

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE UN PLAN PARA EL TRATAMIENTO DE LAS
AGUAS RESIDUALES GENERADAS POR EL TALLER DE
ALIMENTOS DEPENDIENTE DE LA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO**

Por:

ARAMAYO RUEDA PAOLA GABRIELA

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

Junio de 2023

TARIJA – BOLIVIA

V° B°

Ing. Marcelo Segovia

DECANO

Ing. Gustavo Succi

VICEDECANO

APROBADO POR:

TRIBUNAL

Ing. Dean Rafael Castillo Limachi

Ing. Miryan Alicia Barrero Ortega

Ing. Jaime Enrique Lujan Perez

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 autor.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a mi madre Lidia Rueda que con su apoyo y cariño me demostró cómo afrontar las dificultades, a mi padre Armando Aramayo por guiarme con su ejemplo, a mi hermano Luis Aramayo que siempre me demostró su apoyo incondicional y a mi primita Adriana Rueda que con su cariño me apoyó en el desarrollo de este trabajo.

Agradecimientos

Agradecer con todo mi amor y corazón a mi familia que siempre me apoyó a seguir adelante ante las diferentes dificultades, a mis amigas Marisel y Lisbeth por brindarme su apoyo incondicional, a mis docentes que fueron mi guía para salir adelante, al personal del taller de alimentos por brindarme la información necesaria para este proyecto.

Pensamiento

Inténtalo y fracasa, pero no fracasas en intentarlo (Stephen Kaggwa)

ÍNDICE

Advertencia	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Pensamiento.....	iv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes	1
1.1.1. Antecedentes del tema	1
1.1.2. Antecedentes de la empresa	3
1.2. Identificación del problema.....	4
1.2.1. Descripción de la situación	4
1.2.3. Árbol de problemas.....	6
1.2.4. Formulación de la pregunta.....	7
1.3. Objetivos.....	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
1.4. Justificación	7
1.4.1. Justificación técnica.....	7
1.4.2. Justificación económica	8
1.4.3. Justificación legal	8
1.4.4. Justificación personal.....	8
1.5. Identificación de la empresa	9
1.5.1. Ubicación	9

1.5.2. Organigrama.....	10
1.5.3. Productos y servicios	10
1.5.4. Equipos.....	11
1.5.5. Proceso productivo	14
1.5.6. Lay out	30

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2. Marco Referencial teórico.....	33
2.1. Normativas medio ambientales nacionales	33
2.2. Tratamientos de aguas residuales	35
2.1.2. Pretratamiento	38
2.1.2. Tratamiento primario	41
2.2. Caracterización de aguas residuales	45
2.3. Metodología.....	46
2.3.1. Muestreo de aguas	46
2.3.2. Estimación del caudal	47
2.3.3. Caudal de diseño.....	48

CAPÍTULO III

SITUACIÓN ACTUAL

3. Diagnóstico de la situación	57
3.1. Descripción de la situación actual dentro del taller de alimentos.	57
3.2. Estimación del caudal	68
3.2.1. Consumo de agua por elaboración de productos	68
3.2.2. Caudal Preliminar	70

3.3. Análisis de las descargas líquidas del taller de alimentos	73
3.3.1. Toma de muestras	73
3.3.2. Características del agua residual del laboratorio taller de alimentos	74
3.3.3. Límites permisibles de monitoreo.....	77
3.3.4. Calidad de las descargas de producción en cárnicos y en lácteos.....	82

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Características físicas del área de influencia.....	84
4.2. Proyección del caudal de descarga de las aguas residuales	85
4.2.1. Estimación de caudal de diseño	85
4.3. Desarrollo del tratamiento propuesto en las aguas residuales.....	89
4.3.1. Tratamiento propuesto para el agua residual proveniente del taller de alimentos	91
4.3. Dimensionamiento preliminar para el tratamiento propuesto.....	92
4.4.1. Pretratamiento	92
4.4.2. Desengrasador.....	96
4.4.3. Tratamiento primario.....	97
4.3.3. Lay out de la propuesta en el tratamiento de aguas residuales.....	105
4.3. Funcionamiento del tratamiento propuesto	107
Manual de procedimientos del tratamiento propuesto en aguas residuales.....	108
Manual administrativo tratamiento propuesto de aguas residuales.....	134
4.4. Mantenimiento de las cámaras de inspección internas.	148
Manual de procedimientos en la limpieza de cámaras internas.	149

CAPÍTULO V

COSTOS Y PRESUPUESTOS

5.1. Presupuesto de la propuesta	163
5.1.1. Presupuesto de implementación.	163
5.1.2. Costo de operación.	165
5.1.3. Presupuesto general	166
5.2. Indicador económico.....	168

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones	171
6.2. Recomendaciones.	173

Índice de tablas

Tabla I - 1	
Productos del taller de alimentos.....	10
Tabla I - 2	
Equipos del laboratorio taller de alimentos.....	11
Tabla I - 3	
Insumos para la elaboración de yogures	15
Tabla I - 4	
Insumos para la elaboración de quesos	18
Tabla I - 5	
Insumos para la elaboración de dulce de leche	20
Tabla I - 6	
Insumos para la elaboración de chorizos	22
Tabla I - 7	
Insumos para la elaboración de salchichas, mortadela y jamones.....	25
Tabla I - 8	
Insumos para la elaboración de escabeche	29
Tabla I - 9	
Insumos para la elaboración de mermeladas.....	30
Tabla II- 1	
Parámetros considerados para auto monitoreo en industrias de productos cárnicos...34	
Tabla II - 2	
Separación y espesor de los barrotos en rejillas de desbaste	39
Tabla II - 8	
Grado de tratamiento obtenido mediante diversas operaciones y procesos unitarios empleados en el tratamiento primario y secundario.	45
Tabla III- 1	
Consumo de agua por los procesos productivos.....	69
Tabla III- 2	
Matriz de posibles impactos sobre el entorno	72
Tabla III- 3	
Descripción de las muestras tomadas de las descargas líquidas.....	74
Tabla III- 4	
Calidad del agua residual general proveniente del taller de alimentos.....	75
Tabla III- 5	
Calidad del agua residual de las líneas de producción.....	83

Tabla IV - 1	
Índices de crecimiento en la ciudad de Tarija	86
Tabla IV - 2	
Contaminación de la línea cárnica, láctea y descarga general al alcantarillado	90
Tabla IV - 3	
Descripción de caudales para el diseño preliminar del tratamiento.	92
Tabla IV - 4	
Perdida de carga por accesorios en el bombeo de agua	101
Tabla IV - 5	
Dimensiones preliminares para equipo del tratamiento propuesto.....	105
Tabla V- 1	
Presupuesto del requerimiento de la obra civil.....	163
Tabla V- 2	
Presupuesto del requerimiento en el equipamiento	164
Tabla V- 3:	
Presupuesto del requerimiento para la puesta en marcha.....	164
Tabla V- 4	
Descripción del costo de operación	165
Tabla V- 5	
Presupuesto de la implementación.....	166
Tabla V- 6	
Costo operativo anual.....	166
Tabla V- 7	
Presupuesto de la renovación de infraestructura LTA	168

Índice de figuras

Figura 1- 1	
Planteamiento del problema	6
Figura 1- 2	
Localización de la instalación del taller de alimentos	9
Figura 1- 3	
Estructura organizacional.....	10
Figura 1- 4	
Diagrama general de la elaboración de yogurt	15
Figura 1- 5	
Diagrama general de la elaboración de queso	17
Figura 1- 6:	
Diagrama general de la elaboración de dulce de leche	19
Figura 1- 7	
Diagrama general de la elaboración de Chorizo Parrillero	21
Figura 1- 8	
Diagrama general de la elaboración de Chorizo Precocido	23
Figura 1- 9	
Diagrama general de la elaboración de salchichas	24
Figura 1- 10	
Diagrama de la elaboración de mortadela.....	26
Figura 1- 11	
Diagrama general de la elaboración de jamones	27
Figura 1- 12	
Diagrama general de la elaboración de escabeches	28
Figura 1- 13	
Diagrama general de la elaboración de Mermeladas	29
Figura 1- 14	
Lay out actual	32
Figura 2-1	
Etapas incluidas en el tratamiento de aguas residuales.....	36
Figura 2-2	
Balance de DQO para los procesos anaerobios y aerobios.	37
Figura 2-3	
Reja de desbaste de limpieza manual con cestillo perforado posterior	38
Figura 2 - 4	
Trampa de grasa con depósito para acumulación	40

Figura 2 - 5	
Esquema de tanque aireado	42
Figura 3 - 1	
Recorrido de descargas líquidas generadas en el taller de alimentos	58
Figura 3- 2	
Cursograma sinóptico descargas de agua en la producción yogurt	59
Figura 3- 3	
Cursograma sinóptico descargas de agua producción de queso.....	60
Figura 3- 4	
Cursograma sinóptico descargas de agua producción de salchichas	61
Figura 3- 5	
Cursograma sinóptico descargas de agua producción de butifarra.....	62
Figura 3- 6	
Cursograma sinóptico descargas de agua producción chorizo precocido	63
Figura 3- 7	
Cursograma sinóptico descargas de agua producción jamón	64
Figura 3- 8	
Cursograma sinóptico descargas de agua producción de mortadela	65
Figura 3- 9	
Cursograma descarga de agua producción escabeche	66
Figura 3- 10	
Tipos de aguas generadas en el taller de alimentos.	67
Figura 3- 11	
Descripción gráfica de los volúmenes desechados	70
Figura 3- 12	
Comparación gráfica del consumo de agua al mes.....	71
Figura 3- 13	
Puntos de Aforo para muestra de aguas	73
Figura 3- 14	
Limite permisibles que monitorea COSAALT.....	76
Figura 3- 15	
Gráfica del monitoreo diario del parámetro DBO ₅	77
Figura 3- 16	
Gráfica del monitoreo diario del parámetro DQO.....	78
Figura 3- 17	
Gráfica del monitoreo diario del Grasas y aceites	79
Figura 3- 18	
Gráfica del monitoreo diario del pH	80

Figura 3- 19	
Gráfica del monitoreo diario de los sólidos suspendidos.....	81
Figura 3- 20	
Gráfica del monitoreo diario de los sólidos sedimentables.....	82
Figura 4 - 1	
Área disponible para la adecuación para el tratamiento de aguas residuales	85
Figura 4 - 2	
Proyección del descarte de aguas residuales al alcantarillado anual	88
Figura 4 - 3	
Niveles de contaminación de las descargas líquidas del taller de alimentos	89
Figura 4 - 4	
Acumulación de agua residual diaria descargada	99
Figura 4 - 5	
Plano vista superior del proceso de tratamiento	106