta de distribución de planta para la elaboración de indumentaria de trabajo y su representación por simulación.* [Art]. Universidad Politecnica SALESIANA, 2023.
- [7] D. Viteri, A. Rodriguez, S. Aviles y G. Mosquera, «Uso de simulación para problemas de diseño de instalaciones: Un estudio de caso de una empresa ecuatoriana de chocolate artesanal,» *Tendencias en Aplicaciones de Ingeniería Industrial a Procesos de Manufactura* , pp. 389-434, 2021.
- [8] C. Kasemset, T. Opassuwan, T. Tansittikhun y N. Chaiyajina1, «Application of Simulation Technique for Improving Plant Layout in Ceramic Factory,» *PRODUCTION ENGINEERING ARCHIVES*, vol. 29, n° 2, pp. 186-194, 2023.
- [9] A. González y i. Leal, «Herramientas para la gestión por procesos.,» *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, vol. 15, n° 8, 2019.

- [10] C. Moreno y M. d. I. Caridad, «Mapa de procesos de la Universidad de Ciencias Médicas de Pinar del Río,» *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, vol. 22, n° 02, 2018.
- [11] C. F. C. Calles, Artist, *Propuesta de mapa de procesos para la Unidad de Gestión de Planificación del Servicio Nacional de Derechos Intelectuales*. [Art]. UCE, 2022.
- [12] D. C. V.-S. A. J.-G. W. J. A.-S. D. C. V.-S. y. A. J.-G. W. J. Arteaga-Sarmiento, «Caracterización de los procesos productivos de las pymes textiles de Cundinamarca,» *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, vol. 11, n° 02, pp. 60-77, ago 2019.
- [13] R. Sanchis, Artist, *Diagramación de Procesos*. [Art]. Escuela Politécnica Superior de Alcoy Universitat Politècnica de València, 2020.
- [14] B. Niebel y A. Freivalds, *Ingeniería Industrial Métodos estándares y diseño del trabajo*, 13th ed., Mexico, D.F.: McGraw Hill, 2014.
- [15] G. Kanawaty, *Introducción al estudio del trabajo*, 4th ed., Ginebra: Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo, 1996.
- [16] R. G. Criollo, *Estudio del trabajo - Ingeniería de métodos y medición del trabajo*, 2nd ed., McGraw Hill, 2018.
- [17] F. R. Jacobs y R. B. Chase, *Administración de Operaciones: Producción y cadena de suministros*, 13ª ed., Mexico: McGraw-Hill Education, 2018.
- [18] P. I. Moya, «Estudio de mercados,» de *Introducción a la Mercadotecnia*, Tunja, Colombia, Editorial UPTC, 2017, pp. 153-169.
- [19] CONAVE, «Mucho Mejor Ecuador,» [En línea]. Available: <https://muchomejorecuador.org.ec/directorio/conave-corporacion-nacional-de-avicultores-del-ecuador/>. [Último acceso: 31 01 2026].
- [20] ELITEED, «ELITEED,» Developed By GonzaAmir, 25 Marzo 2025. [En línea]. Available: <https://especializacioneseliteed.com/domina-crystal-ball-la-herramienta-esencial-para-gestionar-y-mitigar-riesgos-financieros-con-exito/>. [Último acceso: 01 02 2026].

- [21] G. P. Herrera y E. A. Castillo, *Proceso de Análisis Jerárquico: La Ciencia detrás de las Decisiones Estratégicas.*, Editorial Grupo AEA, 2025.
- [22] R. Macías, A. León y C. I. Limón, «Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana,» *Revista Academia & Negocios*, vol. 4, n° 2, pp. 83-94, 2019.
- [23] B. Salazar, «Ingeniería Industrial Online.com,» 03 09 2019. [En línea]. Available: <https://ingenieriaindustrialonline.com/disen-y-distribucion-en-planta/metodo-del-centro-de-gravedad/>. [Último acceso: 04 02 2026].
- [24] UNAM, «Capacidad de Planta,» [En línea]. Available: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/132.248.52.100/2103/5/A5.pdf>. [Último acceso: 31 01 2026].
- [25] Z. M. Peña, «CALCULO DEL PUNTO DE EQUILIBRIO, HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES. Sucursal 6971 Bandec. Holguín.,» *Revista Observatorio de la Economía*, 2019.
- [26] D. J. M. Pozo, D. T. Zamora y D. J. E. Lanza, «Contribución A La Determinación De La Capacidad De Producción En Empresas De Proyectos,» *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 2020.
- [27] Ministerio del Trabajo, «Reglamento de Higiene y Seguridad,» 01 2024. [En línea]. Available: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/Estructura-RHS-v5.pdf>.
- [28] P. D. N. Azín, «Decreto Ejecutivo 255 Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores,» 01 2024. [En línea]. Available: <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf>.
- [29] K. J. Torres, L. S. Flórez, C. W. Sánchez y N. M. Castañeda, «Metodología SLP para la Distribución en Planta de Empresas Productoras de Guadua Laminada Encolada (GLG),» *Ingeniería*, vol. 25, n° 2, 2020.

- [30] Softwaredoit, «FlexSim: Software de simulación industrial y logística,» Softwaredoit, 12 septiembre 2023. [En línea]. Available: <https://www.softwaredoit.es/flexsim/flexsim.html>. [Último acceso: 26 02 2026].
- [31] L. Vaca, «lexsim: ¿Qué es y para que nos sirve?,» Zona Captiva., 6 marzo 2022. [En línea]. Available: <https://zonacaptiva.com/tecnologia/flexsim-que-es-y-para-que-nos-sirve/>. [Último acceso: 25 02 2026].
- [32] H. V. Morales, K. D. Gavilanes, J. A. Díaz, R. S. Chicaiza y E. M. Ortiz, «Impacto de la simulación en FlexSim para rediseñar procesos industriales: Mejora de velocidad y simplificación operativa en sistemas automatizados,» *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, vol. 8, nº 6, 2024.

## 8 ANEXOS

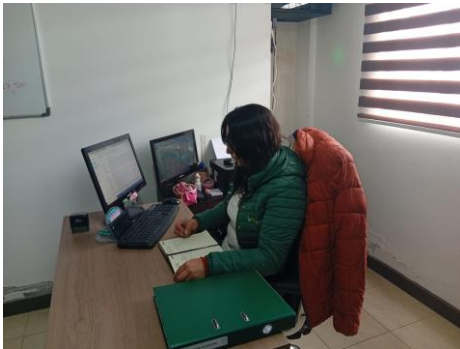


Figura 8.1. Anexo 1



Figura 8.2. Anexo 2



Figura 8.4. Anexo 3



Figura 8.3. Anexo 4

		Inicial	Superior	Mediano	M. Grande	Comercial
LUNES	DIA					
	NOCHE				47 Heritos	
Martes	DIA					
	NOCHE				779 Heritos	
MIERCOLES	DIA					
	NOCHE	24 Heritos	5 Heritos		24 Heritos	24 Heritos
JUEVES	DIA					
	NOCHE				209 Heritos	24 Heritos
VIERNES	DIA					
	NOCHE					
SÁBADO	DIA					
	NOCHE					
DOMINGO	DIA					
	NOCHE					

Figura 8.5. Anexo 5

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS  
INGENIERÍA INDUSTRIAL

OBJETIVO: DETERMINAR LA DEMANDA DE CUBETAS DE CARTÓN EN LOS  
AVICULTORES DEL CANTÓN SALCEDO

1. ¿Está satisfecha con las cubetas que utiliza actualmente para empacar su producto?  
SÍ  NO   
¿Por qué?: \_\_\_\_\_
2. ¿Qué tipo de cubetas prefiere adquirir?  
Nacionales  Importadas
3. ¿Qué presentación de cubetas compra con mayor frecuencia?  
12 unidades   
15 unidades   
25 unidades   
30 unidades
4. ¿Con qué frecuencia suele comprar cubetas?  
Semanal   
Quincenal   
Mensual
5. ¿Las cubetas que adquiere son generalmente?  
Nuevas   
Usadas
6. ¿Cuál es el promedio mensual de cubetas que compra?  
0-200   
201-400   
401-600   
601-800   
800-1000   
1001-1200   
1201-1400
7. ¿A qué precio compra actualmente la paca de 100 cubetas?  
\$4,00   
\$4,50   
\$5,00   
\$5,50   
\$6,00   
\$6,50   
\$7,00
8. ¿Dónde realiza la compra de las cubetas?  
Fábrica   
Distribuidor
9. ¿Qué aspecto considera más importante al momento de comprar?  
Calidad   
Precio   
Servicio   
Otros

Figura 8.6. Anexo 6

¿Cuál? \_\_\_\_\_

10. ¿Cómo calificaría la calidad de las cubetas nacionales?
- Mala
  - Regular
  - Buena
  - Excelente
11. ¿Qué aspectos considera necesarias para que una cubeta cumpla con sus necesidades?
- Flexibilidad
  - Resistencia
  - Facilidad para apilar
  - Otros

¿Cuál? \_\_\_\_\_

12. ¿Qué tamaño de cubetas utiliza con mayor frecuencia?
- Pequeñas y medianas
  - Pequeñas y grandes
  - Medianas y grandes
13. ¿Qué color de cubeta prefiere?
- Abana
  - Palo de rosa
  - Morada
  - Azul
  - Otros

¿Cuál? \_\_\_\_\_

14. ¿Estaría dispuesto a cambiar las cubetas que usa actualmente por otras con igual o mejor calidad y a menor precio?
- SÍ
  - NO
15. Si se instalara una planta productora de cubetas de pulpa moldeada en su cantón, ¿usted compraría ese producto?
- SÍ
  - NO

Figura 8.7. Anexo 7