

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA CARRERA

DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE UN PLAN CONTRA INCENDIOS EN LA
FÁBRICA DE ALIMENTOS RUBAL S.R.L. DE ACUERDO AL
REGLAMENTO SIPPCI D.S. 2995/2016**

POR:

DIANA ESTEFANY ABAN TORREZ

**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.**

Diciembre de 2025

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

M.Sc. Ing. Marcelo Segovia Cortez

DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

M.Sc. Lic. Fernando E. Cortez Michel

VICEDECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

M.Sc. Ing. Emmy Adela Alfaro
Murillo

DIRECTORA DE LA CARRERA DE

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ing. Juan Bernardo Sotelo Romero

Ing. Andrea Céspedes Gira

Ing. Wilmer Illescas Torrez

ADVERTENCIA

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

DEDICATORIA

Dedicado a mi amor, mejor amigo,
inspiración, fortaleza, mi compañero...

Facundo Tugues.

Todo esto también es tuyo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por acompañarme y guiar cada paso de mi camino para llegar hasta aquí.

A mi familia, el sostén más grande de mi vida.

A mi mamá Carolina y mamá Teresa, por su amor inmenso, sus palabras que siempre me levantaron y su fe constante en mí.

A mi papá Luis y papá Zico, por su apoyo silencioso pero firme, por enseñarme a ser fuerte y a nunca rendirme.

Y a Facundo, por cada madrugada a mi lado, por su compañía incansable y su apoyo que hizo más liviano cada desvelo. Gracias por ser mi calma, mi impulso, mi apoyo y mi mayor inspiración en este proyecto.

Hasta que el sol deje de brillar... y si el sol sigue brillando, ¿por qué no habrías de brillar también?

J.C.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1

1.	ANTECEDENTES.....	1
1.1.	Antecedentes previos y casos relevantes.....	1
1.2.	Antecedentes empresariales de la fábrica.....	1
1.2.1.	Antecedentes históricos de la empresa.....	1
1.2.2.	Misión.....	3
1.2.3.	Descripción de la empresa.....	3
1.3.	Identificación del problema.....	5
1.4.	Planteamiento del problema.....	5
1.4.1.	Formulación de pregunta.....	7
1.5.	Árbol de problemas.....	8
1.6.	Árbol de Soluciones.....	9
1.7.	Objetivos.....	10
1.7.1.	Objetivo General.....	10
1.7.2.	Objetivos específicos.....	10
1.8.	Justificación.....	11
1.8.1.	Justificación Académica.....	11
1.8.2.	Justificación Técnica.....	11
1.8.3.	Justificación Legal.....	12
1.8.4.	Justificación Económica.....	12
1.8.5.	Justificación Personal.....	12
1.9.	Diseño metodológico.....	13

1.9.1. Enfoque de investigación	13
1.9.2. Tipo y alcance de la investigación.....	13
1.9.3. Diseño de la investigación.....	13
1.9.4. Población y muestra	14
1.9.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
1.9.6. Procedimiento metodológico.....	15
1.10. Alcance.....	16
1.11. Convención numérica.....	16

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Términos y definiciones	18
2.2. Marco normativo para la prevención y protección contra incendios en Bolivia 20	
2.2.1. Ley N°449 y Decreto Supremo N°2995 (SIPPCI)	20
2.2.2. Normas bolivianas de prevención y protección contra incendios	22
2.2.3. Normativa y estándares internacionales de referencia	23
2.3. Matriz IPER.....	24
2.4. Carga de fuego.....	25
2.4.1. Concepto.....	25
2.4.2. Grado de peligrosidad	26
2.4.3. Clasificación del riesgo en función de la carga de fuego	29
2.5. Medidas pasivas de protección contra incendios en instalaciones industriales 31	

2.6.	Medidas activas de protección contra incendios	33
2.6.1.	Sistemas de detección y alarma.....	33
2.6.2.	Extintores portátiles.....	35
2.6.3.	Sistemas fijos de extinción y abastecimiento de agua.....	36
2.7.	Plan de emergencias y organización de la respuesta ante incendios	37

CAPÍTULO 3

3.	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	40
3.1.	Evaluación de los procesos productivos.....	40
3.1.1.	Línea de Galletas:.....	40
3.1.2.	Línea de Cereales	40
3.1.3.	Línea de Polvos	41
3.2.	Lay Out.....	42
3.3.	Análisis de las condiciones actuales en seguridad contra incendios	43
3.3.1.	Señalización de la fábrica.....	45
3.4.	Identificación de riesgos y determinación del nivel de riesgo	47
3.4.1.	Identificación de riesgos en el proceso de producción.....	47
3.4.2.	Evaluación y clasificación de peligros y riesgos.....	48
3.4.3.	Accesibilidad a la fábrica	48
3.4.4.	Materiales de construcción.....	49
3.4.5.	Evaluación de la exposición al riesgo	50
3.4.6.	Sistemas de cuidado preventivo - correctivo actual	51
3.4.7.	Matriz IPER.....	52
3.4.8.	Carga de Fuego.....	53

CAPÍTULO 4

4.	DISEÑO DEL PLAN DE SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS	58
4.1.	Selección del método de supresión	58
4.2.	Rociadores	59
4.2.1.	Selección del tipo de rociadores contra incendios.....	59
4.2.2.	Número de rociadores en cada área.....	60
4.2.3.	Caudal de rociadores por recinto.....	61
4.2.4.	Presión mínima por rociador	62
4.3.	Tuberías	62
4.3.1.	Pérdidas en tuberías.....	63
4.3.2.	Pérdidas en accesorios.....	64
4.4.	Cálculo hidráulico de la bomba.....	66
4.4.1.	Caudales de diseño	66
4.4.2.	Altura manométrica.....	67
4.5.	Cálculo del tanque de agua.....	69
4.6.	Sistema de detección y alarma	69
4.7.	Estación manual	71
4.7.1.	Rol del botón de pánico como mando único e intuitivo.....	71
4.7.2.	Interacción con el sistema a través del grupo electrógeno	71
4.8.	Soft-Starter y grupo electrógeno	73
4.9.	Mantenimiento del sistema contra incendios	73
4.10.	Adecuación de instalaciones en la fábrica.....	75
4.10.1.	Adecuación de instalaciones eléctricas	75

4.10.2. Adecuación de instalaciones de gas	75
4.11. Capacitación del personal.....	78
4.12. Extintores portátiles.....	78

CAPÍTULO 5

5. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	80
5.1. Desglose de costos de inversión.....	80
5.2. Presupuesto consolidado del proyecto	80
5.3. Costos operacionales sin la implementación del proyecto	81
5.4. Costos de operación y mantenimiento	81
5.5. Evaluación económica del proyecto	82
5.5.1. Supuestos de análisis.....	82
5.5.2. Relación Beneficio/Costo (RBC)	82
5.5.3. Valor Actual Neto (VAN)	83
5.5.4. Retorno de la Inversión (ROI).....	83
5.6. Cronograma de implementación del sistema contra incendios	83

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	86
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
6.1. Conclusiones	87
6.2. Recomendaciones.....	88
BIBLIOGRAFÍA	90
ANEXOS	94

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 <i>Categorización del Nivel de Riesgo</i>	21
Tabla 2 <i>Recomendación orientativa para el tipo de evaluación específica a aplicar por cada ambiente o área</i>	21
Tabla 3 <i>Clasificación de materiales de construcción</i>	22
Tabla 4 <i>Grado de peligrosidad</i>	26
Tabla 5 <i>Riesgo de activación</i>	27
Tabla 6 <i>Nivel de riesgo</i>	27
Tabla 7 <i>Potencial del extintor</i>	28
Tabla 8 <i>Potencial del extintor-Fuego Clase A</i>	29
Tabla 9 <i>Evaluación General o Global de Riesgo de la fábrica de uso obligatorio</i>	30
Tabla 10 <i>Industrias calificadas como nivel de riesgo medio o alto</i>	31
Tabla 11 <i>Diagnóstico resumen RUBAL S.R.L.</i>	43
Tabla 12 <i>Cumplimiento de requisitos de accesibilidad</i>	48
Tabla 13 <i>Materiales de construcción en RUBAL S.R.L.</i>	49
Tabla 14 <i>Matriz IPER</i>	52
Tabla 15 <i>Evaluación y clasificación del Riesgo</i>	52
Tabla 16 <i>Superficie de las áreas de la empresa</i>	53

Tabla 17	<i>Resumen de las mediciones de Carga de Fuego - Resultados</i>	54
Tabla 18	<i>Resultados del cálculo y distribución del número de extintores</i>	55
Tabla 19	<i>Ficha técnica del rociador</i>	59
Tabla 20	<i>Número de rociadores por recinto</i>	60
Tabla 21	<i>Caudal de rociadores por recinto</i>	61
Tabla 22	<i>Presión mínima por rociador</i>	62
Tabla 23	<i>Tabla de pérdida de carga en 100 metros de tubería recta</i>	63
Tabla 24	<i>Cantidad de accesorios en diseño de rociadores</i>	64
Tabla 25	<i>Número de detectores en planta</i>	70
Tabla 26	<i>Plan de mantenimiento preventivo – Sistema contra incendios</i>	74
Tabla 27	<i>Ficha de mantenimiento preventivo – conexiones de gas</i>	77
Tabla 28	<i>Desglose de costos de inversión</i>	80
Tabla 29	<i>Presupuesto total del proyecto</i>	80
Tabla 30	<i>Costos de no implementar el proyecto</i>	81

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 <i>Logo de la Fábrica de Alimentos RUBAL</i>	2
Figura 2 <i>Ubicación de la empresa RUBAL</i>	4
Figura 3 <i>Organigrama de la empresa RUBAL</i>	4
Figura 4 <i>Árbol de problemas</i>	8
Figura 5 <i>Árbol de Soluciones</i>	9
Figura 6 <i>Tipos de extintores</i>	35
Figura 7 <i>Lay Out – Industria de Alimentos RUBAL</i>	42
Figura 8 <i>Plano de Señalización RUBAL</i>	46
Figura 9 <i>Nomograma de pérdida en accesorios</i>	65
Figura 10 <i>Curvas características y datos de funcionamiento de la bomba seleccionada</i>	68
Figura 11 <i>Cronograma de proyecto</i>	84

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.....	94
Anexo 1.1. Identificación de la empresa.....	95
Anexo 1.2. Frontis de la empresa.....	106
Anexo 1.3. carga de fuego.....	106
ANEXO 2.....	112
Anexo 2.1. Características de descarga de rociadores	113
Anexo 2.2. Rociador contra incendios	113
Anexo 2.3. Bomba de agua	114
Anexo 2.4. Detector de humo	116
Anexo 2.5. Botón de emergencia	118
Anexo 2.6. Grupo electrógeno	120
Anexo 2.7. Válvula de agua	121
Anexo 2.8. Plan de mantenimiento del sistema	121
Anexo 2.9. Fichas técnicas.....	135
ANEXO 3.....	137
Anexo 3.1. Lista maestra de documentos	138
Anexo 3.2. Plan de emergencia.....	139
ANEXO 4.....	190
Anexo 4.1. Plano eléctrico y de agua.....	190
Anexo 4.2. Plano de detectores y extintores	190
Anexo 4.3. Plano de señalética	190
Anexo 4.4. Plano de evacuación	190

ANEXO 5.....	195
Anexo 5.1. Presupuesto del proyecto (desglosado)	196
ANEXO 6.....	199
Anexo 6 Certificados de capacitación.....	200

NOMENCLATURA, ABREVIATURAS Y SIMBOLOGÍA

Normativas y regulaciones

Símbolo/Abreviatura	Significado	Unidad
SIPPCI	Sistema de Prevención y Protección Contra Incendios	-
DS-2995/2016	Decreto Supremo N° 2995, Reglamento SIPPCI	-
NB	Normas Bolivianas	-
NFPA	National Fire Protection Association	-
ISO	Organización Internacional de Normalización	-
ICS	Índice de Carga de Sustancias Incendiarias	-
ICSI	Índice de Cantidad de Sustancias Incendiarias	-
NB 58005	Norma Boliviana 58005 (Carga de Fuego)	-
NB 58002	Norma Boliviana 58002 (Extintores portátiles)	-
NB 58006	Norma Boliviana 58006 (Mantenimiento y recarga de extintores)	-
NB 777	Norma Boliviana 777 (Instalaciones eléctricas)	-
NB 58001	Norma Boliviana 58001 (Detectores de incendio)	-

Cálculos y unidades técnicas

Símbolo/Abreviatura	Significado	Unidad
L/min	Litros por minuto	L/min

Mcal/kg	Megacaloría por kilogramo	Mcal/kg
Kg/m²	Kilogramo por metro cuadrado (medida de carga de fuego)	Kg/m ²
M²	Metro cuadrado (superficie)	m ²
m³	Metro cúbico (volumen)	m ³
m/s	Metro por segundo (velocidad)	m/s
°C	Grados Celsius	°C
Kg	Kilogramo	Kg
CO₂	Dióxido de carbono	-

Sistemas y equipos de protección contra incendios

Símbolo/Abreviatura	Significado	Unidad
ABC	Extintores de tipo ABC (fósforo de amonio)	-
CO	Monóxido de carbono	-
RBC	Relación Beneficio Costo	-
R.I.T.A.	Resistencia al Incendio de los Materiales	-
Ext.	Extintores portátiles	-
Rociadores	Sistemas de rociadores automáticos contra incendios	-
Sistemas hidráulicos	Redes hidráulicas de agua para control de incendios	-
Detección	Sistemas de detección de incendios (humo, calor, gas)	-
Válvulas	Válvulas de cierre automático de gas	-

Sistemas de alarma	Sistemas de alarma ante presencia de - incendios o gases
---------------------------	---

Grupo electrógeno	Sistema de respaldo eléctrico en caso de - fallo del suministro
--------------------------	--

Aspectos económicos

Símbolo/Abreviatura	Significado	Unidad
VAN	Valor Actual Neto	Bs (Bolivianos)
ROI	Retorno sobre la inversión	%
RBC	Relación Beneficio-Costo	-
ICSI	Índice de Cantidad de Sustancias Incendiables	-

Convención Numérica

En el presente documento, se utiliza la coma (",") como separador decimal y el punto (".") como separador de miles en todas las magnitudes numéricas.

Ejemplo: 1.000,50 L/min.