

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**



**PROPUESTA DE AMPLIACIÓN Y REDISEÑO DE LA
LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE AGUA PURIFICADA EN LA
EMPRESA “VIENISIMA S.R.L.”**

Por:

RUBEN DEYVIS PEREZ ZENTENO

**Proyecto de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para
optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial**

**Julio de 2024
TARIJA - BOLIVIA**

V° B°

M.Sc.Ing. Marcelo Segovia Cortez

DECANO

M.Sc. Lic. Gustavo Succi Aguirre

VICEDECANO

APROBADO POR:

TRIBUNAL

Ing. Olga Mercado Cordero

Ing. Erick Ramírez Ruiz

Ing. Keila Garzón Rodríguez

Advertencia

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del

Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis padres Luisa Zenteno, Rubén Pérez por acompañarme siempre en todo el camino de mi carrera, a mis hermanas y hermano por todo el apoyo y en especial a DIOS por fortalecer las decisiones de mi camino.

Agradecimiento

A todos quienes han estado en cada paso del camino. Gracias por las risas compartidas, los momentos de tensión que supimos sobrellevar juntos, su compañía ha hecho que este trayecto sea más llevadero y lleno de recuerdos inolvidables.

A los docentes que con su guía y sabiduría han moldeado mi conocimiento y habilidades.

Finalmente, a todos aquellos que, de una forma u otra, han contribuido a la realización de este proyecto. Su ayuda ha sido invaluable y siempre los llevaré en mi corazón.

Pensamiento

DIOS BENDICE SIEMPRE

ÍNDICE

Advertencia	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Pensamiento	iv
Resumen	v

INTRODUCCIÓN

Antecedentes	1
Identificación del problema	4
Árbol de problemas	6
Formulación de la pregunta.....	7
Árbol de soluciones.....	9
Objetivos	10
Objetivo General	10
Objetivos específicos	10
Delimitación o alcance.....	10
Límite Académico:.....	10
Límite Espacial:	11
Límite geográfico:.....	11
Justificación	11
Justificación académica.....	11
Justificación económica	12
Justificación técnica	12

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. Tipo de investigación.....	13
1.1.1. Investigación descriptiva.....	13
1.1.2. Investigación correlacional	13
1.2. Tipo de información	13
1.2.1. Información cualitativa	13
1.2.2. Información cuantitativa	13

1.3.	Diseño de la línea de producción.....	14
1.3.1.	Línea de producción.....	14
1.3.2.	Tipos de línea de producción o patrones de flujo de línea de producción 14	
1.3.3.	Distribución por proceso.....	15
1.3.4.	Reajuste de línea de producción.....	15
1.3.5.	Línea de producción.....	15
1.3.6.	Etapas de diseños básicos para una línea de producción	16
1.4.	Materia prima.....	16
1.4.1.	Agua purificada de consumo.....	16
1.5.	Capacidad	17
1.6.	Cuello de botellas	17
1.6.1.	Productividad	17
1.7.	Técnicas de estudio o herramientas de análisis	18
1.7.1.	Diagrama de causa efecto Ishikawa	18
1.7.2.	Diagrama de flujo.....	19
1.7.3.	Distribución de planta Lay out.....	21
1.7.4.	Diagrama de recorrido.....	21
1.7.5.	Trafico cruzado	22
1.7.6.	Distancia recorrida	22
1.8.	Análisis de la demanda	24
1.8.1.	Pronostico.....	24
1.8.2.	Pronósticos (modelos de pronósticos).....	24
1.9.	Análisis económico.....	28

CAPÍTULO II

IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

2.1.	Antecedentes de la empresa VIENISIMA SRL.....	29
2.2.	Identificación de la empresa	30
2.3.	Ubicación geográfica de la empresa	31
2.4.	Organización institucional	32
2.4.1.	Descripción de los puestos de trabajo	34

2.5.	Productos de la empresa VIENISIMA SRL	35
2.6.	Descripción del proceso productivo	36
2.6.1.	Materia prima e insumos	36
2.6.2.	Descripción del proceso de agua purificada.....	37
2.6.3.	Flujograma del proceso productivo.....	39
2.7.	Maquinaria de producción	40

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN

3.1.	Identificación de la línea de producción	45
3.2.	Análisis descriptivo de la línea de producción	46
3.2.1.	Capacidad de producción de la línea actual de agua purificada.....	47
3.2.2.	Datos históricos de la empresa por unidades al mes de producto	50
3.2.3.	Producción diaria, capacidad utilizada y capacidad instalada	56
3.2.4.	Logística de pedidos.....	58
3.2.5.	Desperdicio de agua purificada en el área de llenado	60
3.3.	Descripción y análisis de cada área de la línea de producción de agua purificada	67
3.3.1.	Área de purificación y almacenamiento:.....	68
3.3.2.	Área de llenado	74
3.3.3.	Etiquetado y tapado manual.....	79
3.3.4.	Armado horneado.....	80
3.4.	Cuello de botellas	82
3.5.	Dimensionamiento del o los equipos necesarios	83
3.6.	Lay out de la línea de producción.....	85
3.7.	Lay Out de recorrido.....	86
3.8.	Indicadores de la producción de agua purificada	90
3.9.	Diagrama de Ishikawa	92

CAPÍTULO IV

PROPUESTA

4.1.	Alternativa uno	94
------	-----------------------	----

4.2.	Alternativa dos.....	96
4.3.	Ventajas y desventajas de cada alternativa.....	97
4.4.	Selección de alternativa criterio ponderación.....	98
4.5.	Descripción de la alternativa predominante	100
4.6.	Análisis de la demanda de agua purificada.....	101
4.6.1.	Pronóstico de la demanda futura	101
4.6.2.	Método de pronóstico utilizado.....	103
4.6.3.	Datos históricos de demanda de agua purificada	103
4.6.4.	Proyección de la Demanda de agua purificada	104
4.7.	Capacidad instalada y capacidad diseñada	109
4.8.	Maquinaria y equipos propuestos	113
4.8.1.	Descripción de la maquinaria y equipo propuesto	113
4.9.	Requerimiento de obras	117
4.9.1.	Modificaciones en la infraestructura.....	117
4.9.2.	Disposición de espacio para la línea de producción.....	118
4.10.	Nueva distribución de la línea	120
4.10.1.	Diagrama de flujo propuesto	120
4.10.2.	Condiciones de diseño de línea distribución	122
4.10.3.	Distribución general de la línea de producción	124
4.10.4.	Lay out completo más las nuevas máquinas.	125
4.11.	Proceso productivo propuesto.....	132
4.12.	Stock de inventario.	142
4.13.	Indicadores de la producción propuesta de agua purificada.....	150
4.14.	Documentación de respaldo para la mejora continua	155

CAPÍTULO V

PRESUPUESTO DE INVERSION PARA LA AMPLIACION

5.1.	Inversiones en edificaciones y remodelaciones	156
5.2.	Inversiones en maquinaria y equipo.....	158
5.3.	Inversiones en mano de obra.....	159
5.4.	Calculo del ROI y tiempo de recuperación de la inversión	160

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones	162
6.2. Recomendaciones.....	164
Bibliografía	124
ANEXO 1. Información proporcionada por COSAALT	
ANEXO 2. Entrevista al personal	
ANEXO 3. Datos históricos de ventas de la empresa por unidades al mes producto.....	
ANEXO 4. Captación con cronometro de las mediciones de llenado y armado ..	
ANEXO 5. Demanda y pedidos históricos	
ANEXO 6. Proyección de regresión lineal	
ANEXO 7. Stock de inventario.....	
ANEXO 8. Pico más alto de demanda, porcentaje de pedidos historial	
ANEXO 9. El cálculo del stock de 600 ml y 1 litro.....	
ANEXO 10. Manuales de Procedimientos.	
MANUAL DE PROCESO AREA DE PURIFICACIÓN.....	
MANUAL DE PROCESO LLENADO SEMIAUTOMATICA	
MANUAL DE PROCESO LLENADO AUTOMÁTICO PROPUESTO	
MANUAL DE PROCESO ÁREA DE HORNEADO	
ANEXO 11. Cálculo del ROÍ y tiempo de retorno de inversión	

Índice de tablas

Tabla II-1 <i>Caracterización de la empresa</i>	30
Tabla II-2 <i>Registro de la empresa</i>	31
Tabla II-3 <i>Productos de la empresa</i>	35
Tabla II-4 <i>Maquinaria de filtración del proceso</i>	41
Tabla II-5 <i>Maquinaria de llenado del proceso</i>	42
Tabla II-6 <i>Maquinaria de almacenado y embalado del proceso</i>	43
Tabla III-1 <i>Dimensiones de espacio de las áreas</i>	47
Tabla III-2 <i>Capacidad productiva en la línea de agua purificada</i>	48
Tabla III-3 <i>Capacidad de la maquinaria en la línea de agua purificada</i>	49
Tabla III-4 <i>Datos históricos en la línea de agua purificada gestión 2022</i>	50
Tabla III-5 <i>Datos históricos en la línea de agua purificada gestión 2023</i>	51
Tabla III-6 <i>Producción de agua purificada diaria, capacidad utilizada vs capacidad instalada</i>	56
Tabla III-7 <i>Pedidos retrasados de agua purificada (gestión 2022)</i>	59
Tabla III-8 <i>Pedidos retrasados de agua purificada (gestión 2023)</i>	60
Tabla III-9 <i>Perdidas en litros de agua purificada (gestión 2022)</i>	61
Tabla III-10 <i>Perdidas económicas de agua purificada (gestión 2022)</i>	63
Tabla III-11 <i>Perdidas en litros de agua purificada (gestión 2023)</i>	64

Tabla III-12 <i>Perdidas económicas de agua purificada (gestión 2022)</i>	66
Tabla III-13 <i>Identificación de códigos del diagrama de proceso</i>	71
Tabla III- 14 <i>Información de los operadores en relación al flujograma</i>	72
Tabla III-15 <i>Características técnicas de las áreas de purificación y almacenamiento</i>	74
Tabla III-16 <i>Cuellos de botella en el proceso productivo</i>	83
Tabla III-17 <i>Características técnicas de las áreas de purificación y almacenamiento</i>	84
Tabla III-18 <i>Diagrama de recorrido línea de agua purísima</i>	88
Tabla III-19 <i>Datos obtenidos del cuello de botella área de llenado</i>	89
Tabla III-20 <i>Indicadores en la producción de agua purificada</i>	91
Tabla IV-1 <i>Ventajas y desventajas de la alternativa 1</i>	97
Tabla IV-2 <i>Ventajas y desventajas de la alternativa 2</i>	98
Tabla IV-3 <i>Selección de la alternativa en base al criterio de ponderación</i>	99
Tabla IV-4 <i>Descripción de la alternativa seleccionada</i>	100
Tabla IV-5 <i>Aspectos importantes de pronóstico</i>	102
Tabla IV-6 <i>Datos históricos de la demanda de agua en litros</i>	104
Tabla IV-7 <i>Proyección de la demanda de agua en litros gestión 2024-2025</i>	105
Tabla IV-8 <i>Proyección de la demanda de agua en litros gestión 2026</i>	106
Tabla IV-9 <i>Proyección de capacidad instalada vs capacidad utilizada en litros (2023 – 2024)</i>	110

Tabla IV-10	
<i>Proyección de capacidad instalada vs capacidad utilizada en litros (2025)</i>	111
Tabla IV-11	
<i>Características técnicas del tanque de almacenamiento propuesto</i>	114
Tabla IV-12	
<i>Características técnicas de la maquina</i>	117
Tabla IV-13	
<i>Dimensiones de las áreas en la propuesta</i>	120
Tabla IV-14	
<i>Dimensiones de los equipos requeridos en la propuesta</i>	124
Tabla IV-15	
<i>Diagrama de recorrido propuesto en la línea de agua</i>	131
Tabla IV-16	
<i>Tiempo del llenado de los tanques</i>	138
Tabla IV-17	
<i>Porcentaje de ventas pico de los productos</i>	144
Tabla IV-18	
<i>Proyección de datos para el inventario de stock 2 litros</i>	145
Tabla IV-19	
<i>Inventario de Stock de seguridad proyectado en la propuesta</i>	148
Tabla IV-20	
<i>Plan de producción con stock de seguridad proyectados en la propuesta</i>	149
Tabla IV-21	
<i>Plan de producción con stock de seguridad proyectados en la propuesta</i>	150
Tabla IV-22	
<i>Datos referidos a la nueva productividad</i>	151
Tabla IV-23	
<i>Indicadores proyectados en la productividad</i>	152
Tabla IV-24	
<i>Análisis comparativo del proceso actual y propuesto</i>	154
Tabla V-1	
<i>Inversiones en Edificaciones y remodelaciones</i>	156
Tabla V-2	
<i>Inversiones en maquinaria y equipo</i>	158
Tabla V-3	
<i>Inversiones en instalación de equipos y mano de obra</i>	159

Tabla V-4	
<i>Inversión requerida para la propuesta</i>	160
Tabla V-5	
<i>Inversión requerida para la propuesta</i>	161

Índice de figuras

Figura 1 <i>Árbol de problemas</i>	6
Figura 2 <i>Árbol de soluciones</i>	9
Figura 1-1 <i>Tipos de líneas de producción</i>	14
Figura 1-2 <i>Tipos de líneas de producción</i>	15
Figura 1-3 <i>Distribución por proceso</i>	18
Figura 1-4 <i>Diagrama de flujo</i>	19
Figura 1-5 <i>Diagrama de proceso</i>	20
Figura 1-6 <i>Diagrama de recorrido</i>	22
Figura 2-1 <i>Localización de la instalación de la empresa</i>	32
Figura 2-2 <i>Estructura organizacional</i>	33
Figura 2-3 <i>Flujograma general de la elaboración de agua purificada</i>	39
Figura 3-1 <i>Línea productiva de agua purificada</i>	45
Figura 3-2 <i>Secciones de menor espacio</i>	46
Figura 3-3 <i>Producción mensual en unidades de agua purificada en 2 Litros</i>	52
Figura 3-4 <i>Producción mensual en unidades de agua purificada en 1 Litro</i>	53
Figura 3-5 <i>Producción mensual en unidades de agua purificada en 600 mililitros</i>	54
Figura 3-6 <i>Producción de agua purificada capacidad utilizada vs capacidad instalada</i>	57

Figura 3-7	
<i>Balance de ingresos y egresos de producción de agua purificada (gestión 2022)</i>	62
Figura 3-8	
<i>Balance de masa en pérdidas de la producción de agua purificada (2023)</i>	65
Figura 3-9	
<i>Flujograma del proceso productivo de agua purificada</i>	67
Figura 3-10	
<i>Área de almacenamiento</i>	68
Figura 3-11	
<i>Área de almacenamiento</i>	69
Figura 3-12	
<i>Diagrama de proceso de purificación del agua hacia los tanques de almacenamiento</i>	70
Figura 3-13	
<i>Diagrama de actividades del purificado de agua</i>	73
Figura 3- 14	
<i>Llenado manual de agua purificada</i>	75
Figura 3-15	
<i>Diagrama de actividades del llenado manual</i>	76
Figura 3-16	
<i>Llenado semiautomático de agua purificada</i>	77
Figura 3-17	
<i>Diagrama de actividades de llenado semi automático</i>	78
Figura 3-18	
<i>Etiquetado y tapado manual de agua purificada</i>	79
Figura 3-19	
<i>Armado y horneado de agua purificada</i>	81
Figura 3-20	
<i>Diagrama de actividades del horneado</i>	82
Figura 3-21	
<i>Lay out de la línea de producción</i>	85
Figura 3-22	
<i>Lay out del diagrama de recorridos</i>	86
Figura 3-23	
<i>Diagrama de Ishikawa para la línea de producción de agua purificada</i>	92

Figura 4-1	
Ampliación del espacio de la línea de producción	95
Figura 4-2	
<i>Gráfico de comparación de la demanda histórica y la demanda proyectada</i>	108
Figura 4-3	
<i>Gráfico de comparación de la demanda histórica y su capacidad 2023 vs la capacidad propuesta con la proyección de la demanda</i>	112
Figura 4-4	
<i>Tanque de almacenamiento propuesto</i>	113
Figura 4-5	
<i>Máquina Llenadora y tapadora propuesta</i>	116
Figura 4-6	
<i>Gráfico del espacio disponible en la propuesta</i>	119
Figura 4-7	
<i>Diagrama del flujo propuesto para la línea de agua</i>	121
Figura 4-8	
<i>Definición de la línea de producción forma “L” propuesta</i>	123
Figura 4-9	
<i>Lay Out propuesto en la línea de producción de agua</i>	127
Figura 4-10	
<i>Diagrama de recorrido propuesto en la línea de producción de agua</i>	128
Figura 4-11	
<i>Flujograma propuesto en la línea de producción de agua</i>	130
Figura 4-12	
<i>Diagrama propuesto del proceso productivo</i>	134
Figura 4-13	
<i>Diagrama de proceso de purificación del tanque de agua cruda</i>	135
Figura 4-14	
<i>Diagrama de proceso de purificación del tanque</i>	136
Figura 4-15	
<i>Diagrama de proceso de purificación del tanque</i>	137
Figura 4-16	
<i>Diagrama de proceso de llenado automático en la propuesta</i>	139
Figura 4-17	
<i>Diagrama de proceso de llenado semiautomático en la propuesta</i>	140
Figura 4-18	
<i>Diagrama de proceso de horneado en la propuesta</i>	141

Índice de ecuaciones

Ecuación I-1	
Medida total de la productividad	17
Ecuación I-2	
<i>Medida parcial de la productividad</i>	18
Ecuación I-3	
<i>Regresión lineal</i>	25
Ecuación I-4	
<i>Constante "a" en la ecuación de la regresión lineal</i>	25
Ecuación I-5	
<i>Constante "b" en la ecuación de la regresión lineal</i>	26
Ecuación I-6	
Ecuación general del inventario de seguridad	27
Ecuación I-7	
Ecuación del inventario de seguridad en el tiempo de aprovisionamiento constante	27
Ecuación I-8	
Ecuación del método de tiempo de recuperación	28