

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA



**“PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN EL
PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MASA DRY WALL EN
ASTROCHEM S.R.L.”**

POR:

ALVARO FRANCISCO ALVAREZ BARRIGA

**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

M.Sc. Ing. Fernando Cortez Michel
VICEDECANO

Ing. Emmy Adela Alfaro Murillo
DIRECTORA DE DEPARTAMENTO

APROBADA POR:
TRIBUNAL:

Ing. Christian Mauricio Mendoza Cossío

Ing. Mariana Cordero Gil

Ing. Jesús Zamora Gutiérrez

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.

Dedico este trabajo a mama que me bendijo con todo el amor en la vida y con mis hermanos que son el mayor ejemplo en la vida personal y profesional.

Agradezco a mi madre y hermanos por su apoyo constante y respaldo inquebrantable, a la empresa Astrochem por brindarme el espacio para desarrollar este proyecto. Agradezco también al tutor Bernardo Sotelo por su trabajo, así como los tribunales, Mariana Cordero y Christian Mendoza por sus lecciones y seguimiento . Finalmente, agradezco a mi compañera Eliza Márquez por su compañía tanto en el desarrollo de este documento como en el curso de la carrera.

INDICE

CAPITULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	2
1.1.1. Antecedentes teóricos	2
1.1.2. Antecedentes de campo	2
1.1.3. Antecedentes empresariales.....	3
1.2. Descripción del problema u oportunidad.....	4
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. General.....	4
1.3.2. Específicos.....	4
1.4. Justificación.....	5
1.4.1. Académica	5
1.4.2. Técnica.....	6
1.4.3. Económica	6
1.4.4. Social	7
1.4.5. Legal	7
1.5. Metodología.....	8
1.5.1. Enfoque y tipo de investigación.....	8
1.5.2. Métodos y técnicas de investigación	9
1.5.3. Población o sujeto de estudio.....	10
1.5.4. Tipo de muestreo	11
1.5.5. Tamaño de la muestra	11
1.5.6. Recolección de información	11
1.5.7. Instrumentos de recolección de información.....	12
1.6. Árbol de problemas	15
1.7. Formulación de pregunta:.....	16
1.8. Árbol de soluciones	17
CAPITULO II. IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	18
2.1. Empresa	19
2.2. Ubicación.....	19
2.3. Organización.....	20
2.4. Productos y/o servicios.....	22
2.5. Maquinaria y equipos	23
2.6. Materia prima e insumos	27

2.6.1. Materia prima.....	27
2.6.2. Insumos.....	28
2.7. Proceso productivo.....	29
2.7.1. Descripción del proceso productivo	29
2.7.2. Diagrama de flujo del proceso.....	32
2.7.3. Cursograma sinóptico	34
2.8. Lay out.....	35
2.9. Residuos y/o desechos.....	37
CAPITULO III. MARCO TEÓRICO	38
3.1. Descripción del problema.....	39
3.2. Marco conceptual	40
3.3. Marco técnico.....	42
3.4. Marco legal y normativo	42
3.5. Marco económico y financiero.....	43
3.6. Marco ambiental y sostenible Descripción de la situación problemática.....	43
3.7. Planteamiento del Problema.....	45
CAPITULO IV. DIAGNOSTICO	46
4.1. Descripción del sistema donde se realizará la intervención.....	47
4.1.1. Proceso productivo	47
4.1.2. Flujograma de proceso productivo	47
4.1.3. Actores involucrados:	49
4.2. Identificación de tipos de riesgos:	49
4.2.1. Riesgos Físicos:	49
4.2.2. Riesgos Químicos:	49
4.2.3. Riesgos Biológicos:	49
4.2.4. Riesgos Ergonómicos:	50
4.2.5. Riesgos Mecánicos:	50
4.3. Análisis de la problemática y brechas del sistema de seguridad.....	50
4.3.1 Análisis de la problemática actual:	50
4.3.2. Necesidades no cubiertas y áreas con potencial de mejora:	51
4.4. Formulación del diagnóstico final.....	52
4.5. Monitoreos realizados	52
4.5.1. Monitoreo: Temperatura y carga térmica:	52

4.5.2. Monitoreo: Ruido ocupacional:	55
4.5.3. Monitoreo: Uso y control de Epps:.....	58
4.5.4. Monitoreo: Orden, limpieza y señalización:.....	60
4.5.5. Monitoreo: Gestión de residuos:.....	64
4.5.6. Monitoreo: Iluminación en planta:	65
4.5.7. Monitoreo: Ergonomía:.....	68
4.5.8. Matriz IPERC (Identificación de Peligros, Riesgos y Controles)	73
4.6.9. KPIs	75
CAPITULO V. PROPUESTA DEL PROYECTO	76
5.1. Análisis de alternativa	77
5.2. Métodos, herramientas y recursos del proyecto	77
5.2.1. Eliminación.....	77
5.2.2. Sustitución	79
5.2.3. Controles técnicos (de ingeniería)	80
5.2.4. Controles administrativos	98
5.2.5. Equipos de protección personal	101
5.2.6. Matriz IPERC por Áreas de Trabajo.....	104
5.2.7. Cronograma de trabajo 2026.....	107
CAPITULO VI. ANÁLISIS ECONÓMICO / FINANCIERO	108
6.1. Costos materiales.....	109
6.2. Costos de equipamiento.....	110
6.3. Costos de mano de obra y capacitación.....	110
6.4. Resumen general de inversión.....	111
6.5. Análisis de rentabilidad y beneficios económicos.....	111
6.5.1. Ahorros proyectados (con y sin plan):.....	111
6.5.2. Relación beneficio / costo:.....	112
6.5.3. Retorno de la inversión (ROI)	113
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	115
Conclusiones.....	116
Recomendaciones	117
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
Bibliografía.....	120
Webgrafía	122
ANEXOS.....	123

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Productos actualmente producidos.	22
Tabla 2.- Maquinaria disponible noviembre 2025.	23
Tabla 3.- Materias primas.	27
Tabla 4.- Insumos.	28
Tabla 5.- Monitoreo de temperatura meses junio-septiembre del 2025.	53
Tabla 6.- Checklist diario.	58
Tabla 7.- Recabado de acciones de limpieza necesarias.	62
Tabla 8.- Comparativa de mejora en iluminación en área de envasado.	67
Tabla 9.- Tareas observadas por ergonomía.	69
Tabla 10.- Resumen del Monitoreo de Ergonomía (Diagnóstico inicial).	71
Tabla 11.- Tipos de fuego a extinguir en planta.	87
Tabla 12.- Iluminación recomendada por áreas.	93
Tabla 13.- Capacitaciones requeridas.	103
Tabla 14.- Tareas de implementación.	105
Tabla 15.- Indicadores de seguimiento del SST.	107
Tabla 16.- Cronograma de implementación de plan en 2026.	107
Tabla 17.- Costos de materiales.	109
Tabla 18.- Costos de equipamiento.	110
Tabla 19.- Costos de mano de obra.	110
Tabla 20.- Resumen de la inversión.	111
Tabla 21.- Ahorro proyectado.	111
Tabla 22.- Escenarios de análisis económico.	113
Tabla 23.- Puntuación básica por segmento.	130
Tabla 24.- Combinación inicial (Brazo , Antebrazo a valor intermedio A_1).	130
Tabla 25.- Puntuación A ($A_1 + muñeca =$ Puntuación A) Puntuación A entre 1–7.	131
Tabla 26.- Puntuación para cuello, tronco y piernas (valores base para B).	131
Tabla 27.- Combinación cuello + tronco = valor B_1	131
Tabla 28.- Ajustar $B_1 +$ valor de piernas = Puntuación B Puntuación A entre 1–7.	131
Tabla 29.- Matriz final (Puntuación A y B = Puntuación RULA antes de ajustes).	132
Tabla 30.- Ajustes finales (añadir por carga / fuerza / uso muscular).	132
Tabla 31.- Escala de interpretación de la puntuación RULA.	132
Tabla 32.- Datos RULA tarea 1, subtarea 1.	133
Tabla 33.- Calculo de valores RULA tarea 1, subtarea 1.	133
Tabla 34.- Datos RULA tarea 1, subtarea 2.	134
Tabla 35.- Calculo de valores RULA tarea 1, subtarea 2.	134
Tabla 36.- Datos RULA tarea 1, subtarea 3.	135
Tabla 37.- Calculo de valores RULA tarea 1, subtarea 3.	135
Tabla 38.- Datos RULA tarea 1, subtarea 4.	136
Tabla 39.- Calculo de valores RULA tarea 1, subtarea 4.	136
Tabla 40.- Datos RULA tarea 1, subtarea 5.	137
Tabla 41.- Calculo de valores RULA tarea 1, subtarea 5.	137
Tabla 42.- Datos RULA tarea 2.	138
Tabla 43.- Calculo de valores RULA tarea 2.	138
Tabla 44.- Datos RULA tarea 3.	139

Tabla 45.- Calculo de valores RULA tarea 3.....	139
Tabla 46.- Datos RULA tarea 4.	140
Tabla 47.- Calculo de valores RULA tarea 4.....	140
Tabla 48.- Datos RULA tarea 5.	141
Tabla 49.-Calculo de valores RULA tarea 5.....	141
Tabla 50.-Resumen de datos RULA.	142
Tabla 51.- Puntuación datos REBA.	143
Tabla 52.- Datos REBA tarea 1,Subtarea 1.....	144
Tabla 53.- Calculo de datos REBA tarea 1, subtarea 1.....	144
Tabla 54.-Datos REBA tarea 1, subtarea 2.	145
Tabla 55.- Calculo de datos REBA tarea 1, subtarea 2.....	145
Tabla 56.- Datos RULA tarea 1, subtarea 3.....	146
Tabla 57.- Calculo de datos RULA tarea 1, subtarea 3.....	146
Tabla 58.- Datos REBA tarea 1, subtarea 4.	146
Tabla 59.- Calculo de datos REBA tarea 1, subtarea 4.....	147
Tabla 60.- Datos REBA tarea 1, subtarea 5.	147
Tabla 61.- Cálculo de datos REBA tarea 1, subtarea 5.....	148
Tabla 62.- Datos REBA tarea 2.....	148
Tabla 63.- Calculo de datos REBA tarea 2.	149
Tabla 64.- Datos REBA tarea 3.....	149
Tabla 65.- Calculo de datos REBA tarea 3.	150
Tabla 66.- Datos REBA tarea 4.....	150
Tabla 67.- Calculo de datos REBA tarea 4.	150
Tabla 68.- Datos REBA tarea 5.....	151
Tabla 69.- Datos REBA tarea 5.....	151
Tabla 70.- Resumen de datos REBA.....	152
Tabla 71.- Responsables del plan de emergencia.....	154
Tabla 72.- Señalización requerida.....	156
Tabla 73.- Respuestas predeterminadas en base a acciones.....	161
Tabla 74.- Plan de simulacros.	161
Tabla 75.- Señales de prohibición.	163
Tabla 76.- Señales de advertencia.....	163
Tabla 77.- Señales de obligación.	163
Tabla 78.- Señales de información.....	164
Tabla 79.- Resumen de implementación LOTO en Astrochem.....	167
Tabla 80.- Hoja de control de pausas activas.....	180
Tabla 81.- Descripción de materias primas en uso.	181
Tabla 82.- Pictogramas GHS de materias primas en uso.....	185
Tabla 83.- Sistema NFPA de materias primas en uso.....	185
Tabla 84.- Información adicional NFPA de materias primas en uso.	186
Tabla 85.- Clases de materiales peligrosos según la ONU.	187
Tabla 86.- Condiciones de almacenamiento recomendadas para materias primas..	189
Tabla 87.- EPPs Obligatorios por área.....	202
Tabla 88.- Uso de Epps requerido en planta.	207

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Árbol de problemas.	15
Figura 2.- Árbol de soluciones.	17
Figura 3.- Logotipo Astrochem.	19
Figura 4.- Ubicación planta Astrochem.	19
Figura 5.- Organigrama organizacional.	21
Figura 6.- Diagrama de proceso: Trayectoria del proceso productivo.	32
Figura 7.- Diagrama de proceso: Trayectoria del proceso documental.	33
Figura 8.- Cursograma sinóptico del proceso de productivo.	34
Figura 9.- Lay out laboratorio Astrochem.	35
Figura 10.- Lay out planta Astrochem.	36
Figura 11.- Basureros diferenciados.	37
Figura 12.- Playa de residuos.	37
Figura 13.- Pirámide de control de riesgos.	41
Figura 14.- Flujograma de proceso productivo.	48
Figura 15.- Datos recolectados por sonómetro.	55
Figura 16.- Datos recolectados por sonómetro.	56
Figura 17.- Datos recolectados por sonómetro.	56
Figura 18.- Datos recolectados por sonómetro.	57
Figura 19.- Datos recolectados por luxómetro.	66
Figura 20.- Datos recolectados por luxómetro.	66
Figura 21.- Matriz IPERC.	74
Figura 22.- Montacargas elevando un tanque IBC.	80
Figura 23.- Inicio de cobertura epoxica en área de producción.	81
Figura 24.- Inicio de cobertura epoxica en área de producción.	81
Figura 25.- Delimitación de áreas con pintura poliuretano amarilla.	82
Figura 26.- Delimitación de áreas con pintura poliuretano amarilla.	82
Figura 27.- Bloqueo móvil de baranda.	83
Figura 28.- Representación de flujo de aire.	84
Figura 29.- Extractor axial de 30" de pared sugerido para instalar en planta.	85
Figura 30.- Ubicación sugerida en módulo de producción.	86
Figura 31.- Ubicación sugerida para el extintor de CO2 sugerido.	88
Figura 32.- Ubicación sugerida de señalética en la primera planta.	90
Figura 33.- Ubicación sugerida de señalética en la segunda planta.	91
Figura 34.- Ubicación sugerida de señalética en laboratorio.	91
Figura 35.- Ruta de Evacuación, punto de encuentro.	92
Figura 36.- Instalación de iluminación en área de envasado.	94
Figura 37.- Imagen de puerta sugerida.	94
Figura 38.- Ubicación sugerida de puerta de salida de emergencia.	96
Figura 39.- Parte trasera de la planta de producción.	97
Figura 40.- Parte lateral de la planta de producción.	98
Figura 41.- Parte frontal de la planta de producción.	98
Figura 42.- Plano de circulación y punto de reunión.	155
Figura 43.- Señal de prohibición de paso.	156
Figura 44.- Señal de prohibición de fumar.	157

Figura 45.- Señal de advertencia de superficie caliente.....	157
Figura 46.- Señal de advertencia de riesgo eléctrico.....	158
Figura 47.- Señal de obligación de uso de Epps.	158
Figura 48.- Señal de salida de emergencia.....	159
Figura 49.- Señal de punto de encuentro.....	159
Figura 50.- Señal de extintor.....	160
Figura 51.- Señal de botiquín.....	160
Figura 52.- Rombos de etiquetado GHS.	184
Figura 53.-Matriz de almacenamiento químico mixto.....	188
Figura 54.- Peso de carga recomendada según altura del levantamiento.....	208
Figura 55.- Referencia e posturas adecuadas y equivocadas.	212
Figura 56.- Referencia e posturas adecuadas y equivocadas.	213
Figura 57.- Movimiento no recomendado.....	213
Figura 58.- Movimiento no recomendado.....	214

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.- Mezcladora de Masillas #1 vista frontal	124
Anexo 2.- Mezcladora de Masillas #1 vista superior	124
Anexo 3.- Almacén de materia prima seca	125
Anexo 4.- Almacén de materia prima específica.	125
Anexo 5.- Almacén de materia prima líquida	126
Anexo 6.- Almacén de materia prima líquida	126
Anexo 7.- Almacén de tanques de resina	127
Anexo 8.- Área de acopio de cajas.....	127
Anexo 9.- Panel de herramientas	128
Anexo 10.- Paletización producto en playas de PT.....	128
Anexo 11.- Paletización de producto en playas de PT	129
Anexo 12.- Escritorio de organización área de producción	129
Anexo 13.- Desarrollo de Evaluación Ergonómica RULA.....	130
Anexo 14.- Desarrollo de Evaluación Ergonómica REBA.....	143
Anexo 15.- Plan de emergencia	153
Anexo 16.- Registro de señalética necesaria en planta	163
Anexo 17.- Instructivo de procedimiento LOTO.....	165
Anexo 18.- Procedimiento Operativo Seguro-Manipulación de Cargas Minerales..	168
Anexo 19.- Procedimiento Operativo Seguro-Manejo de Mezcladora.....	170
Anexo 20.- Procedimiento Operativo Seguro-Transporte Interno de MP y PT.....	172
Anexo 21.- Procedimiento Operativo Seguro-Manejo de Polvo y Materiales Finos	174
Anexo 22.- Procedimiento Operativo Seguro-Levantamiento y Carga Manual de Materiales.....	176
Anexo 23.- Procedimiento de pausas activas laborales	178
Anexo 24.- Ficha de datos de seguridad (SDS)	181
Anexo 25.- Sistema globalmente armonizado de clasificación y etiquetado de productos químicos (GHS).....	184
Anexo 26.- Sugerencia de Almacenamiento para Materias Primas.....	189
Anexo 27.- Registro de Incidentes #1	191
Anexo 28.- Registro de Incidentes #2	193
Anexo 29.-Registro de No Conformidades y Acciones Correctivas.....	195
Anexo 30.- Instructivo de Carga/Descarga de Producto Terminado	196
Anexo 31.- Inducción Inicial para Operadores de Planta	200
Anexo 32.- Inducción de seguridad para trabajadores en el área productiva.....	206
Anexo 33.- Cotización de Señales de Seguridad	216
Anexo 34.- Cotización de Extinguidor Co2.....	217
Anexo 35.- Cotización de puerta de emergencia.	218
Anexo 36.- Cotización de kits completos de Epps.....	219
Anexo 37.- Cotización de Kits completos de Epps y botiquines de seguridad.....	220
Anexo 38.- Extractor axial	220
Anexo 39.- Cotización de iluminación led.....	221
Anexo 40.- Cotización de montacargas.	222