



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PARA LA INSTALACIÓN DE UNA FÁBRICA DE  
HARINAS A BASE DE GRANOS ANDINOS ENFOCADA A LA  
PRODUCCIÓN, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL  
POST PANDEMIA EN LOS CANTONES COLTA Y RIOBAMBA**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES:**

**CHRISTOPHER ALEJANDRO REYES FREIRE**

**MATHEO DANIEL MORENO BARSALLO**

Riobamba – Ecuador

2023



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA PARA LA INSTALACIÓN DE UNA FÁBRICA DE  
HARINAS A BASE DE GRANOS ANDINOS ENFOCADA A LA  
PRODUCCIÓN, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL  
POST PANDEMIA EN LOS CANTONES COLTA Y RIOBAMBA**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES: CHRISTOPHER ALEJANDRO REYES FREIRE**

**MATHEO DANIEL MORENO BARSALLO**

**DIRECTOR: Ing. ÁNGEL GEOVANNY GUAMÁN LOZANO**

Riobamba – Ecuador

2023

**©2023, Christopher Alejandro Reyes Freire; & Matheo Daniel Moreno Barsallo**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor

Nosotros, CHRISTOPHER ALEJANDRO REYES FREIRE y MATHEO DANIEL MORENO BARSALLO declaramos que el presente Trabajo de Integración Curricular es de nuestra autoría y los resultados de este son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 02 de mayo de 2023



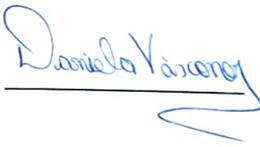
.....  
**Christopher Alejandro Reyes Freire**  
**172488753-2**



.....  
**Matheo Daniel Moreno Barsallo**  
**060342814-5**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular. Tipo: Proyecto Técnico **PROPUESTA PARA LA INSTALACIÓN DE UNA FÁBRICA DE HARINAS A BASE DE GRANOS ANDINOS ENFOCADA A LA PRODUCCIÓN, SEGURIDAD ALIMENTARIA Y NUTRICIONAL POST PANDEMIA EN LOS CANTONES COLTA Y RIOBAMBA**, realizado por los señores: **CHRISTOPHER ALEJANDRO REYES FREIRE Y MATHEO DANIEL MORENO BARSALLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud que el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Homero Marco Almendariz Puente, Mgs. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2023-05-02
Ing. Ángel Geovanny Guamán Lozano, Mgs. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-05-02
Ing. Daniela Carla Vásconez Núñez, Mgs. <b>ASESORA DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2023-05-02

## **DEDICATORIA**

En esta dedicatoria quiero expresar mi profundo agradecimiento hacia mis padres, hermanos y amigos, quienes han sido mi apoyo constante en mi carrera universitaria. Sus sacrificios, amor y paciencia han sido la base de todo lo que he logrado hasta ahora. Espero que se sientan orgullosos de lo que hemos logrado juntos y que sigamos caminando juntos en esta aventura llamada vida.

Christopher

Este trabajo de titulación es una expresión de mi gratitud hacia mis padres, por la ayuda incondicional tras todos estos años que me brindaron su amor y apoyo, a mis hermanos y amigos por su apoyo en los momentos más difíciles, por su paciencia y comprensión a lo largo de mi carrera universitaria. Gracias por creer en mí, por ser mi inspiración y por estar ahí en los momentos más difíciles. Espero que se sientan orgullosos de lo que hemos logrado juntos y de la persona en la que me he convertido gracias a ustedes.

Matheo

## AGRADECIMIENTO

Me gustaría dedicar un sincero agradecimiento a mis padres por todo el amor, apoyo y sacrificio que han hecho por mí a lo largo de mi carrera universitaria. Gracias por creer en mí y por darme la oportunidad de seguir mis sueños. Sin su constante apoyo y orientación, no habría logrado llegar hasta aquí. También quiero expresar mi gratitud a mis catedráticos por su dedicación, conocimiento y apoyo durante mi formación académica. Gracias por compartir conmigo sus experiencias y conocimientos, y por su compromiso de ayudarme a alcanzar lo mejor de mí. Sin su guía y enseñanzas, no habría logrado completar este proyecto de tesis. A todos ustedes, mis padres y mis catedráticos, les agradezco de todo corazón. Este logro no habría sido posible sin su apoyo y orientación.

Christopher

Quiero dedicar este párrafo a agradecer profundamente a mis padres, por acompañarme desde el primer día de mi vida universitaria, por apoyarme en la difícil decisión de iniciar desde cero otra carrera y por estar día tras día a mi lado hasta llegar a este punto en el que llego a cumplir una meta más. Su dedicación y su paciencia han sido el motor que me ha impulsado a seguir adelante. Y a todas las personas que me han brindado su apoyo, les agradezco por su confianza, por sus palabras de aliento y por sus gestos de amabilidad. Gracias a su apoyo incondicional, he logrado superar obstáculos y alcanzar este importante logro. A mi pareja que estuvo siempre a mi lado, motivándome para siempre seguir adelante y nunca rendirme, le estaré eternamente agradecido por haber formado parte de mi vida y por haberme ayudado a llegar hasta aquí.

Matheo

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
SUMMARY.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.3.1. <i>Justificación teórica</i> .....	4
1.4. Objetivos.....	5
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	5
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	5

### CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de investigación.....	6
2.2. Localización.....	7
2.2.1. <i>Macro y micro localización</i> .....	7
2.3. Legislación ecuatoriana.....	8
2.3.1. <i>Agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria</i> .....	8
2.3.1.1. <i>Resolución Arcsa 067</i> .....	9
2.4. Valor nutricional.....	9
2.5. Referencias teóricas.....	10
2.5.1. <i>Desnutrición</i> .....	10
2.5.2. <i>Distribución de plantas</i> .....	10
2.5.3. <i>Maquinaria</i> .....	10
2.5.4. <i>Productividad</i> .....	11
2.5.5. <i>Estandarización</i> .....	11

2.5.6.	<i>Proceso industrial</i> .....	11
2.5.7.	<i>Calidad</i> .....	11
2.5.8.	<i>Trigo</i> .....	11
2.5.9.	<i>Cebada</i> .....	12
2.5.10.	<i>Maíz</i> .....	12
2.5.11.	<i>Harina</i> .....	13
2.5.12.	<i>Codex alimentarius</i> .....	13
2.5.13.	<i>Inocuidad del grano</i> .....	14

### CAPÍTULO III

3.	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	15
3.1.	<b>Tipo de investigación</b> .....	15
3.1.1.	<i>Investigación Bibliográfica</i> .....	15
3.1.2.	<i>Investigación de campo</i> .....	15
3.1.3.	<i>Investigación descriptiva</i> .....	16
3.2.	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	16
3.2.1.	<i>Enfoque cuantitativo</i> .....	16
3.3.	<b>Método de investigación</b> .....	17
3.3.1.	<i>Método inductivo</i> .....	17
3.3.2.	<i>Método deductivo</i> .....	17
3.4.	<b>Instrumentos de recolección de datos</b> .....	17
3.4.1.	<i>Luxómetro</i> .....	17
3.4.2.	<i>Dispositivo móvil</i> .....	18
3.4.3.	<i>Flexómetro</i> .....	18
3.5.	<b>Software para procesamiento de datos</b> .....	19
3.6.	<b>Evaluación de la infraestructura e instalaciones</b> .....	19
3.6.1.	<i>Demanda de consumo eléctrico</i> .....	23
3.6.2.	<i>Demanda de iluminación y tomacorriente</i> .....	24
3.6.3.	<i>Demanda de cargas especiales</i> .....	25
3.6.4.	<i>Iluminación</i> .....	25
3.7.	<b>Valor nutricional para harinas y mezclas</b> .....	29
3.8.	<b>Maquinaria necesaria para la elaboración de harinas y mezclas</b> .....	29
3.8.1.	<i>Despedregadora</i> .....	30
3.8.2.	<i>Tostadora</i> .....	31
3.8.3.	<i>Molino de martillo</i> .....	32
3.8.4.	<i>Tamizadora</i> .....	32

3.8.5.	<i>Mezcladora de harinas</i> .....	33
3.8.6.	<i>Humificador</i> .....	33
3.8.7.	<i>Dosificador</i> .....	34
3.8.8.	<i>Optimización mediante FlexSim</i> .....	35
3.9.	<b>Capacidad de producción</b> .....	36
3.9.1.	<i>Tarifa de servicio eléctrico</i> .....	37
3.9.2.	<i>Justificación de la demanda en el mercado</i> .....	37
3.9.3.	<i>Capacidades de la maquinaria</i> .....	40
3.10.	<b>Medidas de seguridad e higiene</b> .....	40

## CAPÍTULO IV

4.	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	42
4.1.	<b>Distribución de planta</b> .....	42
4.1.1.	<i>Distribución de áreas</i> .....	42
4.1.1.1.	<i>Área de administración</i> .....	43
4.1.1.2.	<i>Área de recepción de materia prima</i> .....	43
4.1.1.3.	<i>Área de tostado y despedregado</i> .....	43
4.1.1.4.	<i>Área de producción</i> .....	44
4.1.1.5.	<i>Área de empacado</i> .....	44
4.1.1.6.	<i>Área de almacenamiento</i> .....	44
4.1.1.7.	<i>Zona de salida de producto</i> .....	45
4.1.2.	<i>Distribución de maquinaria</i> .....	45
4.2.	<b>Fórmula y dosificación en preparación de harina y mezclas</b> .....	46
4.3.	<b>Higiene y medidas de protección</b> .....	48
4.3.1.	<i>Requisitos higiénicos de fabricación</i> .....	48
4.3.1.1.	<i>Indumentaria</i> .....	48
4.3.2.	<i>Proceso de desinfección</i> .....	51
4.3.3.	<i>Control de limpieza y plagas</i> .....	52
4.4.	<b>Eficiencia energética</b> .....	53
4.4.1.	<i>Demanda de consumo eléctrico</i> .....	53
4.4.1.1.	<i>Demanda de iluminación</i> .....	53
4.4.1.2.	<i>Demanda de tomacorriente</i> .....	53
4.4.1.3.	<i>Demanda de cargas especiales</i> .....	54
4.4.1.4.	<i>Demanda total</i> .....	54
4.4.2.	<i>Centro de carga</i> .....	54
4.4.2.1.	<i>Breakers eléctricos para centro de carga</i> .....	55

<b>4.4.3.</b>	<b><i>Iluminación</i></b> .....	56
<b>4.4.3.1.</b>	<i>Iluminación en área administrativa y área de recepción de materia prima</i> .....	56
<b>4.4.3.2.</b>	<i>Iluminación en área de tostado y despedregado</i> .....	58
<b>4.4.3.3.</b>	<i>Iluminación en áreas de producción</i> .....	61
<b>4.4.3.4.</b>	<i>Iluminación en área de empaçado</i> .....	63
<b>4.4.3.5.</b>	<i>Iluminación en área de almacenamiento</i> .....	66
<b>4.4.4.</b>	<b><i>Plano eléctrico y de instalaciones de agua</i></b> .....	68
<b>4.4.4.1.</b>	<i>Plano eléctrico</i> .....	68
<b>4.4.4.2.</b>	<i>Plano de instalaciones de agua</i> .....	69
<b>4.4.5.</b>	<b><i>Costo y consumo energético calculado</i></b> .....	70
<b>4.4.6.</b>	<b><i>Capacidades de la maquinaria calculado</i></b> .....	71
<b>4.4.6.1.</b>	<i>Total, horas de trabajo al mes</i> .....	71
<b>4.4.6.2.</b>	<i>Capacidades de productividad por máquina</i> .....	71
<b>4.5.</b>	<b>Simulación del proceso</b> .....	73
<b>4.5.1.</b>	<i>Utilización de maquinaria</i> .....	74
<b>4.5.2.</b>	<i>Análisis estadístico</i> .....	75
<b>4.6.</b>	<b>Diagrama de procesos</b> .....	76
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	78
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	80
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-3:</b>	Estado actual de la planta.....	21
<b>Tabla 2-3:</b>	Demanda de consumo eléctrico .....	23
<b>Tabla 3-3:</b>	Instalaciones eléctrica .....	24
<b>Tabla 4-3:</b>	Datos de instalaciones.....	24
<b>Tabla 5-3:</b>	FD iluminación .....	24
<b>Tabla 6-3:</b>	FD tomacorriente .....	25
<b>Tabla 7-3:</b>	FD cargas especiales .....	25
<b>Tabla 8-3:</b>	Dimensiones de las instalaciones .....	25
<b>Tabla 9-3:</b>	Factor de luz natural - Iluminación Lux según edificio industrial .....	26
<b>Tabla 10-3:</b>	Tipo de iluminación – Lampara .....	26
<b>Tabla 11-3:</b>	Coeficiente de reflexión.....	27
<b>Tabla 12-3:</b>	Factor de reflexión .....	27
<b>Tabla 13-3:</b>	Factor de mantenimiento (fm).....	27
<b>Tabla 14-3:</b>	Población del cantón Riobamba y Colta .....	37
<b>Tabla 15-3:</b>	Proyección poblacional de Riobamba y Colta.....	38
<b>Tabla 16-3:</b>	Proyección de demanda y oferta .....	39
<b>Tabla 1-4:</b>	Diseño de mezclas y preparaciones.....	47
<b>Tabla 2-4:</b>	Carta de control de plaga .....	53
<b>Tabla 3-4:</b>	Características del centro de carga .....	55
<b>Tabla 4-4:</b>	Breakers .....	56
<b>Tabla 5-4:</b>	Dimensión de oficina con área de recepción .....	56
<b>Tabla 6-4:</b>	Coeficiente de utilización .....	57
<b>Tabla 7-4:</b>	Dimensión de área de tostado y despedregado.....	58
<b>Tabla 8-4:</b>	Coeficiente de utilización .....	59
<b>Tabla 9-4:</b>	Dimensión de áreas de trabajo y maquinaria.....	61
<b>Tabla 10-4:</b>	Coeficiente de utilización .....	61
<b>Tabla 11-4:</b>	Dimensión de área de empaquetamiento.....	63
<b>Tabla 12-4:</b>	Coeficiente de utilización .....	64
<b>Tabla 13-4:</b>	Dimensionamiento almacenamiento .....	66
<b>Tabla 14-4:</b>	Coeficiente de utilización .....	66
<b>Tabla 15-4:</b>	Consumo energético .....	70
<b>Tabla 16-4:</b>	Tiempo de trabajo y descanso .....	71
<b>Tabla 17-4:</b>	Capacidad de producción.....	72
<b>Tabla 18-4:</b>	Procesos y tiempos FlexSim .....	73

<b>Tabla 19-4:</b>	Tiempo de entrega y proveedores. ....	74
<b>Tabla 20-4:</b>	Utilización de la maquinaria .....	75
<b>Tabla 21-4:</b>	Diagrama de procesos .....	77
<b>Tabla 22-4:</b>	Resumen diagrama de procesos .....	77

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-2:</b>	Trigo.....	12
<b>Ilustración 2-2:</b>	Cebada.....	12
<b>Ilustración 3-2:</b>	Maíz.....	13
<b>Ilustración 4-2:</b>	Harinas.....	13
<b>Ilustración 1-3:</b>	Luxómetro.....	18
<b>Ilustración 2-3:</b>	Flexómetro.....	19
<b>Ilustración 3-3:</b>	Plano general de las instalaciones.....	20
<b>Ilustración 4-3:</b>	Medición de las instalaciones.....	20
<b>Ilustración 5-3:</b>	Análisis de la maquinaria disponible.....	21
<b>Ilustración 6-3:</b>	Silos instalados.....	23
<b>Ilustración 7-3:</b>	Lampara de halogenuro metálico 19” diámetro.....	26
<b>Ilustración 8-3:</b>	Revisión de maquinaria.....	30
<b>Ilustración 9-3:</b>	Cotización de molino de piedra.....	30
<b>Ilustración 10-3:</b>	Despedregadora.....	30
<b>Ilustración 11-3:</b>	Tostadora.....	31
<b>Ilustración 12-3:</b>	Molino de piedra.....	32
<b>Ilustración 13-3:</b>	Tamizadora.....	32
<b>Ilustración 14-3:</b>	Mezcladora de harina.....	33
<b>Ilustración 15-3:</b>	Humificador.....	33
<b>Ilustración 16-3:</b>	Dosificador.....	34
<b>Ilustración 17-3:</b>	Evaluación en campo de la propuesta de distribución.....	35
<b>Ilustración 18-3:</b>	Estudio de requisitos de seguridad.....	411
<b>Ilustración 1-4:</b>	Distribución por áreas.....	422
<b>Ilustración 2-4:</b>	Distribución de maquinaria.....	46
<b>Ilustración 3-4:</b>	Bata para industrial alimenticia.....	49
<b>Ilustración 4-4:</b>	Guantes de nitrilo.....	49
<b>Ilustración 5-4:</b>	Botas de caucho blancas.....	50
<b>Ilustración 6-4:</b>	Cofia.....	50
<b>Ilustración 7-4:</b>	Cubre bocas.....	51
<b>Ilustración 8-4:</b>	Centro de carga SQD 3F 42S 4H QOL442F.....	54
<b>Ilustración 9-4:</b>	Breaker para caja.....	55
<b>Ilustración 10-4:</b>	Separación máxima de luminarias.....	58
<b>Ilustración 11-4:</b>	Separación máxima de luminarias.....	60
<b>Ilustración 12-4:</b>	Separación máxima de luminarias.....	63

<b>Ilustración 13-4:</b> Separación máxima entre luminarias .....	65
<b>Ilustración 14-4:</b> Separación máxima de luminarias .....	68
<b>Ilustración 15-4:</b> Propuesta de instalación eléctrica .....	69
<b>Ilustración 16-4:</b> Consumos específicos.....	70
<b>Ilustración 17-4:</b> Modelado en FlexSim.....	73
<b>Ilustración 18-4:</b> Recepción de grano vs tiempo .....	74
<b>Ilustración 19-4:</b> Utilización en función del tiempo .....	75
<b>Ilustración 20-4:</b> Diagrama de tiempo.....	76

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** PLANO ACOTADO DE LA PLANTA

**ANEXO B:** DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA

**ANEXO C:** PLANO DEL SUMINISTRO DE AGUA

**ANEXO D:** PLANO DEL SISTEMA ELECTRICO ACTUAL

**ANEXO E:** PLANO DEL SISTEMA ELECTRICO PROPUESTO

**ANEXO F:** EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

## RESUMEN

La corporación Sumak-Tarpuy no cuenta con un estudio de la maquinaria para el funcionamiento de la planta; en el ámbito de las instalaciones tanto eléctricas como de acometidas de agua faltantes dentro de las áreas de producción, provoca deficiencia en el procesamiento de la harina y la inexistencia de un plan sobre medidas de higiene, genera problemas por contaminación cruzada, por lo tanto, el objetivo de la presente propuesta fue desarrollar el diseño de una fábrica de harinas enfocada a la producción y seguridad alimentaria en Colta y Riobamba. La metodología implementada tuvo un enfoque inductivo y deductivo, se realizó por medio de observaciones de las áreas de estudio para el desarrollo de los procesos desde la recepción de la materia prima hasta el empacado y almacenado del producto final, ya que se trató de una propuesta, se asumió que los resultados deben ser en base a la premisa y análisis realizados en el estudio de la planta, por lo que se obtuvo resultados pertinentes al estudio, dando un enfoque principal al diseño y distribución de las áreas de trabajo. Mediante esta metodología se logró determinar que la planta no posee tomacorrientes trifásicos, un centro de carga deficiente para el funcionamiento de las máquinas, además de un centro de carga deficiente genera que las instalaciones no estén en óptimas condiciones para su funcionamiento. En ese contexto se concluye que la planta necesita de maquinaria acorde a los requerimientos en cuanto a la demanda del mercado, además de la instalación de accesorios en cuanto al suministro energético y seguridad alimentaria permitirá un procesamiento de calidad con un alto valor nutricional de la harina.

**Palabras clave:** <PRODUCCIÓN> <SEGURIDAD ALIMENTARIA> <VALOR NUTRICIONAL> <MATERIA PRIMA> <PROCESAMIENTO DEL GRANO>.

0812-DBRA-UPT-2023

**ESPOCH - DBRAI**  
PROCESOS TECNICOS Y ANALISIS  
BIBLIOGRAFICO Y DOCUMENTAL



**03 MAY 2023**

REVISION DE RESUMEN Y BIBLIOGRAFIA

Por: Ponce Hora: 15:05

## SUMMARY

Currently, Sumak-Tarpuy Corporation has no machinery research for the operation of the plant; the lack of electrical installations and water connections in the production areas causes weaknesses in the processing of flour and the lack of a plan on hygiene measures generate cross-contamination problems; therefore, the objective of this research was to develop the design of a flour factory for production and food safety in Colta and Riobamba. The methodology used was based on an inductive and deductive approach, through observations of the study areas for the development of the processes starting with the reception of the raw material up to the packaging and storage of the final product, since it was a proposal, it was considered that the results should be based on the premise and analysis made in the study of the plant, so the results obtained were appropriate for the study, focusing especially on the design and distribution of the work areas. With this methodology, it was determined that the plant is not equipped with three-phase power outlets, a deficient load center for the operation of the machines, and a poor load center means that the facilities are not in proper condition for their operation. It was concluded that the plant requires machinery according to the demands of the market, in addition to the installation of accessories in terms of energy supply and food safety will allow a quality processing with a high nutritional quality of the flour.

Key words: <PRODUCTION> <FOOD SAFETY> <NUTRIENTIAL VALUE> <PRIME MATERIAL> <FLOUR PROCESSING>.



Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.  
C.I. 060311780-5

## **INTRODUCCIÓN**

Sumak Tarpuy es una corporación de productores orgánicos, este proyecto consiste en determinar, evaluar, y proponer la línea de producción de una fábrica procesadora de harinas a base de granos andinos, que servirá para enfocarse en la producción y seguridad alimentaria y nutricional post pandemia, contribuye al desarrollo de la agricultura familiar campesina con el objetivo de diversificar las variedades normalmente cultivadas y agregar valor a la producción.

La maquinaria necesaria para cumplir con las necesidades de elaboración de haría a base de granos andinos fue seleccionada bajo los requerimientos de producción y con especificaciones del fabricante. El diseño y distribución de planta es un proceso clave dentro de la ingeniería industrial que se enfoca en organizar y optimizar el espacio de una empresa, con el objetivo de mejorar la eficiencia de sus procesos productivos y logísticos. Este proceso involucra la ubicación de las máquinas, equipos, áreas de trabajo, almacenamiento y circulación de materiales, de manera que se puedan maximizar los flujos de trabajo y minimizar los tiempos y costos. Llega a ser fundamental para una producción eficiente de bienes y servicios, ya que una distribución inadecuada puede generar cuellos de botella, aumentar los tiempos de ciclo, incrementar los costos, afectar la calidad y la seguridad del producto final, entre otros problemas.

Para garantizar el correcto funcionamiento de la planta productora de harina, se llevó a cabo una investigación exhaustiva que combinó métodos cuantitativos y cualitativos. Esto permitió obtener datos precisos y detallados sobre los requisitos necesarios para la operación de la planta. Se realizó una investigación cuantitativa que permitió medir aspectos objetivos, como los datos necesarios para el análisis de los requisitos técnicos de la maquinaria seleccionada. Por otro lado, se realizó una investigación cualitativa para analizar aspectos subjetivos, como las necesidades de los trabajadores y la optimización de los recursos energéticos. A través de técnicas como entrevistas y observaciones, se pudo obtener información relevante sobre las instalaciones eléctricas necesarias para garantizar el suministro de energía suficiente para el correcto funcionamiento de la maquinaria seleccionada y sobre los requisitos para la seguridad.

Es importante destacar que la combinación de ambos enfoques permitió obtener una visión integral de los requisitos necesarios para la operación de la planta productora y garantizar que todos los aspectos técnicos y humanos fueron considerados en la planificación y diseño de las instalaciones. De esta forma, se puede garantizar un funcionamiento óptimo de la planta y la producción de harina de alta calidad.

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Antecedentes

El presente trabajo surge en cuanto al alto índice de desnutrición que se observa en la provincia de Chimborazo, tras la pandemia del COVID-19, se ha registrado entre 39,38% hasta el 48,8% de desnutrición a partir del año 2021 que convierte a Chimborazo en una de las provincias con mayor incidencia según encuestas nacionales de Salud y Nutrición.

Según investigaciones realizadas, en los cantones Riobamba, Alausí, Guamote, Guano y Colta durante el periodo 2018-2019, de una muestra de 1148 niños/as menores de 5 años, se tomaron mediciones antropométricas para determinar el estado nutricional de los niños/as. Las variables analizadas fueron: malnutrición, demográficas, biológicos, ambientales y socioeconómicas obteniéndose resultados alarmantes como la prevalencia de desnutrición crónica del 54% (Chacha Mirian Verónica, Cadena Erika Johanna 2020).

Una fuente de energía y nutrientes que se utiliza para combatir esta desnutrición son los granos andinos que cuentan con un alto índice de carbohidratos y de fibra los cuales se pueden provechar mediante el proceso de la elaboración de harina. Uno de los elementos que distingue las diversas variedades que se producen en el Ecuador son de gran importancia ya sea por costumbres o por el valor nutricional que estas suplen en la alimentación diaria de la población. En la elaboración de harinas se considera que cada una de ellas tiene un proceso distinto por el tratamiento que se le dará a su elaboración ya que sus líneas de producción deben ser independientes, pero con un mismo fin, obtener un valor proteínico alto. Algunos de los granos andinos más comunes utilizados para la elaboración de harina que se utilizarán será maíz, quinua, cebada entre otros, los productos a base de granos son ricos en proteínas, fibra, vitaminas y minerales, y se puede utilizar para hacer una variedad de productos horneados como panes, galletas, tortas y otros postres. Los granos andinos son una categoría de alimentos que se han cultivado en las regiones montañosas de América del Sur durante miles de años.

Debido a que la harina es un ingrediente fundamental en la elaboración de una gran cantidad de alimentos al diseñar una planta procesadora de harina, se está creando una instalación dedicada a la producción de este ingrediente esencial, lo que garantiza su disponibilidad para la industria alimentaria y el público en general. Además, la producción de harina a partir de granos andinos puede ser una alternativa sostenible y rentable para los agricultores locales, y contribuir al

desarrollo económico de la organización. En la producción de harina de calidad es importante seleccionar la maquinaria correcta, que se adapte a los dimensionamientos de la planta para satisfacer la demanda que se presenta en actualidad, como la finalidad obtener una distribución de la planta eficiente acorde a las necesidades requeridas, la planificación y diseño cuidadoso es esencial para garantizar su eficiencia, calidad y seguridad. Una planta mal diseñada puede tener problemas en la producción, contaminación de los productos y riesgos para los trabajadores y el medio ambiente. Por lo tanto, la propuesta de diseñar la planta procesadora de harina debe ser abordada con un enfoque técnico y cuidadoso para garantizar su correcto funcionamiento y cumplimiento de las normativas y regulaciones pertinentes.

## **1.2. Planteamiento del problema**

Según la Dirección de Gestión de Desarrollo Social y Humano del Municipio de Riobamba identifica un problema de transición nutricional estos están dados por los cambios que ocurren en los ingresos familiares, situación alimentaria, cambio o falta de alimentos, consumo excesivo de alimentos de alta densidad calórica (grasas saturadas) (GADMR 2017). Por otra parte, la desvaloración de los alimentos andinos propios de la zona que además de ser productos de fácil adquisición, se han visto opacados por las nuevas tecnologías como son los alimentos procesados ricos en grasas saturadas y de bajo valor nutricional, los mismos que han comenzado a ser ejes fundamentales en la alimentación de muchas familias dentro del cantón. Por ende, se vio la necesidad de realizar la siguiente propuesta para la instalación de una fábrica de harina a base de granos andinos cuyos productos serán ofertados a las familias y así a mejorar la salud de estos.

La región andina del Ecuador es conocida por su riqueza en la producción de granos andinos, entre los que destacan la quinua, el maíz y la cebada. En los cantones de Riobamba y Colta, el grupo Sumak Tarpuy se ha dedicado a la siembra y cosecha de estos granos para la comunidad local. Sin embargo, la comercialización de los granos ha presentado ciertas dificultades, especialmente en lo que se refiere al procesamiento de los mismos para su venta.

Para este problema se decidió buscar una solución en el cantón Guano, donde se encontraba la infraestructura necesaria para el procesamiento de los granos. Allí, se establecerá una línea de producción que permitirá obtener una harina de alta calidad a partir de los granos cosechados en la región. Es importante destacar que la producción de los granos se realiza por estaciones, lo que significa que la comercialización de la harina también se llevará a cabo de manera parcial, a medida que avanza la cosecha. Esto implica que la demanda de harina será satisfecha con la producción almacenada para futuros pedidos.

A pesar de que la harina producida por Sumak Tarpuy es de alta calidad y cuenta con un proceso de producción eficiente, la competencia en el mercado es muy alta. Las grandes fábricas de alimentos también producen harina de granos andinos y tienen una amplia red de distribución, lo que hace que la sea un desafío constante.

### **1.3. Justificación**

#### ***1.3.1. Justificación teórica***

Aplicando los conocimientos adquiridos en las áreas de producción, simulación de procesos, diseño, organización de plantas y selección de elementos de máquinas se podrán analizar y proponer instalaciones acordes para una fábrica de harinas. Se busca aprovechar los recursos locales y fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional agregando valor a la cadena agrícola familiar campesina en contexto de vulnerabilidad socio económica postpandemia en los cantones Colta y Riobamba de la Provincia de Chimborazo.

#### ***1.3.2. Justificación metodológica***

Para el desarrollo de la propuesta se utilizará la metodología de diseño que especifica la investigación y selección de los equipos y maquinarias requeridos para la elaboración de harina a base de granos andinos para poder obtener el mejor proceso. Se realizará una simulación de los procesos que permita obtener los parámetros óptimos para una mejor producción teniendo en cuentas las buenas prácticas de manufactura requeridos, en la cual se evidenciara la forma en la que el diseño de la fábrica estará distribuido con los requerimientos existentes, acorde al dimensionamiento que satisfaga las necesidades de una buena producción.

#### ***1.3.3. Justificación práctica***

El proyecto se realiza con el objetivo proponer una instalación para una fábrica de harinas a base de granos andinos enfocado en la producción, seguridad alimentaria y nutricional postpandemia para fomentar el consumo de alimentos saludables con alto contenido nutricional, garantizando una estabilidad alimentaria familiar, previniendo enfermedades crónicas no transmisibles y enfermedades transmitidas por los alimentos altos en sodio o en azúcares.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo general***

“Desarrollar el diseño conceptual para la instalación de una fábrica de harinas a base de granos andinos enfocada a la producción, seguridad alimentaria y nutricional post pandemia en los cantones Colta y Riobamba”

### ***1.4.2. Objetivos específicos***

Evaluar las instalaciones de la planta con el fin de determinar su estado actual para poder identificar las características y un sistema de producción necesaria para la elaboración de harina a base de granos andinos.

Determinar la maquinaria óptima para la elaboración de harinas y mezclas, y diseñar una distribución de planta eficiente utilizando software de simulación FlexSim para optimizar la producción.

Determinar la capacidad optima de producción en la planta para producir su máximo nivel de harina con una serie de los recursos disponibles.

Establecer medidas de seguridad e higiene en la planta procesadora de harinas, que incluya los requisitos higiénicos, medidas de protección y control de limpieza y plagas.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de investigación

La crisis mundial del COVID-19 que tuvo lugar en el año 2020 el cual ha tenido efectos en la desnutrición tanto en adultos como en infantes. Casi la mitad de los pacientes con COVID-19 ingresan a los hospitales con anorexia y pérdida de peso, síntomas que pueden originar desnutrición (Gómez et al. 2020).

Se ha asociado a la desnutrición con impactos negativos en pacientes que han sido tratados por COVID y se han identificado factores de riesgo independientes de desnutrición como lo son: valores disminuidos de índice de masa corporal, circunferencia de la pantorrilla, albúmina, hemoglobina, recuento total de linfocitos y diabetes mellitus tipo 2 (Li et al. 2020).

Según un estudio clínico realizado en Wuhan, se reportó que el aumento o en las concentraciones de neutrófilos, proteína amiloide sérica A (AAS), procalcitonina (PCT), proteína C reactiva (PCR), troponina sérica hipersensible I (cTnI); dímero D, deshidrogenasa láctica (LDH) y lactato pueden tomarse como indica dores de progresión de la enfermedad, lo mismo que disminución en el recuento de linfocitos, que son manifestaciones de un estado nutricional bastante deteriorado. La desnutrición en los pacientes interactúa con la infección por COVID-19 a través de un círculo vicioso en el que aumentan el riesgo y la gravedad de la enfermedad (Li et al. 2020).

La desnutrición podría exacerbar los efectos de COVID-19 en madres y niños. Al mismo tiempo, más niños están desnutridos debido al deterioro de la calidad de sus dietas, las interrupciones en nutrición y choques socioeconómicos creados por la pandemia en países con ingresos bajos y medianos (Fore et al. 2020).

En la planta se evidencio falta de instalaciones adecuadas para el procesamiento de la harina como son el número de luminarias adecuadas tanto para la seguridad de los trabajadores como también para la debida inspección de los granos como de la harina y en lo que respecta a los tomacorrientes se evidencio la ausencia centros de carga trifásicos para el funcionamiento respectivo de la maquinaria. Asimismo, acometidas de agua para la humectación del grano como para la desinfección del personal.

Una de las principales fuentes nutritivas que aportan carbohidratos necesarios y vitaminas para poder combatir con los problemas de la desnutrición son los granos andinos que son pilar fundamental en la pirámide alimenticia gracias a la gran cantidad de energía que aportan (Haig

Saida 2019). El proceso de elaboración de harina ayuda a conservar los nutrientes dado a que se caracteriza por tener el contenido más alto de grasas del tipo insaturado. Es decir, grasas beneficiosas para la salud. Además, también aportan proteínas, vitaminas, minerales y fibra. El consumo de harina es provechoso ya que posee un nivel de calorías más bajo que al de su competencia directa y cuenta con un nivel de nutrientes más altos y mantienen una dieta equilibrada (De Torre et al. 2017).

Durante la inspección de la planta se pudo notar la carencia de instalaciones idóneas para el procesamiento de la harina. En particular, se observó una falta de luminarias, las cuales son necesarias tanto para la seguridad de los trabajadores como para la adecuada inspección de los granos y la harina. Además, se evidenció una insuficiencia en los tomacorrientes, ya que no se encontraron centros de carga trifásicos que son necesarios para el correcto funcionamiento de la maquinaria. También se notó la escasez de acometidas de agua para la humectación del grano y la desinfección del personal.

## **2.2. Localización**

En el estudio para llegar a seleccionar la comunidad y lugar exacto para la elaboración de la propuesta, es necesario elegir el punto preciso dentro de la macro localización donde se ubicará definitivamente las instalaciones del proyecto. Al momento de selección se debe tomar en cuenta factores tangibles e intangibles. Entre los factores tangibles que se deben considerar, se encuentran la disponibilidad de mano de obra calificada, la existencia de infraestructuras y servicios básicos como carreteras, electricidad, agua y comunicaciones, así como la accesibilidad al mercado y la materia prima. Por otro lado, los factores intangibles que se deben evaluar son aquellos relacionados con el entorno social, cultural y político de la comunidad con respecto a la localización, esto con la finalidad de garantizar una buena accesibilidad al mercado y una distribución efectiva del producto. Esta elección deberá hacerse teniendo en cuenta el equilibrio entre los beneficios que se puedan obtener y los costos en el proceso de producción y de transporte.

### **2.2.1. Macro y micro localización**

La elección de la macro y micro localización es uno de los aspectos más relevantes en la planificación de cualquier proyecto, ya que de ella dependerá en gran medida el éxito o fracaso del mismo. La macro localización se refiere a la ubicación general del proyecto, es decir, la región o zona geográfica donde se llevará a cabo la inversión. Mientras que la micro localización se

refiere al lugar específico donde se instalará el proyecto dentro de la macro localización seleccionada.

En la elección de la macro y micro localización, es necesario tener en cuenta una serie de factores socioeconómicos y características físicas de la zona. Por un lado, se deben evaluar aspectos como la densidad de población, el nivel de desarrollo socioeconómico, la disponibilidad de recursos naturales y la infraestructura existente. Por otro lado, se deben considerar factores como la accesibilidad al mercado, la cercanía a los proveedores de materias primas y la disponibilidad de mano de obra calificada. Esto puede lograrse mediante la selección de una zona con una buena accesibilidad y conectividad, que permita reducir los costos de transporte de los insumos y productos terminados. Asimismo, es fundamental que la zona seleccionada tenga una infraestructura adecuada, que permita una gestión eficiente del proyecto y una rápida respuesta ante posibles contingencias.

### **2.3. Legislación ecuatoriana**

En el Art- 13 de la constitución del Ecuador (Constitución de la república del Ecuador 2011) por la regulación de la agencia nacional de regulación, control y vigilancia “ARCSA” se prevé que todas las personas tienen el derecho a una vida sana y por tanto consumir alimentos sanos, nutritivos, y suficientes esto a nivel de todos los ecuatorianos locales en el país y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales.

#### **2.3.1. *Agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria***

(ARCSA) es una entidad de gran importancia en el ámbito de la salud pública, ya que su función principal es garantizar el uso y consumo de alimentos sanos, higiénicos y saludables a todas las personas ya que todos tienen el derecho de un bienestar.

La supervisión y control de los procesos de producción, almacenamiento, transporte y comercialización de los productos de consumo humano, tales como alimentos, bebidas, medicamentos, productos cosméticos y de higiene personal, entre otros son considerados como las actividades que regula el ARCSA. Para ello, cuenta con un equipo de profesionales altamente capacitados y especializados en la evaluación de los riesgos sanitarios asociados a estos productos, así como en la aplicación de las medidas necesarias para garantizar su calidad e inocuidad.

### *2.3.1.1. Resolución Arcsa 067*

Según (Arcsa 2015) la producción y elaboración de alimentos en el país está regulada por la ARCSA, lo que nos permite confiar para el consumo de todos los alimentos ya que para salir al mercado al expendio del consumir tienen que regir con normas establecidas y ser cumplidas por un bienestar general del Ecuador.

Para obtener productos de buena calidad e inocuos el ARCSA revisa desde las plantas de procesamiento, su personal, infraestructura y todo lo referente a las buenas prácticas de manufactura incluyendo todos los aspectos importantes de producción para garantizar la inocuidad de los alimentos.

## **2.4. Valor nutricional**

Según el resultado del informe por parte de la escuela de nutrición y dietética de la facultad de salud en la Espoch, (Benítez 2023). Ciertos alimentos, comidas y productos pueden ser más saludables y completos que otros, pero ninguno aporta todos los nutrientes que tu organismo necesita para funcionar correctamente. Por ello, es importante seguir una dieta equilibrada y variada. Todos los alimentos contienen nutrientes esenciales y no esenciales, e incluso si el cuerpo no necesita estos últimos, siguen siendo importantes. Los nutrientes esenciales son algo que el cuerpo no puede producir por sí mismo y, por lo tanto, no puede producir. Deben obtenerse a través de la dieta y no necesariamente tienen que ser sintetizados en el organismo a partir de otros componentes.

Al hablar de las proteínas son muy esenciales para construir y reparar tejidos como la piel, los huesos, los músculos, el cabello y las uñas, y permite que las células del cuerpo lleven a cabo sus funciones. Estas proteínas que nos ayudan a mantener el cuerpo se pueden obtener de fuentes animales y vegetales como la carne, el pescado, los huevos, las legumbres y los productos lácteos. Pero se debe recalcar que que no se recomienda demasiada proteína animal en la dieta, mientras que la proteína vegetal no es un problema. Estas están formadas por aminoácidos para la nutrición humana que requiere nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo normales, especialmente durante la niñez, porque este es un período donde el niño crece a pasos grandes y en esta etapa, el niño tendrá cambios fisiológicos evidentes y necesitará una alimentación y energía adecuadas para evitar carencias nutricionales. Es importante tener en cuenta que, durante este tiempo, el cuerpo tiene una mayor necesidad de nutrientes y energía para apoyar el crecimiento para el desarrollo a tiempo es decir adecuado.

Las mezclas de alimentos son combinaciones de diferentes productos alimenticios, cuyo objetivo es obtener productos con un alto valor nutricional y un buen equilibrio entre los aminoácidos esenciales. Estas mezclas están diseñadas para satisfacer mejor los requisitos nutricionales y, por lo general, se elaboran con cereales molidos y harina de soja, a menudo con la adición de leche desnatada en polvo. También pueden contener aceites, azúcares y diversos oligoelementos. Estas mezclas son una buena alternativa para una dieta variada y adecuada, ya que los granos y las legumbres se pueden usar fácilmente en las comidas diarias y son culturalmente adaptables. La principal ventaja de estas mezclas es que son fáciles de manejar, por lo que son aptas para diferentes grupos de edad y tienen importantes valores nutricionales. (Benítez 2023)

## **2.5. Referencias teóricas**

### **2.5.1. Desnutrición**

Desnutrición señala toda pérdida anormal de peso del organismo, desde la más ligera hasta la más grave, sin prejuzgar en sí, de lo avanzado del mal, pues igualmente se llama desnutrido a un niño que ha perdido el 15% de su peso, que al que ha perdido 60% o más, relacionando estos datos siempre al peso que le corresponde tener para una edad determinada, según las constantes conocidas (Giraldo et al. 2017).

### **2.5.2. Distribución de plantas**

Definir la distribución en planta incluye decisiones que definen la disposición física de los recursos dentro de una instalación. Y, por tanto, aunque sólo sea por un principio de cercanía física define quién los gobernará. Además, la distribución en planta es una expresión de la idea que sobre la organización tenía el diseñador. De este modo las fábricas del siglo XIX se construían en volumen porque intentaban replicar el eficiente diseño de las máquinas (generalmente paralelepípedos) (García-Sabater, Jose P. 2020).

### **2.5.3. Maquinaria**

Conjunto de partes o componentes vinculados entre sí, de los cuales al menos uno es móvil, asociados para una aplicación determinada, provisto o destinado a estar provisto de un sistema de accionamiento distinto de la fuerza humana o animal, aplicada directamente (Olea 2010).

#### **2.5.4. Productividad**

La productividad implica la mejora del proceso productivo. La mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados y la cantidad de bienes y servicios producidos. Por ende, la productividad es un índice que relaciona lo producido por un sistema y los recursos utilizados para generarlo (Carro Paz Roberto, González Gómez Daniel 2012).

#### **2.5.5. Estandarización**

La estandarización es el desarrollo sistemático, aplicación y actualización de patrones, medidas uniformes y especificaciones para materiales, productos o marcas. No es un proceso nuevo, ha existido desde hace mucho tiempo y constituye un método excelente para controlar los costos de materiales de procesos (Diez, Abreu 2009).

#### **2.5.6. Proceso industrial**

Es el conjunto de etapas que hacen posible la transformación de la materia prima e insumos en productos, subproductos, residuos y desechos; usando racionalmente la energía, y teniendo en cuenta en cada etapa las condiciones de operación que hagan posibles procesos eficientes (Pérez Loayza, Silva Vicky 2013).

#### **2.5.7. Calidad**

La calidad es un concepto inherente a la misma esencia del ser humano. Desde los mismos orígenes del hombre, éste ha comprendido que el hacer las cosas bien y de la mejor forma posible le proporciona una ventaja competitiva sobre sus congéneres y sobre el entorno con el cual interactúa (Constanza et al. 2009).

#### **2.5.8. Trigo**

El trigo es un cereal originario del oeste de Asia que se cultiva desde hace más de 6000 años. Actualmente constituye el cultivo más difundido en el mundo abarcando una superficie cosechada de 219 millones de ha/año (Pablo E. Abbate, Miguel J. Cardós, Leda E. Campaña 2017).



**Ilustración 1-2:** Trigo

**Fuente:** (García, Guillermina, 2020.)

### **2.5.9. Cebada**

La cebada es el cuarto cereal más cultivado a nivel mundial después del trigo, maíz y arroz. La razón de su importancia se debe a su amplia adaptación ecológica y a su diversidad de aplicaciones. Entre tanto, que la importancia social y económica de la cebada se basa en su uso diversificado como alimento para consumo humano (INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS 2020)



**Ilustración 2-2:** Cebada

**Fuente:** (HerbaZest. 2022)

### **2.5.10. Maíz**

El maíz es considerado el tercer cultivo más importante del mundo, después del trigo y del arroz, debido a que se adapta ampliamente a las diversas condiciones ecológicas y edáficas, se lo cultiva en casi todo el mundo y se constituye, en alimento básico para millones de personas, especialmente en América latina (Ortigoza Javier et al. 2019).



**Ilustración 3-2:** Maíz

**Fuente:** (MadreTierra. 2022)

### **2.5.11. Harina**

Harina es el polvo más o menos fino que se obtiene de la molienda de un cereal o leguminosa seca. Se puede obtener harina de distintos cereales. Aunque la más habitual es la harina de trigo elemento habitual en la elaboración del pan, también se hace harina de centeno, de cebada, de avena, de maíz o de arroz y existen también otros tipos de harinas obtenidas de otros alimentos como leguminosas (Sifre et al. 2018).



**Ilustración 4-2:** Harinas

**Fuente:** (Nestlé. 2022).

### **2.5.12. Codex alimentarius**

Estas directrices establecen principios de producción orgánica en granja y para las fases de preparación, almacenamiento, transporte, etiquetado y comercialización, y aportan una indicación de los insumos permitidos para la fertilización y acondicionamiento del suelo, para combatir las plagas de las plantas y las enfermedades, y como aditivos alimentarios y coadyuvantes de elaboración. A efectos del etiquetado, el uso de ciertas expresiones que llevan a deducir que se

han usado métodos de producción orgánica se ha limitado a los productos de productores supervisados por un organismo o autoridad de inspección (CODEX 2005).

### ***2.5.13. Inocuidad del grano***

La infestación inicial de plagas y hongos ocurre en campo durante el período de secado del grano, previo y posterior a la cosecha y tiene una duración de uno a cinco meses. El alto contenido de humedad en el grano durante el almacenamiento favorece el desarrollo de insectos, ácaros, hongos y microorganismos, los cuales al alimentarse disminuyen la cantidad y calidad alimenticia y comercial de grano (Yadira, Marino-Marmolejo 2017).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de investigación

Para el presente trabajo de titulación de carácter técnico, el mismo que tiene como objetivo la propuesta de una fábrica de harinas a base de granos andinos se ha considerado diferentes tipos de investigaciones:

- Investigación bibliográfica
- Investigación de campo
- Investigación descriptiva

##### 3.1.1. *Investigación Bibliográfica*

Se requirió de distintas fuentes para la investigación acerca de la problemática de la desnutrición derivada del COVID-19 en las provincias seleccionadas, se hizo necesario recurrir a distintas fuentes bibliográficas con el fin de contextualizar adecuadamente el problema. Entre las fuentes consultadas, se incluyeron libros especializados en ingeniería, el Codex Alimentarius, códigos para las buenas prácticas de manufactura y alimentarias, catálogos de maquinaria para el procesamiento de harinas y granos, trabajos colaborativos elaborados por el grupo encargado del proyecto Erpe-Prog-Espoch, así como otros documentos relacionados con el tema en cuestión.

Cada una de estas fuentes resultó esencial para obtener información valiosa acerca del problema de la desnutrición, su impacto en las provincias seleccionadas y las posibles soluciones para combatirlo. Gracias a este enfoque multidisciplinario y la utilización de diversas fuentes, se logró obtener una visión más completa y precisa de la problemática en cuestión, lo que permitirá diseñar estrategias más efectivas para combatirla y mejorar la situación alimentaria de la población.

##### 3.1.2. *Investigación de campo*

Para aplicar la investigación de campo se presenta en las distintas plantas de producción y elaboración harinas, y se realizaron entrevistas con los trabajadores y encargados de las plantas para poder obtener información más detallada acerca de los procesos y las dificultades que enfrentan. De esta manera, se pudo obtener una perspectiva más completa y precisa de la situación y poder así tomar decisiones más acertadas en cuanto a la selección de maquinarias y la

distribución de la planta. Además, se tuvo en cuenta la disponibilidad y los precios de cada una de ellas, con el fin de ajustar el presupuesto y poder obtener el mejor rendimiento y eficiencia en la producción de harinas en los distintos puestos de trabajo.

### **3.1.3. Investigación descriptiva**

La metodología descriptiva es una herramienta útil para este estudio ya que permite detallar y explicar los procesos y actividades involucrados en la producción de harinas a base de granos andinos. Además, se centra específicamente en los cantones de Riobamba y Colta, donde se encuentran las familias del grupo de “Sumak Tarpuy”, lo que nos permitirá conocer de cerca su proceso de producción y así poder identificar las oportunidades de mejora en el mismo. La metodología descriptiva nos permitirá observar y analizar cada uno de los pasos del proceso, hasta la elaboración del producto final. De esta manera, podremos obtener una visión clara y detallada de cada una de las etapas del proceso y así poder identificar los puntos críticos y las posibles oportunidades de mejora.

## **3.2. Enfoque de la investigación**

En el presente trabajo de titulación, se empleó una metodología basada en el análisis cuantitativo de los procesos requeridos para lograr los objetivos establecidos en relación con la elaboración de harina a partir de granos andinos. La utilización de esta metodología proporcionó un enfoque preciso y detallado para la identificación de los procesos clave necesarios para el éxito de este proyecto. Además, permitió la recopilación de datos objetivos y medibles que sirvieron como base para la toma de decisiones y la evaluación de los resultados obtenidos en el proceso de elaboración de la harina.

### **3.2.1. Enfoque cuantitativo**

Para la recolección de información se utilizaron diversas técnicas y herramientas para el estudio de la harina de granos andinos, entrevistas con expertos en el tema, revisión de literatura especializada y análisis de datos estadísticos. También se llevaron a cabo visitas a las plantas de producción y se realizaron observaciones directas de los procesos y técnicas empleadas en la elaboración de la harina.

El enfoque cuantitativo permitió obtener datos precisos y objetivos sobre la producción y distribución de la harina, lo que permitió identificar los puntos críticos en el proceso y determinar las mejores prácticas para su optimización. Además, se pudo establecer una línea de producción

eficiente y rentable, que permita mejorar la calidad del producto al mismo tiempo que se contribuye al desarrollo sostenible de la región.

### **3.3. Método de investigación**

#### **3.3.1. Método inductivo**

En la investigación se aplica el método inductivo, dado que la propuesta se basa en las observaciones de los espacios proporcionados por parte de “SumakLife”, para el desarrollo de los procesos, desde la recepción de materia prima hasta el empacado y almacenado del producto final. De igual manera en el levantamiento de información para la selección de maquinaria en el proceso de producción dado que cada tipo de grano requiere distintos tratamientos tomando en cuenta la temporada de cosecha de cada grano.

#### **3.3.2. Método deductivo**

De igual manera se aplica el método deductivo en la investigación debido a que al tratarse de una propuesta se asume los resultados con base a una premisa y un análisis son como verdaderas. Este método se basa en teoría general, es decir que la veracidad de las premisas propuestas se validara en base de los resultados. También se aplica el método para este trabajo de titulación debido a que una vez partiendo de la recolección de datos en la inspección inicial se obtiene la información actual de la empresa y a partir de ello se dan las soluciones adecuadas para reducir el riesgo y así llegar a obtener buenos resultados; es decir se va de lo esencial a lo general.

### **3.4. Instrumentos de recolección de datos**

Para el desarrollo del trabajo se utilizaron los instrumentos que facilitaron los requerimientos y el enfoque que se tiene el proyecto, para recabar información se utilizó los siguientes instrumentos:

#### **3.4.1. Luxómetro**

El luxómetro es un instrumento utilizado para medir la cantidad de luz o luminosidad que existe en un espacio determinado. En el contexto de la planta de harina, el luxómetro fue utilizado para medir la cantidad de luz en los diferentes ambientes donde se realizará el proceso de elaboración de harinas a base de granos andinos.

La luminosidad es un factor clave en cualquier proceso productivo, ya que una cantidad inadecuada de luz puede afectar negativamente la calidad del producto final y la productividad de los trabajadores. Con el uso del luxómetro, se pudo determinar la cantidad adecuada de luz necesaria en cada ambiente de trabajo, lo que permitió optimizar el proceso productivo y garantizar la calidad del producto final e identificar los espacios donde existe una cantidad inadecuada de luz, lo que permitió tomar medidas para mejorar la iluminación en esos espacios y garantizar un ambiente de trabajo seguro y saludable para los trabajadores.



**Ilustración 1-3: Luxómetro**

Fuente: (Ramos 2022)

#### **3.4.2. Dispositivo móvil**

El dispositivo móvil se utilizó de múltiples maneras, entre ellas el bloc de notas para anotaciones importantes al momento de recolectar información, otra forma del uso del dispositivo móvil fue la toma de fotografías para evidenciar el estado actual de las instalaciones y de las visitas realizadas.

#### **3.4.3. Flexómetro**

El flexómetro es una herramienta de medición que consiste en una cinta métrica flexible y retráctil, con marcas de medidas en ambos lados. En el presente proyecto, se empleó este instrumento para medir las longitudes de las superficies de la planta de elaboración de harina, incluyendo las dimensiones de las diferentes áreas de trabajo, los espacios para el almacenamiento de los insumos, la maquinaria y el dimensionamiento de las puertas. Con esta información se pudo elaborar los planos respectivos de la planta de manera precisa y detallada, lo que permitió una correcta distribución de los espacios y una eficiente ubicación de los equipos y maquinarias.



**Ilustración 2-3:** *Flexómetro*

Fuente: (Oier 2022)

### **3.5. Software para procesamiento de datos**

En la actualidad los softwares utilizados nos hacen el trabajo más eficaz para el mejor manejo y entendimiento de los datos previamente recolectados y poder llegar al enfoque necesario para la propuesta; Existen varias técnicas y programas para procesar datos, incluyendo AutoCAD, FlexSim, Excel y Word, cada uno de los cuales tiene sus propias ventajas y características. A continuación, se describen algunas de las técnicas y programas más comunes.

FlexSim es un software de simulación que se utilizó para modelar sistemas y para simular el comportamiento de los procesos de producción y manufactura de los granos andinos. Este programa es muy útil para la planificación y optimización de procesos de producción, así como para la identificación de cuellos de botella y la mejora de la eficiencia en la cadena de suministro. AutoCad es un programa de diseño asistido por computadora (CAD) que se utiliza principalmente para crear dibujos técnicos en 2D y 3D. Este programa es muy útil para la creación de planos y diseños de ingeniería para la construcción y la fabricación. Se utilizó en el diseño de planos de las instalaciones de Sumak Tarpuy para la distribución de la planta. Por último, se utilizaron los programas de Microsoft Word y Excel para la creación de documentos y hojas de cálculo, respectivamente. Además, se emplearon para analizar los datos mediante la creación de tablas y gráficos que permitieron una mejor visualización y comprensión de los resultados. Estas herramientas resultaron esenciales para la presentación de información clara y concisa.

### **3.6. Evaluación de la infraestructura e instalaciones**

De acuerdo con la información proporcionada por la organización, el espacio disponible para la instalación de los equipos de la planta procesadora de harina a base de granos andinos está ubicado en la ciudad de Guano, que fue construido mediante proyectos del ministerio de agricultura y ganadería hace alrededor de 10 años tiene las siguientes dimensiones:





**Ilustración 5-3:** Análisis de la maquinaria disponible

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

La revisión y evaluación realizada en las instalaciones de la planta ha permitido identificar el estado en el que se encuentra actualmente, dando como resultado que se pueden observar dentro de la tabla 1-3 los siguientes datos del estado actual de la planta:

**Tabla 1-3:** Estado actual de la planta

<b>Resultado de la evaluación del estado actual de la planta</b>	
<b>Observaciones</b>	<b>Análisis</b>
Suministro eléctrico	En las instalaciones no cuentan con suministro de energía eléctrica al no tener conexión a la acometida de la red eléctrica.
Número de tomas de corriente	Se observó que en el área donde se llevara a cabo el proceso de producción y de almacenamiento se cuenta con 8 tomas corrientes de 110 y 4 de 220 voltios.
Suministro de agua	Solo existe un suministro de agua en el área designado, es un lavamanos en el área de producción que no cuenta con presión de agua.
Servicios higiénicos	Cuenta con servicios higiénicos, duchas y vestidores que son compartidos el resto de la planta.
Maquinaria	Existe maquinaria destinada al procesamiento de quinua de la organización Sumac Tarpur al cual se lo realizó un análisis técnico para evaluar su estado
Silos	Las instalaciones cuentan con 3 silos ya instalados, los cuales fueron hechos a medida por el ingeniero de la organización, los cuales cuentan con una altura de 6 metros de alto y un radio de 50 cm. Los silos están fijados al suelo a una altura de 60 cm.

Puertas	El área total designada cuenta con 4 puertas de un ala, 3 de dos alas y 3 puertas enrollables automatizadas. En el área de almacenamiento cuenta con una puerta corrediza no automatizada.
---------	--

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

Se encontraron ciertas inconsistencias en el material de iluminación como tomacorrientes trifásicos para el debido funcionamiento de la maquinaria que es importante abordar para garantizar un ambiente laboral adecuado y seguro. La falta de luminarias en ciertos puntos de la planta genera zonas oscuras lo que incurre en la baja visualización del grano al momento de su inspección.

Para abordar esta situación, será necesario realizar un cálculo lumínico detallado que permita determinar la cantidad y ubicación de las lámparas faltantes para garantizar una iluminación adecuada en toda la planta. Este cálculo debe considerar factores como el tamaño y altura de la zona a iluminar, la intensidad de luz necesaria para la actividad realizada en cada área. Asimismo, la incorporación de los tomacorrientes en los puntos de carga planteados donde estarán ubicados máquinas que requieren una carga trifásica.

De igual manera se pudo constatar que existe una falta de acometidas de agua en áreas clave para el correcto funcionamiento de la planta. En particular, se detectó la ausencia de una acometida de agua en el área de trabajo destinada a la ubicación del humificador, cuyo correcto funcionamiento depende de un suministro de agua adecuado.

También, se evidenció la necesidad de contar con una entrada de agua en la zona de producción, a fin de instalar un lavamanos que permita la debida desinfección del personal antes de ingresar a las instalaciones. Esta medida es esencial para garantizar la calidad e inocuidad de los productos elaborados en la planta, y constituye un requisito obligatorio en materia de seguridad e higiene industrial. En este sentido, resulta imprescindible realizar las gestiones necesarias para la instalación de las acometidas de agua requeridas en las zonas mencionadas, lo que permitirá garantizar un funcionamiento adecuado de los equipos, una operación segura y eficiente de la planta en su conjunto.

Para garantizar una operación eficiente en la planta de producción, resulta fundamental tener en cuenta la ubicación adecuada de los silos destinados al almacenamiento de materias primas los cuales cuentan con una capacidad de 5,5 metros cúbicos es decir 4235 kg. En este sentido, se requiere su instalación en áreas externas de la planta, a fin de evitar cuellos de botella y optimizar

el proceso productivo en su conjunto. De esta manera, al colocar los silos fuera de la planta, se logra reducir el tiempo de traslado de la materia prima a las zonas de trabajo, lo que se traduce en una mayor eficiencia al proceso productivo. Además, esta ubicación también permite una gestión más eficaz de los recursos y una mejor organización del espacio dentro de la planta. En la foto 3-3 podemos observar el estado de los silos instalados dentro de las instalaciones.



**Ilustración 6-3:** Silos instalados

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

### 3.6.1. *Demanda de consumo eléctrico*

La demanda de consumo energético se lo ha demostrado mediante una tabla resumen donde se encuentran las potencias dadas en Hp como también las capacidades de cada una de las máquinas y el motor a usar teniendo en cuenta el ahorro energético que se refleja en la tabla 2-3.

**Tabla 2-3:** Demanda de consumo eléctrico

<b>Maquinaria</b>	<b>Hp</b>	<b>W/hora</b>	<b>Capacidad (kg/h)</b>	<b>Motor</b>
Despedregadora	2	1491,4	400	Trifásico
Humificador	2	1491,4	500	Trifásico
Tostadora de grano	0,5	800	500	Monofásico
Tamizadora	2	1491,4	2100	Trifásico
Molino de piedra 500mm	10	7457	300	Trifásico
Mezcladora de harinas	7,5	5592,8	300	Trifásico
Dosificador	0,5	900	1000	Monofásico
<b>TOTAL</b>		19224		

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

La tabla 3-3 demuestra el tipo de vivienda acorde al área de construcción dadas en metros cuadrados donde se dará como resultado el número de circuitos en iluminación y tomacorrientes.

**Tabla 3-3:** Instalaciones eléctrica

TIPO DE VIVIENDA	ÁREA DE CONSTRUCCIÓN (m <sup>2</sup> )	Número Mínimo de Circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	A < 80	1	1
Mediana	80 < A < 200	2	2
Mediana grande	201 < A < 300	3	3
Grande	301 < A < 400	4	4
Especial	A > 400	1 por cada 100 m <sup>2</sup> o fracción de 100 m <sup>2</sup>	1 por cada 100 m <sup>2</sup> o fracción de 100 m <sup>2</sup>

Fuente: (Sandoya Adrián et al. 2018)

Los datos de las instalaciones eléctricas se las reflejo en la tabla 4-3 para el cálculo de la demanda de consumo energético donde constan los puntos de iluminación, tomacorrientes y las cargas especiales que se usaran en la planta.

**Tabla 4-3:** Datos de instalaciones

Datos			
Número de circuitos	3		
Puntos de iluminación	10		
Puntos de tomacorriente	8	4	5
Potencia de cada tomacorriente Watts	1320	2640	4560
Potencia de foco	250 W		
Cargas especiales	5		
Potencia de cargas especiales	19224		

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

### 3.6.2. Demanda de iluminación y tomacorriente

En la tabla 5-3 para el tipo de vivienda establecido se debe tomar un factor de iluminación el cual en este caso corresponde a uno especial.

**Tabla 5-3:** FD iluminación

VIVIENDA TIPO	FD Iluminación
Pequeña-mediana	0,70
Mediana grande- Grande	0,55
Especial	0,53

Fuente: (Sandoya Adrián et al. 2018)

En la tabla 6-3 se especifica un tipo de vivienda establecido se debe tomar un factor del tomacorriente el cual en este caso corresponde a uno especial.

**Tabla 6-3: FD tomacorrientes**

VIVIENDA TIPO	FD Tomacorrientes
Pequeña-mediana	0,50
Mediana grande- Grande	0,40
Especial	0,30

Fuente: (Sandoya Adrián et al. 2018)

### 3.6.3. Demanda de cargas especiales

El factor de la demanda de la tabla 6-5 se lo estableció mediante los kW necesarios dentro de la planta para el funcionamiento tanto de la maquinaria como de las instalaciones.

**Tabla 7-3: FD cargas especiales**

Para 1 carga	Para 2 o más cargas	Para 2 o más cargas	Para 2 o más cargas
	CE<10Kw	10kW<CE<20kW	Ce>20kW
1	0,80	0,75	0,65

Fuente: (Sandoya Adrián et al. 2018).

### 3.6.4. Iluminación

Las medidas que se establecen en la respectiva tabla son las referentes a las áreas administrativas, de producción, recepción, producción, empaquetado y de almacenamiento para el producto final.

**Tabla 8-3: Dimensiones de las instalaciones**

Largo	26,19 m
Ancho	9,85 m
Altura total	9 m

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

Una iluminación adecuada es imprescindible ya que afecta a los niveles de productividad, rendimiento y es un factor de seguridad al momento de manipular u operar máquinas de nivel industrial. Este tipo de factores se relaciona con el confort visual en los puestos de trabajo haciendo más acogedora y agradable el área donde se desempeña los distintos procesos de producción al igual que brinda una mayor seguridad a los operarios. Para ello se debe considerar

que tipo de producción se realizará en la planta para la selección de los luxes que deberá tener dentro de la misma.

**Tabla 9-3:** Factor de luz natural - Iluminación Lux según edificio industrial

Edificios industriales	Iluminación Lux	Factor de luz natural
<b>9. Fábricas de envasado y conservas.</b>		
a) inspector de habas, arroz, cebada y semejantes.	450	5,62
b) Preparación, áreas de calderos, limpieza mecánica y recortado	300	3,75
c) Artículos envasados y embotellados, retortas.	200	2,50
d) Líneas de rotulación de alta velocidad	300	3,75
e) Inspección de enlatados	450	5,62

Fuente: (Nienhuys Sjoerd, Lara Guillermo 1984)

Las características en la tabla 9-3 son referentes a la iluminación de la lampara que se usara en las instalaciones para llegar al nivel de luxes adecuados en las áreas de trabajo.

**Tabla 10-3:** Tipo de iluminación – Lampara

Tipo de iluminación	METAL HALIDE Halogenuro Metálico
Color de luz	Blanco
Lúmenes	18000LM
Vatios	250W
Voltaje	220-240V
Base de foco	E40
Vida útil	12000 horas
Servicio	IP20

Fuente: (IRT LUCES 2016)



**Ilustración 7-3:** Lampara de halogenuro metálico 19” diámetro

Fuente: (IRT LUCES 2016)

La selección de reflectancia está acorde al factor del techo, paredes y del suelo los cuales dependen del color que están pintadas.

**Tabla 11-3:** Coeficiente de reflexión

Cavidad del techo	Colores blancos o muy claros	Colores intermedios (café, rojos o grises)	Colores oscuros (morados, azules oscuros o verdes oscuros)
	80%	<b>50%</b>	10%
Pared	Claro	Medio	Oscuro
	<b>50%</b>	30%	10%
Suelo	Claro		Oscuro
	<b>30%</b>		10%

Fuente: (Daniela Vásconez 2022)

Aquí se detalla cada uno de los factores de reflectancia como lo es del techo, el suelo y las paredes las cuales afectan a la iluminación dentro de la planta.

**Tabla 12-3:** Factor de reflexión

	Factor de reflexión
Techo	0,5
Suelo	0,3
Paredes	0,5

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

El factor de mantenimiento esta dado acorde al ambiente en el que se trabaja ya sea sucio o limpio, en este caso se toma un fm de 0,6 ya que la harina genera suciedad en el ambiente.

**Tabla 13-3:** Factor de mantenimiento (fm)

Ambiente	Factor de mantenimiento (fm)
Limpio	0.8
<b>Sucio</b>	<b>0.6</b>

Fuente: (Gutierrez Javier 2020)

### Nivel de iluminación media

$$E_m = E_a - E_n \quad (1)$$

$E_a$  = Iluminación adecuada

$E_n$  = Iluminación natural

### Índice del local

$$K = \frac{a * b}{h(a + b)} \quad (2)$$

$a$  = Largo

$b$  = Ancho

$h$  = Altura

### Cálculo del flujo luminoso total

$$\phi_T = \frac{E_m * S}{n * fm} \quad (3)$$

$S$  = Largo \* Ancho ( $a * b$ )

$n$  = factor de utilización

$fm$  = Factor de mantenimiento

$E_m$  = Iluminación media

### Numero de luminarias

$$N_{Total} = \frac{\phi_T}{n * \phi_L} \quad (4)$$

$\phi_T$  = Flujo luminoso total

$n$  = Número de lámparas por luminaria

$\phi_L$  = Flujo luminoso de una lampara

### Emplazamiento de las luminarias

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{N_{Total}}{a} * b} \quad (5)$$

$$N_{largo} = N_{ancho} * \left(\frac{a}{b}\right) \quad (6)$$

### Total, de luminarias

$$N = N_{largo} * N_{ancho} \quad (7)$$

### **Comprobación de los resultados para iluminarias**

$$E = \frac{N * \phi_L * n * fm}{S} \quad (8)$$

### **Potencia consumida**

$$P_c = P_L * N \quad (9)$$

*P<sub>L</sub> = Potencia de la lampara*

### **3.7. Valor nutricional para harinas y mezclas**

De acuerdo a resultados por medio del grupo de vinculación producción, seguridad alimentaria y nutrición postpandemia en colaboración con el grupo ERPE – PROGRESSIO y la Escuela superior politécnica de Chimborazo, la facultad de salud pública (Benítez 2023) Se realizaron análisis e investigaciones para fortalecer la seguridad alimentaria y nutricional, agregando valor a las cadenas agrícolas de familias campesinas en condiciones de fragilidad socioeconómica postpandemia en los cantones de Colta y Riobamba. Con este fin, varias actividades del proyecto buscaron fuentes directas de granos y legumbres comúnmente producidos en el área. De las tres mezclas probadas, 70–30 y 80–20 tuvieron la menor variación. Con la correspondiente aplicación de cocina.

### **3.8. Maquinaria necesaria para la elaboración de harinas y mezclas**

En función de la experiencia y conocimientos adquiridos en la elaboración de harinas y mezclas a partir de granos andinos, se ha demostrado que contar con la maquinaria adecuada es esencial para garantizar la eficiencia y la calidad del producto final. La maquinaria especializada permite realizar las operaciones necesarias de manera óptima y segura, asegurando que se cumplan con los estándares de calidad y seguridad requeridos. En este texto se profundizará en la importancia de contar con la maquinaria adecuada y se describirán los equipos y maquinarias necesarios para llevar a cabo el proceso de una producción con éxito.



**Ilustración 8-3:** Revisión de maquinaria

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.



**Ilustración 9-3:** Cotización de molino de piedra

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

### **3.8.1. Despedregadora**



**Ilustración 10-3:** Despedregadora

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

Función:

Se usa como el fin de separar el grano de las piedras y entre otras impurezas de diferentes tamaños mediante zarandas o cedazos que funcionan mediante la vibración de la maquinaria como resultado final obtener un grano limpio.

Características:

<b>Suministro</b>	<b>Motor trifásico</b>
Mano de obra necesaria	2 personas; 1 para cargado y 1 para recepción

### 3.8.2. Tostadora



**Ilustración 11-3:** Tostadora

Fuente: (Escobar Rafael et al. 2013)

Función:

Máquina que tuesta grano para el procesamiento de harina para la cual por su tambor de recepción que gira para la homogeneidad del tostado y para previa molienda.

Características:

<b>Suministro</b>	<b>Motor monofásico</b>
Mano de obra necesaria	1 para carga y recepción

### 3.8.3. Molino de piedra



**Ilustración 12-3:** Molino de piedra

**Fuente:** (Escobar Rafael et al. 2013).

Función:

Máquina que muele granos secos de forma homogénea por medio de dos piezas de piedra las cuales están unidas a un eje donde se puede regular el tamaño a la granulometría proyectada.

<b>Suministro</b>	<b>Motor trifásico</b>
Mano de obra necesaria	2 personas; 1 para recepción y 1 para carga

### 3.8.4. Tamizadora



**Ilustración 13-3:** Tamizadora

**Fuente:** (FILTRA 2023)

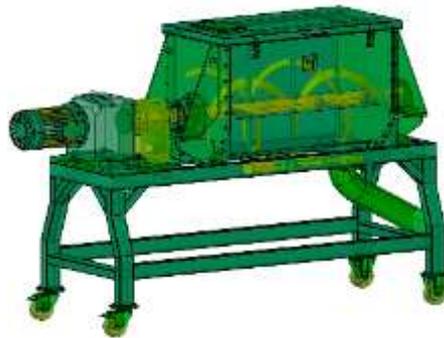
Función:

Máquina para realizar el procesamiento de la separación de la harina ya molida con los restos de cascaras e impurezas la cual está complementada con un motor que genera movimiento tanto en el plano vertical como en el horizontal como finalidad obtener harina con granulometría acorde a la demanda del mercado.

Características:

<b>Suministro</b>	<b>Motor trifásico</b>
Mano de obra necesaria	2 personas; 1 para recepción y 1 para carga

### 3.8.5. Mezcladora de harinas



**Ilustración 14-3:** Mezcladora de harina

Fuente:(Kresisch, Teodoro. 2015)

Función:

Máquina de acero inoxidable AISI304 para la mezcla de harinas con el fin de obtener el mejor valor nutricional, donde en el interior de la máquina se encontrarán dos láminas de forma helicoidal que giran y al mismo tiempo empujan a la harina en sentidos opuestos y tanto en el centro como en los extremos la mezcla sea homogénea.

Características:

<b>Suministro</b>	<b>Motor trifásico</b>
Mano de obra necesaria	2 personas; 1 para recepción y 1 para carga

### 3.8.6. Humificador



**Ilustración 15-3:** Humificador

Fuente:(INGLE 1991)

Función:

Máquina que tienen como fin humectar granos secos mediante donde el agua fluye al tubo rociador mediante tuberías que pulveriza al trigo centro de la cámara. Los tornillos están dispuestos de una forma helicoidal lo que ocasiona que las láminas se agiten lo que se mezclarán con los granos que se mueven hacia adelante para lograr un contacto completo y se distribuye homogéneamente.

Características:

<b>Suministro</b>	<b>Motor trifásico</b>
Mano de obra necesaria	2 personas; 1 para recepción y 1 para carga

### 3.8.7. *Dosificador*



**Ilustración 16-3:** Dosificador

Fuente:(COARA 2023)

Función:

Máquina dosificadora de harina mediante un tornillo sinfín el cual fuerza al producto a bajar hasta el fondo del cilindro ya que el sellado es de alta precisión usa un servomotor que esta ajustado electrónicamente el número del radio de giro necesario para que la cantidad de cada dosis sea homogénea.

Características:

Suministro	Motor monofásico
Mano de obra necesaria	1 persona; dosificación y carga



**Ilustración 17-3:** Evaluación en campo de la propuesta de distribución

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

### 3.8.8. Optimización mediante FlexSim

FlexSim es uno de los softwares de simulación que se utilizan para modelar y analizar procesos en la industria y el avance tecnológico. Esta herramienta es muy útil para la optimización de tiempos y de productividad en este caso de harinas y mezclas a partir de granos andinos, ya que permite simular diferentes escenarios de producción y evaluar el rendimiento y la eficiencia de la planta de manera virtual. El software es capaz de simular y modelar la distribución de planta, el flujo de materiales y la capacidad de producción de la maquinaria y equipos necesarios para la elaboración de harinas y mezclas a partir de granos andinos. De esta forma, se pueden identificar cuellos de botella y áreas críticas en el proceso de producción, lo que permite realizar mejoras y optimizaciones para incrementar la productividad y eficiencia de la planta. En definitiva, el uso de FlexSim es una herramienta muy valiosa en la industria de la ya que permite mejorar los tiempos de producción a través de la simulación virtual de diferentes escenarios y la evaluación de sus resultados.

FlexSim permite realizar cambios y mejoras en la distribución de planta y en la selección de la maquinaria adecuada, de forma virtual y sin interrumpir la producción. De esta manera, se pueden identificar los mejores diseños de la planta y las posiciones más adecuadas para la maquinaria y

equipos, antes de hacer la inversión real en la construcción de la planta o en la adquisición de nuevos equipos. De igual manera, este software permite simular escenarios de producción con diferentes niveles de demanda, variaciones en la producción, cambios en los procesos de producción, y diferentes configuraciones de maquinaria, lo que permite evaluar la capacidad de la planta para satisfacer la demanda y detectar cualquier limitación en el proceso que permite la fácil visualización y análisis. La simulación en 3D permite ver el movimiento de materiales y el funcionamiento de la maquinaria en tiempo real, lo que facilita la identificación de posibles cuellos de botella y la implementación de mejoras en el proceso.

FlexSim utiliza una metodología basada en eventos discretos para simular el proceso de producción de harina y calcular los tiempos y la capacidad de producción. Para ello, se ingresan variables como la capacidad de procesamiento por maquinaria, el tiempo que se procesará cada tipo de grano y las densidades de los granos.

Una vez que se han ingresado estas variables, FlexSim simula el proceso de producción mediante la generación de estos eventos. Por ejemplo, cuando un grano llega a la planta, se genera un evento que simula el proceso de selección y limpieza de los granos. Luego, se generan eventos para simular el proceso de molienda y mezcla de los granos, y así sucesivamente, hasta que se completa todo el proceso de producción.

Durante la simulación, FlexSim utiliza los datos ingresados previamente para calcular los tiempos de procesamiento de cada máquina, la cantidad de grano que se procesará en cada etapa como también la cantidad de harina que se producirá al final del proceso reduciendo así los tiempos de inactividad y mejorando la eficiencia de la planta con el fin de llegar a una cantidad de 332 qq mensuales ya que es la cantidad de familias que conforman la comunidad de Sumak Tarpuy.

### **3.9. Capacidad de producción**

Por medio de una investigación enfocada hacia el número de familias que conforman parte de la organización de Sumak Tarpuy se llegó al número de capacidad de producción debido que es un aspecto crucial para asegurar la eficiencia y rentabilidad de la empresa. La capacidad de producción se refiere a la cantidad máxima de producto que puede fabricar en un período determinado, y es una medida importante para la planificación y gestión de la producción. En este caso, la capacidad de producción puede variar en función de la maquinaria propuesta, el tamaño de la planta, la calidad de la materia prima y otros factores. En este contexto, es esencial que se tome un sistema de gestión adecuado para optimizar la capacidad de producción y asegurar la calidad del producto final.

### 3.9.1. Tarifa de servicio eléctrico

El Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR), mediante resolución ARCERNNR-009/2022 del 14 de abril, determinó que la tarifa nacional promedio del servicio eléctrico se mantenga en 9, 2 centavos de dólar por cada Kilovatio-hora (¢USD/kWh). Es decir, no existirá ninguna variación en el precio final del servicio para el consumidor (Ministerio de energía y minas 2022).

### 3.9.2. Justificación de la demanda en el mercado

Según datos obtenidos de proyecciones poblacionales INEC en el 2010 (INEC 2010) existen 234.170 habitantes en el cantón Riobamba y en Colta 46,973.

En la tabla 13-3 se muestra la proyección de habitantes de los cantones Riobamba y Colta desde el año 2010 hasta el 2020.

**Tabla 14-3:** Población del cantón Riobamba y Colta

Años	Población en el cantón Riobamba	Población en el cantón Colta
2010	234,170	46,973
2011	237,406	46,836
2012	240,612	46,682
2013	243,760	46,512
2014	246,861	46,326
2015	249,891	46,121
2016	252,865	45,897
2017	255,766	45,658
2018	258,597	45,401
2019	261,360	45,129
2020	264,048	44,838

Fuente: (INEC 2010)

Según el INEC (INEC 2010) la tasa de crecimiento poblacional del cantón Riobamba es del 1,63% y la de Colta según cálculos realizados se encontró que su tasa de crecimiento es del -0,46%.

En la tabla 13-4 se muestra la población proyectada a los años posteriores para tener conocimiento el mercado existente en cuanto a los posibles consumidores de los diferentes tipos de harina que se procesaran en la planta

**Tabla 15-3:** Proyección poblacional de Riobamba y Colta

Años	Población proyectada del cantón Riobamba	Población proyectada del cantón Colta
2020	264,048	44,838
2021	268,351	44,630
2022	272,726	44,423
2023	277,171	44,217
2024	281,689	44,012
2025	286,280	43,807
2026	290,947	43,604
2027	295,689	43,402
2028	300,509	43,200

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

De acuerdo con (GADR 2010) el promedio de integrantes por familia es de 3,59 personas en el cantón Riobamba y según el censo del INEC (INEC 2022) el promedio de integrantes por familia del cantón Colta es de 3,6 personas.

- Proyección de la demanda y la oferta

El país consume 774000 toneladas de harina en el 2017, pero tan solo produce el 2% para abastecer la demanda nacional, eso quiere decir que la producción nacional es de 1548 toneladas al año; esto conlleva a la importación de 624000 toneladas al año. (Adriana et al. 2020)

Según la revista lideres (Lideres 2018) Chimborazo abastece el 0,98% de la demanda nacional ecuatoriana y la demanda anual aumenta un 3%.

En el 2017 la población de Riobamba y Colta suman un total de 301167 personas respectivamente y según el INEC en el 2017 la población del Ecuador era de 16,7 millones de habitantes. Con estos datos se procederá a calcular el porcentaje que representa los dos cantones estudiados a nivel nacional.

$$\text{Porcentaje poblacional de Riobamba y Colta} = \left( \frac{301167 - 16700000}{16700000} + 1 \right) * 100$$

$$\text{Porcentaje poblacional de Riobamba y Colta} = 1,8\%$$

En la tabla 15-3 se puede observar la demanda proyectada tanto a nivel nacional como en los cantones de Riobamba y Colta, donde se podrá constatar cual es la necesidad que se deberá cubrir

Proyección de la oferta, la proyección está dada a nivel nacional como en la provincia de Chimborazo la cual abarca los cantones de estudiados.

**Tabla 16-3:** Proyección de demanda y oferta

<b>Características</b>	<b>2017</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>	<b>2025</b>	<b>2026</b>	<b>2027</b>	<b>2028</b>
Población de Riobamba	255766	272726	277172	281689	2862281	290947	295690	300510
Número de miembros por hogar de Riobamba	3,59							
Número de familias de Riobamba	71244	75968	77207	78465	79744	81044	82365	83707
Población de Colta	45658	44423	44217	44012	43807	43604	43402	43200
Número de miembros por hogar de Colta	3,6							
Número de familias de Colta	12683	12340	12282	12225	12169	12112	12056	12000
Número total de familias	83927	88308	89489	90690	91913	93156	94421	95707
% de aumento anual de consumo	3%							
% Poblacional del Ecuador de Riobamba y Colta	1,8%							
Demanda proyectada total de harina Ecuador (Tn)	77400,00	89727,81	92419,65	95192,24	98048,00	100989,44	104019,13	107139,70
Demanda proyectada total de harina Riobamba y Colta (Tn)	1393,20	1615,10	1663,55	1713,46	1764,86	1817,81	1872,34	1928,51
% de oferta de Ecuador	2%							
Oferta proyectada de harina en Ecuador (Tn)	1548,00	1794,56	1848,39	1903,84	1960,96	2019,79	2080,38	2142,79
% de oferta de Chimborazo	0,98%							
Oferta proyectada de harina en Chimborazo (Tn)	15,17	17,58	18,11	18,65	19,21	19,79	20,38	20,99

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- **Análisis de la demanda**

En los resultados de la tabla 16-3 se muestra la demanda en los cantones de Riobamba y Colta a pesar de que la población total solo sea del 1,8% del total de los habitantes existentes en el Ecuador es considerable la necesidad de harina en estas zonas y para un enfoque más fiable en el consumo del producto se puede considerar al número de familias ya que es ahí donde se enfocará la venta de las diferentes harinas producidas.

- **Análisis de la oferta**

Se observa en la tabla 16-3 que la oferta que existe en el mercado no abastece a la demanda es por ello que es viable la producción de harinas en esta zona. A pesar de que el mercado ofertante abarca toda la provincia de Chimborazo se constata que no es suficiente para poder abastecer aun la demanda de los cantones Riobamba y Colta.

### **3.9.3. Capacidades de la maquinaria**

Por medio de las fórmulas 10, 11 y 12 se puede calcular las diversas capacidades que puede tener la maquinaria con función al tiempo. En donde  $U_t$  es utilización y  $U_d$  unidades de desperdicio o horas de ocio.

Capacidad de diseño

$$C_d = \frac{C_e}{U_t} \quad (10)$$

Capacidad eficiente

$$C_e = C_d * U_t \quad (11)$$

Capacidad real

$$C_r = C_e * U_d \quad (12)$$

### **3.10. Medidas de seguridad e higiene**

En base a la información las medidas integrales de seguridad e higiene son fundamentales en la industrial procesadora de alimentos, ya que la producción de alimentos es una actividad que debe cumplir con altos estándares de calidad y seguridad alimentaria para garantizar la salud de los consumidores y el cumplimiento de las normativas legales. Para lograr una buena implementación del plan, es importante que se realice un análisis de los riesgos que pueden presentarse en la planta de producción, desde los peligros físicos hasta los riesgos químicos y biológicos. A partir de esta

evaluación, se pueden establecer medidas preventivas y correctivas para garantizar la seguridad de los trabajadores y la calidad del producto final.



**Ilustración 18-3:** Estudio de requisitos de seguridad

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

En Ecuador, la entidad encargada de regular y controlar la seguridad alimentaria es la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA). ARCSA establece las normas y regulaciones que deben cumplir las empresas de harinas y otros productos alimenticios para garantizar la seguridad e higiene de estos. A partir de ello se realizó un análisis de todos los requisitos y normas necesarias que se deben cumplir en el país.

Para la implementación de las medidas integrales de seguridad e higiene es necesario identificar y evaluar los diversos riesgos, establecer medidas de preventivas y de control para la seguridad de los trabajadores como en este caso sería la indumentaria necesaria y por último un control de limpieza y plagas.

## CAPÍTULO IV

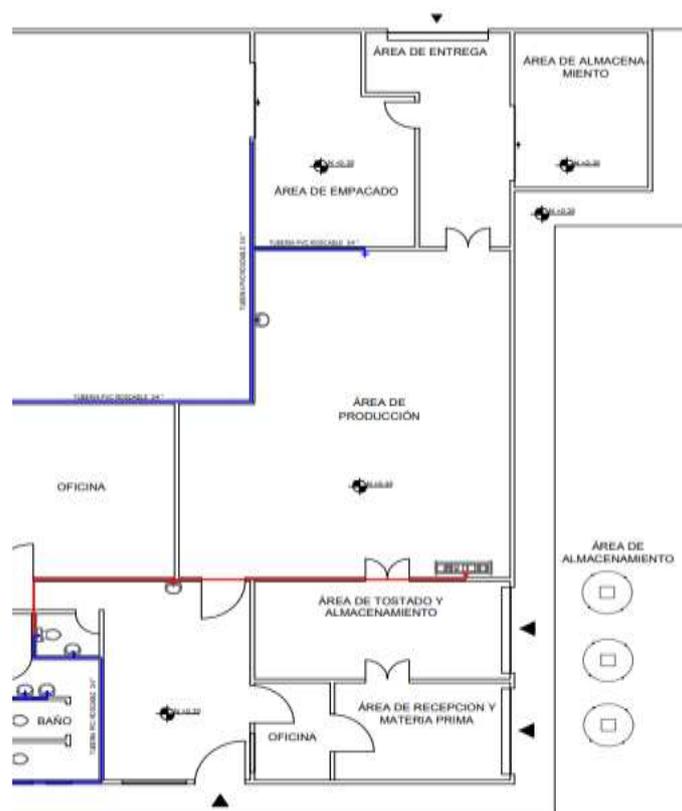
### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Distribución de planta

##### 4.1.1. Distribución de áreas

Para el proceso de elaboración de harina a base de granos andinos se tomó en cuenta que se necesitara y se dispone de diferentes áreas en todo el proceso, las cuales se dividen en las siguientes:

- Oficinas o Área administrativa
- Área de recepción de materia prima
- Área de tostado y despedregado
- Área de producción
- Área de empaclado
- Área de almacenamiento
- Zona de salida de producto



**Ilustración 1-4:** Distribución por áreas

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

En la ilustración 1-4 podemos observar cómo se dividirán cada una de las diversas áreas de trabajo en el espacio delimitado por la organización para llevar a cabo todo el proceso de la elaboración de harina.

#### *4.1.1.1. Área de administración*

Es un espacio crucial dentro de la planta de producción de harina, ya que es el lugar donde se planifica y organiza todo el proceso de recepción de materia prima y el manejo de todo el personal de la institución. Esta área cuenta con una pequeña zona de oficina que está equipada con todos los recursos necesarios para llevar a cabo las tareas administrativas correspondientes, como son la elaboración de informes, la realización de presupuestos, la gestión de pagos y la coordinación del personal. Además, esta zona de la planta se encarga de mantener actualizados los registros de inventario, los registros de producción y los registros de los recursos humanos, con la finalidad de asegurar el correcto funcionamiento de toda la operación de la planta. La eficiente del área de administración es esencial para garantizar el éxito en la producción de harina de alta calidad y para asegurar la satisfacción del cliente

#### *4.1.1.2. Área de recepción de materia prima*

El área de recepción de materia prima es fundamental en cualquier proceso de producción, sobre todo en la industria alimentaria, ya que es el primer punto de entrada para los insumos que se utilizarán en la elaboración de harina. Es necesario que este espacio cuente con un diseño y equipamiento adecuados para asegurar la calidad del producto final. Para ello, se llevará a cabo un proceso de selección de la materia prima, con el fin de garantizar un almacenamiento seguro y controlado, donde se mantenga la frescura y calidad de los alimentos sensibles a la temperatura, para lo cual se dispondrá de silos que permitan el almacenamiento de la materia prima en bruto. Es fundamental que todos estos procesos se realicen de manera cuidadosa y efectiva, ya que la calidad de la materia prima es un factor determinante en la calidad.

#### *4.1.1.3. Área de tostado y despedregado*

El área de tostado y despedregado es de gran importancia en el proceso de producción de harina, especialmente en la industria alimenticia. La despedregadora es una máquina que se utilizará para separar los contaminantes sólidos de los granos, lo que permitirá una selección exhaustiva y minuciosa del grano. Después de esta selección, la materia prima será sometida a un proceso de limpieza para eliminar impurezas y cualquier tipo de contaminación presente.

En esta misma área, se encuentra la máquina tostadora que es esencial en el proceso de producción de harina. El tostado de los diferentes granos andinos es un paso importante ya que garantiza la calidad y el sabor de la harina final. Después del tostado, los granos serán almacenados en un lugar específico y seguro, en el que no tendrán contacto con el suelo para evitar cualquier tipo de contaminación del producto. Para asegurar un almacenamiento adecuado, se contarán con pallets que permitirán una disposición ordenada y controlada del producto.

#### *4.1.1.4. Área de producción*

El área de producción es donde se combinan los ingredientes, se mezclan, se procesan y se fabrican los productos finales. Esta área es responsable de la producción en masa de la harina. Una vez que la materia prima ha sido seleccionada y limpiada, se somete a un proceso de molienda para obtener la harina con una granulidad adecuada para cada tipo de harina que previamente será sometida a un tamizado para la separación de impurezas que no cumplen con los estándares de calidad y se asegura de una separación efectiva y como finalidad llevar a las harinas debidamente procesadas a una mezcladora donde se obtendrá harina con un alto valor nutricional con las debidas proporciones.

#### *4.1.1.5. Área de empaclado*

El área de dosificado o empaclado es un proceso que es regulado por una máquina que está debidamente programada para garantizar que cada paquete contenga la cantidad adecuada que se empaquetarán en bolsas herméticas que conserven la frescura y calidad con el fin de garantizar su seguridad durante el almacenamiento y transporte. La máquina dosificadora constara de una tolva de acero inoxidable al igual que sus demás componentes para asegurar los estándares de grado alimenticio.

#### *4.1.1.6. Área de almacenamiento*

En esta área, el producto final se guarda para su posterior distribución y venta. Para una organización y el almacenamiento eficiente del producto final se implementaron pallets, así reduciendo al mismo tiempo el riesgo de daño al producto.

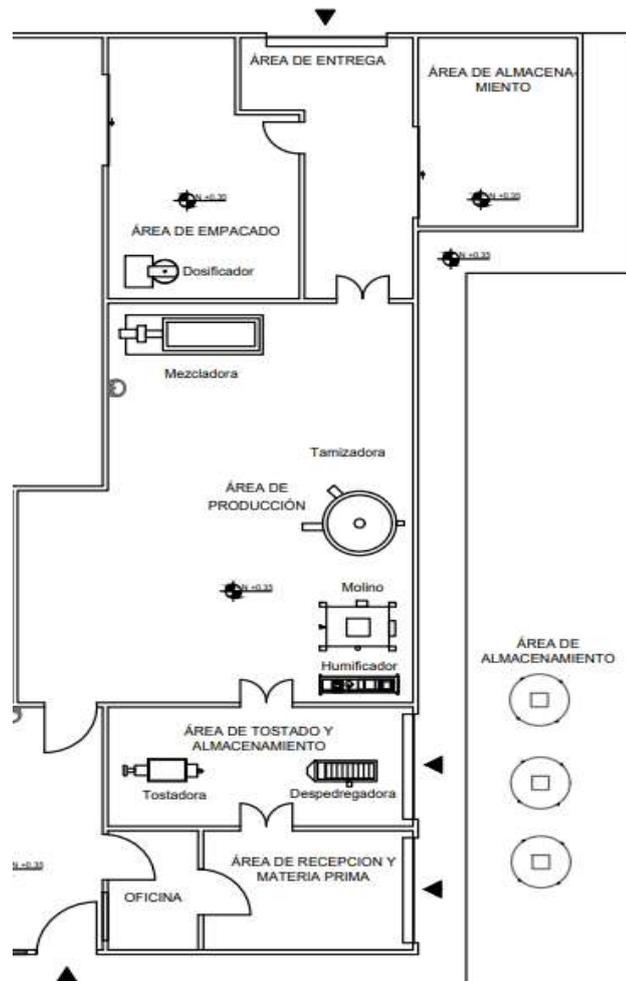
Además, es importante seguir normas de almacenamiento adecuadas para garantizar la seguridad y la calidad del producto final. Estas normas incluyen mantener el área de almacenamiento limpia y seca, evitar la exposición del producto a la luz directa y fuentes de calor, y mantener una temperatura adecuada para prevenir la proliferación de bacterias y hongos también debe tener sistemas de rotulación y etiquetado claros y precisos para facilitar su debido seguimiento.

#### *4.1.1.7. Zona de salida de producto*

Es en esta área donde se lleva a cabo la tarea crítica de manipulación de la harina antes de su envío a los clientes o a los almacenes de distribución. Por esta razón, es esencial contar con un sistema de transporte seguro y eficiente que permita el traslado de la harina de manera rápida y sin comprometer su calidad. En esta zona se encuentra una puerta tipo metálica enrollable, la cual se encuentra ubicada a pocos metros del área de almacenamiento y facilita el transporte de la harina a los transportes de carga, los cuales se encuentran en la parte exterior de la planta. Además, en esta área se realizan tareas como la verificación de la cantidad y calidad de la harina antes de su envío, así como el etiquetado y empaquetado adecuado para su transporte. Se deben tener en cuenta las normas de seguridad alimentaria y de transporte para garantizar la calidad del producto y cumplir con los estándares de la industria.

#### *4.1.2. Distribución de maquinaria*

Después de seleccionar la maquinaria necesaria para el procesamiento de harina, es fundamental distribuirla de manera adecuada para garantizar un proceso eficiente y seguro. Para lograrlo, es necesario considerar múltiples factores, como la disponibilidad de espacio, las normas y regulaciones, el flujo de producción y la eficiencia energética. Teniendo en cuenta estos aspectos, se puede determinar la ubicación óptima de cada máquina, asegurando un flujo continuo de productos y de personal, así como el cumplimiento de los estándares de seguridad y calidad requeridos. Además, una distribución eficiente de la maquinaria puede contribuir a reducir costos y tiempos de producción, aumentando la eficiencia del proceso y mejorando la competitividad de la empresa en el mercado. Tomando en cuenta todo esto se distribuyó la maquinaria de la siguiente manera:



**Ilustración 2-4:** Distribución de maquinaria

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

#### 4.2. Fórmula y dosificación en preparación de harina y mezclas

Debido a que en las siguientes formulas no presentan cambios en las preparaciones y estas son 70-30 y 80-20, la 50- 50, tiene dificultades de consistencias y apariencias en las preparaciones, se decidió utilizar la 1 y 2.

**Tabla 1-4:** Diseño de mezclas y preparaciones

Componentes	1	2	3	Pan de sal (g)	%	Pan de dulce (g)	%	Galletas (g)	%	Colada (g)	%
Harina blanca de trigo + Harina leguminosa X	70+30	80+20	50+50	500	48	500	40	500	49	100	22
Vainilla											
Azúcar				100	10	300	24	250	24	100	22
Sal				10	1	10	1	5	0		
Grasa (manteca, aceite, mantequilla o mezclas de grasas				100	10	100	8	250	24		
Levadura o polvo de hornear				30	3	300	2	0	0		
Huevos				300	29	300	24	24,2	2		
Leche en polvo										250	56
Totales				1040	100	1240	100	1029	100	450	100
*Unidades de 60g para el pan y 30g para galletas. Una taza de 250ml (1/4 1), para la colada											

Fuente: (Benítez 2023).

Se realizó los respectivos análisis e investigaciones como muestra la tabla 1-4 para fortalecer la seguridad alimenticia y nutricional, agregando valor a las cadenas agrícolas de familias campesinas en condiciones de fragilidad socioeconómica postpandemia en los estados de Corta, Chimborazo y Riobamba. Con este fin, varias actividades del proyecto buscaron fuentes directas de granos y legumbres comúnmente producidos en el área. De las tres mezclas probadas, 70–30 y 80–20 tuvieron la menor variación. Con la correspondiente aplicación de cocina.

### **4.3. Higiene y medidas de protección**

Para todo proceso de producción o manipulación de alimentos, en este caso la harina a base de granos andinos, se debe tomar en cuenta las buenas prácticas de manufactura para que el riesgo de contaminación o alteración sea mínimo; En la distribución y diseño de la planta las distintas áreas permitan un óptimo mantenimiento, limpieza y una desinfección apropiada, de igual manera se debe tener en cuenta que la superficie y materiales, sobre todo los que estén en contacto directo o parcial con los alimentos deben ser no tóxicos y sean diseñados para el uso que se pretende dar.

#### ***4.3.1. Requisitos higiénicos de fabricación***

Durante el proceso de fabricación de harina, el personal que manipula o esté en contacto directo o indirecto con los alimentos deben mantener una higiene y cuidado personal para evitar contaminación cruzada y debe estar capacitado para realizar su tarea designada.

Para garantizar que no existirá contaminación en los productos y garantizar la inocuidad del alimento es necesario que todo el personal de trabajo en la planta utilice material de protección como lo dictan las normas establecidas por el Arcsa.

El personal de la planta debe contar con uniformes correspondiente a las operaciones y llevar el material adecuado.

##### ***4.3.1.1. Indumentaria***

La industria del procesamiento de harinas a base de granos andinos requiere de una indumentaria adecuada para garantizar la seguridad y la higiene en el lugar de trabajo bajo la normativa y reglamentos según el Arcsa. Dado que estas harinas son el resultado del procesamiento de granos como la quinua, maíz o la cebada, entre otros, es esencial que los trabajadores utilicen la ropa y los accesorios adecuados para evitar la contaminación cruzada y garantizar la calidad del producto final. Además, la ropa de trabajo también debe proteger a los trabajadores de posibles accidentes, como quemaduras o cortes, que pueden ocurrir durante el proceso de producción. En este sentido,

el uso de prendas como mandiles, guantes, gorros y calzado de seguridad son imprescindibles en este tipo de industria.

### **Bata para industria alimenticia**

La función principal de la bata será cubrir casi en su totalidad el cuerpo, para la industria alimenticia debe presentar ciertas características como el cierre central oculto por una tapeta, puños en las mangas y un bolsillo interior.



**Ilustración 3-4:** Bata para industrial alimenticia

Fuente: (Uniformesweb, 2022.)

### **Guantes**

Son indispensables para proteger la harina de posibles contaminantes que el operario puede portar en las manos. Deben ser de nitrilo para el manejo de alimentos.



**Ilustración 4-4:** Guantes de nitrilo

Fuente: (Zeta construcciones 2023).

## **Botas**

Las botas de caucho deberán cumplir como barrera, es decir ser contra cortes, aplastamiento y ser antideslizante. Otro factor importante es que sea resistente para poder ser lavado y desinfectado.



**Ilustración 5-4:** Botas de caucho blancas

**Fuente:** (WorkMaster 2020).

## **Cofia**

Cofia o gorro, su función principal es evitar que el cabello caiga sobre la harina que se está procesando y que contamine el ambiente.



**Ilustración 6-4:** Cofia

**Fuente:** (Tyvek 2019)

## Cubre bocas

Evita la proliferación de bacterias y contener a los gérmenes para evitar la contaminación de los alimentos. Para la industria alimenticia se recomienda utilizar cubrebocas de triple capa quirúrgica.



**Ilustración 7-4:** Cubrebocas

**Fuente:** (Officedepot 2023)

### 4.3.2. *Proceso de desinfección*

Todas las áreas de una empresa son importantes que pase un proceso de desinfección, pero la desinfección en el área de producción es de vital importancia en cualquier empresa de orden alimenticio. La manipulación de alimentos es una tarea que requiere de una higiene rigurosa, ya que la presencia de microorganismos en los productos alimenticios puede causar enfermedades y contaminaciones. Por esta razón, es fundamental establecer medidas preventivas y correctivas que permitan asegurar la calidad e inocuidad de los granos y de la harina. La desinfección en el área de producción es una de las medidas más importantes y efectivas para prevenir la proliferación de microorganismos patógenos, garantizando así la seguridad alimentaria y la confianza de los consumidores; Por eso se ha tomado en cuenta las siguientes propuestas para garantizar la correcta desafección de los empleados.

Una de las herramientas que se propone utilizar en este proceso es la cámara de desinfección, la cual consiste en un espacio cerrado que utiliza diferentes métodos para eliminar o reducir la cantidad de microorganismos en la superficie de las prendas y accesorios de los trabajadores antes de ingresar al área de producción. La cámara de desinfección puede utilizar diferentes técnicas para desinfectar, como la utilización de luz ultravioleta, pulverización de soluciones desinfectantes o la emisión de ozono que es la que se utilizara en esta propuesta. Esta técnica

ayuda a reducir la presencia de bacterias y virus en la ropa y los accesorios de los trabajadores, previniendo así la posible contaminación cruzada en el proceso de producción.

Además de la cámara de desinfección, es importante que los trabajadores sigan un protocolo de higiene personal, que incluya el lavado de manos y el uso de ropa y accesorios limpios y desinfectados. De esta manera, se minimiza el riesgo de contaminación y se asegura la calidad y seguridad de la harina. En resumen, el proceso de desinfección al entrar en un área de producción en una fábrica procesadora de harina es una medida esencial para garantizar la higiene y seguridad en el proceso de producción.

Una vez dicho esto se debe instalar un lavamanos fuera del área de producción para que lo utilicen los empleados antes de ingresar es una medida efectiva para mejorar la higiene y prevenir la posible contaminación cruzada en una fábrica procesadora de harina. Este lavamanos se deberá instalar en una zona de transición entre el área de vestuario y el área de producción como lo es la puerta exterior del área de producción, y su uso debe ser obligatorio para todos los trabajadores antes de ingresar al área de producción. El lavamanos debe contar con agua potable, jabón líquido y toallas de papel para garantizar una limpieza adecuada. Además, se colocará un cartel en la pared que indique la importancia del lavado de manos para la prevención de enfermedades y la seguridad alimentaria y la forma adecuada de lavarse.

#### **4.3.3. Control de limpieza y plagas**

Para toda empresa o industria que se encarga de la manipulación, producción o manejo de alimentos están sujetas a procesos contantes de limpiezas como lo estipula la agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria con el fin de llevar un registro. En el caso del procesado de granos andinos se debe someter a todos los equipos, superficies y utensilios que están en contacto con los alimentos a una limpieza y desinfección frecuente que se llevarán a cabo con agua potable y con sustancias adecuadas para el uso en instalaciones procesadoras de alimentos.

El manejo integrado de plagas es un enfoque efectivo que se basa en una combinación de métodos no tóxicos y métodos químicos para prevenir y controlar la población de plagas en un área específica. Este enfoque también tiene en cuenta los impactos ambientales y la seguridad de las personas y los animales.

El personal encargado de llevar a cabo este tipo de control el cual según el Arcsa ya sea interno o externo, debe estar capacitado y tener un conocimiento exhaustivo de los diferentes tipos de plagas y los métodos más efectivos para controlarlas.

Las instalaciones deben estar protegidas contra plagas para garantizar un ambiente seguro y libre de contaminación para la producción de harina. Las protecciones deben ser montables, de fácil limpieza y eficaces, y solo deben utilizarse métodos y sustancias químicas adecuados y seguros para su uso en entornos alimentarios.

**Tabla 2-4:** Carta de control de plaga

CONTROL DE PLAGAS				
Áreas	Encargado	Fecha	Método	Observaciones
Producción				
Recepción de MP				
Almacenamiento				
Oficinas				
Servicios higiénicos				

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

#### 4.4. Eficiencia energética

##### 4.4.1. Demanda de consumo eléctrico

La demanda de consumo eléctrico se refiere a la cantidad de energía eléctrica requerida por la maquinaria y la iluminación en determinado período de tiempo.

##### 4.4.1.1. Demanda de iluminación

Potencia de iluminación= Numero de circuitos\*puntos de iluminación\*potencia de cada foco

$$\text{Potencia.IL} = 3 \cdot 10 \cdot 250$$

$$\text{Potencia.IL} = 7500\text{W}$$

Demanda de iluminación= Potencia de iluminación\*factor de demanda

$$\text{Demanda.IL} = 7500 \cdot 0,53$$

$$\text{Demanda.IL} = 3975\text{W}$$

La demanda de iluminación será de 3975W con respecto a la potencia obtenida.

##### 4.4.1.2. Demanda de tomacorriente

Potencia de tomacorriente= #de circuitos\*puntos de tomacorriente\*potencia de cada tomacorriente

$$\text{Potencia.TC} = 3 \cdot (8 \cdot 1320 + 4 \cdot 2640 + 5 \cdot 4560)$$

Potencia.TC=131760W

Demanda de tomacorriente= Potencia de iluminación\*factor de demanda

Demanda.TC= 131760 \*0,30

Demanda.TC= 39528W

La demanda de los tomacorrientes será de 39528W.

#### *4.4.1.3. Demanda de cargas especiales*

Demanda de cargas especiales= Potencia carga especial\*factor de demanda

Demanda.CE= 19224\*0,65

Demanda.CE= 12495,6W

#### *4.4.1.4. Demanda total*

DemandaT= Demanda.IL+ Demanda.TC + Demanda.CE

DemandaT=3975+39528+12495,6

DemandaT=55998,6W

#### **4.4.2. Centro de carga**

Se ha seleccionado un centro de carga SQD 3F 42S 4H QOL442F acorde a las instalaciones y maquinarias a usar por lo que cada una de las siguientes características son fundamentales para un óptimo suministro de energía



**Ilustración 8-4:** Centro de carga SQD 3F 42S 4H QOL442F

**Fuente:** (INSELEC 2022)

Características:

**Tabla 3-4:** Características del centro de carga

Corriente nominal	225 <sup>a</sup>
Número de fases	3
Tipo de cable a usar	Cobre o Aluminio
Número de módulos	42
Altura (mm)	745
Ancho (mm)	342
Profundidad (mm)	113,5

Fuente: (INSELEC 2022)

#### 4.4.2.1. Breakers eléctricos para centro de carga

Se ha seleccionado para cada una de las áreas de trabajo un tipo de break acorde a su capacidad de carga tanto en la maquinaria, luminarias y tomacorrientes que serán de 3 circuitos y para una instalación trifásica. ya que esto permitirá una distribución adecuada de la corriente eléctrica y una protección eficiente contra fallas eléctricas.



MONTAJE		SOBRE PERFIL	
Corriente nominal $I_n$	Relés termomagnéticos	De 6 a 63 A	
	Relé electrónico		
Capacidad Interruptiva $I_{cu}^{(1)}$	380/415 V-	-	6 kA
	220/240 V-	-	10 kA
Capacidad Interruptiva estándar $I_{cs}$ (% $I_{cu}$ )		-	75 %

**Ilustración 9-4:** Breaker para caja

Fuente: (Legrand 2016)

**Tabla 4-4:** Breakers

BREAKER PARA CAJA	3P 20A 10KA QO320VSC6 SQD
	1P 32A 10KA QO132VSC6
	3P 20A 10KA QO320VSC6 SQD
	3P 32A 10KA QO332VSC6 SQD
	3P 16A 10KA QO316VSC6 SQD
	3P 32A 10KA QO332VSC6 SQD
	3P 16A 10KA QO316VSC6 SQD
	1P 20A 10KA QO120VSC6 SQD TOMAS 120V
	2P 40A 10KA QO240VSC6 SQD TOMA 220V
	3P 40A 10KA QO340VSC6 SQD TOMA 380V

Fuente: (Atiencia David 2022)

#### 4.4.3. Iluminación

Para garantizar una iluminación adecuada en cada área de trabajo, se llevó a cabo un análisis exhaustivo considerando el dimensionamiento de cada espacio. De esta forma, se determinó la cantidad y tipo de luminarias necesarias para proporcionar la cantidad de luz requerida en cada área.

##### 4.4.3.1. Iluminación en área administrativa y área de recepción de materia prima

**Tabla 5-4:** Dimensión de oficina con área de recepción

Largo	7,75 m
Ancho	3,80 m
Altura total	7 m
Altura de plano de trabajo	0 m

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Nivel de iluminación media

Para este tipo de trabajos se requiere 450 luxes

$$Em = 450 \text{ lx}$$

- Índice local

$$K = \frac{7,75 * 3,8}{7(7,75 + 3,8)} = 0,364$$

- Coeficiente de utilización

**Tabla 6-4:** Coeficiente de utilización

Porcentaje de referencia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de referencia						
% Reflectancia de techo o piso	90	80	70	50	30	10
% Reflectancia de pared	90 70 50 30	80 70 50 30	70 50 30	70 50 30 70	50 30 10	50 30 10
RSR						
0,2	89 88 86 85	78 78 77 76	68 67 66	49 48 47 30	29 29 28	10 10 09
0,4	88 86 84 81	77 76 74 72	67 63 66	48 47 45 30	29 28 26	11 10 09
0,6	87 84 80 77	76 75 71 68	65 60 66	47 45 43 30	28 26 25	11 10 08
0,8	87 82 77 73	75 73 69 65	64 58 66	47 44 40 30	28 25 23	11 10 08

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Flujo luminoso total

$$\phi_T = \frac{450 * (7,75 * 3,8)}{0,47 * 0,6} = 46994.68lm$$

- Número de luminarias

$$N_{Total} = \frac{46994.68}{1 * 18000} = 2,61 \approx 3$$

- Emplazamiento de luminarias

Ancho

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{3}{7,75} * 3,8} = 1,21 \approx 1$$

Largo

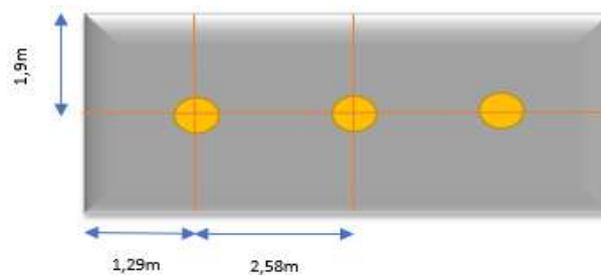
$$N_{largo} = 1,21 * \left(\frac{7,75}{3,8}\right) = 2,46 \approx 3$$

- Total, de luminarias

$$N = 3 * 1 = 3$$

- Separación máxima entre luminarias

La separación de luminarias en el área administrativa y recepción de materia prima deben ser 3 de las lámparas ya antes seleccionadas. El número de luminarias reflejado en los cálculos se deben a que esta área no cuenta con claraboyas.



**Ilustración 10-4:** Separación máxima de luminarias

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Comprobación de los resultados para las luminarias

$$E = \frac{3 * 18000 * 0,47 * 0,6}{7,75 * 3,8} = 517 > 450$$

- Potencia consumida

$$P_c = 250w * 3 = 750w$$

#### 4.4.3.2. Iluminación en área de tostado y despedregado

**Tabla 7-4:** Dimensión de área de tostado y despedregado

Largo	7,75 m
Ancho	3 m
Altura total	8 m
Altura de plano de trabajo	0 m

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Nivel de iluminación media

Para este tipo de trabajos se requiere 450 lux. Además, ya que sólo se trabaja de día y la iluminación que da la luz solar en las claraboyas es de 306 lux

$$Em = 450 - 306 = 144 \text{ lx}$$

- Índice local

$$K = \frac{7,75 * 3}{8(7,75 + 3)} = 0,27$$

Coeficiente de utilización

**Tabla 8-4:** Coeficiente de utilización

Porcentaje de referencia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de referencia						
% Reflectancia de techo o piso	90	80	70	50	30	10
% Reflectancia de pared	90 70 50 30	80 70 50 30	70 50 30	70 50 30 70	50 30 10	50 30 10
RSR						
0,2	89 88 86 85	78 78 77 76	68 67 66	49 48 47 30	29 29 28	10 10 09
0,4	88 86 84 81	77 76 74 72	67 63 66	48 47 45 30	29 28 26	11 10 09
0,6	87 84 80 77	76 75 71 68	65 60 66	47 45 43 30	28 26 25	11 10 08
0,8	87 82 77 73	75 73 69 65	64 58 66	47 44 40 30	28 25 23	11 10 08

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Flujo luminoso total

$$\phi_T = \frac{144 * (7,75 * 3)}{0,48 * 0,6} = 11625 \text{ lm}$$

- Número de luminarias

$$N_{Total} = \frac{11625}{1 * 18000} = 0,64 \approx 1$$

- Emplazamiento de luminarias

Ancho

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{1}{7,75} * 3} = 0,62 \approx 1$$

Largo

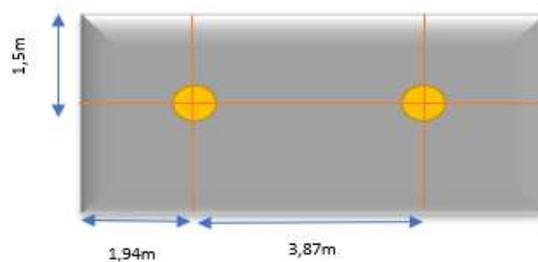
$$N_{largo} = 0,62 * \left(\frac{7,75}{3}\right) = 1,6 \approx 2$$

- Total, de luminarias

$$N = 2 * 1 = 2$$

- Separación máxima entre luminarias

La separación de luminarias en el área de tostado y despedregado deben ser 2 de las lámparas ya antes seleccionadas. El número de luminarias a pesar de tener similares dimensiones con el área de recepción disminuyen ya que en esta área si presenta claraboyas.



**Ilustración 11-4:** Separación máxima de luminarias

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Comprobación de los resultados para las luminarias

$$E = \frac{2 * 18000 * 0,48 * 0,6}{7,75 * 3} = 445 > 144$$

- Potencia consumida

$$P_c = 250w * 2 = 500w$$

#### 4.4.3.3. Iluminación en áreas de producción

**Tabla 9-4:** Dimensión de áreas de trabajo y maquinaria

Largo	11,7 m
Ancho	9,85 m
Altura total	9 m
Altura de plano de trabajo	0 m

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Nivel de iluminación media

Para este tipo de trabajos se requiere 450 lux. Además, ya que sólo se trabaja de día y la iluminación que da la luz solar en las claraboyas es de 370 lux

$$Em = 450 - 370 = 80 \text{ lx}$$

- Índice local

$$K = \frac{11,7 * 9,85}{9(11,7 + 9,85)} = 0,59$$

- Coeficiente de utilización

**Tabla 10-4:** Coeficiente de utilización

Porcentaje de referencia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de referencia						
% Reflectancia de techo o piso	90	80	70	50	30	10
% Reflectancia de pared	90 70 50 30	80 70 50 30	70 50 30	70 50 30 70	50 30 10	50 30 10
RSR						
0,2	89 88 86 85	78 78 77 76	68 67 66	49 48 47 30	29 29 28	10 10 09
0,4	88 86 84 81	77 76 74 72	67 63 66	48 47 45 30	29 28 26	11 10 09
0,6	87 84 80 77	76 75 71 68	65 60 66	47 45 43 30	28 26 25	11 10 08
0,8	87 82 77 73	75 73 69 65	64 58 66	47 44 40 30	28 25 23	11 10 08

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Flujo luminoso total

$$\phi_T = \frac{80 * (11,7 * 9,85)}{0,45 * 0,6} = 34146,66 \text{ lm}$$

- Número de luminarias

$$N_{Total} = \frac{34146,66}{1 * 18000} = 1,89 \approx 2$$

- Emplazamiento de luminarias

Ancho

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{2}{11,7} * 9,85} = 1,29 \approx 1$$

Largo

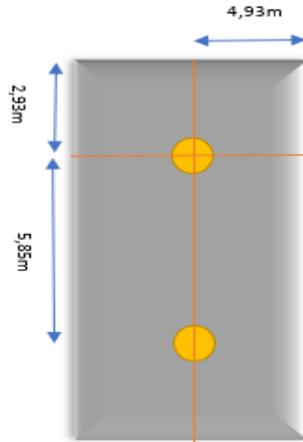
$$N_{largo} = 1 * \left(\frac{7,75}{3,8}\right) = 2,03 \approx 2$$

- Total, de luminarias

$$N = 2 * 1 = 2$$

- Separación máxima entre luminarias

La separación de luminarias en el área trabajo y maquinaria deben ser 2 de las lámparas ya antes seleccionadas. El número de luminarias en esta área se debe a la existencia de claraboyas y recibe una cantidad de iluminación considerable.



**Ilustración 12-4:** Separación máxima de luminarias

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Comprobación de los resultados para las luminarias

$$E = \frac{2 * 18000 * 0,45 * 0,6}{11,7 * 9,85} = 84 > 80$$

- Potencia consumida

$$P_c = 250w * 2 = 500w$$

#### 4.4.3.4. Iluminación en área de empaçado

**Tabla 11-4:** Dimensión de área de empaquetamiento

Largo	7,6 m
Ancho	7,55 m
Altura total	8 m
Altura de plano de trabajo	0 m

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Nivel de iluminación media

Para este tipo de trabajos se requiere 450 lux. Además, ya que sólo se trabaja de día y la iluminación que da la luz solar en las claraboyas es de 370 lux

$$Em = 450 - 370 = 80 \text{ lx}$$

- Índice local

$$K = \frac{7,6 * 7,55}{8(7,6 + 7,55)} = 0,47$$

- Coeficiente de utilización

**Tabla 12-4:** Coeficiente de utilización

Porcentaje de referencia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de referencia						
% Reflectancia de techo o piso	90	80	70	50	30	10
% Reflectancia de pared	90 70 50 30	80 70 50 30	70 50 30	70 50 30 70	50 30 10	50 30 10
RSR						
0,2	89 88 86 85	78 78 77 76	68 67 66	49 48 47 30	29 29 28	10 10 09
0,4	88 86 84 81	77 76 74 72	67 63 66	48 47 45 30	29 28 26	11 10 09
0,6	87 84 80 77	76 75 71 68	65 60 66	47 45 43 30	28 26 25	11 10 08
0,8	87 82 77 73	75 73 69 65	64 58 66	47 44 40 30	28 25 23	11 10 08

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Flujo luminoso total

$$\phi_T = \frac{80 * (7,6 * 7,55)}{0,47 * 0,6} = 16278,01 \text{ lm}$$

- Número de luminarias

$$N_{Total} = \frac{16278,01}{1 * 18000} = 0,9 \approx 1$$

- Emplazamiento de luminarias

Ancho

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{1}{7,6} * 7,55} = 0,99 \approx 1$$

Largo

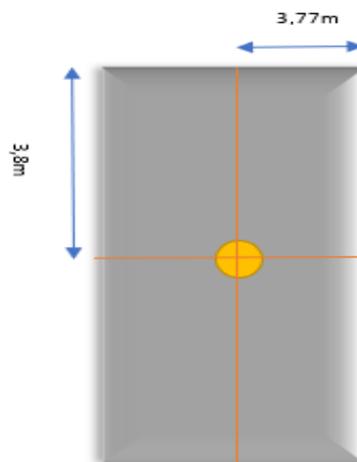
$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{1}{7,6} * 7,55} = 0,99 \approx 1$$

- Total, de luminarias

$$N = 1 * 1 = 1$$

- Separación máxima entre luminarias

La separación de luminarias en el área de empaqueo debe ser 1 de las lámparas ya antes seleccionadas. El número de luminarias en esta área se debe a la existencia de claraboyas y recibe una cantidad de iluminación considerable para el debido empaqueo del producto final.



**Ilustración 13-4:** Separación máxima entre luminarias

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Comprobación de los resultados para las luminarias

$$E = \frac{1 * 18000 * 0,47 * 0,6}{7,6 * 7,55} = 88 > 80$$

- Potencia consumida

$$P_c = 250w * 1 = 250w$$

4.4.3.5. Iluminación en área de almacenamiento

**Tabla 13-4:** Dimensionamiento almacenamiento

Largo	5,2 m
Ancho	4,1 m
Altura total	8 m
Altura de plano de trabajo	0 m

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Nivel de iluminación media

Para este tipo de trabajos se requiere 450 luxes y la iluminación de las claraboyas son de 60 luxes

$$E_m = 450 \text{ lx}$$

- Índice local

$$K = \frac{5,2 * 4,1}{8(5,2 + 4,1)} = 0,28$$

- Coeficiente de utilización

**Tabla 14-4:** Coeficiente de utilización

Porcentaje de referencia efectiva en la cavidad de piso o techo para diferentes combinaciones de referencia						
% Reflectancia de techo o piso	90	80	70	50	30	10
% Reflectancia de pared	90 70 50 30	80 70 50 30	70 50 30	70 50 30 70	50 30 10	50 30 10
RSR						
0,2	89 88 86 85	78 78 77 76	68 67 66	49 48 47 30	29 29 28	10 10 09
0,4	88 86 84 81	77 76 74 72	67 63 66	48 47 45 30	29 28 26	11 10 09
0,6	87 84 80 77	76 75 71 68	65 60 66	47 45 43 30	28 26 25	11 10 08
0,8	87 82 77 73	75 73 69 65	64 58 66	47 44 40 30	28 25 23	11 10 08

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Flujo luminoso total

$$\phi_T = \frac{450 * (5,2 * 4,1)}{0,48 * 0,6} = 33312,5lm$$

- Número de luminarias

$$N = \frac{33312,5}{1 * 18000} = 1,85 \approx 2$$

- Emplazamiento de luminarias

Ancho

$$N_{ancho} = \sqrt{\frac{2}{5,2} * 4,1} = 1,25 \approx 1$$

Largo

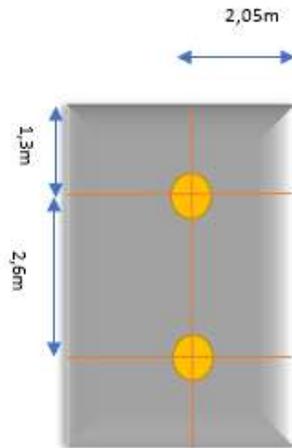
$$N_{largo} = 1,25 * \left(\frac{5,2}{4,1}\right) = 1,58 \approx 2$$

- Total, de luminarias

$$N = 1 * 2 = 2$$

- Separación máxima entre luminarias

La separación de luminarias en el área administrativa y recepción de materia prima deben ser 2 de las lámparas ya antes seleccionadas. El número de luminarias reflejado en los cálculos se deben a que esta área no cuenta con claraboyas ya que la harina debe estar en un lugar fresco donde se pueda conservar hasta su debida distribución.



**Ilustración 14-4:** Separación máxima de luminarias

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

- Comprobación de los resultados para las luminarias

$$E = \frac{2 * 18000 * 0,48 * 0,6}{5,2 * 4,1} = 486 > 450$$

- Potencia consumida

$$P_c = 250w * 2 = 500w$$

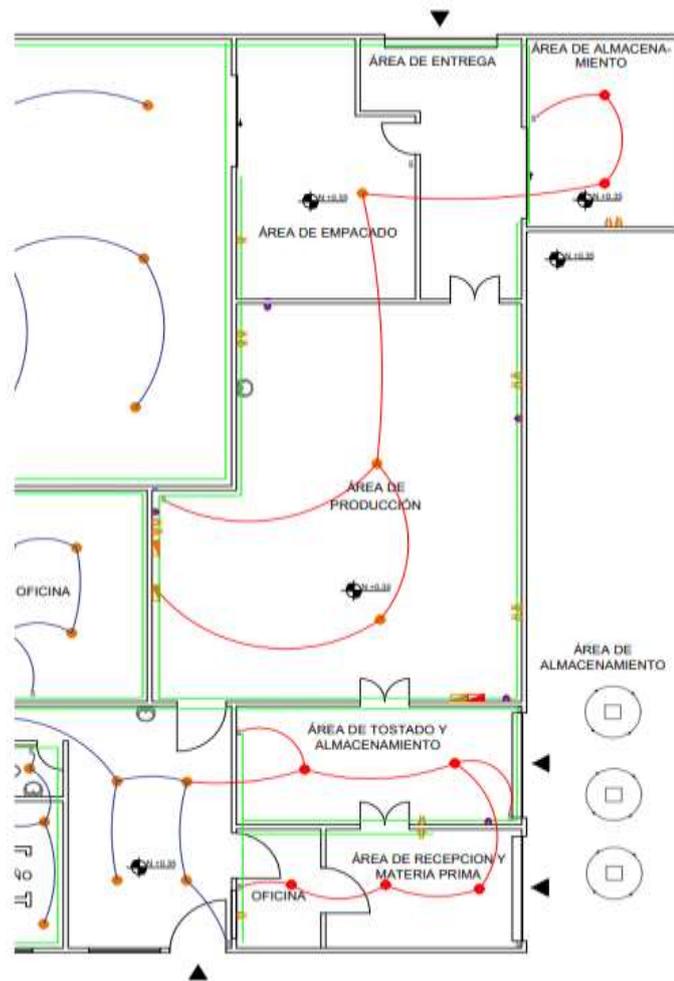
#### 4.4.4. Plano eléctrico y de instalaciones de agua

##### 4.4.4.1. Plano eléctrico

Además de las luminarias y los tomacorrientes, el plano eléctrico también considera otros elementos importantes para el correcto funcionamiento de la maquinaria como el centro de carga. En este sentido, se han agregado elementos como los “breakers” de seguridad para las maquinarias pesadas, que permiten detener el funcionamiento de la maquinaria de manera inmediata en caso de emergencia.

En lo que respecta a la iluminación considerando los cálculos para cada una de las áreas se observa en el plano mejorado que se ha agregado puntos donde requiere más lámparas con el fin de realizar un trabajo eficiente, donde se observa tanto en el área de administración y de recepción como en el de almacenamiento final se han agregado para un trabajo óptimo donde se inspeccionara el grano que llega en primera instancia como el producto final obtenido.

Para los tomacorrientes se agregó tomacorrientes trifásicos en las diferentes áreas definidas donde se encontrarán maquinas que requieren de este tipo de carga para su funcionamiento como lo es en la despedregadora, humificador, molino, tamizador y la mezcladora, este tipo de instalaciones ayudan a la eficiencia de la maquina como para un ahorro energético ya existen menos perdidas y se transmite una mayor potencia eléctrica.



**Ilustración 15-4:** Propuesta de instalación eléctrica

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

#### 4.4.4.2. Plano de instalaciones de agua

El plano de instalaciones de agua muestra cómo se distribuye la tubería para proveer agua a los distintos puntos de la planta. En el caso del humificador, es necesario un punto de salida de agua que permita la correcta humectación del grano. Asimismo, se puede observar que en el área de trabajo se ha previsto una acometida de agua para instalar un lavamanos, lo que es esencial para mantener la higiene en el entorno laboral. En el plano, se utiliza el color rojo para indicar las

acometidas que aún deben ser instaladas, mientras que las azules señalan las tuberías ya existentes.

#### 4.4.5. Costo y consumo energético calculado

La tabla 15-4 se refiere al costo que genera tanto las maquinarias como las instalaciones que consumen energía donde se refleja el valor que se pagara por cada kg de harina.

**Tabla 15-4:** Consumo energético

Consumos específicos de energía		
Área	kWh/kg	Costo \$
Despedregadora	0,0037	0,0003
Tostadora	0,0016	0,0001
Tamizadora	0,0007	0,0001
Molino de piedra	0,0248	0,0023
Humificador	0,0029	0,0003
Mezcladora	0,0186	0,0017
Dosificador	0,0008	0,0001
Luminarias	0,1250	0,0115
<b>Total</b>	<b>0,1781</b>	<b>0,0164</b>

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

En el siguiente diagrama pastel de la ilustración 15-4 se observa que el mayor costo energético serán las luminarias si estas están en constante uso y en segundo plano está el molino acorde al tiempo de utilización.



**Ilustración 16-4:** Consumos específicos

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

#### 4.4.6. Capacidades de la maquinaria calculado

- Tiempo de trabajo y descansos

**Tabla 16-4:** Tiempo de trabajo y descanso

Horas de trabajo	8h
Tiempo de almuerzo	1h
Tiempos de ocio	0,5h

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

$$U_t = \frac{7h}{8h} = 0,88$$

$$U_d = \frac{7,5h}{8h} = 0,9375$$

##### 4.4.6.1. Total, horas de trabajo al mes

Según (Ministerio de relaciones laborales 2018) se establece que se debe laborar un total de 8 horas diarias, acorde a esta consideración se calculara el total de horas a trabajar en el mes con días laborables de lunes a viernes.

$$H_{TM} = \frac{20\text{día}}{\text{mes}} * 8\text{horas/día} = 160\text{horas/mes}$$

##### 4.4.6.2. Capacidades de productividad por máquina

Para cada una de las maquinas se realizó el respectivo calculo en cuanto a la capacidad ideal como la eficiente teniendo como referencia la capacidad de diseño. La siguiente tabla muestra cual es la capacidad de producción de cada una de las maquinas al final de cada mes lo cual es importante para tener en cuenta si se llegara a la meta planteada en cuanto al nivel de producción de la planta.

**Tabla 17-4:** Capacidad de producción

Máquina	Cd (kg/h)	Ce (kg/h)	Cr (kg/h)	Cd (kg/mes)	Ce (kg/mes)	Cr (kg/mes)	Cd (qq/mes)	Ce (qq/mes)	Cr (qq/mes)
Despedregadora	400,00	350,00	328,13	6400,00	56000,00	52500,00	640,00	560,00	525,00
Tostadora de granos	500,00	437,50	410,16	80000,00	70000,00	65625,00	800,00	700,00	656,25
Humificador	500,00	437,50	410,16	80000,00	70000,00	65625,00	800,00	700,00	656,25
Tamizadora	2100,00	1837,50	1722,66	336000,00	294000,00	275625,00	3360,00	2940,00	2756,25
Molino de piedra de 500mm	300,00	262,50	246,09	48000,00	42000,00	39375,00	480,00	420,00	393,75
Mezcladora de harinas	300,00	252,50	246,09	48000,00	42000,00	39375,00	480,00	420,00	393,75
Dosificador	1000,00	875,00	820,31	160000,00	140000,00	131250,00	1600,00	1400,00	1312,50

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

Se puede observar en la tabla 17-4 de capacidades de las maquinas están acorde al nivel de producción requerida de 332qq mensuales y se puede observar que cada una de la maquinaria que ha sido seleccionada cumplen con los requerimientos de producción y se abastece para proveer a la demanda existente en otros mercados.

#### 4.5. Simulación del proceso

Para la simulación en FlexSim se consideró los tiempos de transporte y en los que el grano necesita tiempo para si debido procesamiento es por ello por lo que en la siguiente tabla se detalla cada uno de ellos contemplando también los kg que se deberán transportar a cada área. Los resultados están propuestos con un horario de trabajo de 7 horas y 1 hora de descanso al día, sabiendo que tanto sábados y domingos son días no laborables.



**Ilustración 17-4:** Modelado en FlexSim

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

**Tabla 18-4:** Procesos y tiempos FlexSim

Proceso	Tiempo de transporte (min)	Kg transportados
Recepción - Despedregadora	5	50
Despedregado – Silos	7	50
Silos – Tostadora	4,25	50
Tostadora – Molino	18	25
Molino - Tamizadora	2	25
Tamizadora - Mezcladora	7	50
Mezcladora – Dosificador	7	50

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

En el proceso de dosificación se consideró que cada empaque será de 2kg para luego ser ensacados en un conjunto de 25 unidades donde cada pallet tendrá una capacidad de 15 sacos.

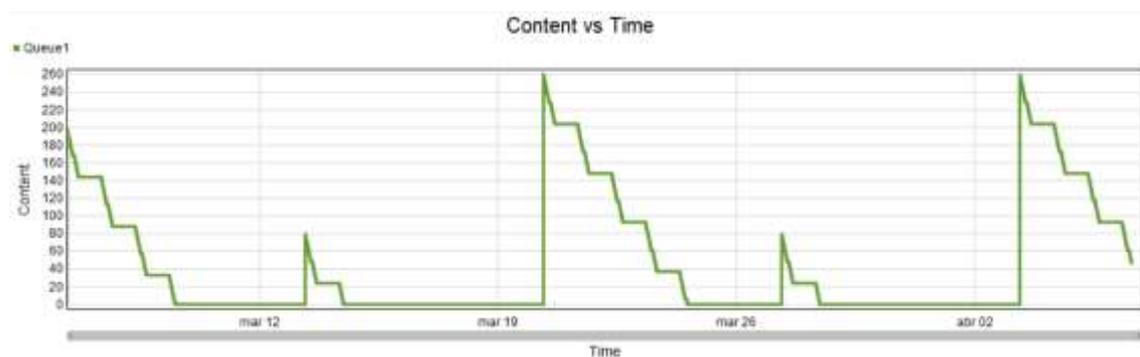
Se pudo evidenciar que mediante los datos ingresados en cuanto al tiempo de retraso y transporte en cada una de las áreas se pudo obtener 345qq, el cual es valor aceptable para el fin de la planta cabe mencionar que también se considera la variable en el cual es el tiempo que se demora el proveedor de granos los cuales se consideró de la siguiente manera.

**Tabla 19-4:** Tiempo de entrega y proveedores.

Tiempo de entrega de granos	Proveedores	Cantidad de entrega (qq)
Almacenamiento inicial		200
1 semana	Proveedor 1	80
2 semanas	Proveedor 2	60

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

La siguiente ilustración refleja la cantidad de grano que se debe proveer a través del tiempo, donde cada semana se proveerá de 80qq y cada dos semanas de 60qq con un almacenamiento inicial de 200qq. Con este nivel de recepción de materia prima se obtiene un equilibrio en el procesamiento de grano sin que exista un almacenamiento excesivo como también que se acabe y la planta fuerce a detenerse por falta de materia prima. Es así como al mes se puede producir 345qq y al final del año se obtendrá una cantidad de 4140qq, con el nivel de abastecimiento establecido en la simulación.



**Ilustración 18-4:** Recepción de grano vs tiempo

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

#### 4.5.1. Utilización de maquinaria

Para saber cuál fue el nivel de utilización de la maquinaria se lo realizó mediante el Dashboard State Pie el cual arroja un valor en porcentaje para cada una de las máquinas que realizan el procesamiento de la harina. Cabe mencionar que los valores de utilización varían acorde al nivel de grano que se encuentran almacenados como también del procesamiento de la máquina que

antecede a la siguiente. Se ha tomado en cuenta que los tiempos de procesamiento tanto de la tostadora como del humificador son similares ya que los dos funcionan por ciclos es por ello por lo que solo se ha tomado en cuenta a uno solo para la simulación y el reflejo del nivel de utilización.

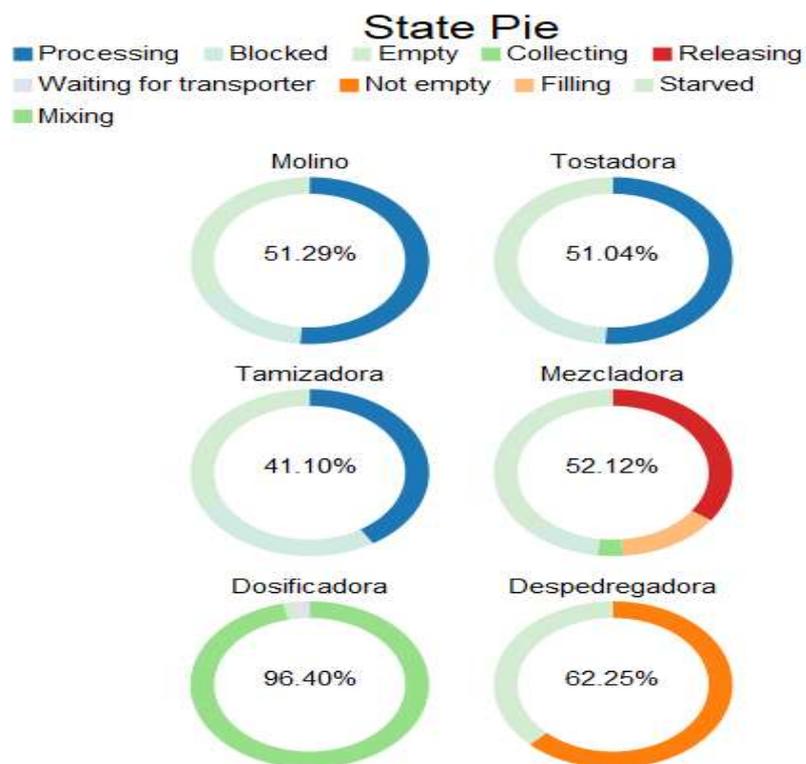
**Tabla 20-4:** Utilización de la maquinaria

Máquina	Mayor nivel de utilización (%)	Utilización al final del proceso (%)
Despedregadora	99,12	65,25
Tostadora	88	51,04
Molino	80,91	51,29
Tamizadora o Humificador	61,58	41,10
Mezcladora	90,64	52,12
Dosificador	96,57	96,40

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

#### 4.5.2. Análisis estadístico

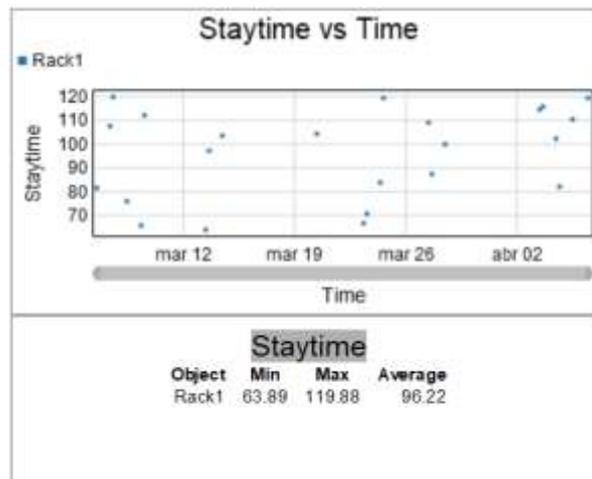
Para un análisis más profundo de la maquinaria se observa a continuación un gráfico circular que muestra la utilización en función del tiempo de cada proceso en cada una de las máquinas.



**Ilustración 19-4:** Utilización en función del tiempo

Realizado por: Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

Los distintos porcentajes indican que el valor más alto de utilización lo tiene la dosificadora que se mantiene en uso constante, con un 96,40%, por lo que la maquinaria anterior a esta continúa procesando los granos y suministrando harina para su empaçado. La despedregadora también tiene una alta tasa de utilización, con un valor de 62,25%, ya que es la primera máquina en la línea de producción que receipta la materia prima. Por otro lado, la máquina con el menor valor de utilización lo tiene la tamizadora con el 41,10%, debido a su capacidad de procesamiento de 2100kg/h. Esto significa que la tamizadora no se utiliza tanto como la dosificadora por su limitación de capacidad.



**Ilustración 20-4:** Diagrama de tiempo

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

La ilustración 19-4 muestra un gráfico de staytime vs time que nos informa sobre el tiempo promedio que tarda en haber un nuevo pallet con producto en stock, una vez que el pallet anterior ha sido enviado al almacenamiento final. Según el gráfico, este tiempo promedio es de 96,22 segundos. Sin embargo, el tiempo máximo que puede tardar es de 119,88 segundos y el mínimo es de 63,89 segundos. Estos tiempos dependen del nivel de producción de la planta, ya que se requieren al menos 4 bolsas de 2kg en la línea de producción para que el pallet pueda ser enviado al almacenamiento final.

#### 4.6. Diagrama de procesos

En el siguiente diagrama de proceso se puede observar el valor de las distancias recorridas por áreas como también los tiempos al momento del transporte, de utilización de las maquinas las cuales están calculadas acorde a la cantidad de materia prima que se agregara a cada activo y de las inspecciones como lo es al momento de la terminación del tamizado como en la dosificación.

La demora que existe en este diagrama se lo encuentra en el área de tostado ya que para la manipulación del grano se deja enfriar por 15 minutos para su respectivo transporte al molino.

**Tabla 21-4:** Diagrama de procesos – tipo hombre

Departamento: Producción	Producto: harina	Analista: Christopher Reyes	Plano N: 1	Método Actual	Fecha.- 2023/02/14
Simbolos	N. Actividad	Distancia(m)	Tiempo (min)	Descripción del proceso	
	1	0	0	Almacenamiento de la materia prima	
	1	10	5	Descarga de la materia prima de los silos a los pallets de almacenamiento interno	
	1	0	7,5	Despedregado del grano	
	2	10	7	Llevar al silo	
	3	5	4,25	Transportar el grano sin residuos a la tostadora y la humificador	
	1	0	20	Tostado del grano y humectación del grano	
	3	0	15	Enfriado y secado del grano	
	4	6	3	Transportar el grano al molino	
	2	0	5	Procesar el grano en el molino	
	5	1,5	2	Transportar la harina a la tamizadora	
	3	0	3	Tamizar la harina	
	1	1	2	Inspeccion de la harina	
	4	0	5	Retirar la harina del tamiz	
	6	2,3	2	Transportar a la mezcladora	
	5	0	10	Mezclar las harinas	
	7	8	7	Transportar la mezcla al dosificador	
	8	0	0,2	Dosificar la harina en proporciones de 2kg	
	2	1,5	0,08	Verificar la cantidad	
	8	1,5	0,1	Llevar los empaques a las cajas	
	9	7,1	0,3	Transportar las cajas a área de almacenamiento	
	2	0	0	Almacenamiento de producto terminado	

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

Como consiguiente en esta tabla resumen se refleja el conteo de las actividades que se han realizado en el procesamiento de la harina a base de granos andinos, la distancia total y el tiempo en el cual se obtiene la harina para su debido almacenamiento.

**Tabla 22-4:** Resumen diagrama de procesos

Resumen				
Actividad	Simbolo	Cantidad	Distancia(m)	Tiempo(min)
<b>Operación</b>		8	0	30,7
<b>Transporte</b>		9	45,4	30,65
<b>Demora</b>		0	0	15
<b>Inspeccion</b>		2	2,5	2,5
<b>Almacenaje</b>		2	0	0
<b>Combinada</b>		1	0	20
<b>Total</b>		22	47,9	98,85

**Realizado por:** Reyes Christopher; Moreno Matheo, 2023.

## CONCLUSIONES

Según a la observación y tras un análisis en el presente trabajo se concluye que el diseño de las instalaciones de la fábrica de harina a base de granos andinos se ha propuesto acorde a la situación y necesidades acorde al proceso productivo y demanda requerida en el mercado en donde se refleja que la necesidad de la harina tiene un mercado amplio y más aún por la variedad de harinas que se procesaran en la planta ya que dentro del cantón Riobamba existen 75.597 familias las cuales del 95 al 97% son consumidoras de harina en diferentes presentaciones.

En lo que respecta a cada una de la maquinaria se realizó el cálculo las diferentes capacidades con los datos de catálogos para obtener tanto la capacidad eficiente como la capacidad real teniendo en cuenta el tiempo de descanso y las horas de trabajo que se establece en el Ministerio de relaciones laborales, para cada una de la maquinaria se proyectó un sobredimensionamiento para en un futuro cuando la demanda vaya en aumento y se obtuvo que la tamizadora puede procesar hasta 2756 qq al mes y la mezcladora a pesar de que su capacidad es más baja que las demás máquinas y procesa hasta 393 qq al mes, satisface las necesidades del mercado tanto en la actualidad como para un futuro próximo.

Se puede mencionar también que el estado actual de la planta en lo que respecta la dimensionamiento el cual cuenta con 26,19 metros de largo, 9,85 metros de ancho y con una altura de 9 metros, refleja que gracias a estas medidas el lugar es óptimo para garantizar un lugar apropiado para el trabajo eficiente del procesamiento de harina como también los centros de carga que reflejan en la propuesta para las diferentes máquinas que deberán contar con una instalación trifásica para su respectivo funcionamiento así mismo como el aumento de luminarias en las respectivas áreas planteadas y las acometidas de agua para la humectación del grano a procesar y para el área de desinfección.

Mediante la observación del proceso productivo cabe recalcar que la maquinaria que se ha seleccionado en los diferentes puestos de trabajo en la cual se ha considerado tanto la capacidad de producción con un nivel de procesamiento de hasta 300 kg/h al final de la línea de producción, para cada una de las maquinas se ha considerado un sobredimensionamiento en sus capacidades ya que se entiende que la demanda en próximos años aumentará y se requerirá de un mayor funcionamiento de las maquinas, abasteciendo así el mercado demandante.

En conclusión, con la simulación obtenida en FlexSim es evidente que los resultados son favorables tomado en cuenta los tiempos de ocio existentes en una planta de producción como los que existen al momento de transportar materia prima a las diferentes áreas de trabajo. Se evidencio

que se puede producir hasta 345qq mensuales en el cual hay que considerar que cada semana se proveerá de 80qq y cada dos semanas 60qq de granos respectivamente lo cual crea un equilibrio en la cantidad de materia prima procesada y almacenada, por lo que es necesario implantar un plan integral de seguridad e higiene en la planta procesadora de harinas, donde incluya todos los parámetros necesarios para el bienestar y mejora continua de la empresa.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda a la empresa para el caso del ahorro de energía en cuanto a un aumento de producción y en uso de la maquinaria más frecuente un variador de frecuencia para cambiar el ciclo de trabajo en cuanto al tiempo que estará encendida la maquina como en el tiempo que se encuentra apagada en donde la tensión a lo largo del tiempo varíe entre un voltaje máximo y un voltaje mínimo.

Para el correcto funcionamiento de la maquinaria en una planta, se recomienda llevar a cabo un plan de mantenimiento preventivo periódico. Entre las tareas de mantenimiento preventivo que se deben realizar se encuentran la limpieza regular de los equipos, la revisión y reemplazo de piezas desgastadas o dañadas, la lubricación adecuada de los componentes mecánicos, y la verificación del correcto funcionamiento de los sistemas eléctricos y electrónicos con un registro detallado de las tareas realizadas y los resultados obtenidos en cada mantenimiento, con el fin de detectar y corregir cualquier problema en el funcionamiento de los equipos antes de que se convierta en una avería grave.

Para garantizar la seguridad e higiene en una planta procesadora de harina, se recomienda establecer un programa de capacitación continuo para todo el personal, sobre el uso adecuado de la maquinaria, incluyendo el manejo de las herramientas y equipos de protección personal necesarios para garantizar su seguridad en el trabajo. Además, es importante que los trabajadores estén informados y entrenados en los procedimientos de emergencia en caso de accidentes o situaciones de riesgo en la planta e incluir capacitaciones sobre normas y prácticas de higiene industrial para evitar la contaminación cruzada y garantizar la calidad e inocuidad de los productos elaborados en la planta.

Se recomienda establecer un plan de abastecimiento estratégico para garantizar un suministro constante y confiable de materia prima. Este plan debe considerar la evaluación de los proveedores según la calidad del grano que ofrecen y su capacidad de entrega. Además, se debe tener en cuenta la flexibilidad para adaptarse a las demandas de la planta, así como la diversificación de proveedores para reducir el riesgo de interrupciones en el suministro.

Para llevar a cabo el proceso de recepción de materia prima de forma eficiente, es esencial contar con un espacio amplio y limpio que permita el fácil acceso de los camiones que transportan los granos andinos. Por tanto, se recomienda que se realice un mantenimiento constante de los exteriores de la planta, asegurándose de que no existan obstáculos en la entrada, como hierbas o

piedras, que puedan dificultar el proceso de recepción. De esta manera, se garantiza una recepción de materia prima sin contratiempos.

Como empresa productora de alimentos, es crucial contar con un adecuado manejo de los desechos generados durante la jornada diaria de trabajo, ya que algunos de estos pueden contaminar el producto si no son desechados de manera correcta. Para garantizar la seguridad alimentaria, se recomienda implementar un manejo de residuos que incluya la separación y clasificación de los mismos, la identificación de los materiales que puedan ser reciclados o reutilizados, y la disposición final adecuada de los desechos que no sean aprovechables. De esta manera, se asegura la protección del producto y se contribuye al cuidado del medio ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

**ADRIANA, Erika, VALENCIA, Belduma, GUSTAVO, Richard, BELDUMA, Belduma, et. al.** *Plan de negocio para le creación de una empresa comercializadora de harina de zapallo, en la ciudad de Machala. en línea.* 2020. Recuperado a partir de: <https://orcid.org/0000-0002-2101-3703>

**ARCSA,** *La dirección ejecutiva de la agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria.* 2015.

**ATIENCIA David,** *Cotización.* Santo Domingo de los Tsachilas. 2022.

**BENÍTEZ, Lourdes,** *Escuela superior Politécnica De Chimborazo facultad salud pública proyecto vinculación producción, seguridad alimentaria y nutricional post pandemia en los cantones Colta y Riobamba en línea.* Recuperado a partir de: <https://www.hna.es/blog/detalle->

**CARRO PAZ Roberto & GONZÁLEZ GÓMEZ Daniel,** *Administración Operaciones delas productividad y competitividad en línea.* Mar del plata. [Consultado 11 octubre 2022]. Recuperado a partir de: <http://nulan.mdp.edu.ar/1607/>

**CHACHA Mirian Verónica & CADENA Erika Johanna,** *Determinantes socioeconómicos y malnutrición (desnutrición crónica y obesidad) en menores de 5 años de la población indígena de cinco cantones de la provincia de Chimborazo: Riobamba, Alausí, Guamote, Guano y Colta, 2018 - 2019.* Quito.

**COARA,** *Dosificador tornillo sin fin para polvos en línea.* Quito. Recuperado a partir de: [www.coara.com.ec](http://www.coara.com.ec)

**CODEX ALIMENTARIUS,** *Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias Comisión del codex alimentarius codex alimentarius alimentos producidos orgánicamente en línea.* Roma. Recuperado a partir de: [www.codexalimentarius.net](http://www.codexalimentarius.net)

**CONSTANZA, María, RODRÍGUEZ, Cubillos, ROZO RODRÍGUEZ, Diego et. al.** *El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad en línea.* Bogotá. Recuperado a partir de: <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls>

**CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR**, *Decreto legislativo 0* en línea. Recuperado a partir de: [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec) 2011.

**DANIELA VÁSCONEZ**, *Instalaciones eléctricas*. Instalaciones eléctricas. 2022.

**DE, Gonzabay, CRUZ, L A, OCHOA, Johnny Eduardo & NARCISA, Lucas Lissette**, *Plan de negocio para la creación de un emprendimiento que elabore y comercialice masas a base de harina de plátano*. Guayaquil.

**DIEZ, Jennifer & ABREU, José Luis**, *Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos* en línea. [Consultado 11 octubre 2022]. Recuperado a partir de: <http://www.spentamexico.org/v4-n2/4%282%29%2097-144.pdf>

**ESCOBAR RAFAEL, ARESTEGUI MIGUEL, MORENO ANA & SANCHEZ LILIANA**, *Catalogo de maquinaria para procesamiento de cacao*. Lima. 2013.

**FILTRA**, *Zeus FTI-1500* en línea. Recuperado a partir de: [www.filtra.com](http://www.filtra.com). 2023.

**FORE, Henrietta H., DONGYU, Qu, BEASLEY, David M. & GHEBREYESUS, Tedros A.**, *Child malnutrition and COVID-19: the time to act is now*. . 22 agosto 2020. Lancet Publishing Group.

**GADMR**, *Informe rendición de cuentas 2017*. Informe rendición de cuentas 2017.

**GADR**, *Plan de desarrollo cantonal*. en línea. 2010. [Consultado 15 febrero 2023]. Recuperado a partir de: <https://www.epemapar.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/plandesarrollocantonal.pdf>

**GARCÍA, Guillermina.**, *Impulsan el desarrollo de ingredientes de trigo*. en línea. 24 agosto 2020. [Consultado 27 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://thefoodtech.com/ingredientes-y-aditivos-alimentarios/impulsan-el-desarrollo-de-ingredientes-de-trigo/>

**GARCIA-SABATER & JOSE P.**, *Distribución en Planta* en línea. Recuperado a partir de: <http://hdl.handle.net/10251/152734>. 2020.

**GIRALDO, Nubia Amparo Giraldo, ARTURO, Yenny Vicky Paredes, et. al.** Factores asociados a la desnutrición o al riesgo de desnutrición en adultos mayores de San Juan de Pasto,

Colombia: Un estudio transversal. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*. en línea. 2017. Vol. 21, no. 1, pp. 39–48. [Consultado 6 octubre 2022]. DOI 10.14306/renhyd.21.1.288.

**GÓMEZ, Olga, MARÍA, Santa, DEL CONSUELO VELÁZQUEZ-ALVA, María et. al.** Desnutrición en el paciente con COVID-19 y pérdida de masa muscular. en línea. 2020. pp. 1. DOI 10.24245/mim.

**GUTIERREZ JAVIER**, *Método Cavidad zonal* en línea. [Consultado 28 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://clasesiluminacion.files.wordpress.com/2015/06/clases-iluminacion-metodo-cavidad-zonal.pdf>

**HAIG SAIDA**, *Cartilla nutricional para niños Juntos por una buena aliment ación ministerio DE SALUD PÚBLICA*. Tungurahua. 2010.

**HERBAZEST**, *Cebada* | HerbaZest. en línea. 11 julio 2022. [Consultado 27 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.herbazest.com/es/hierbas/cebada>

**INEC**, *Proyección de la población Ecuatoriana 2010-2022*.

**INEC**, *Resultados definitivos de algunas de las variables investigadas en el VI censo*.

**INGLE**, *Humidificador intensivo* en línea. China. [Consultado 31 enero 2023]. Recuperado a partir de: <http://pl-flourmill.com/product-2-9-humidificador-intensivo/147725/>

**INSELEC**, Centro de Carga\_QOL442F. en línea. 2022. [Consultado 27 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://inselec.com.ec/store/inicio/2496-centro-de-carga-42-esp-ref-q-0097-.html>

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS**, *Generalidades y variedades mejoradas para la Sierra ecuatoriana* en línea. Ecuador. [Consultado 6 octubre 2022]. Recuperado a partir de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5587/2/Manual%2016%20La%20cebada.pdf>

**IRT LUCES**, *Lámpara tipo campana de aluminio para la Industria y Comercio 19" de diámetro* en línea. Recuperado a partir de: <https://www.irtluces.com.ec/catalogo/iluminacion/lamparas-de-halogenuro-metalico/uso-industrial/lampara-industrial-19-de-diametro-incluye-reflec...2/3>

**KRESISCH TEODORO**, *Mezcladora de cintas* en línea. Madrid. [Consultado 26 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: <http://libroptica.com/MezcladorDeCintas.html>

**LEGRAND**, *Protección industrial* en línea. [Consultado 27 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.nalelectricos.com.co/archivos/Catalogo-Proteccion-Industrial-Legrand815.pdf>

**LI, Tao, ZHANG, Yalan, GONG, Cheng, WANG, Jing, LIU, Bao, SHI, Li & DUAN, Jun**, Prevalence of malnutrition and analysis of related factors in elderly patients with COVID-19 in Wuhan, China. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1 junio 2020. Vol. 74, no. 6, pp. 871–875. DOI 10.1038/s41430-020-0642-3.

**LIDERES**, *La siembra de trigo toma impulso en Chimborazo*. La siembra de trigo toma impulso en Chimborazo. 2018.

**MADRETIERRA**, Maíz seco x libra | Alimentos Madre Tierra. en línea. 21 octubre 2022. [Consultado 27 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.alimentosmadretierra.com/producto/maiz-seco/>

**MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS**, Las tarifas de energía eléctrica no se incrementarán en el 2022. . 10 mayo 2022.

**MINISTERIO DE RELACIONES LABORALES**, *Consulta laboral: Horarios de trabajo*. 2018.

**NESTLE**, Cuáles son los tipos de harina que existen | Recetas Nestlé. en línea. 2022. [Consultado 27 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.recetasnestle.com.ec/escuela-sabor/coccion-y-tecnica/tipos-de-harina>

**NIENHUYS Sjoerd & LARA Guillermo**, Iluminación natural de edificios para fábricas y talleres. en línea. mayo 1984. [Consultado 27 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1152.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1152.pdf)

**OFFICEDEPOT**, Cubrebocas de Triple Capa. en línea. 2023. [Consultado 1 febrero 2023]. Recuperado a partir de: <https://www.officedepot.com.mx/officedepot/en/Categor%C3%ADa/Todas/Oficina/Cafeter%C>

3%ADa-y-Limpieza/Limpieza-Personal/Cubrebocas-de-Triple-Capa-Caja-con-50-piezas/p/100067940

**OIER**, Flexómetro. en línea. 4 octubre 2022. [Consultado 27 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: [https://www.rubi.com/es/blog/wp-content/uploads/2016/06/flexometro-RUBI\\_3-scaled-e1622559953475.jpg](https://www.rubi.com/es/blog/wp-content/uploads/2016/06/flexometro-RUBI_3-scaled-e1622559953475.jpg)

**OLEA, Gonzalo**, *Maquinaria de construcción* en línea. [Consultado 6 octubre 2022]. Recuperado a partir de: [https://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/informacion/congreso\\_ponencias/eu\\_dia\\_17\\_s/adjuntos/Ponencia\\_maquinas.pdf](https://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/informacion/congreso_ponencias/eu_dia_17_s/adjuntos/Ponencia_maquinas.pdf)

**ORTIGOZA Javier, Carlos GUERREÑO, LÓPEZ Antonio, Jorge TALAVERA & GONZALEZ VILLALBA**, *Guía técnica cultivo de maíz* en línea. Paraguay. [Consultado 6 octubre 2022]. Recuperado a partir de: [https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_04.pdf)

**PABLO E. ABBATE, MIGUEL J. CARDÓS & LEDA E. CAMPAÑA**, *Manual de Trigo*. en línea. octubre 2017. Vol. 1. [Consultado 6 octubre 2022]. Recuperado a partir de: [https://www.researchgate.net/publication/320465244\\_El\\_trigo\\_su\\_difusion\\_importancia\\_como\\_alimento\\_y\\_consumo](https://www.researchgate.net/publication/320465244_El_trigo_su_difusion_importancia_como_alimento_y_consumo).

**PÉREZ Loayza & SILVA Vicky**, Los procesos industriales sostenibles y su contribución en la prevención de problemas ambientales. en línea. enero 2013. Vol. 16, pp. 2. [Consultado 11 octubre 2022]. Recuperado a partir de: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81629469013.pdf>

**RAMOS, José Luis**, Luxómetro. en línea. 2022. [Consultado 27 diciembre 2022]. Recuperado a partir de: <https://como-funciona.co/wp-content/uploads/2017/11/medidor-de-luz-luxometro.jpg>

**SANDOYA Adrián, CHICA Leonel, ORDOÑEZ Gustavo & ARIAS Jenny**, *Normativa ecuatoriana de construcción*. Normativa ecuatoriana de construcción. 2018.

**SIFRE, Maria Dolores, PERAIRE, Manu, SIMÓ, Delfina, et. al.** *La Harina* en línea. [Consultado 6 octubre 2022]. Recuperado a partir de: <https://bibliotecavirtualesenior.es/wp-content/uploads/2019/06/LA-HARINA.pdf>

**TYVEK**, Cofia de protección limpio y esterilizado. en línea. 2019. [Consultado 1 febrero 2023]. Recuperado a partir de: <https://www.interempresas.net/Logistica/FeriaVirtual/Producto-Cofia-de-proteccion-limpio-y-esterilizado-Tyvek-IsoClean-IC-729-S-WH-MS-174222.html>

**UNIFORMESWEB**, sin fecha. Bata para industria alimentaria. en línea. [Consultado 1 febrero 2023]. Recuperado a partir de: <https://uniformesweb.es/blog/bata-para-industria-alimentaria/>

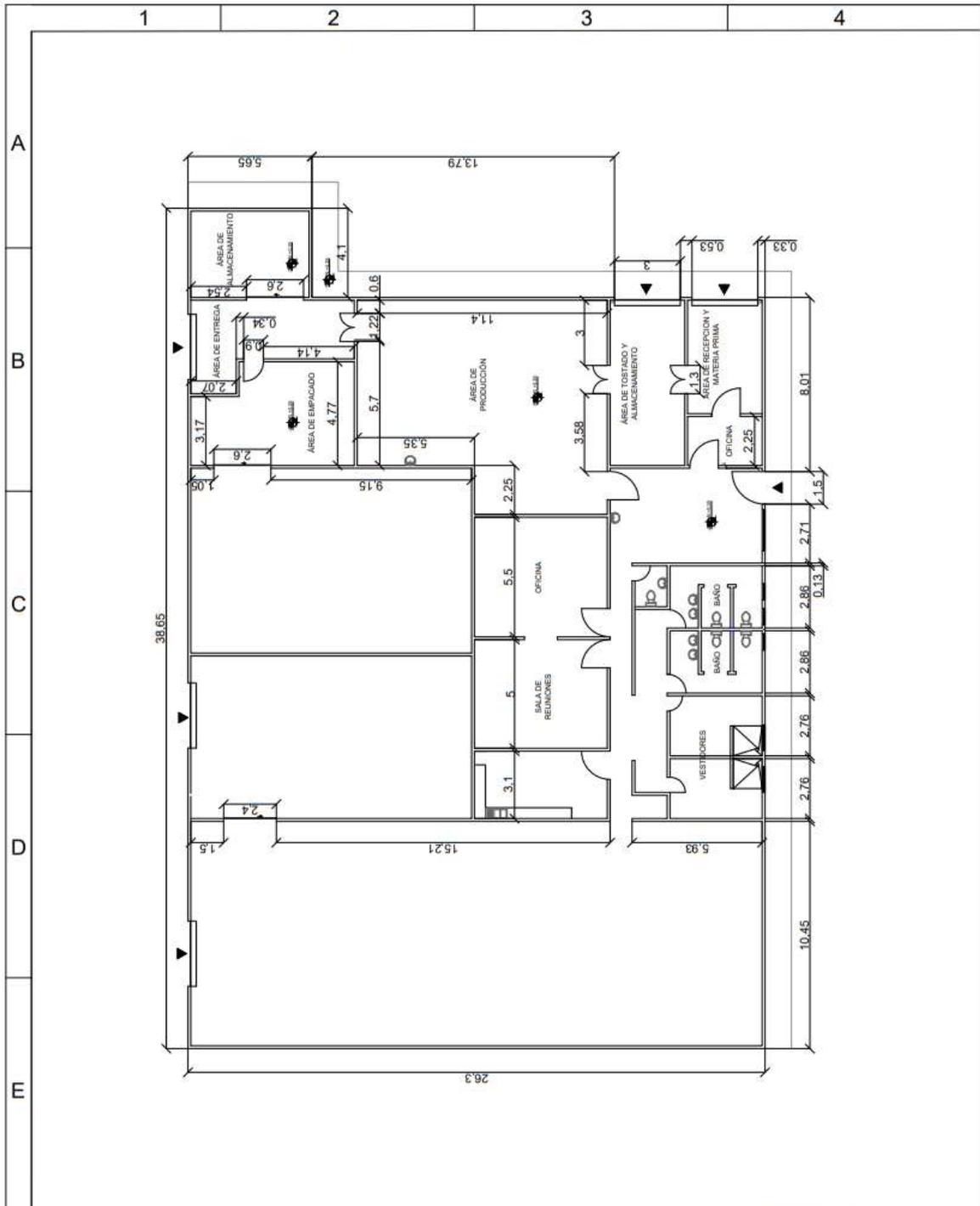
**WORKMASTER**, *Calzado de la industria alimentaria* en línea. [Consultado 1 febrero 2023]. Recuperado a partir de: [www.workmasterboots.com](http://www.workmasterboots.com)

**YADIRA, Lugo-Melchor O & MARINO-MARMOLEJO, Erika N**, *Inocuidad en Granos* en línea. Guadalajara. [Consultado 6 octubre 2022]. Recuperado a partir de: <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/636/1/cap%20Incouidadgranos.pdf>

**ZETA CONSTRUCCIONES**, Guantes para la industrial. en línea. 2023. [Consultado 1 febrero 2023]. Recuperado a partir de: <https://www.zetaconstrucciones.top/products.aspx?cname=guantes+para+industria&cid=129>

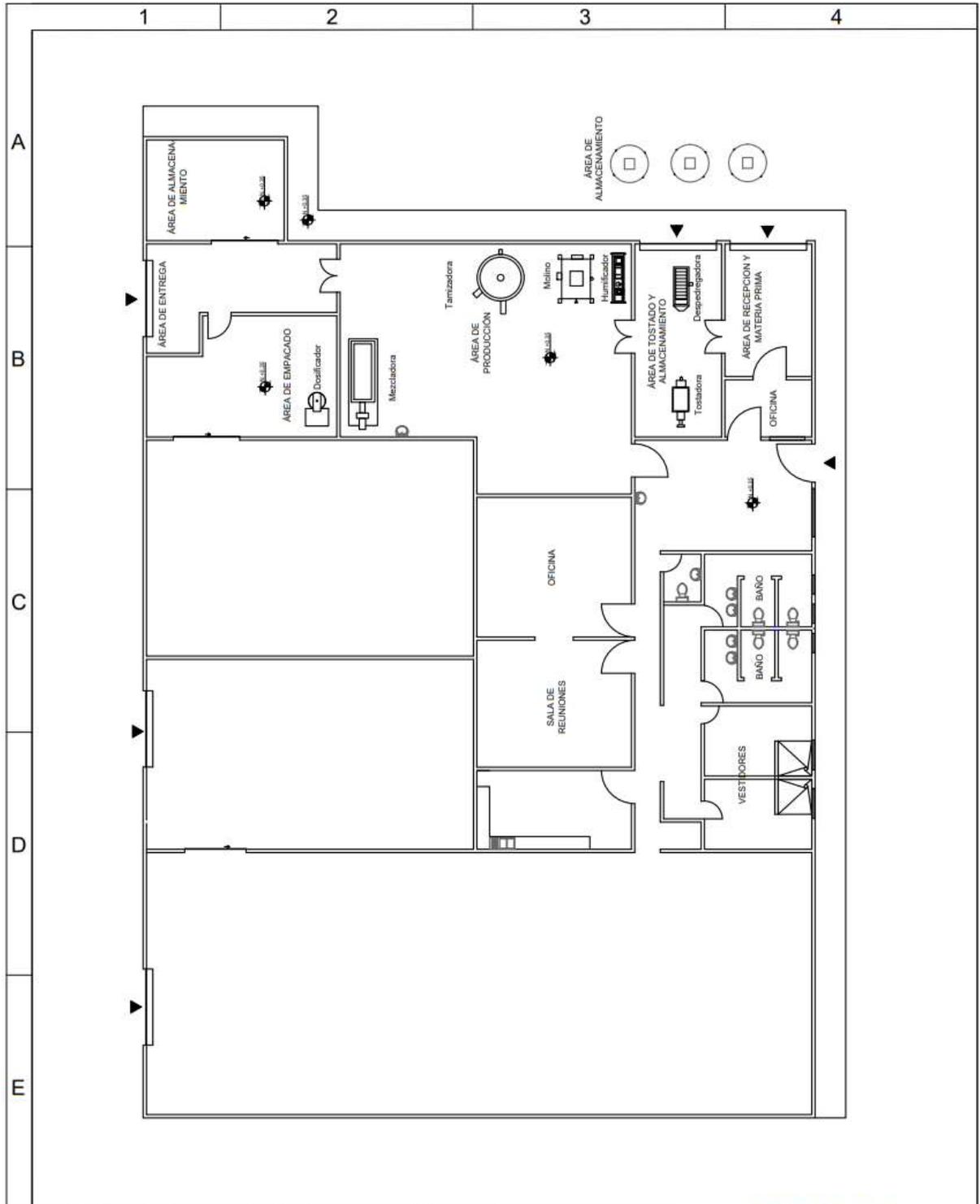
# ANEXOS

## ANEXOS A: PLANO ACOTADO DE LA PLANTA



N.- Lámina: 01 de 01		No. hojas: 1 de 1		Sustitución:		Codificación: FM-EII-PDG-001-2023		<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA INGENIERÍA INDUSTRIAL	
Email: matheo.moreno@espoch.edu.ec				Denominación: PLANO ACOTADO SUMAK TARPUI					
Telfs.: 0984130011				Fecha		Escala: 1 : 125			
Datos	Nombre		Fecha						
Dibujó	Moreno M. Reyes C.		Marzo/10/23						
Proyectó	Moreno M. Reyes C.		Marzo/16/23						
Revisó	Ing. Guamán Á.		Marzo/16/23						
Aprobó	Ing. Guamán Á.		Marzo/17/23						

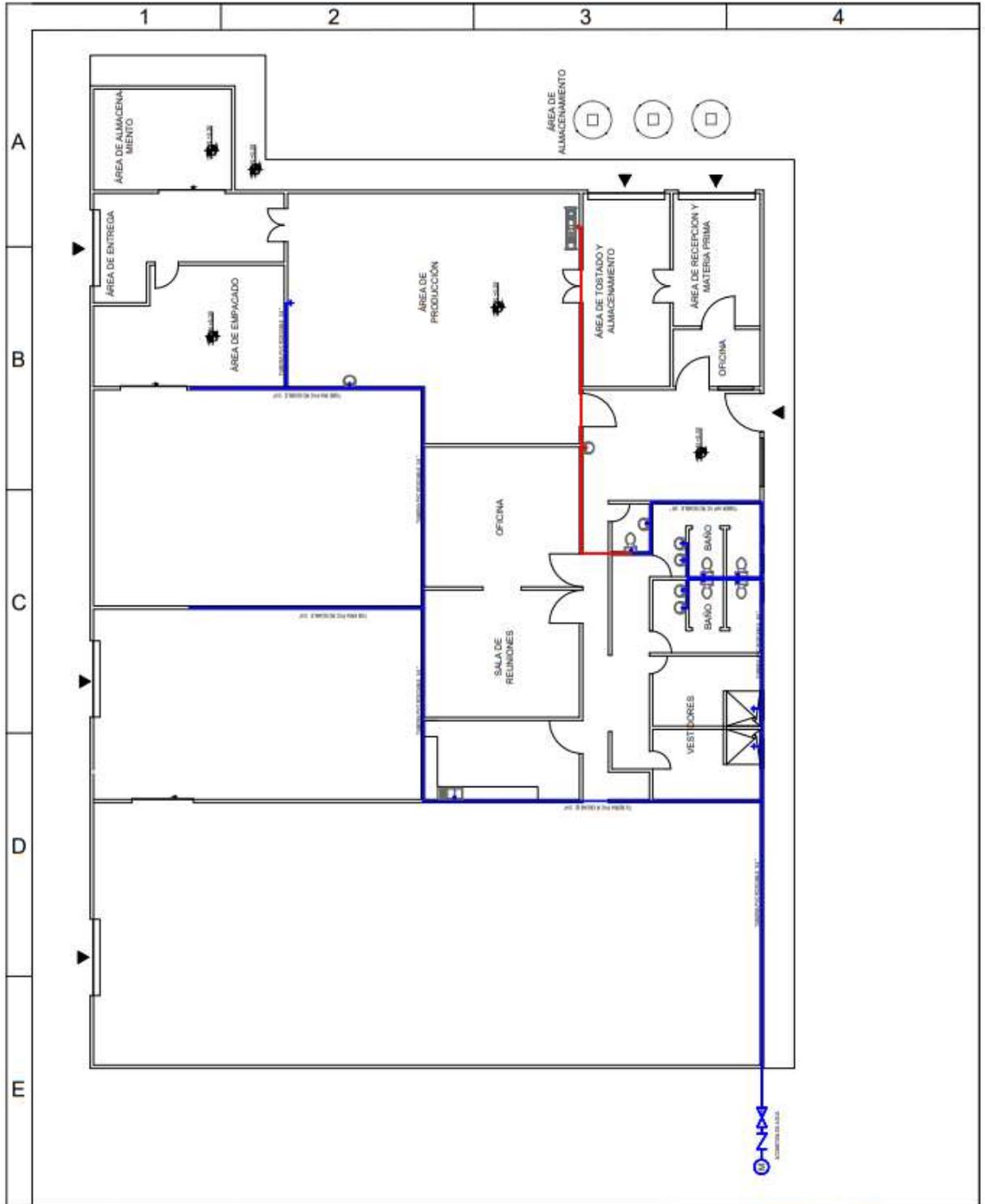
## ANEXOS B: DISTRIBUCIÓN DE LA MAQUINARIA



N.- Lámina: 01 de 01		No. hojas: 1 de 1		Sustitución:		Codificación: FM-EII-PDG-002-2023		<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA INGENIERÍA INDUSTRIAL
Email: matheo.moreno@esPOCH.edu.ec				Denominación: <b>DISTRIBUCIÓN DE MAQUINARIA</b>				
Telfs.: 0984130011		Datos		Nombre		Fecha		Escala:  <b>1 : 125</b>
Dibujó		Moreno M. Reyes C.		Enero/12/23				
Proyectó		Moreno M. Reyes C.		Enero/12/23				
Revisó		Ing. Guamán Á.		Enero/16/23				
Aprobó		Ing. Guamán Á.		Enero/17/23				



# ANEXOS C: PLANO DEL SUMINISTRO DE AGUA

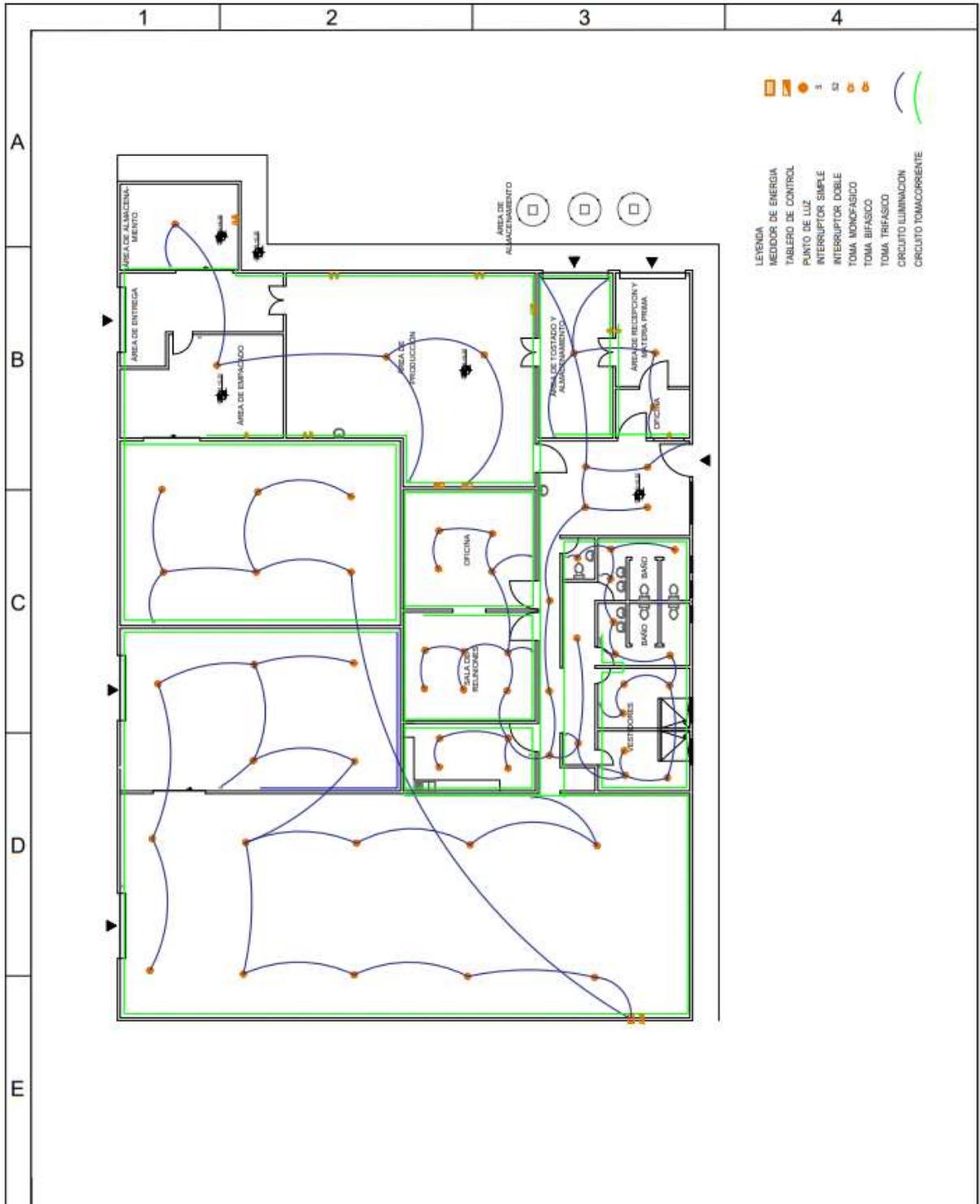


N.- Lámina: 01 de 01		No. hojas: 1 de 1		Sustitución:		Codificación: FM-EII-PDG-005-2023	
Email: christopher.res@espoch.edu.ec				Denominación:			
Telfs.: 0980257587				<b>PLANO GENERAL INSTALACIONES DE AGUA</b>			
Datos	Nombre	Fecha					
Dibujó	Reyes C. Moreno M.	Marzo/10/23					
Proyectó	Reyes C. Moreno M.	Marzo/16/23					
Revisó	Ing. Guamán Á.	Marzo/16/23		Escala:		1 : 125	
Aprobó	Ing. Guamán Á.	Marzo/17/23					

**ESPOCH**  
FACULTAD DE MECÁNICA  
ESCUELA INGENIERÍA INDUSTRIAL

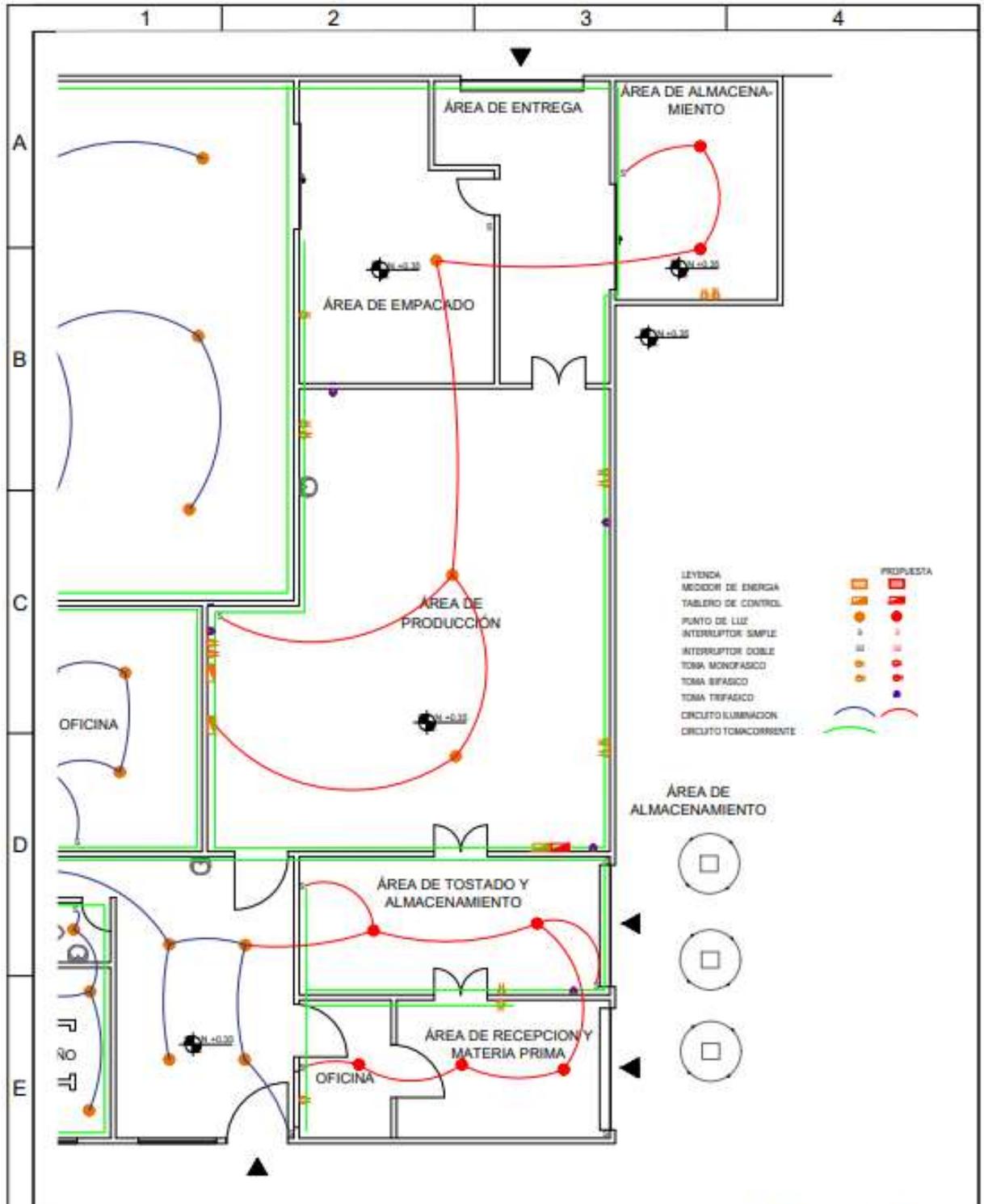
LEYENDA  
 TUBERÍA DE AGUA ACTUAL:   
 TUBERÍA DE AGUA PROPUESTA:   
 ACCOMETIDA DE AGUA:

## ANEXOS D: PLANO DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACTUAL



N.º Lámina: 01 de 01		No. hojas: 1 de 1		Sustitución:		Codificación: FM-EII-PDG-003-2023	
Email: christopher.reyes@espoch.edu.ec				Denominación:			
Telfs.: 0980257587				<b>PLANO ELÉCTRICO ACTUAL</b>			
Datos	N o m b r e	Fecha		Escala: 1 : 125			
Dibujó	Reyes C. Moreno M.	Marzo/10/23					
Proyectó	Reyes C. Moreno M.	Marzo/16/23					
Revisó	Ing. Guamán Á.	Marzo/16/23					
Aprobó	Ing. Guamán Á.	Marzo/17/23					
<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA INGENIERÍA INDUSTRIAL							

## ANEXOS E: PLANO DEL SISTEMA ELÉCTRICO PROPUESTO



N- Lámina: 01 de 01	No. hojas: 1 de 1	Sustitución:	Codificación: FM-EII-PDC-004-2023	<b>ESPOCH</b> FACULTAD DE MECÁNICA ESCUELA INGENIERÍA INDUSTRIAL
Email: christopher.reyes@esPOCH.edu.ec Telfs.: 0980257587			Denominación: <b>PLANO ELÉCTRICO PROPUESTA</b>	
Datos	N o m b r e	Fecha	Escala:	
Dibujó	Reyes C. Moreno M.	Marzo/10/23	1 : 200	
Proyectó	Reyes C. Moreno M.	Marzo/16/23		
Revisó	Ing. Guamán Á.	Marzo/16/23		
Aprobó	Ing. Guamán Á.	Marzo/17/23		

**ANEXO F: EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS**

