



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Químicas

Maestría en Seguridad e Higiene Industrial.

Implementación de mejoras basadas en la evaluación y análisis de los riesgos mecánicos, ergonómicos y químicos existentes en la sección de pre-puertas de una empresa de manufactura de refrigeradoras de la ciudad de Cuenca.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Magíster en Seguridad e Higiene Industrial.

Autor:

Javier Teodoro Rodas López.

CI: 010365317-6

javierrodas1981@gmail.com

Director:

Washington Javier Goyes Chulde

CI: 171073783-2

Cuenca-Ecuador

29-noviembre-2021



Resumen:

Este proyecto de investigación tiene la finalidad de reducir los **riesgos** de carácter **mecánico, ergonómico y químico** de una sección de manufactura de una empresa cuencana que produce puertas para refrigeradoras.

El estudio es de corte transversal, pues realiza una evaluación inicial de los 15 puestos de trabajo de la sección utilizando los métodos de William Fine, RULA, REBA, OWAS, análisis químico cualitativo entre otros, en donde en función del nivel de riesgo encontrado, se elabora una matriz de riesgos y selecciona cinco puestos de trabajo con **niveles intolerable e importante**.

Dichos puestos de trabajo son analizados con mayor profundidad para realizar una **propuesta de mejora** implementándose en cuatro puestos de trabajo. La **implementación** de la mejora del quinto puesto de trabajo el cual tiene un riesgo ergonómico importante está en proceso, y no fue implementado aun, ya que la gestión, tiempo y recursos han sido enfocados en los cuatro puestos de trabajo que le anteceden, pues estos alcanzan niveles de riesgo intolerables.

De esta manera, se realiza una nueva matriz de riesgo la cual manifiesta la **reducción efectiva** del nivel de riesgo del área en general, ya que inicialmente de cinco riesgos intolerables, cuatro importantes catorce moderados y dieciséis tolerables, se disminuye a cero riesgos intolerables, dos riesgos importantes, veintiún moderados y dieciséis tolerables, donde es importante mencionar que uno de los dos riesgos importantes residuales del área corresponde al riesgo químico existente identificado en el desarrollo de este proyecto para el cual necesita realizarse un estudio a mayor profundidad y gestionarlo de manera adecuada.

El estudio también determina el costo alcanzado por un accidente suscitado con un colaborador quien operaba la maquina principal de la sección y lo compara con los costos en prevención donde se demuestra que el accidente alcanzo un costo 3,16 veces mayor con un ROI de 2,16 evidenciándose la rentabilidad del trabajo enfocado en prevención.

Palabras claves: Riesgos. Mecánico, ergonómico y químico. Niveles intolerable e importante. Propuesta de mejora. Implementación. Reducción efectiva. Costo alcanzado.



Abstract:

This research project aims to reduce the mechanical, ergonomic and chemical risks of a manufacturing section of a Cuenca company that produces doors for refrigerators.

The study is cross-sectional, as it performs an initial evaluation of the 15 jobs in the section using the methods of William Fine, RULA, REBA, and OWAS, qualitative chemical analysis among others, where depending on the level of risk found, a risk matrix is drawn up and five jobs are selected with intolerable and significant levels.

These jobs are analyzed in greater depth to make a proposal for improvement implemented in four jobs. The implementation of the improvement of the fifth job position which has an important ergonomic risk is in process, and was not implemented yet, since the management, time and resources have been focused on the four jobs that precede it, since these reach intolerable levels of risk.

In this way, a new risk matrix is made which shows the effective reduction of the risk level of the area in general, since initially from five intolerable risks, four important fourteen moderate and sixteen tolerable, it is reduced to zero intolerable risks, two important risks, twenty-one moderate and sixteen tolerable, where it is important to mention that one of the two important residual risks in the area corresponds to the existing chemical risk identified by carrying out this project, which needs to be carried out in greater depth to manage it properly.

The study also determines the cost achieved by an accident caused with a collaborator who operated the main machine of the section and compares it with the costs in prevention where it is shown that the accident reached a cost 3.16 times higher with an ROI of 2, 16 evidencing the profitability of work focused on prevention.

Keywords: Risk. Mechanical, ergonomic and chemical. Intolerable and important levels. Improvement proposal. Implementation. Effective reduction. Cost achieved.



Índice de contenido.

Índice de contenido.....4

Índice de Tablas.....7

Índice de Figuras12

Agradecimiento.....19

Dedicatoria.....20

Objetivo General22

Objetivos Específicos.....22

Planteamiento del problema y justificación22

Hipótesis28

CAPÍTULO 129

ANTECEDENTES HISTÓRICOS, DEFINICIONES Y MÉTODOS29

 1.- Antecedentes Históricos29

 1.2.- Definiciones.....30

 1.2.1.- Seguridad en el trabajo30

 1.2.2.- Salud Ocupacional30

 1.2.3.- Trabajo31

 1.2.4.- Trabajador32

 1.2.5.- Riesgo32

 1.2.6.- Riesgo mecánico.....32

 1.2.7.- Ergonomía33

 1.2.8.- Riesgo ergonómico.....33

 1.2.9.- Riesgo Químico.....33

 1.2.10.- Accidente de trabajo34

 1.2.11.- Enfermedad Ocupacional34

 1.2.12.- Fatiga.....35

 1.3.- MÉTODOS DE EVALUACIÓN35



1.3.1.- William Fine.....	35
1.3.2.- Método RULA (Rapid Upper Limb Assessment – Evaluación Rápida de Miembros Superiores)	38
1.3.3.- Método REBA (Rapid Entire Body Assessment).....	47
1.3.4.-Método OWAS (Ovako Working Analysis System)	57
1.3.5.- Método OCRA.....	63
1.3.6.- Método de Manipulación de Cargas INSHT	71
1.3.7.- Método de evaluación cualitativa de riesgo químico INRS.....	76
1.3.8.- Costos de los accidentes de trabajo	84
CAPÍTULO 2	87
IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO MECÁNICO, ERGONÓMICO	87
Y QUÍMICO DEL ÁREA DE PRE PUERTAS	87
2.1.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA Y DESARROLLO DE LA MATRIZ DE RIESGOS	87
2.1.1.- Secuencia del proceso:.....	90
2.1.2.- Distribución de área de Pre Puertas	91
2.2.- EVALUACIÓN INICIAL POR PUESTO DE TRABAJO.....	92
2.2.1.- Doblado de puertas	92
2.2.2.- Desprendimiento de plástico	98
2.2.3.- Colocado de Soporte	100
2.2.4.- Hermetizado.....	101
2.2.5.- Colocado de placa refuerzo.....	102
2.2.6.- Montaje de moldes	103
2.2.7.- Carga y descarga de puertas en mesa de inyección	109
2.2.8.- Inyección de Poliuretano.....	116
2.2.9.- Limpieza de poliuretano.....	122
2.2.10.- Armado de contrapuestas	124
2.2.11.- Colocado de Empaque.....	127
2.2.12.- Colocado de manija.....	132
2.2.13.- Colocado de grifo-accionador (dispenser).....	135
2.2.14.- Abastecimiento de puertas a la línea de ensamble	138
2.2.15.- Reproceso	140
2.3.- Matriz de riesgos (Estado Inicial).....	143
2.4.- DETERMINACIÓN DE LOS CINCO PUESTOS CRÍTICOS	144
CAPÍTULO 3	145



PROPUESTAS DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS PARA MEJORAR LA SEGURIDAD EN LOS
PUESTOS DE TRABAJO Y COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN145

3.1.- PROPUESTA DE CONTROL Y COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN.....145

3.1.1.- Propuesta de mejora en doblado de puertas145

3.1.2.- Propuesta para reducir riesgo mecánico y ergonómico en montaje149

3.1.3.- Propuesta para reducir el riesgo en Carga y descarga152

3.1.4.- Propuesta para reducir el riesgo en inyección.....154

3.1.5.- Propuesta para reducir el riesgo ergonómico en colocado de grifo156

3.2.- Análisis comparativo del costo de la propuesta vs el costo del accidente.....157

CAPÍTULO 4159

INFORME DEL AVANCE DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS PROPUESTAS Y NUEVA EVALUACIÓN
DE RIESGOS SEGÚN LOS PUESTOS DE TRABAJO SELECCIONADOS159

4.1.- Avance de las mejoras en Dobladora de puertas159

4.1.1.- Evaluación del riesgo luego de la implementación (William Fine).....161

4.2.- Avance de las mejoras en Montaje161

4.2.1.- Evaluación del riesgo mecánico luego de la implementación (William Fine)164

4.2.2.- Evaluación del riesgo ergonómico luego de la implementación (OWAS)164

4.3.- Avance de las mejoras en carga y descarga.....165

4.3.1.- Evaluación del riesgo mecánico luego de la implementación (William Fine)167

4.4.- Avance de las mejoras en Inyección de poliuretano168

4.4.1.- Evaluación del riesgo mecánico luego de la implementación (William Fine)169

4.5.- Avance de las mejoras en Colocado de grifo170

4.5.1.- Evaluación del riesgo ergonómico luego de la propuesta (OWAS)170

4.6.- Matriz de riesgos actualizada luego de las mejoras alcanzadas.171

4.7.- Reporte de tres generaciones (Pasado, Presente y Futuro)172

4.8.- Análisis estadístico de los accidentes e incidentes en función del tiempo y mejoras..174

CONCLUSIONES177

RECOMENDACIONES.....179

BIBLIOGRAFÍA.....181

ANEXOS.....186



Índice de Tablas

Tabla 1: Probabilidad (William Fine)	35
Tabla 2: Consecuencias (William Fine)	36
Tabla 3: Exposición (William Fine).....	36
Tabla 4: Grado de peligrosidad (William Fine)	36
Tabla 5: Factor de costo (William Fine).....	37
Tabla 6: Grado de Corrección (William Fine).....	37
Tabla 7: Justificación de Inversión (William Fine)	37
Tabla 8: Puntuación del brazo (Método RULA)	39
Tabla 9: Adición a puntuación de brazo (Método RULA)	39
Tabla 10: Puntuación del antebrazo (Método RULA)	40
Tabla 11: Adición de puntuación de antebrazo (Método RULA)	40
Tabla 12: Puntuación de la muñeca (Método RULA).....	41
Tabla 13: Adición de puntuación de la muñeca (Método RULA).....	41
Tabla 14: Adición de pronación-supinación (Método RULA).....	41
.....	41
Tabla 15: Puntuación del cuello (Método RULA)	42
Tabla 16: Adición a puntuación de cuello (Método RULA).....	42
Tabla 17: Puntuación de tronco (Método RULA)	43
Tabla 18: Adición a puntuación de tronco (Método RULA).....	43
Tabla 19: Puntuación de piernas (Método RULA)	44
Tabla 20: Valor general del grupo A (Método RULA)	45
Tabla 21.- Valor general del grupo B (Método RULA)	45
Tabla 22: Adición a grupo A y B según frecuencia de postura (Método RULA)	46
Tabla 23: Adición a grupo A y B según carga involucrada (Método RULA).....	46
Tabla 24: Puntuación final (Método RULA)	47
Tabla 25: Nivel de actuación (Método RULA)	47
Tabla 26: Puntuación de tronco (Método REBA)	48



Tabla 27: Adición a puntuación de tronco (Método REBA)	49
Tabla 28: Puntuación de cuello (Método REBA)	49
Tabla 29: Adición de puntuación de cuello (Método REBA)	50
Tabla 30: Puntuación de piernas (Método REBA)	50
Tabla 31: Adición de puntuación de piernas (Método REBA).....	51
Tabla 32: Puntuación de brazo (Método REBA)	51
Tabla 33: Adición de puntuación de brazo	52
Tabla 34: Puntuación de antebrazo (Método REBA)	52
Tabla 35: Puntuación de muñeca (Método REBA)	53
Tabla 36: Adición de muñeca (Método REBA)	53
Tabla 37: Puntuación general para el grupo A (Método REBA).....	54
Tabla 38: Puntuación general para el grupo B	54
Tabla 39: Adición 1 a puntuación del grupo A según la carga (Método REBA).....	54
Tabla 40: Adición 2 a puntuación del grupo A (Método REBA)	54
Tabla 41: Adición a grupo B por tipo de agarre (Método REBA)	56
Tabla 42: Puntuación C (Método REBA)	56
Tabla 43: Adición a puntuación C según tipo de actividad muscular (Método REBA)	57
Tabla 44: Nivel de actuación (Método REBA).....	57
Tabla 45: Código de la espalda (Método OWAS)	58
Tabla 46: Código de los brazos (Método OWAS).....	59
Tabla 47: Código de las piernas (Método OWAS)	60
Tabla 48: Carga involucrada (Método OWAS).....	60
Tabla 49: Categoría de riesgo por código de postura (Método OWAS)	61
Tabla 50: Categoría de riesgo por frecuencia relativa	62
Tabla 51: Acciones correctivas (Método OWAS).....	62
Tabla 52: Multiplicado de duración (método OCRA).....	64
Tabla 53: Puntuación de los periodos de recuperación	65
Tabla 54: Puntuación acciones técnicas dinámicas.....	66



Tabla 55: Puntuación de acciones técnicas estáticas	66
Tabla 56: Definiciones de acciones técnicas	67
Tabla 57: Escala de Borg.	67
Tabla 58: Puntuación del Factor de fuerza.....	68
Tabla 59: Puntuación de las posturas y movimientos del hombro.....	69
Tabla 60: Puntuación de las posturas y movimientos del codo	69
Tabla 61: Puntuación de las posturas y movimientos de la muñeca.....	69
Tabla 62: Puntuación de la duración de agarre.....	69
Tabla 63: Puntuación por movimientos estereotipados	69
Tabla 64: Puntuación a valores físico-mecánicos	70
Tabla 65: Puntuación de valores socio-organizativos.....	71
Tabla 66: Nivel de riesgo y acción recomendada	71
Tabla 67: Peso teórico (método manipulación de cargas)	72
Tabla 68: Factor de población protegida (método manipulación de cargas)	73
Tabla 69: Factor de distancia vertical (método manipulación de cargas)	73
Tabla 70: Factor de giro (método manipulación de cargas)	74
Tabla 71: Factor de agarre (método manipulación de cargas).....	75
Tabla 72: Factor de frecuencia (método manipulación de cargas)	75
Tabla 73: Nivel de riesgo y medidas correctivas (método manipulación de cargas)	76
Tabla 74: Clases de peligro en función de las frases R o H, VLA, materiales	78
Tabla 75: Clases de cantidad en función de las cantidades por día.....	78
Tabla 76: Clases de frecuencia de utilización	79
Tabla 77: Puntuación de exposición potencial	79
Tabla 78: Clase de Riesgo potencial	79
Tabla 79: Puntuación para clase de Riesgo potencial.....	80
Tabla 80: Determinación de la clase de pulverulencia para los materiales.....	80
Tabla 81: Clase de volatilidad en función de la presión de vapor	81
Tabla 82: Puntuación según clase de volatilidad o pulverulencia	81



Tabla 83: Puntuación para clase de procedimiento	82
Tabla 84: Puntuación para clase de protección colectiva	82
Tabla 85: Factores de corrección en función del VLA.....	83
Tabla 86: Caracterización del riego por inhalación	83
Tabla 87: Grado de peligrosidad (William Fine)	95
Tabla 88: Resultados en doblado de puertas	97
Tabla 89: Categoría de riesgo-acción requerida.....	97
Tabla 90: Resultados en desprendimiento de plástico.....	99
Tabla 91: Resultados en Colocado de soportes.....	100
Tabla 92: Resultados en Hermetizado.....	101
Tabla 93: Resultados en Colocado de placa refuerzo.....	103
Tabla 94: Grado de peligrosidad (William Fine)	108
Tabla 95: Evaluación de levantamiento de cargas	108
Tabla 96: Nivel de riesgo-medidas correctivos (Manipulación de cargas INSHT)	109
Tabla 97.- Grado de peligrosidad (William Fine)	113
Tabla 98: Resultados en Carga y descarga	115
Tabla 99: Resultados en Carga y descarga (Manipulación de cargas INSHT).....	116
Tabla 100: Grado de peligrosidad (William Fine)	118
Tabla 101: Resultados en carga y descarga (OWAS)	119
Tabla 102: Resultados de riesgo químico en Inyección por inhalación de ciclo-pentano (INSR)	121
Tabla 103: Resultados de riesgo químico en Inyección por inhalación de ciclo-pentano.....	121
Tabla 104: Resultados en Limpieza	123
Tabla 105: Resultados en armado de contrapuerta (OCRA).....	126
Tabla 106: Resultados en colocado de empaque (OCRA).....	129
Tabla 107: Índice ICLK, nivel de riesgo, acción recomendada	130
Tabla 108: Resultados en colocado de empaque (RULA)	131
Tabla 109: Resultados en Colocado de manija (OWAS)	134



Tabla 110: Resultados en Colocado de Grifo (OWAS)	136
Tabla 111: Resultados en colocado de grifo (REBA)	137
Tabla 112: Resultados en Abastecimiento (OWAS).....	139
Tabla 113: Resultados en Reproceso (OWAS)	142
Tabla 114: Matriz de riesgos estudiados (Estado inicial antes de realizar la propuesta de mejora).....	143
Tabla 115.- Cantidad de Riesgos por categoría (estado inicial)	144
Tabla 116: Puestos donde se propondrá mejoras	144
Tabla 117: Costo de mejoras para reducir riesgo en dobladora.....	148
Tabla 118: Justificación de Inversión (William Fine)	149
Tabla 119: Costo de inversión para mejora del área de montaje.....	151
Tabla 120: Justificación de Inversión (William Fine)	151
Tabla 121: Costo de inversión para mejora de Carga y descarga.	153
Tabla 122: Justificación de Inversión (William Fine)	154
Tabla 123: Costo de inversión para mejora de Inyección.....	155
Tabla 124: Justificación de Inversión (William Fine)	155
Tabla 125: Costo de inversión para mejora de colocado de grifo	157
Tabla 126: Costo del accidente laboral suscitado en el puesto de carga y descarga.....	158
Tabla 127: Grado de peligrosidad (William Fine)	161
Tabla 128: Grado de peligrosidad (William Fine)	164
Tabla 129: Resultados en Montaje luego de la implementación	165
Tabla 130: Grado de peligrosidad (William Fine)	167
Tabla 131: Grado de peligrosidad (William Fine)	170
Tabla 132: Resultados de riesgo ergonómico (OWAS) en colocado de grifo luego de implementación	170
Tabla 133: Matriz de riesgos actualizada después de las mejoras implementadas.....	171
Tabla 134: Cantidad de Riesgos por categoría luego de la implementación	172
Tabla 135: Reporte tres generaciones.	174



Tabla 136: Resumen de los accidentes e incidentes.176

Índice de Figuras

Figura 1: Ángulos adoptados por el brazo (RULA)39

Figura 2: Adición a puntuación de brazo (RULA)39

Figura 3: Ángulos adoptados por el antebrazo (RULA)40

Figura 4: Adición a puntuación de antebrazo (RULA)40

Figura 5: Ángulos adoptados por la muñeca (RULA)40

Figura 6: Adición a puntuación de muñeca desviación radial-cubital (RULA).....41

Figura 7: Adición de la puntuación de muñeca pronación supinación (RULA)41

Figura 8: Ángulos adoptados por el cuello (RULA)42

Figura 9: Adición a puntuación de postura de cuello (RULA)42

Figura 10: Ángulos adoptados por el tronco (RULA)43

Figura 11: Adición a la puntuación de tronco (RULA)43

Figura 12: Posición adoptada por piernas (RULA)44

Figura 13: Ángulos adoptados por el tronco (REBA).....48

Figura 14: Adición a la puntuación de tronco (REBA)49

Figura 15: Adición a puntuación de postura de cuello (REBA).....49

Figura 16: Adición de puntuación de cuello (REBA).....50

Figura 17: Posición de piernas (Método REBA)50

Figura 18: Adición de puntuación de piernas (Método REBA).....51

Figura 19: Puntuación de brazo (Método REBA)51

Figura 20: Adición de puntuación de brazo52

Figura 21: Puntuación de antebrazo (Método REBA)52

Figura 22: Puntuación de muñeca (Método REBA)53

Figura 23: Adición de muñeca (Método REBA).....53

Figura 24: Agarre bueno (REBA)55



Figura 25: Agarre regular (REBA).....	55
Figura 26: Agarre malo (REBA)	55
Figura 27: Peso teórico recomendado en función de la distancia vertical-horizontal (Método de manipulación de cargas INSHT)	72
Figura 28: Angulo formado por el giro del tronco (Método de manipulación de cargas INSHT) 73	
Figura 29: Agarre bueno (Método de manipulación de cargas INSHT)	74
Figura 30: Agarre regular (Método de manipulación de cargas INSHT)	74
Figura 31: Agarre malo (Método de manipulación de cargas INSHT)	75
Figura 32: Clase de volatilidad para líquidos (Análisis químico simplificado INSR)	81
Figura 33: Nivel óptimo de accidentes	85
Figura 34: Proceso de fabricación de puertas	90
Figura 35: Ilustración de la Sección de Prepuertas	91
Figura 36: Dobladora de puertas	92
Figura 37: Cargador de láminas	92
Figura 38: Troquel individual-banda.....	93
Figura 39: Conjunto de troqueles-banda.....	93
Figura 40: Matriz de doblado	93
Figura 41: Puertas sin seguridad	94
Figura 42: Alimentación de planchas Tecle-cadenas	94
Figura 43: Pallet de transporte de planchas	95
Figura 44:Colaborador recibiendo puerta formada (paso 1)	96
Figura 45:Colaborador colocando puerta formada en cestas (paso2).....	96
Figura 46: Paso 1 (Desprendimiento de plástico)	98
Figura 47: Paso 2 (Desprendimiento de plástico)	98
Figura 48: Paso 3 (Desprendimiento de plástico)	99
Figura 49: Paso 4 (Desprendimiento de plástico)	99
Figura 50: Paso 1 (Colocado de soportes)	100
Figura 51: Paso 1 (Hermetizado)	101



Figura 52: Refuerzo metálico	102
Figura 53: Paso 1 (Colocado de refuerzo).....	102
Figura 54: Paso 2 (Colocado de refuerzo).....	103
Figura 55: Mesa del carrusel abierta vista en perspectiva	104
Figura 56: Mesa del carrusel abierta vista frontal	105
Figura 57: Juego de moldes de puertas	105
Figura 58: Acarreo de moldes	106
Figura 59: Moldes apilados en el piso	106
Figura 60: Mesa de montaje artesanal en contacto con carrusel	107
Figura 61: Descarga de puerta inyectada	110
Figura 62: Carga de puerta precalentada	110
Figura 63: Soporte desprendido por fractura de perno y soldas	111
Figura 64: Pistón en mal estado producto del accidente	111
Figura 65: Ilustración del accidente.....	111
Figura 66: Moldes macho sujetos a tapa de mesa.....	112
Figura 67: T utilizada en sujeción de moldes macho	112
Figura 68: Carga descarga paso 1	113
Figura 69: Carga descarga paso 2	114
Figura 70:Carga descarga paso 3	114
Figura 71: Carga descarga paso 4	115
Figura 72: Inyección de poliuretano	117
Figura 73: Inyección de poliuretano (paso 1)	118
Figura 74: Inyección de poliuretano (paso 2)	119
Figura 75: Inyección de poliuretano (paso 3)	119
Figura 76: Limpieza (paso 1).....	122
Figura 77:Limpieza (paso 2).....	122
Figura 78: Limpieza (paso 3).....	123
Figura 79:Limpieza (paso 4).....	123



Figura 80: Armado de contrapuestas (paso 1).....124

Figura 81: Armado de contrapuestas (paso 2).....124

Figura 82: Armado de contrapuestas (paso 3).....125

Figura 83: Armado de contrapuestas (paso 4).....125

Figura 84: Colocado de empaque (paso 1)127

Figura85: Colocado de empaque (paso 2)127

Figura 86: Colocado de empaque (paso 3)128

Figura 87: Colocado de empaque (paso 4)128

Figura 88: Colocado de manija (paso 1)132

Figura 89: Colocado de manija (paso 2)132

Figura 90: Colocado de manija (paso 3)133

Figura 91: Colocado de manija (paso 4)133

Figura 92: Colocado de manija (paso 5)134

Figura 93: Colocado de grifo (paso 1).....135

Figura 94: Colocado de grifo (paso 2).....135

Figura 95: Abastecimiento (paso 1).....138

Figura 96: Abastecimiento (paso 2).....138

Figura 97: Abastecimiento (paso 3).....139

Figura 98: Reproceso (paso 1).....140

Figura 99: Reproceso (paso 2)141

Figura 100: Reproceso (paso 3)141

Figura 101: Reproceso (paso 4)142

Figura 102: Apilador Thor.....145

Figura103: Cotización apilador Thor.....146

Figura 104: Diseño para modificación de pallet146

Figura 105: Cotización modificación de pallets147

Figura 106: Interruptor electrónico de seguridad147

Figura 107: Cotización de Interruptores electrónicos de seguridad148



Figura 108: Pulsante de parada de emergencia149

Figura 109: Apilador Thor150

Figura 110: Diseño de rack para moldes de puertas150

Figura 111: Diseño de T para sujeción de moldes macho152

Figura 112: Resultado de la evaluación de riesgo ergonómico156

Figura 113: Diseño de utillaje propuesto para colocado de grifo157

Figura 114: Alimentación de láminas a la dobladora con apilador Thor (paso 1)159

Figura 115: Alimentación de láminas a la dobladora con apilador Thor (paso 2)160

Figura 116: Dispositivo electrónico de seguridad instalado en acceso a dobladora160

Figura 117: Pulsante de parada de emergencia (zona 1)162

Figura 118: Pulsante de parada de emergencia (zona 2)162

Figura 119: Racks de moldes de puertas implementados162

Figura 120: Apilador Thor ingresando a rack de moldes163

Figura 121: Apilador Thor retirando molde de rack163

Figura 122: Apilador Thor montando molde en carrusel163

Figura 123: T de sujeción de moldes macho implementada166

Figura 124: T acoplado a tapa de mesa166

Figura 125: Soporte rosca para T de sujeción de moldes macho implementada166

Figura 126: Cerrado de mesa con accionador bi-manual (vista lateral)168

Figura 127: Cerrado de mesa con accionador bi-manual (vista Posterior)168

Figura 128: Mesa de carrusel estática a media apertura169

Figura 129: Numero de accidentes e incidentes175

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Javier Teodoro Rodas López en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Implementación de mejoras basadas en la evaluación y análisis de los riesgos mecánicos, ergonómicos y químicos existentes en la sección de pre-puertas de una empresa de manufactura de refrigeradoras de la ciudad de Cuenca", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Así mismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 29 de Noviembre del 2021.



Javier Teodoro Rodas López

C.I: 010365317-6

Cláusula de Propiedad Intelectual

Javier Teodoro Rodas López, autor del trabajo de titulación "Implementación de mejoras basadas en la evaluación y análisis de los riesgos mecánicos, ergonómicos y químicos existentes en la sección de pre-puertas de una empresa de manufactura de refrigeradoras de la ciudad de Cuenca", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 29 de Noviembre del 2021



Javier Teodoro Rodas López

C.I: 010365317-6



Agradecimiento

Mi agradecimiento está dirigido a todas aquellas personas quienes han demostrado su preocupación por el cumplimiento de este objetivo trazado en mi vida.

A mis padres por el apoyo incondicional con el que siempre he contado.

A la familia Rodas Vicuña por esa manera desprendida con la que supieron ayudarme cuando lo necesité.

A mi hermana Fabiola Rodas por las pautas aportadas y su apoyo en la realización de este proyecto.



Dedicatoria

Dedico este trabajo a mi esposa Gaby, pues su ayuda incesante me ha facilitado conseguir este gran objetivo trazado en mi vida, a mis hijos ya que, es la forma en la que quiero transmitirles que el trabajo duro y el esfuerzo es el único camino para conseguir las cosas que en verdad valen la pena y sobrepasar a nuestro único y más difícil rival...nosotros mismo.



Introducción.

Este proyecto de investigación a través de su análisis del costo de un accidente suscitado en el área, ha determinado que resulta 3,16 veces más costoso las reparaciones e indemnizaciones que se tienen que realizar luego suscitarse un accidente versus la inversión en prevención.

El enfoque principal de este estudio ha sido evaluar los riesgos existentes en los diferentes puestos de trabajo de una sección que produce puertas de refrigeradoras de una empresa de manufactura de línea blanca en un estado inicial, para luego de esto realizar el análisis respectivo, diseñar y proponer las mejoras necesarias para con el apoyo del área técnica de la empresa realizar los trabajos necesarios e implementarlos el área de manera definitiva.

La realización de este trabajo de investigación ha sido motivada por la necesidad imperativa de mejorar las condiciones de seguridad industrial existentes en la sección, ya que en los tres últimos años su personal se ha visto envuelto en circunstancias de riesgo las cuales afortunadamente no han sido graves ni fatales, pero tanto los materiales y las maquinas utilizadas en el área así como la forma en la que se ha determinado ciertos procesos tienen el suficiente potencial de generar accidentes de gravedad y enfermedades ocupacionales de carácter musculoesquelético si no se corrigen de manera inmediata.

Al inicio del estudio, en su matriz de riesgos el área tenía cinco riesgos intolerables y cuatro importantes, los cuales luego del desarrollo del proyecto se redujeron a cero intolerables y dos importantes, además la sección en estudio tenía levantada tres tarjetas rojas (determinación de riesgo intolerable) por el área de Seguridad Industrial de la Empresa en tres diferentes puestos de trabajo, las cuales con el apoyo de este estudio fueron gestionadas y cerradas oportunamente.

Producto de la evaluación y análisis este trabajo de investigación, aparecen 2 riesgos importantes el uno es por riesgo químico por inhalación de ciclo pentano y el otro es por riesgo ergonómico por postura forzada.



Objetivo General

Realizar mejoras en área que reduzcan los factores de riesgo mecánico, ergonómico y químico existentes en los procesos con niveles importantes o intolerables con el fin de reducirlos a niveles moderados o tolerables.

Objetivos Específicos

- Conocer los factores de riesgo mecánico, ergonómico y químico del área.
- Proponer mejoras en función de los riesgos encontrados.
- Determinar los costos de implementación de la propuesta y de las consecuencias de accidentes o enfermedades laborales en caso de no implementarlas.

Planteamiento del problema y justificación

Ruíz Vargas & Gallegos Torres, (2018) sostienen que una estimación realizada por la OIT (Organización Internacional del Trabajo) indica que a nivel mundial 6.300 personas fallecen al día por accidentes o enfermedades laborales es decir 2,3 millones al año. Además, considera que en el mismo periodo se generan 317 millones de accidentes en el trabajo. Señala también que en América Latina muere 1 persona cada 15 segundos por razones derivadas de su trabajo, y que se accidentan diariamente 1 millón en el desarrollo de sus actividades laborales ocasionadas principalmente por factores de riesgo mecánico y químico.

Las cifras mundiales resultan preocupantes y claramente se necesita que los esfuerzos por reducirlas sean incesantes, tanto por los afectados y sus familias como por los costos que estos representan, ya que estos fondos podrían ser destinados a causas nobles como el desarrollo de las naciones en educación, salud y alimentación.

Robaina Aguirre (1998) indica que el promedio del riesgo de accidentes fatales de América Latina asciende a 8,3 por cada 100.000 trabajadores y que el costo de los accidentes y enfermedades



laborales alcanza del 10 al 20% del PIB en países latinoamericanos. Sostiene que la acción fundamental para la disminución de estas cifras es la prevención y control de los riesgos.

Este planteamiento resulta medular en el desarrollo mundial, ya que se ha demostrado que invertir en prevención es la mejor manera de reducir los accidentes de trabajo y las enfermedades ocupacionales.

En el Ecuador se notificaron un total de 13.657 accidentes laborales en el año 2012, donde se ha podido observar que las provincias del Guayas y Pichincha encabezaron dichas notificaciones llegando a 6.801 casos (49,8%) y 3.352 casos (24,54%) respectivamente, destacándose la afección a los miembros superiores con un 35,7%. La provincia del Cañar se ubica en primera posición con respecto a la incidencia de accidentes laborales alcanzando un valor de 1913.29 casos por cada 100.00 trabajadores

Se observó además que en el año 2011 el sector productivo que en siniestralidad encabezó la lista fue la industria manufacturera con 2.415 casos (25,9%) y que todos estos suceden con mayor incidencia a las 10 de la mañana (Gomez, A y Suasnavas, 2015)

En el año 2020 se evidencia una reducción del 32% de accidentalidad en el trabajo con respecto al año 2019 en todo el Ecuador con un total de 10.821 casos reportados.

Es de considerar que las estadísticas mostradas en nuestro país son las que han sido notificadas de acuerdo con la normativa que rige en el territorio nacional, a sabiendas que estas podrían alcanzar valores más altos ya que gran cantidad de trabajadores no se encuentran asegurados o que en casos de accidentes o enfermedades, los patronos podrían ocultar dicha información para evitar responsabilidad patronal.

La Organización Mundial del Trabajo (OIT) menciona que anualmente se reportan 160 millones de casos de enfermedades musculo esqueléticas de origen laboral con un costo de 2,8 billones de dólares lo cual representa el 4% del PIB (García, 2019)



Estudios a nivel mundial sostienen que las lesiones de carácter osteomuscular se ubican entre los primeros lugares de enfermedades de origen ocupacional ocasionando altos costos tanto por la atención médica requerida, así como también por el consecuente ausentismo (Martínez Mendinueta M et al., 2014). Según Mosquera (2012) en el Ecuador, los DME, son la causa principal de ausentismo laboral.

Las lesiones músculo esqueléticas de origen laboral son aquellas que surgen o empeoran a causa de esta actividad, siendo reconocidas como una razón importante de ausentismo ya que pueden ocasionar dolor severo e incapacidad. Se originan por diversas causas entre las cuales pueden mencionarse a los movimientos repetitivos y levantamientos de carga frecuente o excedida, interrelacionando además con esta problemática el IMC, edad del colaborador, tabaquismo y hábitos deportivos (Bellorín et al., 2007).

Resulta evidente que en sectores productivos como la industria o construcción civil por ejemplo se desarrollan a diario malas prácticas de manipulación de cargas o adopción de posturas forzadas cuyos efectos a largo plazo limitan la capacidad productiva de los trabajadores afectándolos no solo desde un enfoque a la salud sino además a la parte socio económica.

Un estudio realizado en Chile (Desorden músculo esquelético en extremidad superior: valoración de riesgos e intervención en trabajadores del área industrial) expone a través de la Superintendencia de Seguridad Social que el 54% de las lesiones músculo esqueléticas corresponden a afecciones del sistema locomotor con enfermedades como el síndrome del manguito rotador, tenosinovitis, epicondilitis lateral y túnel carpiano. Resulta interesante mencionar que el 89,86 % de los trabajadores con este problema mencionan padecer dolor y el 70,3% de ellos mencionan que se focaliza en los miembros o segmentos corporales utilizados en su trabajo (Urrejola-Contreras et al., 2021).



Estos problemas se ven incrementados además por las actividades extra laborales practicadas por los colaboradores sean estas del ámbito deportivo o malos hábitos como el tabaquismo o el consumo de alcohol.

Además, en un estudio colombiano realizado en una industria de producción de refrigeradoras de la ciudad de Barranquilla, sostiene que, de una muestra de 79 trabajadores, el 60,8% manifestaron sintomatología músculo esquelética, en donde se observó que las áreas de armado, inyección, enchape y soldadura están mayormente expuestos debido a los ritmos de trabajo, movimientos repetitivos y manipulación de cargas (Castro-Castro et al., 2018).

El trabajo sometido a un ritmo de producción impuesto por el UPH (unidades por hora) que es capaz de generar una máquina, es un factor que afecta no solo al físico del trabajador sino, además, aparece como riesgo psicosocial por el cual los accidentes de trabajo se presentan frecuentemente.

Según un estudio realizado en España (Riesgo químico laboral: elementos para un diagnóstico en España), se afirma que alrededor del mundo existen 25 millones de sustancias químicas de las cuales en la Unión Europea están registradas y se comercializan 100.195, donde habitualmente se usan alrededor de 30.000 a pesar de que 20.000 de ellas no han sido sometidas a pruebas toxicológicas completas y sistémicas. Sostiene además que el 21% de los químicos de alto consumo (más de 1.000 T/año) carecen de datos toxicológicos. De toda la gama de sustancias químicas registradas 350 son cancerígenas y 3.000 son alérgenos declarados. Se menciona además que entre el 20 al 44% de trabajadores de la Unión Europea están expuestos a químicos, y que las enfermedades degenerativas producidas por la exposición a riesgos químicos son más frecuentes e importantes que los accidentes laborales. De los 2 millones de muertes al año a nivel mundial, la OIT sostiene que 440.000 son ocasionadas por exposición a químicos (Calera Rubio et al., 2005).



Esto significa que se carece de información clara y confiable respecto a la peligrosidad de los químicos que manejan en una gran cantidad de sectores productivos, los cuales no pueden valorar de una manera adecuada las medidas preventivas necesarias siendo esta una posible causa de la elevada cifra de afecciones a la salud por riesgo químico.

Actualmente en la sección de Pre-Puertas existen 3 tarjetas rojas levantadas (riesgo mecánico en dobladora de puertas e inyección de poliuretano y riesgo ergonómico en montaje) por el departamento de seguridad industrial de la organización, por riesgos mecánicos intolerables y una tarjeta roja por riesgo ergonómico no gestionado. Esto quiere decir que, al realizar la valoración de riesgos del área, se han encontrado factores de riesgo que necesitan intervención inmediata para evitar accidentes con consecuencias graves o enfermedades ocupacionales que evidentemente se presentarán en los colaboradores si no se cambia la metodología de ciertos procesos o características de máquinas que al momento resultan altamente peligrosas.

Considerando que esta situación refleja únicamente los riesgos más evidentes de la sección y que posiblemente no se ha profundizado lo suficiente en otras tareas o puestos de trabajo propias del área, resulta fundamental realizar un barrido general de las diversas actividades derivadas del accionar laboral de esta sección para determinar si existen otros factores de riesgo con alto poder lesivo y que no han sido identificados anteriormente para su evaluación e intervención inmediata.

En el proceso de manufactura de puertas se trabaja cercanamente con el poliuretano el cual tiene como componente peligroso al ciclo-pentano en donde se ha determinado necesario realizar una evaluación cualitativa del riesgo químico generado por este factor, y así, sistemáticamente determinar si este componente representa un riesgo importante para los colaboradores y consiguientemente proponer mejoras en caso de ser necesario.



Como manifiesta José Manuel Sánchez et al. (2006, p. 621) en su libro *El Coordinador de Seguridad y Salud*, la motivación para generar un cambio revolucionario con un enfoque en la prevención debe provenir del empresario, técnico y trabajador cualificado de prevención.

De igual manera, se manifiesta que no se tiene novedades con respecto a desórdenes en la salud que sugieren que provienen del proceso de inyección de poliuretano por parte de los colaboradores. Las características propias de cada persona la predisponen o no a padecer enfermedades ocupacionales de carácter musculo esqueléticos, pero es necesario mencionar que, los trabajadores de los diversos sectores productivos son más vulnerables, además, por la influencia de factores como la edad, actividades físicas extra laborales, tabaquismo y el consumo de alcohol (Bellorín et al., 2007).

Sin duda, dichos factores son importantes, pero también es determinante para mantener una buena salud en el trabajo la relación existente entre los objetos que el colaborador manipula y el ambiente en el cual se desarrolla, los cuales deben ser analizados, evaluados y corregidos o controlados en caso de ser necesario, y de esta manera conseguir que los puestos de trabajo y herramientas se adapten al trabajador y no el trabajador a los puestos de trabajo, con la finalidad de evitar enfermedades crónicas por descuido de la ergonomía que por lo general son irreversibles y causan discapacidad.

Es por esto que, es muy importante investigar este tema porque el área se verá beneficiada al desarrollarse de una atmósfera de seguridad y bienestar y además, porque se evidencia que esta carencia de conocimiento se extiende a la mayoría de las áreas de la planta (a excepción de la línea de ensamble de frío pues, tiene estudios previos) teniéndose una gran oportunidad de mejorar, por lo que se espera que este proyecto sirva como base para otras secciones que necesiten realizar estudios similares, despertando el interés general respecto a este tema, no solo por su aporte al mejoramiento de la calidad de vida de nuestros colaboradores, sino porque con este estudio se analizará y contrastará tanto los costos de implementación de mejoras



propuestas, como los costos de las consecuencias de accidentes y enfermedades en ausencia de estas.

Hipótesis

- Con la propuesta de implementación de mejoras para reducir el riesgo mecánico y ergonómico se contará con una guía técnica que permitirá tomar decisiones para la implementación posterior a este proyecto.
- Con la evaluación cualitativa de riesgo químico de los procesos de inyección de poliuretano, carga y descarga de puertas, se determinará que los colaboradores están expuestos a un riesgo tolerable.



CAPÍTULO 1

ANTECEDENTES HISTÓRICOS, DEFINICIONES Y MÉTODOS

1.- Antecedentes Históricos

En 2019, Robledo describe la evolución que ha vivido la sociedad con un enfoque progresivo hacia el cuidado de la salud de los trabajadores en general.

El instinto por mantenernos a salvo nace desde la época de las cavernas en la que los individuos de aquel momento comprendieron que al controlar su medio ambiente, garantizaban bienestar para su tribu y la relacionaron además con el propio bienestar. Es así que desarrollan herramientas de caza y vivienda. Más adelante continua su evolución como sociedad consiguiendo dividir actividades como la agricultura, ganadería, vestimenta, construcción, apareciendo de esta manera situaciones de riesgo propias de cada una de estas.

Las medidas adoptadas por el faraón de Egipto 4000 a.C., destacan por una consideración especial a los guerreros, embalsamadores y constructores de armas con leyes especiales que los protegían para evitar accidentes en su trabajo. Estas leyes regían en grandes urbes del mediterráneo.

Plinio en el año 23 d.C. describe las enfermedades causadas por el mercurio y el zinc, e inclusive diseña y desarrolla la primera mascarilla para protección respiratoria con una vejiga de buey.

Alrededor del año 1453, con la caída de Constantinopla, se culmina el periodo llamado la Edad Media en donde se forman estados y sobre ellos recae la responsabilidad de proteger al ciudadano y con ello, consecuentemente, la aparición de la salud pública.

En el siglo XVI, Paracelso escribe el primer tratado sobre la materia (Teofrasto Bombast Von Hohenheim) donde describe la composición de los materiales y metales indicando también las afecciones a la salud propias de estos como envenenamiento y deformaciones. Jean Fernel descubre en ese mismo siglo el envenenamiento por mercurio.



Morbis Artificum Diatriba (tratado sobre las enfermedades de los trabajadores) fue el título del libro que Bernardino Ramazzini escribió y fue publicado en el año de 1770, convirtiéndolo en el “Padre de la medicina ocupacional”. En él trataba sobre algunos estudios de salud pública y epidemiología de algunos oficios de trabajo como los alfareros, boticarios, mineros.

En la Época Moderna con la Revolución Industrial y el consecuente desarrollo del capitalismo, se generan muchos hechos importantes en la humanidad. Se consigue además la declaración de los derechos del hombre y del ciudadano en Francia en el año de 1789 gracias a la Revolución Francesa.

Con el desarrollo industrial, se apertura fuentes de trabajo para hombres, mujeres y niños quienes operan maquinaria peligrosa ocasionando accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales. Y es precisamente allí, cuando nace la idea de la prevención como principal ideología para mantener riesgos controlados y una buena higiene en el trabajo, valorando al ser humano como el mayor capital que merece toda protección posible.

Como vemos, la evolución de la seguridad e higiene del trabajo se ha generado a través de miles de años ascendiendo en un espiral, el cual debe ser potenciado en la época contemporánea siendo nosotros los protagonistas del momento.

1.2.- Definiciones

1.2.1.- Seguridad en el trabajo

Según Manuel Bestraten del INSST, la seguridad en el trabajo es una disciplina enfocada en la reducción o eliminación de los riesgos que pueden generar accidentes laborales.

1.2.2.- Salud Ocupacional

La Organización Mundial de la Salud define que salud es el completo bienestar físico, mental y social y no solamente la ausencia de un daño o enfermedad. La salud no es algo que uno posee como un bien, sino en realidad es una forma de funcionar en armonía con su medio (trabajo,



ocio, forma de vida en general). No solo significa verse libre de dolores o enfermedades sino también la libertad para desarrollar y mantener sus capacidades.

La definición de salud ocupacional según la Organización Mundial de la Salud (OMS) es la “Actividad que promueve la protección de la salud de las personas activas, intentando controlar los accidentes y enfermedades causados por el desempeño laboral y reduciendo las condiciones de riesgo”.

En la Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y salud en el trabajo en su literal s), describe a la Salud Ocupacional: Rama de la Salud Pública que tiene como finalidad promover y mantener el mayor grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones; prevenir todo daño a la salud causado por las condiciones de trabajo y por los factores de riesgo; y adecuar el trabajo al trabajador, atendiendo a sus aptitudes y capacidades.

Podríamos decir también que la salud ocupacional es el estudio multidisciplinario cuyo objetivo es conseguir el bienestar físico, mental y social de los trabajadores durante sus actividades laborales. Esta contiene varios tópicos, pero su enfoque principal es la disminución y control de las enfermedades producidas por el accionar en su trabajo (Simbiotia, 2021)

1.2.3.- Trabajo

La Constitución del Ecuador, menciona en su artículo 35: “El trabajo es un derecho y un deber social. Gozará de la protección del Estado, el que asegurará al trabajador el respeto a su dignidad, una existencia decorosa y una remuneración justa que cubra sus necesidades y las de su familia”.

Según el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, una de las definiciones de trabajo es el “esfuerzo humano aplicado a la producción de riqueza, en contraposición a capital”.

Según Max Webber (2021), trabajo “es una actividad humana; como eje central de la vida supone relaciones entre los hombres. El **trabajo** es un hecho social e histórico”.



Podríamos decir desde un enfoque propio, que el trabajo es la actividad por la cual los seres humanos llevamos a cabo las actividades necesarias para conseguir el desarrollo personal y el sustento diario, siendo este a través de una remuneración económica o no.

1.2.4.- Trabajador

En la Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y salud en el trabajo en su literal b) define al trabajador: “Toda persona que desempeña una actividad laboral por cuenta ajena remunerada, incluidos los trabajadores independientes o por cuenta propia y los trabajadores de las instituciones públicas”.

1.2.5.- Riesgo

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) “el riesgo laboral es la relación entre la probabilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo con elementos peligrosos y la severidad de dicho daño”.

“El riesgo es la probabilidad de que en una actividad o condición se produzca una pérdida”
(Chavez Donoso, 1996)

En la Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo en su literal e) menciona que el riesgo laboral es la probabilidad de que la exposición a un factor ambiental peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión.

1.2.6.- Riesgo mecánico

Se entiende por riesgo mecánico el conjunto de factores físicos que pueden dar lugar a una lesión por la acción mecánica de elementos de máquinas, herramientas, piezas a trabajar o materiales proyectados, sólidos o fluidos (Salud Ocupacional, 2021).

La OIT considera al riesgo mecánico o riesgo de seguridad a “objetos, máquinas, equipos, herramientas (manuales o eléctricas) que por malas condiciones de funcionamiento, falta de mantenimiento o protecciones de partes peligrosas y/o por ubicación tienen la capacidad potencial de producir accidentes



1.2.7.- Ergonomía

“Ergonomía es la adaptación del puesto de trabajo al hombre.” (OIT, 2021)

Llaneza (2009) afirma que la ergonomía es una especialidad preventiva dedicada a la observación del desarrollo del trabajo del hombre y la armonía existente entre él y su entorno laboral

“Ergonomía es la disciplina que estudia las interacciones entre el hombre y su entorno buscando el confort” (Universidad Politécnica de Valencia, Ergonautas, 2021)

1.2.8.- Riesgo ergonómico

La OIT menciona que los riesgos ergonómicos son causados por objetos, puestos de trabajo y herramientas que, por el peso, tamaño, forma o diseño, obligan a sobreesfuerzos, movimientos repetitivos y mantenimiento de posturas inadecuadas. Se pueden producir daños por esfuerzos posturales, estáticos (estando “quietos”) o dinámicos (desplazamiento de cargas, posturas, movimientos repetitivos) (Organización Internacional del Trabajo, 2021).

Corresponden a aquellos riesgos que se originan cuando el trabajador interactúa con su puesto de trabajo y cuando las actividades laborales presentan movimientos, posturas o acciones que pueden producir daños a su salud (Universidad Nacional de La Plata, 2018).

1.2.9.- Riesgo Químico

La organización Internacional del Trabajo considera al riesgo químico o riesgo por contaminantes como las “sustancias que durante la fabricación, transporte, almacenamiento o uso puedan incorporarse al ambiente como aerosol, gas o vapor. Ingresan al organismo por piel, vía respiratoria, aparato digestivo, o heridas” (OIT, 2021)

Mencionemos además que es la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos. Esta exposición viene determinada por el contacto de éste con el trabajador, normalmente por inhalación o por vía inhalatoria o por vía dérmica (INSST, 2021).



1.2.10.- Accidente de trabajo

En el código del Trabajo se define accidente de trabajo según su Art. 348 que “es todo suceso imprevisto y repentino que ocasiona al trabajador una lesión corporal o perturbación funcional, con ocasión o por consecuencia del trabajo que ejecuta por cuenta ajena”. (Código del trabajo, 2017)

De manera muy similar en la Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo en su literal n) menciona: Es accidente de trabajo todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo, y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional, una invalidez o la muerte.

Según el Diseño de un manual ergonómico para los tele trabajadores del área administrativa de la empresa Ing. Green, es también accidente de trabajo aquel que se produce durante la ejecución de órdenes del empleador, o durante la ejecución de una labor bajo su autoridad, aun fuera del lugar y horas de trabajo. Las legislaciones de cada país podrán definir lo que se considere accidente de trabajo respecto al que se produzca durante el traslado de los trabajadores desde su residencia a los lugares de trabajo o viceversa (Norvey Amado Flórez, 2021).

En 2012, Cortés conceptualiza al accidente de trabajo como “patología traumática quirúrgica aguda provocada por factores ambientales mecánicos”.

1.2.11.- Enfermedad Ocupacional

En la Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo en su literal m) describe: “Una enfermedad contraída como resultado de la exposición a factores de riesgo inherentes a la actividad laboral”.

Cortez (2007) lo considera como “patología médica o traumática crónica provocada por factores ambientales físicos, químicos o biológicos”.



1.2.12.- *Fatiga*

“Patología fisiológica de pérdida de capacidad funcional motivada por factores ambientales diversos (exceso de carga de trabajo, falta de descanso, etc.) pudiendo ser tanto física como mental” (Cortés, 2012).

1.3.- MÉTODOS DE EVALUACIÓN

1.3.1.- *William Fine*

Publicado en el año de 1971 por William T. Fine es un método de evaluación matemática para el control de riesgos (Rubio, 2004). Considerando que el peligro representa un problema solo si existe interacción con una parte vulnerable, este método está enfocado en calificar un riesgo de manera rápida y objetiva con la finalidad de obtener datos útiles para tomar decisiones correctivas y de inversión basadas en el análisis. Para evaluar un riesgo y su GP= Grado de Peligrosidad, considera inicialmente las variables P=Probabilidad, C=Consecuencia y E=Exposición.

Entonces: Grado de Peligrosidad (GP) = Probabilidad (P) x Consecuencia (C) x Exposición (E)

Para ponderar las variables mencionadas podemos basarnos en las siguientes tablas:

Probabilidad (P)		
Situación	Descripción	Valor
Casi Segura	Se espera que suceda	10
Muy posible	Completamente posible. El 50% de probabilidad	6
Posible	Coincidencia si ocurre	3
Poco posible	Coincidencia remota	1
Remota	Extremadamente remota, pero posible	0,5
Casi Imposible	Prácticamente imposible, una oportunidad en un millón	0,1

Tabla 1: Probabilidad (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)



Consecuencias (C)	
Situación	Valor
Catastrófico quiebra de la actividad fin de la empresa	100
Severo - Perjuicios	50
Grave	25
Moderado	15
Leve	5
Ninguno - Pequeño impacto	1

Tabla 2: Consecuencias (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html>(Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Exposición	
Situación	Valor
Varias veces al día	10
Una vez al día, a menudo	5
Una vez por semana o al mes, ocasionalmente	3
Una vez al año o al mes, irregularmente	2
Rara vez posible, se sabe que ocurre, pero no con frecuencia	1
De forma remota, no se sabe si ha ocurrido	0,5

Tabla 3: Exposición (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html>(Obtenido el 15 de mayo del 2021).

Grado de Peligrosidad (GP)		
Resultado	Riesgo	Acción
≥ 600	Alto	Corrección Inmediata o suspensión de proceso.
300 < R < 600	Medio	Requiere atención. Intervención a corto plazo
R < 300	Bajo	Debe ser monitoreado. Intervención a mediano plazo.

Tabla 4: Grado de peligrosidad (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html>(Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Una vez que se tiene identificado el Grado de Peligrosidad (GP), el aporte que nos hace este método, es que nos permite evaluar si el costo de la acción correctiva necesaria es sustentable desde un enfoque financiero. La Justificación de la Inversión (JI) se calcula de la siguiente manera:

$$JI = \frac{\text{Grado de Peligrosidad (GP)}}{\text{Factor de Costo (FC) x Grado de Corrección (GC)}}$$

El Factor de costo (FC) y el Grado de Corrección (GC) se valoran basados en las siguientes tablas:



Factor de costo (FC)	
Inversión	Valor
Mayor que \$ 50.000	10
Entre \$ 25.000 y \$ 50.000	6
Entre \$ 10.000 y \$ 25.000	4
Entre \$ 1.000 y \$ 10.000	3
Entre \$ 100 y \$ 1.000	2
Entre \$ 25 y \$ 100	1
Menos de \$ 25	0,5

Tabla 5: Factor de costo (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html>(Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Grado de Corrección (GC)	
Nivel	Valor
Riesgo eliminado - 100%	6
Riesgo Reducido - 75%	4
Riesgo Reducido entre el 50% y el 75%	3
Riesgo Reducido entre 25% y 50%	2
Riesgo Reducido menor que 25%	1

Tabla 6: Grado de Corrección (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html>(Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Una vez calculada la Justificación de Inversión (JI), podemos realizar el análisis y tomar la decisión de llevar a cabo la acción correctiva basada en la siguiente tabla:

Justificación de Inversión (JI)	
Valor	Conclusión
Menor que 10	Inversión dudosa
Entre 10 y 20	Inversión Justificada
Mayor que 20	Inversión Totalmente Justificada

Tabla 7: Justificación de Inversión (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html>(Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Con la aplicación de este método entonces no solo conseguimos categorizar a un riesgo que amenaza la seguridad y salud de los trabajadores de un centro laboral, sino además, nos permite justificar la inversión que representa la intervención para reducir el mismo.



1.3.2.- Método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment – Evaluación Rápida de Miembros Superiores*)

Método desarrollado en la Universidad de Nottingham que data de los años 90, el cual permite realizar una evaluación del riesgo ergonómico generado por posturas forzadas en extremidades superiores.

Aun cuando en el desarrollo de la evaluación se consideran movimientos repetitivos, cargas involucradas, posición y otros datos del tronco y piernas, este método debe ser utilizado para el análisis exclusivo de los brazos.

Consiste en la observación de las posturas adoptadas y la medición de los ángulos que se forman en el desarrollo de un ciclo o actividad específica. Este análisis se puede realizar con capturas de imágenes de las posturas adoptadas utilizando programas informáticos que facilitan la medición y evaluación.

El método necesita que se realice la evaluación del lado derecho e izquierdo por separado, así como también las diferentes posturas que se van adoptando en el desarrollo del ciclo de trabajo, ya que no es capaz de hacer una evaluación de secuencia de movimientos, por lo que la pericia del investigador permitirá hacer énfasis en las posturas forzadas más importantes o tiempos de sostenimiento de carga postural más prolongados. El análisis se divide a las secciones de cuerpo en grupo A (brazos, antebrazos, muñecas) y grupo B (piernas, tronco, cuello).

Además, se apoya en tablas para asignar valores a cada una de las zonas corporales generando puntuaciones que determinarán los resultados en cada uno de los dos grupos. Posterior a esto, estas puntuaciones son modificadas en función de la fuerza aplicada obteniéndose de esta manera un criterio de la importancia del riesgo que se tiene y la urgencia de la intervención.

El análisis parte en el Grupo A, donde inicialmente se realiza puntuación del brazo en función de la flexión o extensión y el ángulo consecuente formado por el eje del tronco con el eje del brazo, y los ángulos adoptados por el antebrazo y la muñeca.

Brazo:

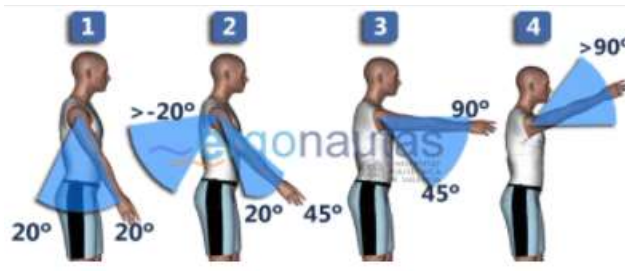


Figura 1: Ángulos adoptados por el brazo (RULA)
 Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia.

Puntuación del brazo	
Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45	2
Flexión >45° y <90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 8: Puntuación del brazo (Método RULA)
 Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Al resultado obtenido, se debe adicionar la cantidad especificada en la siguiente tabla según la postura adoptada:



Figura 2: Adición a puntuación de brazo (RULA)
 Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Añadir a puntuación del brazo si:	
Posición	Puntuación
Hombro elevado o brazo rotado	1
Brazos abducidos	1
Existe un punto de apoyo	-1

Tabla 9: Adición a puntuación de brazo (Método RULA)
 Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Antebrazo:

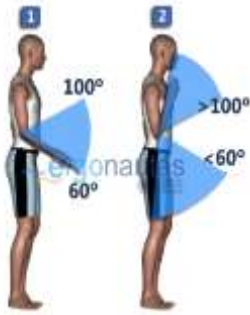


Figura 3: Ángulos adoptados por el antebrazo (RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Puntuación del antebrazo	
Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 10: Puntuación del antebrazo (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Al resultado obtenido se debe adicionar según la tabla:



Figura 4: Adición a puntuación de antebrazo (RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Añadir a puntuación del antebrazo sí:	
Posición	Puntuación
A un lado del cuerpo	1
Cruza la línea media	1

Tabla 11: Adición de puntuación de antebrazo (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Muñeca:



Figura 5: Ángulos adoptados por la muñeca (RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Puntuación de la muñeca	
Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión $> 0^\circ$ y $< 15^\circ$	2
Flexión o extensión $> 15^\circ$	3

Tabla 12: Puntuación de la muñeca (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Añadir valores según tabla si:



Figura 6: Adición a puntuación de muñeca desviación radial-cubital (RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Añadir a puntuación de la muñeca si:	
Posición	Puntuación
Desviación radial	1
Desviación cubital	1

Tabla 13: Adición de puntuación de la muñeca (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Una vez obtenida la puntuación de la muñeca, debemos evaluar el grado de pronación o supinación que tiene el brazo en conjunto.

Pronación – Supinación	
Posición	Puntuación
Pronación o supinación media	1
Pronación o supinación extrema	2

Tabla 14: Adición de pronación-supinación (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



Figura 7: Adición de la puntuación de muñeca pronación supinación (RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

A continuación la aplicación de la metodología en el grupo B.

Cuello:



Figura 8: Ángulos adoptados por el cuello (RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Cuello	
Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 10°	1
Flexión >10° y ≤20°	2
Flexión >20°	3
Extensión en cualquier grado	4

Tabla 15: Puntuación del cuello (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Añadir valor en caso de postura adoptada coincida con la tabla siguiente:



Figura 9: Adición a puntuación de postura de cuello (RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Añadir a puntuación de cuello si:	
Posición	Puntuación
Cabeza rotada	1
Cabeza con inclinación lateral	1

Tabla 16: Adición a puntuación de cuello (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Tronco:

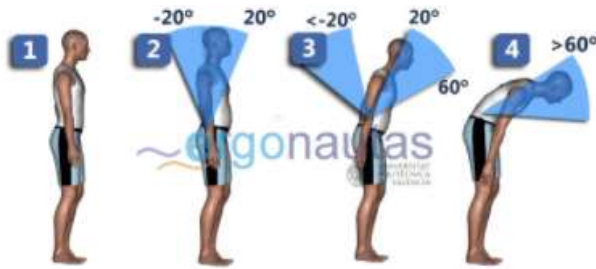


Figura 10: Ángulos adoptados por el tronco (RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Tronco	
Posición	Puntuación
Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°	1
Flexión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60°	3
Flexión >60°	4

Tabla 17: Puntuación de tronco (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Valor a añadir:



Figura 11: Adición a la puntuación de tronco (RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Añadir a puntuación de tronco si:	
Posición	Puntuación
Tronco rotado	1
Tronco con inclinación lateral	1

Tabla 18: Adición a puntuación de tronco (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Piernas:



Figura 12: Posición adoptada por piernas (RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Piernas	
Posición	Puntuación
Sentado, con piernas y pies bien apoyados	1
De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición	1
Los pies no están apoyados o el peso no está simétricamente distribuido	2

Tabla 19: Puntuación de piernas (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Una vez que se han obtenido los valores para cada miembro, debemos asignar un valor general para cada grupo. Esto se consigue ubicando el valor según las puntuaciones individuales en las siguientes tablas:



Grupo A:

		Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca		Giro de Muñeca	
Brazo	Antebrazo	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Tabla 20: Valor general del grupo A (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Grupo B:

		Tronco											
		1		2		3		4		5		6	
		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas		Piernas	
Cuello	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7	
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7	
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8	
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8	
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9	

Tabla 21.- Valor general del grupo B (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



Puntuación Final

Hasta el momento se ha realizado la evaluación considerando únicamente la postura adoptada, a continuación se da importancia a la carga manejada y si tenemos posturas estáticas o dinámicas.

Si la postura es estática (no cambia por más de un minuto) o si es repetitiva (se repite por 4 veces o más en 1 minuto) se adicionará 1 punto a cada grupo. Una tarea dinámica es de corta duración, ocasional y poco frecuente y, en este caso no se adiciona ningún valor.

Tipo de actividad	Puntuación
Estática (se mantiene más de un minuto seguido)	1
Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto)	1
Ocasional, poco frecuente y de corta duración	0

Tabla 22: Adición a grupo A y B según frecuencia de postura (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Además, la siguiente tabla indica el valor a sumarse a los resultados anteriores según la carga manejada:

Carga o fuerza	Puntuación
Carga menor de 2 Kg mantenida intermitentemente	0
Carga entre 2 y 10 Kg mantenida intermitentemente	1
Carga entre 2 y 10 Kg estática o repetitiva	2
Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	2
Carga superior a 10 Kg estática o repetitiva	3
Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas	3

Tabla 23: Adición a grupo A y B según carga involucrada (Método RULA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



Al incrementar los valores en el grupo A y B, pasan a llamarse C y D, y estos nos sirven para ubicar en la tabla de puntuación final, nuestro nivel de riesgo:

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Tabla 24: Puntuación final (Método RULA)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Una vez obtenida la puntuación final, se determina el nivel de riesgo y la acción correspondiente:

Puntuación	Nivel	Actuación
1 o 2	1	Riesgo Aceptable
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

Tabla 25: Nivel de actuación (Método RULA)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

1.3.3.- Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

REBA es un método desarrollado para la evaluación de la carga postural de todo el cuerpo. Este realiza el análisis de una postura individual y no de una secuencia en el desarrollo de un proceso, por lo que se debe hacer un análisis inicial de las posiciones que implican más riesgo y aplicar la metodología con un criterio de jerarquización según la importancia.

Además, aplicando un corte con el plano sagital, se divide al cuerpo en lado izquierdo y derecho, por lo que el investigador decidirá cuál es el lado que necesita con mayor prioridad ser analizado.

En caso de existir duda, se debe realizar en ambos lados.

Su desarrollo fue basado en el método RULA, por lo que observaremos un gran símil entre los dos.

A continuación la descripción del mismo.

Inicialmente se divide al cuerpo en grupo A (cuello, tronco, piernas) y grupo B (brazo, antebrazo, muñeca)

Evaluación del Grupo A

Tronco.- La puntuación será la resultante de la medición del ángulo formado entre la vertical y la posición adoptada por el tronco en extensión o flexión.

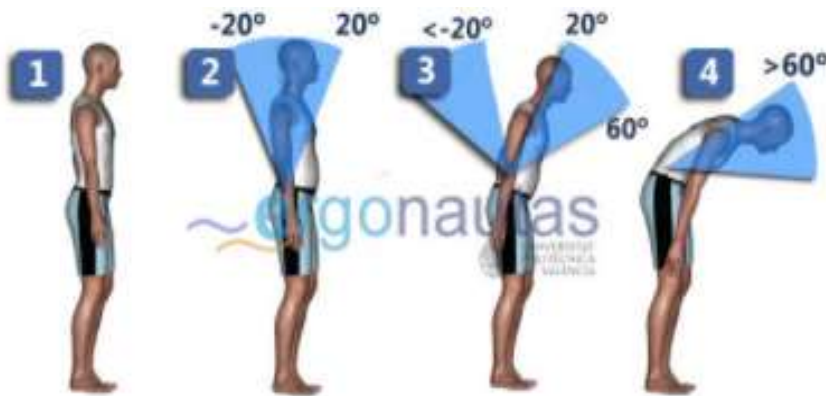


Figura 13: Ángulos adoptados por el tronco (REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Tabla 26: Puntuación de tronco (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

La puntuación será incrementada si existe inclinación o rotación según la tabla a continuación:



Figura 14: Adición a la puntuación de tronco (REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Tronco con inclinación lateral o rotación	1

Tabla 27: Adición a puntuación de tronco (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Cuello.- La puntuación viene dada por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco.

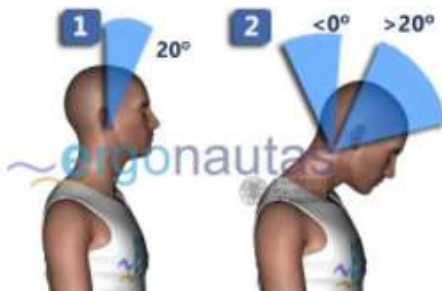


Figura 15: Adición a puntuación de postura de cuello (REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Tabla 28: Puntuación de cuello (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

En caso de rotación o inclinación, se debe incrementar la puntuación según la tabla a continuación.



Figura 16: Adición de puntuación de cuello (REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Cabeza rotada o con inclinación lateral	1

Tabla 29: Adición de puntuación de cuello (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Piernas.- Según la distribución del peso y los apoyos existentes, obtendremos la puntuación según la tabla siguiente:



Figura 17: Posición de piernas (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Tabla 30: Puntuación de piernas (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Si la posición es sedente no se incrementa el valor, pero si es de pie y existe flexión deberá incrementarse según la tabla a continuación:



Figura 18: Adición de puntuación de piernas (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	1
Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)	2

Tabla 31: Adición de puntuación de piernas (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Evaluación del Grupo B

Brazo.- La puntuación resultante será producto del ángulo formado entre el eje del tronco y el eje del brazo. En la siguiente tabla se detallan los valores:

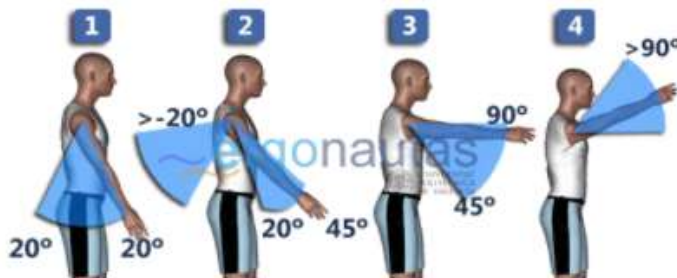


Figura 19: Puntuación de brazo (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y <90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 32: Puntuación de brazo (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Además, su valor se incrementa según la tabla siguiente:

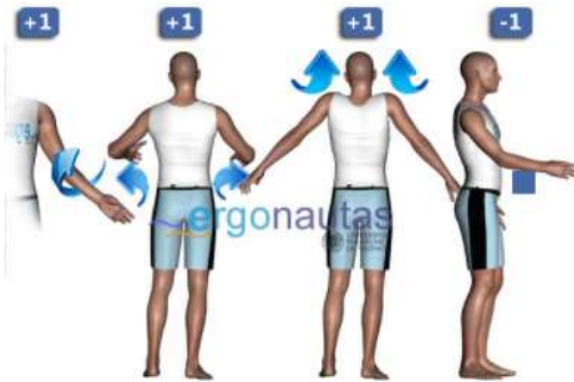


Figura 20: Adición de puntuación de brazo
 Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Brazo abducido o brazo rotado	1
Hombro elevado	1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Tabla 33: Adición de puntuación de brazo
 Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Antebrazo.- Su puntuación será la resultante del ángulo formado entre el eje del brazo y del antebrazo.

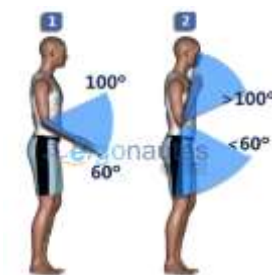


Figura 21: Puntuación de antebrazo (Método REBA)
 Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 34: Puntuación de antebrazo (Método REBA)
 Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Muñeca.- La puntuación obtenida considera el ángulo formado entre la posición de flexión o extensión y la posición neutra.

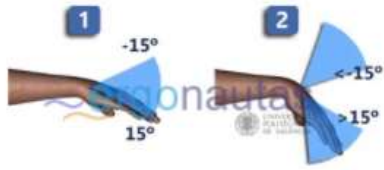


Figura 22: Puntuación de muñeca (Método REBA)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Tabla 35: Puntuación de muñeca (Método REBA)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Su valor será incrementado según desviaciones expresadas en la siguiente tabla:



Figura 23: Adición de muñeca (Método REBA)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición	Puntuación
Torsión o Desviación radial o cubital	1

Tabla 36: Adición de muñeca (Método REBA)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



Se procede a realizar la puntuación general para cada grupo con las siguientes tablas:

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 37: Puntuación general para el grupo A (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 38: Puntuación general para el grupo B

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Hasta aquí, el método evalúa las posiciones estáticas adoptadas. A continuación, se incluye en el análisis las fuerzas involucradas para el grupo A y el tipo de agarre para el grupo B.

Consideración adicional para el grupo A:

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg	1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg	2

Tabla 39: Adición 1 a puntuación del grupo A según la carga (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Si existen fuerzas bruscas aplicadas en la operación se incrementa además:

Carga o fuerza	Puntuación
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	1

Tabla 40: Adición 2 a puntuación del grupo A (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



Consideración para el grupo B en función de la calidad de agarre:

Agarre bueno.- Se cuenta con agarraderas y/o las manos se encuentran bien acomodadas alrededor del objeto.



Figura 24: Agarre bueno (REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Agarre regular.- Se cuenta con agarraderas inapropiadas, o se produce la suspensión con los dedos flexionados a 90 grados.



Figura 25: Agarre regular (REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Agarre malo.- No posee agarraderas, contenedores de forma irregular o la suspensión del objeto se genera por presión lateral.



Figura 26: Agarre malo (REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	3

Tabla 41: Adición a grupo B por tipo de agarre (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Las puntuaciones de los “grupos” A y B han sido modificados obteniéndose las “puntuaciones”

A y B. Utilizando la siguiente tabla, obtenemos la Puntuación C:

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 42: Puntuación C (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Para obtener la puntuación final, a la Puntuación C, se le debe incrementar el valor según la tabla a continuación. Es importante mencionar que las consideraciones hechas no son excluyentes, por lo que si se observa que en un proceso se generan estas situaciones simultáneamente, el valor podrá ser incrementado en 3 puntos.



Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto	1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	1

Tabla 43: Adición a puntuación C según tipo de actividad muscular (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Con la puntuación obtenida se determina el nivel de actuación:

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Tabla 44: Nivel de actuación (Método REBA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

1.3.4.-Método OWAS (Ovako Working Analysis System)

Desarrollado en 1977 en Finlandia por un equipo de ergónomos e ingenieros quienes enfocaron la aplicación del método en la industria del acero para luego ampliar su horizonte en otras actividades laborales.

Su ventaja principal sobre el método RULA y REBA es que permite realizar un análisis del riesgo ergonómico al cual está sometido una persona no solo en una postura determinada, sino más bien en la carga postural generada por todas las posiciones adoptadas durante el desarrollo de una actividad considerando además, la fuerza implicada y la frecuencia de repetición postural.

Este método realiza una codificación de una postura específica considerando la posición de la espalda, piernas y brazos de entre 252 posibles combinaciones, para en función de este, asignarle una categoría de riesgo (OWAS considera cuatro categorías de riesgo) por código de postura y una categoría de riesgo por frecuencia relativa de uso, para luego determinar la actividad y la urgencia con la que debe llevarse a cabo el plan de mejoras.







Posición de la espalda	Código	Imagen
Espalda derecha: El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas	1	
Espalda doblada: Puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° (Mattila et al., 1999)	2	
Espalda con giro: Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°	3	
Espalda doblada con giro: Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea	4	

Tabla 45: Código de la espalda (Método OWAS)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición de los brazos	Código	Imagen
Los dos brazos bajos: Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros	1	
Un brazo bajo y el otro elevado: Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros	2	







<p>Los dos brazos elevados: Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros</p>	<p>3</p>	
--	----------	---

Tabla 46: Código de los brazos (Método OWAS)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posición de las piernas	Código	Imagen
<p>Sentado: El trabajador permanece sentado</p>	<p>1</p>	
<p>De pie con las dos piernas rectas: Las dos piernas rectas y con el peso equilibrado entre ambas</p>	<p>2</p>	
<p>De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas</p>	<p>3</p>	
<p>De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.</p>	<p>4</p>	
<p>De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado: Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° (Mattila et al., 1999). Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.</p>	<p>5</p>	



<p>Arrodillado: El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.</p>	<p>6</p>	
<p>Andando: El trabajador camina</p>	<p>7</p>	

Tabla 47: Código de las piernas (Método OWAS)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia




Carga o Fuerza	Código	Imagen
<p>Menos de 10 kg</p>	<p>1</p>	
<p>Entre 10 y 20 kg</p>	<p>2</p>	
<p>Más de 20 kg</p>	<p>3</p>	

Tabla 48: Carga involucrada (Método OWAS)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Cuando la evaluación nos ha generado un código de postura utilizando las cuatro tablas anteriores, debemos categorizar al riesgo utilizando las siguientes tablas:



Categoría de riesgo por código de postura:

Piernas		1			2			3			4			5			6			7		
Carga																						
Espalda	Brazos	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4

Tabla 49: Categoría de riesgo por código de postura (Método OWAS)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Categoría de Riesgo por frecuencia relativa:

Frecuencia Relativa		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%
ESPALDA	Espalda derecha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Espalda doblada	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Espalda con giro	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Espalda doblada con giro	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAZOS	Dos brazos bajos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Un brazo bajo y el otro elevado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Dos brazos elevados	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PIERNAS	Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	De pie	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2



Sobre una pierna recta	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
Sobre rodillas flexionadas	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Sobre una rodilla flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Arrodillado	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
Andando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Tabla 50: Categoría de riesgo por frecuencia relativa
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Obtenido la categoría de riesgo se procede a revisar cuales son las acciones correctivas:

Categoría de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema musculo esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Tabla 51: Acciones correctivas (Método OWAS)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



1.3.5.- Método OCRA

Este método es ampliamente utilizado para conseguir una evaluación objetiva del riesgo existente por movimientos repetitivos.

Considera los tiempos netos en los que el operador realiza los movimientos repetitivos, las pausas, las fuerzas involucradas, las posturas adoptadas, la frecuencia. Su descripción se hace a continuación.

El índice de checklist OCRA (ICKL) es el valor resultante de:

$$\text{ICKL} = \text{MD} * (\text{FR} + \text{FF} + \text{FFz} + \text{FP} + \text{FC})$$

Donde:

MD = Multiplicador de duración

FR = Factor de recuperación

FF = Factor de frecuencia

FFz = Factor de fuerza

FP = Factor de posturas y movimientos

FC = Factor de riesgos adicionales

A continuación se describe como se obtiene cada uno de los valores mencionados:

Multiplicador de duración (MD).- Para obtener este valor, primero debemos obtener el valor del tiempo neto de trabajo repetitivo TNTR.

$$\text{TNTR} = \text{DT} - (\text{TNR} + \text{P} + \text{A})$$

Donde:

DT = Duración del turno en minutos

TNR = Tiempo de trabajo NO repetitivo en minutos



P = Tiempo de pausas durante el trabajo

A= Tiempo de almuerzo

Obtenido el valor se aplica la siguiente tabla:

Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) en minutos	MD
60-120	0.5
121-180	0.65
181-240	0.75
241-300	0.85
301-360	0.925
361-420	0.95
421-480	1
481-539	1.2
540-599	1.5
600-659	2
660-719	2.8
≥720	4

Tabla 52: Multiplicado de duración (método OCRA)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Factor de recuperación (FR).-Este valor está relacionado con la fatiga generada en los tejidos músculo esqueléticos por falta de un tiempo adecuado de recuperación, donde se contempla que al menos debería existir 10 segundos por cada minuto, es decir, 50 segundos de trabajo repetitivo y 10 segundos de descanso). Para obtener el valor aplicamos la siguiente tabla:

Situación de los periodos de recuperación	Puntuación
- Existe una interrupción de al menos 8 minutos cada hora de trabajo (contando el descanso del almuerzo).	0
- El periodo de recuperación está incluido en el ciclo de trabajo (al menos 10 segundos consecutivos de cada 60, en todos los ciclos de todo el turno)	
- Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.	2
- Existen 4 interrupciones de al menos 8 minutos en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).	
- Existen 3 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas.	3
- Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).	
- Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas.	4



- Existen 3 pausas (sin descanso para el almuerzo), de al menos 8 minutos, en un turno de 7-8 horas.	
- Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas.	
- Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 7 horas sin descanso para almorzar.	6
- En 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).	
- No existen pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de turno.	10

Tabla 53: Puntuación de los periodos de recuperación
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Factor de frecuencia (FF)

Este factor hace relación entre el número de veces en los que una acción es repetida y el riesgo generado por ello, asignándole una puntuación.

Además se debe considerar que existen acciones estáticas (acción con duración superior a 5 segundos) y dinámicas (de duración menor a 5 segundos) dentro de los movimientos repetitivos los cuales deben ser considerados por separados para la evaluación.

$$FF = \text{Max} (ATD; ATE)$$

Donde:

ATD= Acciones técnicas dinámicas

ATE=Acciones técnicas estáticas

Estos valores podemos obtener de las siguientes tablas:

Acciones técnicas dinámicas	ATD
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	6



Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo.	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permiten las pausas.	10

Tabla 54: Puntuación acciones técnicas dinámicas.

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Acciones técnicas estáticas	ATE
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	2,5
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	4,5

Tabla 55: Puntuación de acciones técnicas estáticas

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

En la siguiente tabla se presenta un contenido de las definiciones de las diferentes posibles

acciones técnicas a realizar:

Acción Técnica	Definición y criterios
MOVER	Transportar un objeto a un determinado sitio usando los miembros superiores (sin caminar).
	Mover un objeto debería considerarse como una acción exclusivamente cuando el objeto pese más de 2 kg (con el agarre de fuerza) o 1 kg (con la mano en pinza) y el brazo haga un amplio movimiento de hombro abarcando una distancia superior a 1 un metro.
ALCANZAR	Llevar la mano a un lugar preestablecido.
	Alcanzar un objeto debería considerarse una acción sólo cuando el objeto está colocado más allá de la longitud de la extremidad superior extendida y no es alcanzable andando, por lo que el operador debe mover el tronco y los hombros para alcanzar el objeto. Si el lugar de trabajo es usado por hombres y mujeres, o sólo por mujeres, la medida de la longitud de la extremidad superior extendida corresponde a 50 cm (5 percentil de mujeres), y esta longitud debe usarse como referencia.
	Alternativamente, se considerará acción técnica cuando el objeto está situado fuera del alcance de los límites de la zona de trabajo (A2, B2, C2) especificados en la Norma ISO 14738:2002.
AGARRAR/TOMAR	Asir un objeto con la mano o los dedos para realizar una actividad o tarea.
TOMAR DE UNA MANO A LA OTRA	Las acciones de asir con una mano un objeto, pasarlo a la otra mano y asirlo de nuevo con ella, se considerarán dos acciones técnicas separadas: una para la mano derecha y otra para la mano izquierda.
COLOCAR	Posicionar un objeto o una herramienta en un punto preestablecido.
	SINÓNIMOS: posicionar, apoyar, poner, disponer, dejar, reposicionar, volver a poner.
INTRODUCIR/SACAR	La acción de introducir o sacar debe considerarse como una acción técnica cuando se requiere el uso de fuerza.
	SINÓNIMOS: Extraer, insertar.
EMPUJAR/TIRAR	Deben contarse como acciones pues resultan de la aplicación de fuerza, aunque sea poca, con la intención de obtener un resultado específico.
	SINÓNIMOS: Presionar, desconectar piezas.

PONER EN MARCHA	Debe considerarse una acción cuando la puesta en marcha de una herramienta requiere el uso de un botón o palanca por partes de la mano, o por uno o más dedos. Si la puesta en marcha se hace repetidamente sin cambiar la herramienta, considera una acción por cada puesta en marcha.
	SINÓNIMOS: presionar botón, bajar palanca.
TRANSPORTAR	Si un objeto que pesa 3 Kg o más es transportado al menos 1 metro, la extremidad superior que soporta el peso es la realiza la acción técnica de "transportar". Un metro significa una verdadera acción de transporte (dos pasos).
ACCIONES ESPECÍFICAS	Acciones específicas que forman parte de un proceso determinado, por ejemplo:
	Doblar, plegar, curvar, desviar, estrujar, rotar, girar, ajustar, moldear, bajar, alcanzar, golpear, pasar la brocha (contar cada paso de la brocha sobre la parte a ser pintada), rallar (contar cada paso en la parte a ser rallada), alisar, pulir (contar cada paso en la parte a ser pulida), limpiar (contar cada paso en la parte a ser limpiada), martillar (contar cada uno de los golpes), arrojar, etc.
	Cada una de estas acciones debe ser descrita y contada una vez por cada repetición, por ejemplo, girar dos veces = 2 acciones técnicas.

Tabla 56: Definiciones de acciones técnicas

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Factor de fuerza (FFz)

Este valor es considerado importante solo si la acción de fuerza es realizado con los miembros superiores y además si esta fuerza permanece durante el tiempo de ejecución del movimiento repetitivo como por ejemplo: Empujar o tirar de palancas, pulsar botones, cerrar o abrir, manejar o apretar componentes, utilizar herramientas, elevar o sujetar objetos.

Si la fuerza no es constante FFz será despreciable. Además, para calificar la fuerza aplicada nos guiamos en la escala de Borg (permite medir la intensidad del esfuerzo según las expresiones del individuo que las realiza). El valor de FFz la obtenemos de la siguiente tabla:

Esfuerzo	Puntuación	OCRA FFz
Nulo	0	No se considera
Muy débil	1	
Débil	2	
Moderado	3	Fuerza moderada
	4	
Fuerte	5	Fuerza intensa
	6	
Muy fuerte	7	
Cercano al máximo	8	Fuerza casi máxima
	9	
	10	

Tabla 57: Escala de Borg.

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



Fuerza moderada		Fuerza Intensa		Fuerza casi Máxima	
Duración	Puntos	Duración	Puntos	Duración	Puntos
1/3 del tiempo	2	2 seg. cada 10 min.	4	2 seg. cada 10 min.	6
50% del tiempo	4	1% del tiempo	8	1% del tiempo	12
> 50% del tiempo	6	5% del tiempo	16	5% del tiempo	24
Casi todo el tiempo	8	> 10% del tiempo	24	> 10% del tiempo	32

Tabla 58: Puntuación del Factor de fuerza

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Factor de posturas y movimientos (FP)

Dentro de este método existe la consideración de las posturas forzadas adoptadas por el hombro, codo, muñeca y mano, además, la utilización de posturas que se repiten dentro del ciclo de trabajo (movimientos estereotipados). El valor resultante del Factor de posturas resulta de la consideración del valor máximo de entre los valores de las posturas y movimientos del hombro (PHo), Codo (PCo), muñeca (PMu), duración de agarre (PMa) sumado a la existencia de movimientos estereotipados (Pes) en caso que este estos aparezcan en el proceso por más del 2/3 del tiempo de operación del ciclo. Entonces la expresión es la siguiente:

$$FP = \text{Max} (PHo; PCo; PMu; PMa) + PEs$$

Los valores se obtienen de las siguientes tablas respectivamente:

Posturas y movimientos del hombro	PHo
El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo	1
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo	2
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo	6
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo	12
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo	24



(*) Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones.

Tabla 59: Puntuación de las posturas y movimientos del hombro.

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posturas y movimientos del codo	PCo
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo	8

Tabla 60: Puntuación de las posturas y movimientos del codo

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Posturas y movimientos de la muñeca	PMu
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo	8

Tabla 61: Puntuación de las posturas y movimientos de la muñeca

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Duración del Agarre	PMa
Alrededor de 1/3 del tiempo	2
Más de la mitad del tiempo	4
Casi todo el tiempo.	8
(*) El agarre se considerará solo cuando sea de alguno de estos tipos: agarre en pinza o pellizco, agarre en gancho o agarre palmar.	

Tabla 62: Puntuación de la duración de agarre

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Movimientos estereotipados	PEs
- Existe repetición de movimientos idénticos del hombro, codo, muñeca, o dedos, al menos 2/3 del tiempo	1.5
- O bien el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos	
- Existe repetición de movimientos idénticos del hombro, codo, muñeca o dedos, casi todo el tiempo	3
- O bien el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos	

Tabla 63: Puntuación por movimientos estereotipados

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Factor de riesgos adicionales (FC)



Este método enfoca además los factores laterales que pueden afectar al riesgo por su frecuencia y duración como por ejemplo la utilización de EPPs, tipo de herramientas utilizadas, factores físicos como la temperatura ambiental y vibraciones. Estos son considerados factores físico mecánicos (Ffm). Además considera los factores socio organizativos (Fso) como el ritmo de producción.

Para calcular FC debemos utilizar la siguiente expresión:

$$FC = Ffm + Fso$$

Los dos valores serán obtenidos de las siguientes tablas:

Factores físico-mecánicos	Ffm
Se utilizan guantes inadecuados (que interfieren en la destreza de sujeción requerida por la tarea) más de la mitad del tiempo	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 2 veces por minuto o más	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 10 veces por hora o más	2
Existe exposición al frío (menos de 0º) más de la mitad del tiempo	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel bajo/medio 1/3 del tiempo o más	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel alto 1/3 del tiempo o más	2
Las herramientas utilizadas causan compresiones en la piel (enrojecimiento, callosidades, ampollas, etc.)	2
Se realizan tareas de precisión más de la mitad del tiempo (tareas sobre áreas de menos de 2 o 3 mm.)	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo	3
(*) Si concurren varios factores se escogerá alguna de las dos últimas opciones.	

Tabla 64: Puntuación a valores físico-mecánicos

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



Factores socio-organizativos	Fso
El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede disminuirse o acelerarse	1
El ritmo de trabajo está totalmente determinado por la máquina	2

Tabla 65: Puntuación de valores socio-organizativos

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Una vez calculado ICKL, aplicamos la tabla siguiente para obtener el nivel de riesgo implicado y la acción recomendada.

Índice Check List OCRA	Nivel de Riesgo	Acción recomendada	Índice OCRA equivalente
≤ 5	Óptimo	No se requiere	≤ 1.5
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere	1.6 - 2.2
7.6 - 11	Incierto	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto	2.3 - 3.5
11.1 - 14	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	3.6 - 4.5
14.1 - 22.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	4.6 - 9
> 22.5	Inaceptable Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	> 9

Tabla 66: Nivel de riesgo y acción recomendada

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

1.3.6.- Método de Manipulación de Cargas INSHT

Considerando que la inadecuada y excesiva manipulación de cargas dentro de las actividades laborales es la principal causa de lumbalgias dentro del plano laboral, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) ha desarrollado la Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas la cual se describe a continuación:

Como primera consideración, el método aplica solo a cargas que sean superior a 3 kg ya que el método considera las posibles causas para desarrollar problemas dorsos lumbares y el peso mencionado no es considerado como potencial amenaza.

El método es desarrollado partiendo de la ecuación:

$$\text{Peso Aceptable} = \text{Peso Teórico} * FP * FD * FG * FA * FF$$

Donde el Peso Teórico depende de la posición de la carga con respecto al cuerpo y a su vez depende de la altura a la que se maneja la carga y la distancia horizontal del cuerpo.

Su valor puede ser determinado con la aplicación de la siguiente imagen y tabla:



Figura 27: Peso teórico recomendado en función de la distancia vertical-horizontal (Método de manipulación de cargas INSHT)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

ALTURA	Cerca del cuerpo	Lejos del Cuerpo
Altura de la vista	13	7
Por encima del codo	19	11
Por debajo del codo	25	13
Altura del muslo	20	12
Altura de la pantorrilla	14	8

Tabla 67: Peso teórico (método manipulación de cargas)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Factor de población protegida FP

Este factor está considerado para conseguir proteger al 85% de la población, ya que si se pretende proteger al 95 % los valores de la carga deberían descender hasta casi la mitad de su magnitud.

Su valor se obtiene aplicando la siguiente tabla:



Nivel de Protección	% de población protegida	Factor de corrección
General	0,85	1
Mayor Protección	0,95	0.6
Trabajadores entrenados	Sólo trabajadores con capacidades especiales	1.6

Tabla 68: Factor de población protegida (método manipulación de cargas)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Factor de distancia vertical (FD)

Este factor se enfoca en la distancia que recorre la carga en forma vertical (levantamiento). Su valor resulta aplicando la tabla siguiente:

Desplazamiento vertical de la carga	Factor de corrección
Hasta 25 cm.	1
Hasta 50 cm.	0.91
Hasta 100 cm.	0.87
Hasta 175 cm.	0.84
Más de 175 cm.	0

Tabla 69: Factor de distancia vertical (método manipulación de cargas)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Factor de giro (FG)

Este factor considera la posición de giro del tronco. Su valor resulta del ángulo formado entre la línea de los hombros con respecto a la de los tobillos y puede ser calculado a través de la siguiente tabla:



Figura 28: Ángulo formado por el giro del tronco (Método de manipulación de cargas INSHT)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



Giro del Tronco	Factor de corrección
Sin giro	1
Poco girado (hasta 30º)	0.9
Girado (hasta 60º)	0.8
Muy girado (90º)	0.7

Tabla 70: Factor de giro (método manipulación de cargas)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Factor de agarre (FA)

Este factor hace referencia a la calidad de agarre que se tiene durante el levantamiento de la carga. La descripción de este se muestra a continuación:

Agarre bueno.- Se cuenta con agarraderas y/o las manos se encuentran bien acomodadas alrededor del objeto



Figura 29: Agarre bueno (Método de manipulación de cargas INSHT)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Agarre regular.- Se cuenta con agarraderas inapropiadas, o se produce la suspensión con los dedos flexionados a 90 grados.



Figura 30: Agarre regular (Método de manipulación de cargas INSHT)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



Agarre malo.- No posee agarraderas, contenedores de forma irregular o la suspensión del objeto se genera por presión lateral.



Figura 31: Agarre malo (Método de manipulación de cargas INSHT)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Su valor es obtenido de la siguiente tabla:

Tipo de agarre	Factor de corrección
Agarre bueno	1
Agarre regular	0.95
Agarre malo	0.9

Tabla 71: Factor de agarre (método manipulación de cargas)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Factor de Frecuencia (FF)

Esta realiza la valoración considerando la frecuencia con la que la carga es manipulada.

Frecuencia de manipulación	Duración de la manipulación		
	Menos de 1 hora al día	Entre 1 y 2 horas al día	Entre 2 y 8 horas al día
1 vez cada 5 minutos	1	0.95	0.85
1 vez por minuto	0.94	0.88	0.75
4 veces por minuto	0.84	0.72	0.45
9 veces por minuto	0.52	0.30	0.00
12 veces por minuto	0.37	0.00	0.00
Más de 15 veces por minuto	0.00	0.00	0.00

Tabla 72: Factor de frecuencia (método manipulación de cargas)
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia



La forma de determinar el riesgo es comparando el peso de la carga real con el peso aceptable calculado.

Luego el criterio y las medidas a considerar se muestran a continuación:

Peso Real vs. Peso Aceptable	Riesgo	Medidas Correctivas
Peso Real \leq Peso Aceptable	Tolerable	No son necesarias *
Peso Real $>$ Peso Aceptable	No tolerable	Son necesarias

Tabla 73: Nivel de riesgo y medidas correctivas (método manipulación de cargas)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

1.3.7.- Método de evaluación cualitativa de riesgo químico INRS

Sousa Rodríguez (2011) menciona que los métodos simplificados de análisis químico permiten realizar una evaluación inicial para determinar el nivel de exposición sin tener que recurrir a mediciones ambientales de una manera provisional consiguiéndose una referencia para contrastar resultados luego de realizadas las posibles mejoras. Debido a esta, los métodos de evaluación química cualitativa se han usado con mayor frecuencia ya que, éstos permiten realizar las mediciones ambientales que muchas de las veces resultan muy difíciles de practicar ya sea por su costo o disposición de equipos de medición, siendo esta forma de evaluación una alternativa para las industrias de demostrar que no se requiere invertir en mediciones sino más bien en elementos o equipos que se vean necesarios según el resultado de la evaluación.

Es importante mencionar que el criterio de decisión para realizar mediciones ambientales de contaminantes está directamente relacionada entre el grado de peligrosidad del químico en estudio y de la frecuencia de exposición de los colaboradores.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo INSHT, a través de su NTP 937 sugiere un método de análisis de riesgo cualitativo químico el cual describiremos a continuación:

El método desarrolla una evaluación simplificada del riesgo por inhalación de agentes químicos en donde su enfoque se dirige hacia 5 variables:

- Riesgo potencial



- Propiedades físico-químicas (la volatilidad o la pulverulencia, según el estado físico)
- Procedimiento de trabajo
- Medios de protección colectiva (ventilación)
- Un factor de corrección (FCVLA), cuando el valor límite ambiental (VLA) del agente químico sea muy pequeño, inferior a 0,1 mg/m³

Cada una de las variables está categorizada por clases y a cada una de estas una puntuación.

Para valorar el riesgo debemos calcular la puntuación de riesgo por inhalación (P_{inh}) con la siguiente expresión:

$$P_{inh} = P_{riesgopot} \times P_{volatilidad} \times P_{procedimiento} \times P_{protec. colec.} \times FC_{VLA}$$

El valor de cada una de las variables mencionadas será obtenido con el procedimiento a continuación.

Puntuación del riesgo potencial ($P_{riesgopot}$)

Para la puntuación de esta variable se considera el peligro que representa el agente químico, la cantidad absoluta y su frecuencia de utilización.

La clase de peligro se obtiene con la aplicación de la tabla a continuación, donde las frases R o H deben ser identificados (se puede encontrar estos datos en la hoja de seguridad del químico).

Cuando no se dispone de esta información, la clase de peligro puede ser atribuido a través del valor VLA expresado en mg/m³ prefiriendo los valores límites de larga duración sobre los de corta duración.

En caso de no contar con los VLA se debe considerar que a las sustancias asignaremos el valor de 1, a un preparado comercial se le asignara un valor de 1 y a las mezclas no comerciales que serán aplicadas en un proceso deberán tomar los valores de R o H de sus componentes considerando las concentraciones de los mismos.



Para materiales que no tiene normativa de etiquetado como la madera, la clase de riesgo será considerado en función del químico emitido.

Clase de peligro	Frases R	Frases H	VLA mg/m ³ (1)	Materiales y procesos
1	Tiene frases R, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	Tiene frases H, pero no tiene ninguna de las que aparecen a continuación	> 100	
2	R37 R36/37, R37/38, R36/37/38 R67	H335 H336	> 10 ≤ 100	Hierro / Cereal y derivados / Grafito Material de construcción / Talco Cemento / Composites Madera de combustión tratada Soldadura Metales-Plásticos Material vegetal-animal
3	R20 R20/21, R20/22, R20/21/22 R33 R48/20, R48/20/21, R48/20/22, R48/20/21/22 R62, R63, R64, R65 R68/20, R68/20/21, R68/20/22, R68/20/21/22	H304 H332 H361, H361d, H361f, H361fd H362 H371 H373 EUH071	> 1 ≤ 10	Soldadura inoxidable Fibras cerámicas-vegetales Pinturas de plomo Muelas Arenas Aceites de corte y refrigerantes
4	R15/29 R23 R23/24, R23/25, R23/24/25 R29, R31 R39/23, R39/23/24, R39/23/25, R39/23/24/25 R40, R42 R42/43 R48/23, R48/23/24, R48/23/25, R48/23/24/25 R60, R61, R68	H331 H334 H341 H351 H360, H360F, H360FD, H360D, H360DI, H360Fd H370 H372 EUH029 EUH031	> 0,1 ≤ 1	Maderas blandas y derivados Plomo metálico Fundición y afinaje de plomo
5	R26, R26/27, R26/28, R26/27/28 R32, R39 R39/26 R39/26/27, R39/26/28, R39/26/27/28 R45, R46, R49	H330 H340 H350 H350I EUH032 EUH070	≤ 0,1	Amianto (2) y materiales que lo contienen Betunes y breas Gasolina (3) (combustante) Vulcanización Maderas duras y derivados (4)

(1) Cuando se trate de materia particulada, este valor se divide entre 10.
 (2) Posee legislación específica y requiere de evaluación cuantitativa obligatoria por ser cancerígeno.
 (3) Se refiere únicamente al trabajo en contacto directo con este agente.
 (4) Se refiere a polvo de maderas considerado como cancerígeno.

Tabla 74: Clases de peligro en función de las frases R o H, VLA, materiales
 Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937

La clase de exposición potencial se valora a través de la tabla 73 y 74 aplicando los resultados en la tabla 75.

Clase de cantidad	Cantidad/día
1	< 100 g ó ml
2	≥ 100 g ó ml y < 10 Kg ó l
3	≥ 10 y < 100 Kg ó l
4	≥ 100 y < 1000 Kg ó l
5	≥ 1000 Kg ó l

Tabla 75: Clases de cantidad en función de las cantidades por día.
 Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937



Utilización	Ocasional	Intermitente	Frecuente	Permanente
Día	≤ 30'	> 30 - ≤ 120'	> 2 - ≤ 6 h	> 6 horas
Semana	≤ 2 h	> 2-8 h	1-3 días	> 3 días
Mes	1 día	2-6 días	7-15 días	> 15 días
Año	≤ 15 días	> 15 días - ≤ 2 meses	> 2 - ≤ 5 meses	> 5 meses
Clase →	1	2	3	4
0: El agente químico no se usa hace al menos un año. El agente químico no se usa más.				

Tabla 76: Clases de frecuencia de utilización
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937

Clase de cantidad						
5	0	4	5	5	5	
4	0	3	4	4	5	
3	0	3	3	3	4	
2	0	2	2	2	2	
1	0	1	1	1	1	
	0	1	2	3	4	Clase de frecuencia

Tabla 77: Puntuación de exposición potencial
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937

Obtenidos los valores de peligro y exposición, aplicamos la siguiente tabla para obtener la clase del riesgo potencial:

Clase de exposición potencial						
5	2	3	4	5	5	
4	1	2	3	4	5	
3	1	2	3	4	5	
2	1	1	2	3	4	
1	1	1	2	3	4	
	1	2	3	4	5	Clase de peligro

Tabla 78: Clase de Riesgo potencial
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937



Y aplicamos en la tabla a continuación para obtener la puntuación de la clase del riesgo potencial:

Clase de riesgo potencial	Puntuación de riesgo potencial
5	10.000
4	1.000
3	100
2	10
1	1

Tabla 79: Puntuación para clase de Riesgo potencial.
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937

Puntuación de volatilidad ($P_{volatilidad}$)

Para determinar esta puntuación dependiendo del estado físico del agente químico nos guiamos en las siguientes tablas y figuras:

Descripción del material sólido	Clase de pulverulencia
Material en forma de polvo fino, formación de polvo que queda en suspensión en la manipulación (p.e. azúcar en polvo, harina, cemento, yeso...).	3
Material en forma de polvo en grano (1-2 mm). El polvo sedimenta rápido en la manipulación (p.e. azúcar consistente cristalizada).	2
Material en pastillas, granulado, escamas (varios mm o 1-2 cm) sin apenas emisión de polvo en la manipulación.	1

Tabla 80: Determinación de la clase de pulverulencia para los materiales
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937

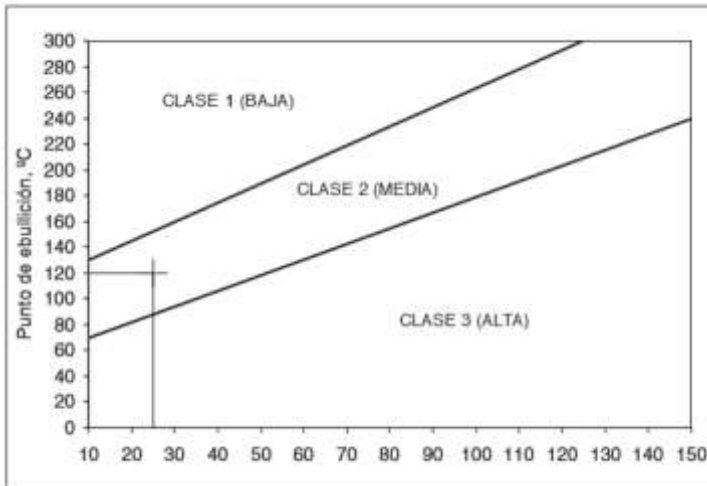


Figura 32: Clase de volatilidad para líquidos (Análisis químico simplificado INSR)
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937

Presión de vapor a la temperatura de trabajo	Clase de volatilidad
$P_v < 0,5 \text{ KPa}$	1
$0,5 \text{ KPa} \leq P_v < 25 \text{ KPa}$	2
$P_v \geq 25 \text{ KPa}$	3

Tabla 81: Clase de volatilidad en función de la presión de vapor
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937

Clase de volatilidad o pulverulencia	Puntuación de volatilidad o pulverulencia
3	100
2	10
1	1

Tabla 82: Puntuación según clase de volatilidad o pulverulencia
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937

Puntuación del procedimiento de trabajo ($P_{procedimiento}$)

El valor asignable a esta variable se toma de la tabla a continuación según las características del proceso.

Dispersivo	Abierto	Cerrado/abierto regularmente	Cerrado permanente
<p>Ejemplos: Pintura a pistola, taladro, muela, vaciado de sacos a mano, de cubos... Soldadura al arco... Limpieza con trapos. Máquinas portátiles (sierras, cepillos...)</p>	<p>Ejemplos: Conductos del reactor, mezcladores abiertos, pintura a brocha, a pincel, puesto de acondicionamiento (toneles, bidones...) Manejo y vigilancia de máquinas de impresión...</p>	<p>Ejemplos: Reactor cerrado con cargas regulares de agentes químicos, toma de muestras, máquina de desengrasar en fase líquida o de vapor...</p>	<p>Ejemplos: Reactor químico.</p>
Clase 4	Clase 3	Clase 2	Clase 1
Puntuación de procedimiento			
1	0,5	0,05	0,001

Tabla 83: Puntuación para clase de procedimiento
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937

Puntuación según protección colectiva ($P_{protec. colec.}$)

Esta puntuación se asigna según la tabla a continuación:

Trabajo en espacio con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable 		Ausencia de ventilación mecánica 	
Clase 5, puntuación = 10		Clase 4, puntuación = 1	
Trabajos en intemperie 	Trabajador alejado de la fuente de emisión 	Ventilación mecánica general 	
Clase 3, puntuación = 0,7			
Campana superior 	Rendija de aspiración 	Mesa con aspiración 	Aspiración integrada a la herramienta
Clase 2, puntuación = 0,1			
Cabina de pequeñas dimensiones ventilada 	Cabina horizontal 	Cabina vertical 	Captación envolvente (ytirna de laboratorio)
Clase 2, puntuación = 0,1			Clase 1, puntuación = 0,001

Tabla 84: Puntuación para clase de protección colectiva
Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937



Corrección en función del VLA (FC_{VLA})

El valor asignado para la puntuación de la corrección del VLA se obtiene aplicando la tabla a continuación:

VLA	FC_{VLA}
$VLA > 0,1$	1
$0,01 < VLA \leq 0,1$	10
$0,001 < VLA \leq 0,01$	30
$VLA \leq 0,001$	100

Tabla 85: Factores de corrección en función del VLA.

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937

Con las variables determinadas, aplicamos los valores en la ecuación inicial y obtenemos la puntuación del riesgo por inhalación y aplicamos en la siguiente tabla para conseguir la caracterización del riesgo por inhalación.

Puntuación del riesgo por inhalación	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 1.000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
$> 100 \text{ y } \leq 1.000$	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones)
≤ 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Tabla 86: Caracterización del riesgo por inhalación

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo NTP 937



1.3.8.- Costos de los accidentes de trabajo

La sucesión de los accidentes laborales dentro de una organización es un hecho realmente lamentable ya que en general, estos eventos lastimosos e irreversibles pueden evitarse.

Los accidentes laborales a nivel mundial alcanzan cifras de hasta 250 millones de casos y las fatalidades ocurridas por esta causa llegan a 2.2 millones anualmente, llegando a costar a nivel global hasta el 4% del PIB mundial.

Según Grimaldi y Simonds (1996), llegar a un nivel de seguridad en el que todo tipo de lesión sea evitado, es no percibir la realidad, y de aquí nace la importancia de poder cuantificar los costos de los accidentes para compararlos con los costos de prevención.

En el siguiente modelo se determina el nivel óptimo de accidentes laborales, este relaciona los costos asumidos por la empresa CAP, los costos de prevención CP y los costos sociales.

Se considera que se llega a un punto óptimo cuando los costos de prevención igualan a los costos en los que se incurre en la empresa por los accidentes ocurridos.

Debemos considerar en la gráfica que del punto óptimo económico hacia la derecha cualquier inversión realizada es rentable ya que los costos generados por prevención son menores a los costos por accidentes, y a su vez del punto óptimo hacia la izquierda, la inversión realizada en prevención es mucho mayor a el costo de los accidentes (no rentable), pero este valor debe tener un enfoque de ética para mantener el bienestar del capital humano y además el cumplimiento de las normativas legales.

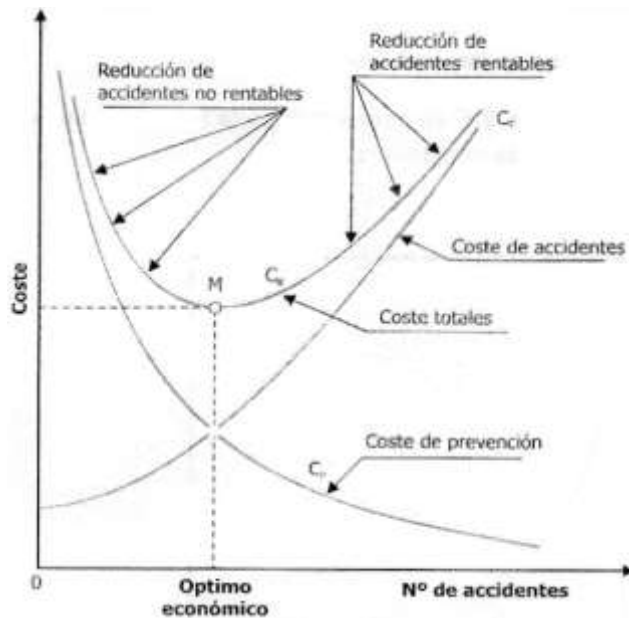


Figura 33: Nivel óptimo de accidentes

Fuente: <https://www.satirnet.com/satirnet/2014/05/23/costos-de-la-prevencion/>

Más allá de los costos y estadísticas, debemos estar muy conscientes que un miembro familiar y su salud y bienestar no puede ser reemplazado por sumas de dinero por más altas que estas puedan llegar a ser, por lo que siempre será mejor trabajar arduamente en prevención para evitar acciones correctivas ante un suceso lamentable y negativo.

Según Heinrich (1931) y Simonds (1955), los costos reales que implican un accidente laboral tienen dos componentes; los costos directos (asegurados) y los costos indirectos (no asegurados), donde generalmente el primero es el único que suele usarse para cuantificar el valor alcanzado por el accidente, cuando el costo indirecto puede llegar a ser mucho más voluminoso mencionándose que los costos indirectos son 8 veces más altos que los costos directos (Cortez, 2007).

Los costos directos contemplan generalmente los que se realizan en los procedimientos médicos necesarios para intentar reparar la salud del accidentado y las consecuentes compensaciones legales.



Los costos indirectos suelen estar implícitos en varios aspectos como los daños materiales generados en los edificios, estructuras, materiales, productos, equipos y herramientas, pero además, las interrupciones generadas en producción, reducción de la productividad durante las horas próximas, las demoras de entrega de un pedido a clientes, gastos legales, contratación y entrenamiento a personal de reemplazo, investigaciones, entre otras.



CAPÍTULO 2

IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES DE RIESGO MECÁNICO, ERGONÓMICO

Y QUÍMICO DEL ÁREA DE PRE PUERTAS

2.1.- DESCRIPCIÓN DEL ÁREA Y DESARROLLO DE LA MATRIZ DE RIESGOS

Pre puertas es una de las cuatro secciones correspondientes a la nave de Inyección de Polímeros de la industria en estudio. Con una superficie de 400 metros cuadrados y alrededor de cincuenta trabajadores, esta maneja procesos críticos por la variabilidad del proceso, materiales manejados (PUR y láminas metálicas), herramientas y métodos de ensamble-montaje no adecuados, estándares de calidad exigidos, proximidad a la línea de ensamble, tamaño y capacidad de maquinaria, entre otros. Estos factores mencionados suelen provocar un nivel de presión importante sobre los colaboradores que muchas de las veces por necesidad de cumplimiento suelen verse vulneradas las buenas prácticas para mantener la seguridad del área.

Es importante mencionar que cada uno de los colaboradores está obligado a llevar equipos de protección personal (gafas, tapones, camisa manga larga, pantalón de trabajo, guantes anti cortes y zapatos punta de acero) los mismos que garantizan la reducción del riesgo a sufrir accidentes y/o padecer en un futuro enfermedades laborales.

Con una visión de mejora continua, es evidente la necesidad de regularizar estos procesos y comportamientos a través de la dotación de puestos de trabajo y herramientas adecuadas para su posterior estandarización.

La sección está compuesta por quince puestos de trabajo ocupados por 50 colaboradores a dos turnos comprendidos entre las 7:00 - 15:30 y 15:30 - 24:00 respectivamente con posibilidad de extender horarios en caso de necesidad de producción.

Los puestos de trabajo son:



En Pre-Puertas se cuenta con tres máquinas principales para la realización de sus procesos industriales: dos carruseles de inyección de poliuretano y una máquina dobladora de puertas; todas de gran tamaño y robustez. Además, tiene 15 procesos diferentes que son desarrollados a dos turnos por un total de 50 personas. Estos son:

- 1.- Doblado de lámina
- 2.- Desprendimiento de plástico
- 3.- Colocado de soporte
- 4.- Hermetizado
- 5.- Colocado de placa refuerzo
- 6.- Montaje de moldes
- 7.- Carga y descarga de puertas en mesa de inyección
- 8.- Inyección de poliuretano
- 9.- Limpieza de poliuretano
- 10.- Armado de contrapuestas
- 11.- Colocado de empaque
- 12.- Colocado de manija
- 13.- Colocado de grifo-accionador (dispenser)
- 14.- Abastecimiento de puertas a la línea de ensamble
- 15.- Reproceso



Cada uno de ellos representa un puesto de trabajo, los cuales, en función de la necesidad de producción, pueden presentarse hasta ocho colaboradores en la misma actividad o sea con puestos de trabajo idénticos.

Es necesario manifestar que el equipo de colaboradores que trabajan en el carrusel de inyección está conformado por 14 personas, 5 de los cuales mencionan sufrir dolor de espalda en la zona lumbar según lo manifestado verbalmente por ellos, y por esta dolencia de origen laboral es responsabilidad primordial de la organización determinar de una manera técnica la relación existente entre las actividades del trabajo y las afecciones a la salud antes mencionadas, y en caso de ser necesario plantear los correctivos.

Por su volumen y frecuencia de uso, las principales máquinas que trabajan en el área son un carrusel de ocho mesas (para la inyección de poliuretano con un mix de ocho modelos de puertas a fabricar) y una dobladora de puertas (transforma láminas metálicas previamente cortadas en otra sección en puertas formadas).

La capacidad de producción es de alrededor de 60 juegos de puertas (pequeña y grande) por hora, conseguidas por una distribución de producción en serie (línea de pre-ensamble).



2.1.1.- *Secuencia del proceso:*

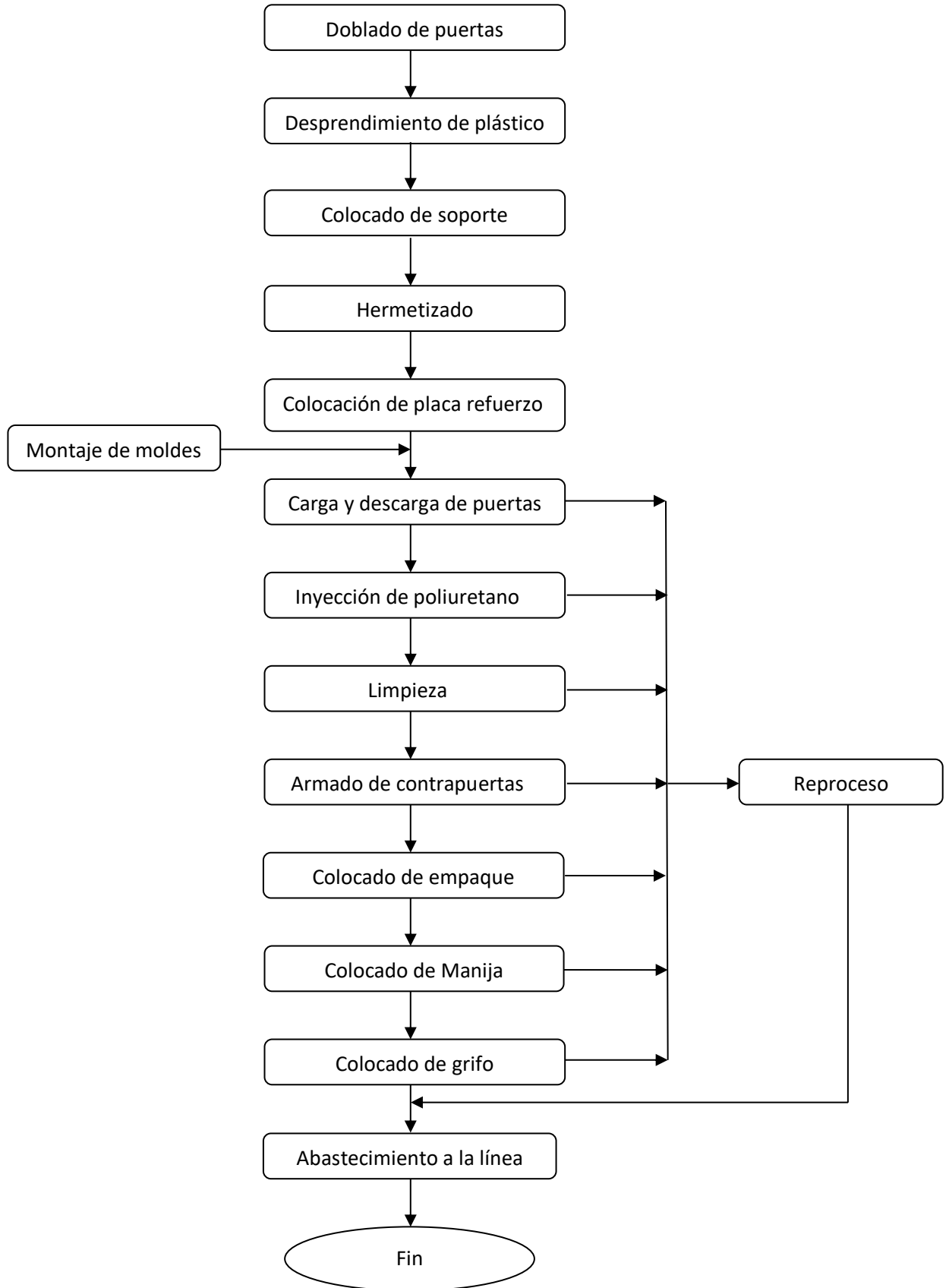


Figura 34: Proceso de fabricación de puertas



2.1.2.- Distribución de área de Pre Puertas



Figura 35: Ilustración de la Sección de Prepuertas
Fuente: Javier Rodas López

2.2.- EVALUACIÓN INICIAL POR PUESTO DE TRABAJO

2.2.1.- Doblado de puertas



Figura 36: Dobladora de puertas

Fuente: Javier Rodas López

2.2.1.1.- Riesgo mecánico

Este es el puesto de trabajo por el cual arranca el proceso de fabricación de puertas del refrigerador. Su principal actividad es doblar láminas de chapa metálica de hasta 0,5mm de espesor a través de una máquina de aproximadamente 8 m de largo la cual está dividida en tres partes:

- a) Cargador de láminas (sistema de ventosas)



Figura 37: Cargador de láminas

Fuente: Javier Rodas López



b) Banda transportadora de lámina y troquel



Figura 38: Troquel individual-banda
Fuente: Javier Rodas López



Figura 39: Conjunto de troqueles-banda
Fuente: Javier Rodas López

c) Matriz de doblado



Figura 40: Matriz de doblado
Fuente: Javier Rodas López

Cabe mencionar que la máquina posee guardas de seguridad en todo su perímetro, pero a su vez, posee 5 puertas que permiten el ingreso a diferentes partes de la máquina, los cuales son

de libre acceso mientras está en funcionamiento por lo que se podrían suscitar accidentes por aplastamientos (troquel) o atrapamientos (cargador de láminas y banda).



Figura 41: Puertas sin seguridad

Fuente: Javier Rodas López

Pero el riesgo más importante se da por la forma en la que el pallet transportador de láminas es montado sobre la mesa del cargador de láminas ya que, se lo hace utilizando cadenas con acoples de fabricación artesanal, un tecele eléctrico y una mesa móvil.



Figura 42: Alimentación de planchas Tecle-cadenas

Fuente: Javier Rodas López

Con el pallet a plena carga, suele abastecerse de hasta 250 planchas apiladas directamente una sobre otra (no se tiene un contenedor o guías para evitar deslizamientos) con un peso total máximo de 600 kg.



Figura 43: Pallet de transporte de planchas

Fuente: Javier Rodas López

Cabe mencionar que se suscitó un caso en el que por la inestabilidad de las herramientas de elevación, se perdió la horizontalidad del pallet, ocasionando el volcamiento de la carga en donde el operador sufrió el impacto de las láminas, provocándole una contusión importante a nivel de su pierna derecha y cortes afortunadamente de poca profundidad.

Para evaluar el riesgo existente realizaremos la aplicación del Método de William Fine en su primera parte donde se consigue obtener el grado de peligrosidad.

Determinamos los valores a continuación según descripción del método en el capítulo 1:

Grado de Peligrosidad (GP) = Probabilidad (P) x Consecuencia (C) x Exposición (E)

Grado de Peligrosidad (GP) = 3 x 25 x 10 = 750

Con un grado de peligrosidad obtenido de 750 revisamos la tabla a continuación:

Grado de Peligrosidad (GP)		
Resultado	Riesgo	Acción
≥ 600	Alto	Corrección inmediata o suspensión de proceso.
$300 < R < 600$	Medio	Requiere atención. Intervención a corto plazo
$R < 300$	Bajo	Debe ser monitoreado. Intervención a mediano plazo.

Tabla 87: Grado de peligrosidad (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Como podemos observar, tenemos un Riesgo Alto, por lo que debemos tomar acciones correctivas inmediatas.

2.2.1.2.- Riesgo Ergonómico (OWAS)

En este puesto de trabajo, el ciclo dura 17 segundos, de los cuales 14 segundos el colaborador se mantiene erguido y 3 segundos con la espalda doblada con giro y su actividad es básicamente la recepción de la plancha transformada en puerta formada, y la ubicación de la misma de manera organizada en la cesta contenedor.



Figura 44: Colaborador recibiendo puerta formada (paso 1)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 45: Colaborador colocando puerta formada en cestas (paso 2)

Fuente: Javier Rodas López

Para el análisis de la evaluación de riesgo ergonómico utilizaremos el método OWAS:

Con la aplicación de las tablas del método OWAS descritas en el capítulo anterior conseguimos los siguientes resultados:



Resultados en Doblado de puertas											
	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
								Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia relativa		
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga		Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	3	17	18	1	1	2	1	1	1	1	2
Paso 2	14		82	4	1	3	1	2	2	1	1

Tabla 88: Resultados en doblado de puertas
Fuente: Javier Rodas López

Categoría de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Tabla 89: Categoría de riesgo-acción requerida
Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Como se puede apreciar, en el **paso 1** se indica que el hecho de mantenerse de pie considera la posibilidad de que se genere un daño al sistema músculo-esquelético. El nivel no es considerado importante por lo que se podría pensar como alternativa la rotación del personal cada 2 horas para evitar efectos adversos. En el **paso 2** se evidencia que la postura de inclinación de la espalda es perjudicial a largo plazo, teniendo la necesidad de tomar acciones correctivas a mediano plazo, donde se puede recomendar que la cesta sea elevada a una altura de tal manera que el colaborador no tenga que agacharse. En suma, este puesto no se podría considerar como un



riesgo ergonómico importante como para realizar un análisis de mejora o acciones correctivas urgentes.

2.2.2.- Desprendimiento de plástico

Esta actividad se enfoca en eliminar el plástico que viene adherido a la chapa metálica como protección a las ralladuras, ya que, en caso de no realizarlo, con el ensamble de las diferentes piezas que componen la puerta, se quedaría atrapado el plástico y se genera un defecto estético en el semi-elaborado.

Se han identificado 4 pasos más importantes dentro del proceso cuyas imágenes y resultados se muestran a continuación:



Figura 46: Paso 1 (Desprendimiento de plástico)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 47: Paso 2 (Desprendimiento de plástico)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 48: Paso 3 (Desprendimiento de plástico)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 49: Paso 4 (Desprendimiento de plástico)
Fuente: Javier Rodas López

2.2.2.1.- Riesgo ergonómico (OWAS)

Resultados en Desprendimiento de plástico											
Paso	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia relativa		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	3	50	6	2	1	3	1	2	1	1	1
Paso 2	3		6	1	2	2	1	1	1	1	1
Paso 3	14		28	4	1	3	1	2	2	1	1
Paso 4	30		60	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 90: Resultados en desprendimiento de plástico
Fuente: Javier Rodas López

Como podemos visualizar, en este puesto de trabajo no se identifica un riesgo importante (riesgo bajo) en ninguno de los pasos de la secuencia del proceso tanto en posturas adoptadas como en frecuencia de adopción, por lo que no se hará recomendaciones de modificación del puesto de trabajo.

2.2.3.- Colocado de Soporte

En este puesto de trabajo la actividad principal que realiza el operador es incorporar a la puerta formada los dos soportes plásticos (superior-Inferior de color negro) y adherirlos con cinta para garantizar que permanezcan en la posición al momento de la inyección de poliuretano. A continuación se presentan las imágenes más importantes del proceso y su respectiva evaluación.



Figura 50: Paso 1 (Colocado de soportes)
Fuente: Javier Rodas López

2.2.3.1.- Riesgo ergonómico (REBA)

Resultados en Colocado de soportes.											
Paso	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia relativa		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	34	50	68	2	1	1	1	2	2	1	2

Tabla 91: Resultados en Colocado de soportes
Fuente: Javier Rodas López

Se puede decir que este proceso no tiene un riesgo importante ni desde el punto de vista de la postura adoptada ni por la frecuencia de adopción por lo que no será considerado en el planteamiento de mejora del próximo capítulo.

2.2.4.- Hermetizado

La actividad principal de este puesto de trabajo es verter sobre las uniones del soporte y lámina metálica, silicón formando un contenedor hermético para evitar posteriormente la fuga de poliuretano. La posición principal adoptada por el colaborador y el análisis del riesgo de esta postura se muestra a continuación:



Figura 51: Paso 1 (Hermetizado)

Fuente: Javier Rodas López

2.2.4.1.- Riesgo ergonómico (OWAS)

Resultados en Hermetizado.											
Paso	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	26	30	87	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 92: Resultados en Hermetizado

Fuente: Javier Rodas López

Este proceso tiene un riesgo ergonómico bajo. No será considerado para mayor análisis.

2.2.5.- Colocado de placa refuerzo

En este puesto de trabajo se debe incorporar con cinta adherente a la lámina metálica unos refuerzos que posteriormente servirán como rosca para las manijas de la puerta.



Figura 52: Refuerzo metálico

Fuente: Javier Rodas López

Las imágenes más críticas de las posturas adoptadas en el proceso y su análisis se muestran a continuación.



Figura 53: Paso 1 (Colocado de refuerzo)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 54: Paso 2 (Colocado de refuerzo)

Fuente: Javier Rodas López

2.2.5.1.- Riesgo ergonómico (OWAS)

Resultados en Colocado de placa refuerzo											
	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia relativa		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	26	30	87	2	1	2	1	2	1	1	1
Paso 2	4		13	2	1	2	1	2	1	1	1

Tabla 93: Resultados en Colocado de placa refuerzo

Fuente: Javier Rodas López

Se evidencia que el puesto de trabajo no tiene mayor riesgo. Sin embargo, se observa que existe oportunidad de mejora con la instalación de una banda al ingreso del horno para evitar la postura de la espalda inclinada.

2.2.6.- Montaje de moldes

2.2.6.1.- Descripción de actividades y maquinaria

La actividad de montaje es el conjunto de tareas más importantes dentro de la organización en las cuales el colaborador debe velar por el buen funcionamiento de la maquinaria, moldes, herramientas, y a su vez es el encargado de realizar el cambio de moldes-matrices para poder fabricar otro modelo de puerta con la misma maquinaria. Si bien, él no es el encargado directo



de dar mantenimiento a la maquinaria y moldes, si es el principal responsable para que los set-up (cambios de moldes) se realicen dentro de un tiempo pre-establecido y de una manera satisfactoria, garantizando la calidad de las nuevas puertas a fabricar y a su vez la cantidad de las mismas.

En cada cambio de modelo se tiene que desmontar 16 moldes ya que, como se mencionó anteriormente, el carrusel con el que se cuenta posee 8 mesas de trabajo, y en cada una de ellas lleva dos moldes ya que se hace al mismo tiempo 1 juego de puerta grande y pequeña. Consecuentemente se debe montar la misma cantidad de moldes, dándonos un total de 32 moldes manipulados en un tiempo de alrededor de 60 minutos que se estipula debería durar el set-up.

El carrusel mide alrededor de 9 m de diámetro y su altura desde el piso a la mesa es de 1,05m; cabe mencionar que la altura de las mesas con las tapas abiertas obstaculiza cualquier posibilidad de contacto visual a otro punto del carrusel ya que su altura en esta posición alcanza 2,2m.



Figura 55: Mesa del carrusel abierta vista en perspectiva

Fuente: Javier Rodas López

La programación electrónica de esta máquina permite trabajar en modo automático (genera 1/8 de vuelta cada 60 segundos automáticamente usado en producción) y un modo manual (genera 1/8 de vuelta cada vez que se toque el pulsante usado en montaje). Tiene además un pulsante de paro de emergencia junto al pulsante de avance.

Las mesas de inyección miden 2,5 m de largo por 1m de profundidad. Estas están compuestas por dos partes: una parte fija solidaria a la estructura del carrusel y una parte móvil a manera de tapa con pivote en el lado posterior.



Figura 56: Mesa del carrusel abierta vista frontal

Fuente: Javier Rodas López

La mesa completa pesa 500 kg y la tapa sola pesa 300 kg. Su apertura y cierre se realiza en aproximadamente 5 segundos y la fuerza requerida proviene de dos émbolos neumáticos laterales que son accionados por el operador a través de un botón-válvula neumática.

Los moldes tienen un peso promedio de 100 kg cada uno y sus dimensiones son de 0,9m x 0,9m en los moldes pequeños, y de 0,9 x 1,4m en los grandes.



Figura 57: Juego de moldes de puertas

Fuente: Javier Rodas López

Cuando llega el momento de set-up, se forma un equipo de trabajo para conseguir bajar los moldes del modelo saliente y a su vez subir los moldes entrantes del modelo a producir. Todo esto se lo realiza a pulso, se acarrea el molde y se apila uno sobre otro para luego acomodarlo en el rack correspondiente (por premura de montaje), el modelo saliente y el modelo entrante de igual manera se lo toma a pulso desde el rack donde descansa para acarrearlo hasta el carrusel con una distancia aproximada de 8m de recorrido en cada operación.



Figura 58: Acarreo de moldes
Fuente: Javier Rodas López



Figura 59: Moldes apilados en el piso
Fuente: Javier Rodas López

2.2.6.2.- Accidentes ocurridos

Dentro de este proceso, en varias ocasiones se han generado accidentes mientras se transportaban los moldes que describiremos a continuación:

- a) Se ocasionó aplastamiento pues, en una ocasión el molde se dejó caer sobre el pie de un colaborador generándole una severa contusión donde el zapato punta de acero redujo las consecuencias.
- b) Se han generado en varias ocasiones atrapamientos de las manos y dedos entre molde y mesa al momento de asentar de manera descoordinada.



- c) Además, en una ocasión en una actividad de montaje, se enganchó accidentalmente una gata móvil de fabricación artesanal con el carrusel, y en su giro golpeó a un colaborador quien por momentos perdió el conocimiento y afortunadamente solo sufrió contusiones leves. Esto sucedió principalmente porque el mando del giro del carrusel lo tenía un operador quien se encontraba en una posición diametralmente opuesta desde el puesto de trabajo de inyección de poliuretano pues, es el único punto de este comando (parada y avance del carrusel).



Figura 60: Mesa de montaje artesanal en contacto con carrusel
Fuente: Javier Rodas López

2.2.6.3.- Riesgo mecánico

Aplicación de William Fine

Descrito el escenario anterior procedemos a calcular con William Fine el Grado de peligrosidad y el nivel de riesgo en primera instancia:

$$\text{Grado de Peligrosidad (GP)} = \text{Probabilidad (P)} \times \text{Consecuencia (C)} \times \text{Exposición (E)}$$

$$\text{Grado de Peligrosidad (GP)} = 3 \text{ (Coincidencia si ocurre)} \times 15 \text{ (Moderado)} \times 10 \text{ (Varias veces al día)}$$

$$\text{Grado de Peligrosidad (GP)} = 450$$



Grado de Peligrosidad (GP)		
Resultado	Riesgo	Acción
≥ 600	Alto	Corrección Inmediata o suspensión de proceso.
300 < R < 600	Medio	Requiere atención. Intervención a corto plazo
R < 300	Bajo	Debe ser monitoreado. Intervención a mediano plazo.

Tabla 94: Grado de peligrosidad (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Como se puede observar, con un grado de peligrosidad 450 es catalogado como riesgo medio y que requiere atención e intervención a corto plazo. Este puesto de trabajo será puesto en estudio para analizar las propuestas de mejora.

2.2.6.4.- Riesgo ergonómico (manipulación de cargas)

Con el método de manipulación de cargas del INSHT, procedemos a realizar la evaluación del riesgo ergonómico de este puesto de trabajo.

En la siguiente tabla se muestran los resultados del análisis:

Evaluación de levantamiento de cargas.				
Resultado		19,6		
Peso Aceptable = Peso Teórico * FP * FD * FG * FA * FF				
1	Peso Teórico	Por debajo del codo cerca del cuerpo	25	Tabla 67
2	Factor de población protegida (FP)	General 85%	1	Tabla 68
3	Factor de distancia vertical (FD)	Hasta 100 cm	0,9	Tabla 69
4	Factor de giro (FG)	Sin giro	1	Tabla 70
5	Factor de agarre (FA)	Agarre regular	1	Tabla 71
6	Factor de Frecuencia (FF)	1 vez cada 5 min - entre 1 y 2 h al día	1	Tabla 72

Tabla 95: Evaluación de levantamiento de cargas

Fuente: Javier Rodas López



Los moldes que se dispone en el área, en promedio llegan a pesar 80 kg los cuales son manipulados entre dos personas repartiéndose la carga y estimándose que cada uno tiene una carga de 40 kg.

Peso Real vs. Peso Aceptable	Riesgo	Medidas Correctivas
Peso Real \leq Peso Aceptable	Tolerable	No son necesarias *
Peso Real $>$ Peso Aceptable	No tolerable	Son necesarias

Tabla 96: Nivel de riesgo-medidas correctivos (Manipulación de cargas INSHT)

Fuente: Ergonautas. Universidad Politécnica de Valencia

Comparando los valores de Peso Real vs Peso Aceptable tenemos que el Peso Real de 40 kg es más del doble del peso que el colaborador debería cargar como máximo, resultando un riesgo No tolerable, por lo que este puesto de trabajo debe cambiar de manera urgente la forma en la que hace el traslado de los moldes y será considerado para realizar la propuesta de mejora.

2.2.7.- Carga y descarga de puertas en mesa de inyección

2.2.7.1.- Descripción de actividades y maquinaria

En este puesto de trabajo laboran dos colaboradores paralelamente ya que el uno se encarga de hacer la carga y descarga de la puerta pequeña y el otro de la grande.

El proceso empieza cuando con el giro del carrusel, llega una mesa con puertas listas para desmontar, donde se pulsa el botón para abrir la mesa, tomar las puertas y llevarlas a 2m de distancia y depositarlas en un rack.

Luego, las puertas a inyectar son abastecidas por bandas de hornos de precalentamiento tanto para la pequeña como para la puerta grande, donde el colaborador toma la puerta y la deposita en el molde quedando lista para su próximo proceso que es la inyección de poliuretano.



Figura 61: Descarga de puerta inyectada

Fuente: Javier Rodas López



Figura 62: Carga de puerta precalentada

Fuente: Javier Rodas López

2.2.7.2.- Accidentes ocurridos

Un accidente ocurrido en este puesto de trabajo ocasionó una contusión sufrida por un colaborador a nivel de su hombro con la tapa de la mesa debido a que, se fracturó el perno que sujeta el émbolo que levanta la tapa. El colaborador tuvo permiso por accidente y se lo ubicó en un nuevo puesto de trabajo luego de su recuperación.

Se investigó el accidente y se determinó que aun cuando el perno del émbolo se hubiese roto, debía el otro émbolo soportar la carga de la tapa de la mesa pero no tuvo esa capacidad porque no contaba con un sistema anti retorno de aire en caso de desabastecimiento de presión.



Figura 63: Soporte desprendido por fractura de perno y soldas
Fuente: Javier Rodas López



Figura 64: Pistón en mal estado producto del accidente
Fuente: Javier Rodas López



Figura 65: Ilustración del accidente
Fuente: Javier Rodas López

Las tapas de los moldes son sujetados a las tapas de la mesa del carrusel con una T roscada que no garantiza la estabilidad de este elemento en suspensión y se dio el caso en el que en producción se fracturo un perno (diámetro del perno no garantiza sujeción), dejando caer este elemento que puede llegar a pesar 70 kg con la fortuna de no haber alcanzado a ningún colaborador pero si estropeándose y significando un riesgo intolerable.



Figura 66: Moldes macho sujetos a tapa de mesa
Fuente: Javier Rodas López



Figura 67: T utilizada en sujeción de moldes macho
Fuente: Javier Rodas López

2.2.7.3.- Riesgo mecánico (Aplicación de William Fine)

Grado de Peligrosidad (GP) = Probabilidad (P) x Consecuencia (C) x Exposición (E)

GP = 3(coincidencia si ocurre) x 15 (consecuencia grave) x 10 (varias veces al día)

GP = 450

Grado de Peligrosidad (GP)		
Resultado	Riesgo	Acción
≥ 600	Alto	Corrección Inmediata o suspensión de proceso.
$300 < R < 600$	Medio	Requiere atención. Intervención a corto plazo
$R < 300$	Bajo	Debe ser monitoreado. Intervención a mediano plazo.

Tabla 97.- Grado de peligrosidad (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Como podemos apreciar, en este caso con 450 como grado de peligrosidad, tenemos un riesgo medio, el cual requiere atención e intervenir con una mejora en un corto plazo.

Este puesto de trabajo será analizado con una propuesta de mejora.

2.2.7.4.- Riesgo ergonómico

2.2.7.2.1.- Análisis método OWAS

En este puesto de trabajo el colaborador debe retirar la puerta inyectada con poliuretano y ubicarla en un rack para que pase al siguiente proceso. Posteriormente, toma la puerta que sale del horno de precalentamiento y monta en el molde para su posterior proceso.



Figura 68: Carga descarga paso 1

Fuente: Javier Rodas López



Figura 69: Carga descarga paso 2
Fuente: Javier Rodas López



Figura 70: Carga descarga paso 3
Fuente: Javier Rodas López



Figura 71: Carga descarga paso 4
Fuente: Javier Rodas López

Resultados en Carga y descarga											
Paso	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	5	60	8	2	1	1	1	2	1	1	1
Paso 2	5		8	1	1	7	1	1	1	1	1
Paso 3	5		8	1	1	7	1	1	1	1	1
Paso 4	45		75	2	1	1	1	2	1	1	1

Tabla 98: Resultados en Carga y descarga
Fuente: Javier Rodas López

Como se observa, aun cuando se tiene que caminar dentro del proceso, por la baja carga, espalda recta y brazo abajo, el riesgo no es importante en este puesto de trabajo.



2.2.7.2.2.- Evaluación del Riesgo ergonómico (Manipulación de cargas)

En este puesto de trabajo resulta interesante el estudio de la manipulación de cargas por su frecuencia de repetición y por su distancia vertical. Los resultados del análisis se presentan a continuación:

Evaluación de levantamiento de cargas.				
Resultado		7,5		
Peso Aceptable = Peso Teórico * FP * FD * FG * FA * FF				
1	Peso Teórico	Por encima del codo alejado del cuerpo	11	Tabla 67
2	Factor de población protegida (FP)	General 85%	1	Tabla 68
3	Factor de distancia vertical (FD)	Hasta 175 cm	0,84	Tabla 69
4	Factor de giro (FG)	Sin giro	1	Tabla 70
5	Factor de agarre (FA)	Agarre regular	0,95	Tabla 71
6	Factor de Frecuencia (FF)	1 vez por minuto - entre 2 y 8 h al día	0,85	Tabla 72

Tabla 99: Resultados en Carga y descarga (Manipulación de cargas INSHT)

Fuente: Javier Rodas López

La puerta mostrada en la imagen tiene un peso de alrededor de 7 kg por lo que el riesgo encontrado resulta aceptable y no se considerará este puesto de trabajo en la propuesta de mejora por riesgo ergonómico.

2.2.8.- Inyección de Poliuretano

2.2.8.1.- Riesgo mecánico

Descripción de actividades y maquinaria

En este puesto de trabajo se tiene como actividad principal la inyección de poliuretano en la puerta armada y montada sobre el molde.



El proceso arranca con la llegada de una mesa con las puertas listas para inyección, posterior a esto se toma un cabezal de inyección el mismo que, se encuentra suspendido en el aire a nivel de los hombros del colaborador. El colaborador presiona el botón del cabezal que manda a inyectar y se produce la descarga. El colaborador retira el cabezal y antes de que el poliuretano reaccione y se expanda, el colaborador cierra la mesa con un pulsante con un solo toque del mismo.



Figura 72: Inyección de poliuretano

Fuente: Javier Rodas López

Accidentes ocurridos

Sin considerar el montaje, este es el único punto donde las mesas de inyección son cerradas y en una ocasión, se generó un accidente importante donde un colaborador sufrió un atrapamiento de su mano por el cierre de la mesa (300kg de la tapa + acción de 2 émbolos con una fuerza combinada de 600 kg = 900 kg) y aun cuando la reacción de un compañero fue rápida y pulso el botón de apertura de la mesa, fue gravemente afectado y se tuvo que cambiar el puesto de trabajo para el desarrollo de sus funciones.

Aplicación de William Fine

Grado de Peligrosidad (GP) = Probabilidad (P) x Consecuencia (C) x Exposición (E)

GP = 3(coincidencia si ocurre) x 25 (consecuencia grave) x 10 (varias veces al día)

GP = 750

Grado de Peligrosidad (GP)		
Resultado	Riesgo	Acción
≥ 600	Alto	Corrección Inmediata o suspensión de proceso.
$300 < R < 600$	Medio	Requiere atención. Intervención a corto plazo
$R < 300$	Bajo	Debe ser monitoreado. Intervención a mediano plazo.

Tabla 100: Grado de peligrosidad (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Como podemos observar, con un grado de peligrosidad de 750, se apunta a tener un riesgo alto con una corrección inmediata o suspensión del proceso.

2.2.8.2.- Riesgo ergonómico (OWAS)

En este puesto de trabajo el colaborador orienta el cabezal de inyección para posteriormente proceder con la descarga de poliuretano en ambas puertas (pequeña y grande). Luego lo retira y tapa el material inyectado con superlon (material aislante para evitar que se esparza el poliuretano).Luego cierra la mesa a través de los pulsantes y se repite el ciclo.

Las imágenes del proceso y el análisis se muestran a continuación:



Figura 73: Inyección de poliuretano (paso 1)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 74: Inyección de poliuretano (paso 2)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 75: Inyección de poliuretano (paso 3)
Fuente: Javier Rodas López

Resultados en carga y descarga											
Paso	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	30	60	50	1	1	1	2	1	1	1	1
Paso 2	10		17	2	1	2	1	2	1	1	1
Paso 3	5		8	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 101: Resultados en carga y descarga (OWAS)
Fuente: Javier Rodas López



Este proceso no se puede considerar como un riesgo ergonómico, por lo que no será planteado en la propuesta de mejora.

2.2.8.3.- Riesgo Químico (Método de análisis químico cualitativo INSR)

Como se menciona, en este puesto de trabajo se realiza la inyección de poliuretano el cual tiene como componentes al Polioliol, isocianato y al ciclo pentano, de los cuales este último componente por sus características físico-químicas, resulta interesante para el análisis.

Este agente químico se mantiene en estado líquido hasta el momento que es vertido en la inyección, ya que pasa a estado gaseoso el mismo que juega el papel de “espumante” y permite que el poliuretano incremente ampliamente su volumen.

Además, el ciclo-pentano en estado gaseoso tiene un gran comportamiento como aislante térmico, razón por la cual es utilizado en las puertas y gabinetes de los refrigeradores.

El colaborador que ocupa este puesto de trabajo realiza esta actividad 8 horas al día con la consecuente cercanía a este agente químico, y aun cuando el área posee extractores para la ventilación mecánica es necesario una evaluación del riesgo químico.

A continuación se presenta el análisis y resultados de la evaluación cualitativa de riesgo químico y los resultados obtenidos.



Riesgo por inhalación de ciclo-pentano					
Resultado:				3500	
$P_{inh} = P_{riesgo\ pot} \times P_{volatilidad} \times P_{procedimiento} \times P_{protec.\ colec.} \times FC_{VLA}$					
1	Puntuación del riesgo potencial			100	Tabla 79
	Clase de Riesgo potencial			3	Tabla 78
1.1	Clase de peligro	H304	3	Tabla 74	
1.2	Clase de exposición potencial	Resultado Tabla 73 y 74	4	Tabla 77	
1.2.1	Clase de cantidad	54kg/día	3	Tabla 75	
1.2.2	Clases de frecuencia de utilización	8 horas al día	4	Tabla 76	
2	Puntuación de Volatilidad			100	Tabla 82
2.1	Clase de volatilidad	Pv = 36 Kpa	3	Tabla 81	
3	Puntuación del procedimiento de trabajo			3	0,5 Tabla 83
4	Puntuación de la protección colectiva	Ventilación mecánica	3	0,7	Tabla 84
5	Corrección en función del VLA	600ppm		1	Tabla 85

Tabla 102: Resultados de riesgo químico en Inyección por inhalación de ciclo-pentano (INSR)

Fuente: Javier Rodas López

Puntuación del riesgo por inhalación	Prioridad de acción	Caracterización del riesgo
> 1.000	1	Riesgo probablemente muy elevado (medidas correctoras inmediatas)
> 100 y ≤ 1.000	2	Riesgo moderado. Necesita probablemente medidas correctoras y/o una evaluación más detallada (mediciones)
≤ 100	3	Riesgo a priori bajo (sin necesidad de modificaciones)

Tabla 103: Resultados de riesgo químico en Inyección por inhalación de ciclo-pentano

Fuente: Javier Rodas López

Como se puede observar, el riesgo químico resultante es probablemente elevado donde se deben tomar medidas correctivas inmediatas.

Este puesto será considerado para una propuesta de mejora.

2.2.9.- Limpieza de poliuretano

2.2.9.1.- Riesgo ergonómico (OWAS)

En este puesto de trabajo la función principal es retirar las cintas adheridas en el proceso de colocado de soportes y manchas de poliuretano existentes en caso de fuga. El colaborador toma la puerta del rack y lo lleva a su mesa de trabajo, realiza el procedimiento de limpieza y coloca la puerta en una línea de rodillos para que pase al siguiente proceso.

Las imágenes más importantes del proceso y el análisis se muestran a continuación:



Figura 76: Limpieza (paso 1)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 77: Limpieza (paso 2)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 78: Limpieza (paso 3)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 79: Limpieza (paso 4)
Fuente: Javier Rodas López

Resultados en Limpieza											
	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	4	30	13	1	1	7	1	1	1	1	1
Paso 2	14		47	2	1	1	1	2	2	1	1
Paso 3	3		10	1	2	1	1	1	1	1	1
Paso 4	9		30	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 104: Resultados en Limpieza
Fuente: Javier Rodas López



El puesto de trabajo no tiene un riesgo ergonómico importante por lo que no será considerado para una propuesta de mejora.

2.2.10.- Armado de contrapuestas

2.2.10.1.- Riesgo ergonómico (OCRA)

Este puesto de trabajo consiste en fijar la compuerta de material plástico (PAI) a la puerta inyectada con poliuretano a través de alrededor de 60 tornillos en todo su perímetro. Esta actividad es llevada a cabo con la ayuda de un atornillador neumático. Las imágenes de la secuencia del proceso y la tabla con los resultados de la evaluación del riesgo se muestran a continuación.



Figura 80: Armado de contrapuestas (paso 1)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 81: Armado de contrapuestas (paso 2)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 82: Armado de contrapuestas (paso 3)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 83: Armado de contrapuestas (paso 4)
Fuente: Javier Rodas López



Resultados del análisis:

Datos y resultados del método OCRA en Armado de contrapuertas				
Resultado:			6,175	
Riesgo:	Aceptable. No se requiere acción		Tabla 66	
Tiempo total del ciclo:			80 seg	
Tiempo de duración del movimiento repetitivo:			31 seg	
ICLK=MD*(FR + FF + FFz + FP + FC)				
1	Multiplicador de duración (MD)			
	MD=		0,65	Tabla 52
	TNTR= DT-(TNR + P + A)			
	DT	TNR	P	A
	510	311	15	30
TNTR =		154		
2	Factor de recuperación (FR)		0	Tabla 53
3	Factor de frecuencia (FF)			
	FF=		3	
	Repeticiones/min	30		
	ATD:	3		Tabla 54
	ATE:	0		Tabla 55
4	Factor de fuerza (FFz)	0	Débil	Tabla 57 y 58
5	Factor de posturas y movimientos (FP)			
	FP=Max(PHO;PCo;PMu;PMa)+Pes			
	FP=		3,5	
	Pho	2		Tabla 59
	Pco	2		Tabla 60
	Pmu	2		Tabla 61
	Pma	2		Tabla 62
	Pes	1,5		Tabla 63
6	Factor de riesgos adicionales (FC)			
	FC=Ffm + Fso			
	Fc=		3	
	Ffm=	2		Tabla 64
	Fso=	1		Tabla 65

Tabla 105: Resultados en armado de contrapuerta (OCRA)

Fuente: Javier Rodas López

Como podemos ver, luego de la aplicación del método OCRA, evidenciamos que el riesgo ergonómico presente es aceptable y no requiere acciones correctivas por lo que no será considerado en la propuesta de mejora.



2.2.11.- Colocado de Empaque

2.2.11.1.- Riesgo ergonómico (OCRA)

En este puesto de trabajo se incorpora el empaque (que hace sello entre la puerta y el gabinete) con la contrapuerta. Esto se consigue haciendo presión con las manos del operador repetidamente a lo largo del perímetro de la puerta. Las imágenes del proceso y la tabla de resultados se muestran a continuación:



Figura 84: Colocado de empaque (paso 1)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 85: Colocado de empaque (paso 2)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 86:Colocado de empaque (paso 3)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 87: Colocado de empaque (paso 4)
Fuente: Javier Rodas López



Datos y resultados del método OCRA en Colocado de empaques				
Resultado:				4
Riesgo:	Aceptable. No se requiere acción			Tabla 66
Tiempo total del ciclo:				60 seg
Tiempo de duración del movimiento repetitivo:				15 seg
ICLK=MD*(FR + FF + FFz + FP + FC)				
1	Multiplicador de duración (MD)			
	MD=		0,5	Tabla 52
	TNTR= DT-(TNR + P + A)			
	DT	TNR	P	A
	510	360	15	30
TNTR =		105		
2	Factor de recuperación (FR)		0	Tabla 53
3	Factor de frecuencia (FF)			
	FF=		3	
	Repeticiones/min	30		
	ATD:	3		Tabla 54
	ATE:	0		Tabla 55
4	Factor de fuerza (FFz)		0	Débil Tabla 57 y 58
5	Factor de posturas y movimientos (FP)			
	FP=Max(PHo;PCo;PMu;PMa)+Pes			
	FP=		2	
	Pho	0		Tabla 59
	Pco	2		Tabla 60
	Pmu	2		Tabla 61
	Pma	0		Tabla 62
	Pes	0		Tabla 63
6	Factor de riesgos adicionales (FC)			
	FC=Ffm + Fso			
	Fc=		3	
	Ffm=	2		Tabla 64
	Fso=	1		Tabla 65

Tabla 106: Resultados en colocado de empaque (OCRA)

Fuente: Javier Rodas López

Como vemos, con una índice ICLK de 4, el nivel de riesgo es considerado óptimo y no requiere acción de mejora.



Índice Check List OCRA	Nivel de Riesgo	Acción recomendada	Índice OCRA equivalente
≤ 5	Óptimo	No se requiere	≤ 1.5
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere	1.6 - 2.2
7.6 - 11	Incierto	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto	2.3 - 3.5
11.1 - 14	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	3.6 - 4.5
14.1 - 22.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	4.6 - 9
> 22.5	Inaceptable Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	> 9

Tabla 107: Índice ICLK, nivel de riesgo, acción recomendada
Fuente: Javier Rodas López



2.2.11.2.- Riesgo ergonómico (RULA)

En este puesto de trabajo se ha realizado la evaluación de la postura adoptada más crítica para analizar los efectos en los miembros superiores.

A continuación se presenta sus resultados:

Aplicación del método RULA en colocado de empaque												
	Segmento	Angulo Obtenido	Puntuación	Adición	Puntuación de adición	Puntuación de pronación supinación	Total	Valor General	Adición por frecuencia de postura	Adición por carga	Valor C	Valor D
Grupo A	Brazo	42	2	No abducción, no rotación, no apoyo	0	N/A	2	3	0	1	4	N/A
	Antebrazo	62	1	No se desplaza	0	N/A	1					
	Muñeca	15	2	Desviación Cubital	1	0	3					
Grupo B	Cuello	10	1	Cabeza rotada	1	N/A	2	2	0	1	N/A	3
	Tronco	5	2	No hay rotación ni inclinación lateral	0	N/A	2					
	Piernas	De pie con peso distribuido simétricamente	1	N/A	N/A	N/A	1					
Puntuación Final:				3/7								

Tabla 108: Resultados en colocado de empaque (RULA)

Fuente: Javier Rodas López

El nivel riesgo ergonómico obtenido es 3 considerándose un riesgo medio que debería realizar seguimiento ya que posiblemente se necesite tomar medidas.

2.2.12.- Colocado de manija

2.2.12.1.- Riesgo ergonómico (OWAS)

El proceso de este puesto de trabajo empieza cuando el colaborador toma la puerta de la línea de rodillos para ubicarla en su mesa de trabajo. Posteriormente ubica la manija del refrigerador para con la ayuda de un atornillador eléctrico fijar 6 tornillos. Luego coloca la tapa de la manija y procede a transportarla hasta un rack que está a 3 m de distancia.



Figura 88: Colocado de manija (paso 1)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 89: Colocado de manija (paso 2)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 90:Colocado de manija (paso 3)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 91: Colocado de manija (paso 4)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 92: Colocado de manija (paso 5)
Fuente: Javier Rodas López

Resultados en Colocado de manija											
	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	3	56	5	2	1	1	1	2	1	1	1
Paso 2	3		5	2	2	1	1	2	1	1	1
Paso 3	22		39	1	2	1	1	1	1	2	1
Paso 4	20		36	2	1	1	1	2	2	1	1
Paso 5	8		14	1	1	7	1	1	1	1	1

Tabla 109: Resultados en Colocado de manija (OWAS)
Fuente: Javier Rodas López

Los resultados obtenidos del análisis indican que el riesgo ergonómico en este puesto de trabajo no es importante. Esto se debe a la baja carga manejada y al dinamismo del proceso. No será considerado para proponer mejoras.



2.2.13.- Colocado de grifo-accionador (dispenser)

2.2.13.1.- Riesgo ergonómico (OWAS)

Las puertas poseen un grifo dispensador de agua, el cual es acoplado a través de una rosca utilizando una herramienta eléctrica como apoyo. El proceso inicia cuando el operador con la herramienta eléctrica se dirige hacia la puerta y lo acopla, para posteriormente ubicar en el rack de abastecimiento.



Figura 93: Colocado de grifo (paso 1)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 94: Colocado de grifo (paso 2)

Fuente: Javier Rodas López



Resultados en Colocado de Grifo											
	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	34	40	85	2	1	1	1	2	3	1	1
Paso 2	6		15	1	1	7	1	1	1	1	1

Tabla 110: Resultados en Colocado de Grifo (OWAS)

Fuente: Javier Rodas López

Como se puede observar, en la categoría por frecuencia relativa, la espalda alcanza un valor de 3, el cual se cataloga como un proceso con efectos dañinos para el sistema músculo esquelético, por lo que este puesto de trabajo será considerado para una propuesta de mejora.



2.2.13.2.- Riesgo ergonómico (REBA)

Aplicación del método REBA en Colocado de grifo															
	Segmento	Angulo Obtenido	Puntuación	Adición	Puntuación de adición	Total	Valor General	Adición por Fuerza aplicada	Adición por fuerza brusca	Adición por tipo de agarre	Punt. A	Punt. B	Punt. C	Adición a punt. C	Total Punt. C
Grupo A	Tronco	8	2	Inclinación lateral	1	3	4	0	0	N/A	4	N/A	4	1	5
	Cuello	58	2	No rotación ni inclinación	0	2									
	Piernas	De pie con soporte bilateral simétrico	1	No flexión de rodillas	0	1									
Grupo B	Brazo	9	1	No abducción, rotación o pinto de apoyo	0	1	2	N/A	N/A	0	N/A	2			
	Antebrazo	55	2	N/A	N/A	2									
	Muñeca	10	1	desviación cubital	1	2									
Puntuación Final:													5		
Nivel de riesgo medio. Es necesaria la actuación.															

Tabla 111: Resultados en colocado de grifo (REBA)

Fuente: Javier Rodas López

2.2.14.- Abastecimiento de puertas a la línea de ensamble

2.2.14.1.- Riesgo ergonómico (OWAS)

En este puesto de trabajo se realiza el abastecimiento de puertas listas hacia la línea de ensamble a través de una banda.

El operador toma las puertas del rack, hace una inspección visual del cumplimiento de los estándares de calidad, y la deposita en la banda mencionada.

Las imágenes de la secuencia del proceso y los resultados del análisis se muestran a continuación.



Figura 95: Abastecimiento (paso 1)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 96: Abastecimiento (paso 2)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 97: Abastecimiento (paso 3)

Fuente: Javier Rodas López

Resultados en Abastecimiento											
Paso	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	6	30	20	1	2	1	1	1	1	1	1
Paso 2	21		70	2	1	1	1	1	2	1	1
Paso 3	3		10	2	1	1	1	1	1	1	1

Tabla 112: Resultados en Abastecimiento (OWAS)

Fuente: Javier Rodas López

Como se muestra en los resultados del análisis, este puesto no tiene un riesgo ergonómico importante porque las posturas adoptadas no son extremas y por la baja frecuencia relativa, por lo que no será considerado en la propuesta de mejora, sin embargo como se puede apreciar en las fotografías, el operador no está haciendo un adecuado uso de los EPPs pues se evidencia ausencia de guantes y gafas protectoras en la cabeza, lo cual incrementa un riesgo mecánico existente mapeado como tolerable por actos sub estándar. El procedimiento en estos casos es la retroalimentación inmediata al colaborador y el debido seguimiento diario para que esta situación no se propague o se convierta en reincidencias.



2.2.15.- Reproceso

2.2.15.1.- Riesgo ergonómico (OWAS)

Este proceso está fuera de la línea de producción. Su fundamental razón de ser es, porque a lo largo de la cadena de valor de esta sección pueden generarse ciertas desviaciones en los resultados esperados en la calidad de los semielaborados ya que como se indicó anteriormente, el manejo de poliuretano es crítico.

El proceso arranca cuando el operador toma la puerta del rack y la lleva hacia su mesa de trabajo. Dependiendo del defecto, el operador suele usar una variedad de herramientas, pero en general adopta la posición mostrada a continuación. Una vez reprocesada, la puerta es trasladada hasta el proceso que le corresponde seguir.

Las imágenes muestran la secuencia del proceso y en la tabla los resultados del análisis.



Figura 98: Reproceso (paso 1)

Fuente: Javier Rodas López



Figura 99: Reproceso (paso 2)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 100: Reproceso (paso 3)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 101: Reproceso (paso 4)

Fuente: Javier Rodas López

Resultados en Reproceso											
	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	5	60	8	1	2	7	1	1	1	1	1
Paso 2	5		8	1	1	1	1	1	1	1	1
Paso 3	30		50	2	1	1	1	2	2	1	1
Paso 4	20		33	1	1	7	1	1	1	1	1

Tabla 113: Resultados en Reproceso (OWAS)

Fuente: Javier Rodas López

Como podemos observar, este puesto de trabajo no representa un riesgo ergonómico importante y no será considerado para una propuesta de mejora.



2.3.- Matriz de riesgos (Estado Inicial)

Matriz de riesgos estudiados (Estado inicial antes de realizar la propuesta de mejora)																		
Descripción del puesto de trabajo				Riesgo Químico	Riesgo Mecánico						Riesgo Ergonómico				Total			
#	Puesto de trabajo	Maquinaria - Herramientas	Químico utilizado en el proceso	Químico en observación	Caída de objetos	Caída al mismo nivel	Caída a distinto nivel	Cortes o golpes	Proyección de partículas	Aplastam.	Postura forzada	Movimientos repetitivos	Elevación de cargas	Empuje o tracción de cargas	Int	Imp	Mod	TOL
1	Doblado	Dobladora			INT			IMP		INT	TOL			TOL	2	1		2
2	Desprendimiento de plástico	Pelador (herramienta manual)						MOD			TOL						1	1
3	Colocado de soporte	Martillo						MOD			TOL						1	1
4	Hermetizado	Selladora	Silicón	TOL							TOL							2
5	Colocado de placa refuerzo										MOD						1	
6	Montaje	Carrusel			MOD	MOD	MOD	MOD	MOD	INT	TOL		INT	MOD	2		6	1
7	Carga y descarga	Carrusel			IMP					IMP	TOL		MOD			2	1	1
8	Inyección de poliuretano	Carrusel- Cabezal de inyección	Poliuretano (Ciclo pentano)	MOD						INT	MOD				1		2	
9	Limpieza	Espátula	Alcohol	MOD				MOD			TOL						2	1
10	Armado de contrapueras	Atornillador neumático									TOL							1
11	Colocado de empaque										TOL							1
12	Colocado de manija	Atornillador eléctrico									TOL							1
13	Colocado de grifo	Atornillador eléctrico									TOL	IMP				1		1
14	Abastecimiento	Banda transportadora									TOL							1
15	Reproceso	Pulidora, martillo.	Pulimento	TOL							TOL							2

Tabla 114: Matriz de riesgos estudiados (Estado inicial antes de realizar la propuesta de mejora)

Fuente: Javier Rodas López



Cantidad de Riesgos por categoría (estado inicial).	
Nivel de riesgo	Cantidad
Intolerables	5
Importantes	4
Moderados	14
Tolerables	16

Tabla 115.- Cantidad de Riesgos por categoría (estado inicial)

Fuente: Javier Rodas López

2.4.- DETERMINACIÓN DE LOS CINCO PUESTOS CRÍTICOS

Luego del análisis inicial, se ha mencionado en cada uno de los puestos de trabajo las observaciones encontradas tanto en riesgo mecánico, ergonómico y químico respectivamente.

Basándonos en la matriz de riesgos determinados los puestos de trabajo en los que se realizará la propuesta se muestra en la siguiente tabla:

Puestos donde se propondrá mejoras		
#	Nombre del puesto de trabajo	Riesgo a reducir
1	Dobladora de puertas	Mecánico
2	Montaje	Mecánico y ergonómico
3	Carga y descarga	Mecánico
4	Inyectador	Mecánico
5	Colocado de grifo	Ergonómico

Tabla 116: Puestos donde se propondrá mejoras

Fuente: Javier Rodas López

CAPÍTULO 3

PROPUESTAS DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS PARA MEJORAR LA SEGURIDAD EN LOS PUESTOS DE TRABAJO Y COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

3.1.- PROPUESTA DE CONTROL Y COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN

3.1.1.- Propuesta de mejora en doblado de puertas

Para reducir los riesgos tanto mecánicos como ergonómicos asociados a este puesto de trabajo se propone lo siguiente:

3.1.1.1.- Propuesta para reducir riesgo mecánico

En primera instancia, es de suma urgencia eliminar la posibilidad de que las planchas en suspensión puedan generar nuevamente un accidente, por lo que se sugiere eliminar de manera inmediata el sistema de elevación y alimentación de láminas a través del pallet-cadenas-tecle y reemplazar por un sistema de apilador móvil.



Figura 102: Apilador Thor
Fuente: Javier Rodas López

En la imagen se muestra el apilador eléctrico marca Thor, el cual tiene una capacidad de carga de 1000kg satisfaciendo las necesidades para una operación segura y además resultando versátil y amigable con el proceso ya que su desplazamiento y elevación es realizado a través de motores eléctricos y pistones hidráulicos por lo que su control y conducción garantiza el bienestar y confort del operador.



La cotización del equipo se muestra a continuación:

Precio Unitario Total:	6.750.00 + IVA
BATERÍA ADICIONAL:	650.00 + IVA
FORMA DE PAGO:	50% a la aceptación 50% contra entrega
TIEMPO DE ENTREGA:	14 semanas a partir de la recepción del anticipo
GARANTÍA:	1 Año
VALIDEZ DE LA OFERTA:	15 días.

Figura103: Cotización apilador Thor
Fuente: Javier Rodas López

Costo total incluido IVA: 8.288 dólares americanos.

Adicionalmente, para utilizar este apilador se debe realizar la adecuación de 10 pallets actualmente existentes que se adapten a la geometría del apilador cuyo diseño se muestra a continuación:

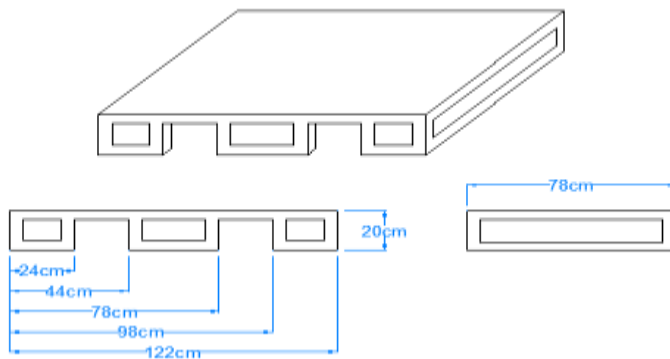


Figura 104: Diseño para modificación de pallet
Fuente: Javier Rodas López

Los costos alcanzados para la realización de esta readecuación, según la cotización hecha por el proveedor interno se muestran en la siguiente imagen:

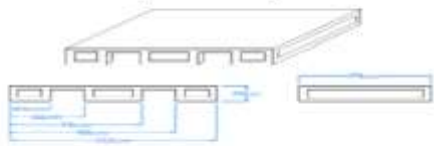
COTIZACIÓN	
Modificación de 10 pallets con las siguientes dimensiones:	
	
Materiales a utilizar: Ángulo metálico 1 ½ x 3/16 Pintura esmalte	
PLAZO DE ENTREGA	5 días
RECURSOS	1 PERSONA
COSTO DE MATERIALES	\$193
MANO DE OBRA	\$100
TOTAL	\$293

Figura 105: Cotización modificación de pallets

Fuente: Javier Rodas López

Como segundo punto, para evitar atrapamientos y aplastamientos con la máquina, se sugiere instalar interruptores electrónicos de seguridad en cada uno de los accesos existentes, en las guardas de la máquina en tal virtud de que si se registra apertura de alguno de ellos mientras la máquina está en funcionamiento, se genere una parada de emergencia de manera automática.

A continuación, se muestra el dispositivo de seguridad recomendado y la cotización del mismo:



Figura 106: Interruptor electrónico de seguridad

Fuente: Javier Rodas López



DESCRIPCION	CANTIDAD	COST UNIT	COST TOTAL
Módulo de seguridad para paro de emergencia, PL e Cat.4, Interf:2x contacto NO Alim:24 VDC, Modelo: AR-08V024	1	192,4	192,4
Detector de seguridad con tecnología RFID,nInterf:2x contacto NC, Alim:24VDC, Conector: M12, Modelo: (imposible de trampear)	5	148,39	741,95
TOTAL			934,35

Figura 107: Cotización de Interruptores electrónicos de seguridad

Fuente: Javier Rodas López

3.1.1.2.- Costo total generado para la reducción de riesgos en Doblado de Puertas

Los costos alcanzados para conseguir la mejora general en seguridad con respecto a este puesto de trabajo se muestra en la tabla a continuación:

Costo total				
#	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo Total
1	Apilador eléctrico Thor 1000kg	1	8.288,00	8.288,00
2	Modificación de pallets	10	29,30	293,00
3	Interruptores electrónicos de seguridad	5	148,39	741,95
4	Módulo de seguridad para paro de emergencia	1	192,40	192,40
5	Costo de mano de obra de instalación	1	100	100
			Total:	9.615,35

Tabla 117: Costo de mejoras para reducir riesgo en dobladora

Fuente: Javier Rodas López

3.1.1.3.- Aplicación del método de William Fine

A continuación, se aplicará el método citado para analizar si la Justificación de Inversión es sustentable desde un enfoque financiero.

Revisemos la justificación de la inversión (JI):

$$JI = \frac{\text{Grado de Peligrosidad (GP)}}{\text{Factor de Costo (FC) x Grado de Corrección (GC)}}$$

$$JI = \frac{750}{3 \times 4} = 62,5$$

Según la tabla a continuación, podemos apreciar que la inversión para la disminución del riesgo de este puesto de trabajo está totalmente justificada.

Justificación de Inversión (JI)	
Valor	Conclusión
Menor que 10	Inversión dudosa
Entre 10 y 20	Inversión Justificada
Mayor que 20	Inversión Totalmente Justificada

Tabla 118: Justificación de Inversión (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

3.1.2.- Propuesta para reducir riesgo mecánico y ergonómico en montaje

3.1.2.1.- Propuesta para reducir riesgo mecánico

Como primer punto, se recomienda la instalación de dos botones de parada de emergencia tanto para el área de montaje como para el área de carga y descarga consiguiéndose de esta manera garantizar que el carrusel se mantendrá estático mientras se realiza una función específica en los puntos que el operador de Inyección de poliuretano no alcanza a ver.



Figura 108: Pulsante de parada de emergencia

Fuente: Empresa proveedora

En el proceso de cambio de moldes se han dado accidentes e incidentes de manera recurrente porque como se indicó anteriormente, este proceso se realiza directamente con los colaboradores que cargan los moldes, por lo que se recomienda con carácter urgente cambiar el proceso de montaje para realizarlo con la utilización del apilador eléctrico que se indicó en la propuesta de mejora de la dobladora. De este modo los colaboradores mantendrán la distancia suficiente para evitar más accidentes con un recurso ya contemplado dentro de los costos de mejora, reduciendo la inversión de este equipo para mejorar este proceso.



Figura 109: Apilador Thor

Fuente: Empresa proveedora

Se evidencia que la falta de orden del área es una de las causales para que los sucesos lamentables se desencadenen, por lo que se propone realizar un sistema de almacenamiento que garantice la estabilidad y fácil acceso de los moldes de inyección de puertas ya que son los principales causantes de los incidentes del área.

Con los existentes se puede recuperar el material y en función de un nuevo diseño, se puede conseguir un sistema de almacenado óptimo.

El diseño a continuación contempla las dimensiones para que el apilador eléctrico consiga realizar las maniobras de traslado de moldes sin necesidad de que el operador toque el molde.

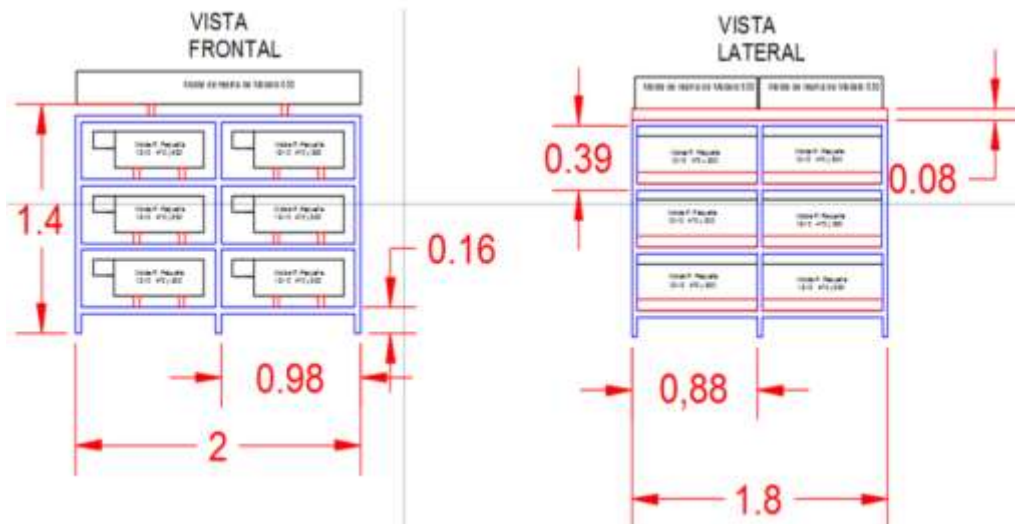


Figura 110: Diseño de rack para moldes de puertas

Fuente: Javier Rodas López



3.1.2.2.- Costos de inversión

Costo de inversión para mejora del área de montaje				
#	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Pulsante de paro de emergencia	2	50	100
2	Costo mano de obra de instalación de pulsantes de emergencia	2	25	50
3	Readecuación de racks (mano de obra)	3	200	600
4	Apilador eléctrico (ya contemplado en dobladora)	1	0	0
				750

Tabla 119: Costo de inversión para mejora del área de montaje
Fuente: Javier Rodas López

3.1.2.3.- Aplicación de William Fine

Con el grado de peligrosidad de 450 obtenido en el capítulo anterior, se procede a calcular la justificación de la inversión.

$$JI = \frac{\text{GradodePeligrosidad (GP)}}{\text{FactordeCosto(FC)} \times \text{GradodeCorreccion (GC)}}$$

$$JI = \frac{450(\text{Gradodepeligrosidad})}{2(\text{Factordecosto}) \times 4(\text{GradodeCorreccion})} = 56$$

Justificación de Inversión (JI)	
Valor	Conclusión
Menor que 10	Inversión dudosa
Entre 10 y 20	Inversión Justificada
Mayor que 20	Inversión Totalmente Justificada

Tabla 120: Justificación de Inversión (William Fine)
Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Según la tabla anterior, podemos observar que aplicando el método de William Fine la inversión está totalmente justificada.

3.1.2.4.- Propuesta para reducir riesgo ergonómico en montaje

Como se ha visto, el problema que se origina en montaje con respecto al riesgo ergonómico debido a que los colaboradores tienen que manipular cargas con un peso de más del doble de

lo que se considera aceptable, pero pensando en una solución holística, con la propuesta realizada para la mejora del riesgo mecánico de este mismo puesto de trabajo, también se mejora completamente desde el punto de vista ergonómico, ya que el colaborador al manipular los moldes con el apilador eléctrico, ya no tiene que involucrar al personal en esta actividad.

3.1.3.- Propuesta para reducir el riesgo en Carga y descarga

3.1.3.1.- Propuesta para reducir riesgo mecánico

Se propone construir pernos más robustos para la sujeción de los moldes macho de tal manera que garanticen la seguridad de los colaboradores y de la maquinaria implicada evitándose de esta manera la posibilidad de que se genere un accidente por la caída súbita del molde en los miembros superiores del colaborador.

En la siguiente imagen se muestra un bosquejo del elemento necesario para mejorar en este punto.

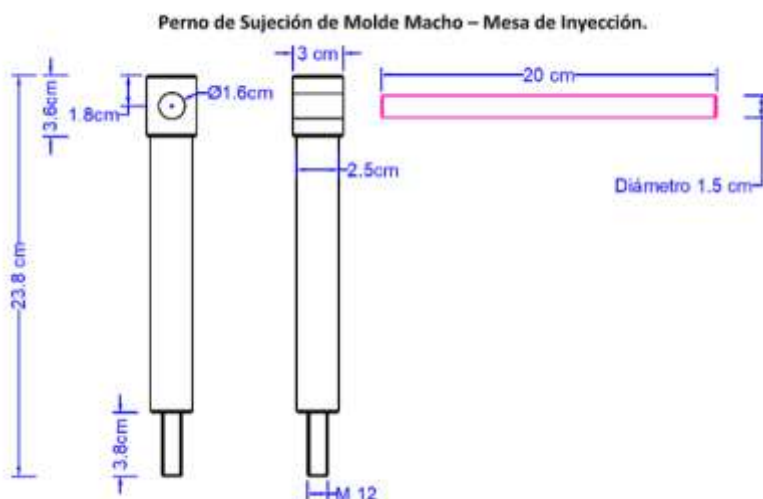


Figura 111: Diseño de T para sujeción de moldes macho

Fuente: Javier Rodas López

Además, como se mencionó en el capítulo anterior, cuando se suscitó el accidente en el que se rompió el perno de sujeción del émbolo con la tapa de la mesa, y golpeó el hombro del



colaborador, el émbolo del lado contrario debía soportar la carga ya que su diseño fue pensado de esa manera.

La razón por la que no contuvo el cierre de la tapa, es porque el circuito de conexión neumática del carrusel no garantiza la condición de seguridad deseada, por lo que se propone hacer un nuevo diseño de circuito neumático y verificar todos los cordones de suelda del carrusel y reforzarlos si es necesario.

3.1.3.2.- Costos de inversión

Costo de inversión para mejora de Carga y descarga.				
#	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Pernos de sujeción de moldes macho (contrato externo)	32	40	1280
2	Bases roscadas (contrato externo)	140	20	2800
3	Rediseño del circuito neumático (causal de accidente)	1	500	500
4	Instalación del nuevo diseño de circuito neumático (causal de accidente)	1	300	300
5	Inspección y refuerzo de cordones de suelda (causal de accidente)	1	100	100
				4980

Tabla 121: Costo de inversión para mejora de Carga y descarga.

Fuente: Javier Rodas López

3.1.3.3.- Aplicación de William Fine

Con el grado de peligrosidad de 450 obtenido en el capítulo anterior, se procede a calcular la justificación de la inversión.

$$JI = \frac{\text{GradodePeligrosidad (GP)}}{\text{FactordeCosto(FC)xGradodeCorreccion (GC)}}$$

$$JI = \frac{450}{3 \times 4} = 38$$

Justificación de Inversión (JI)	
Valor	Conclusión
Menor que 10	Inversión dudosa
Entre 10 y 20	Inversión Justificada



Mayor que 20

Inversión Totalmente Justificada

Tabla 122: Justificación de Inversión (William Fine)**Fuente:** Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Como se puede observar, al tener un valor de 38 como justificación de inversión, podemos afirmar que la mejora es más que factible desde un enfoque financiero.

3.1.4.- Propuesta para reducir el riesgo en inyección

3.1.4.1.- Propuesta para reducir riesgo mecánico

Como se mencionó en el capítulo anterior, el problema de seguridad más importante en este puesto de trabajo es que basta con presionar un pulsante de manera instantánea para que la mesa reciba la señal de bajada y esta no se detendrá hasta llegar a su punto muerto inferior, cosa que representa un problema pues, en ocasiones el operador oprime el pulsante y se retira del área a realizar otras actividades por lo que una operación tan crítica carece de supervisión del operador.

Para superar esto se propone:

Diseñar un sistema neumático con doble pulsante que garantice que el operador que cierra la mesa de inyección estará siempre con las dos manos en el lugar adecuado evitándose así su propio atrapamiento con la máquina.

El sistema debe garantizar que los pulsantes deben permanecer accionados hasta que la mesa se haya cerrado en su totalidad, en tal virtud que si el operador suelta uno o dos de los pulsantes, la tapa de la mesa detiene su marcha (esto evita que el operador se retire del área o enfoque su atención en otra actividad)

Los pulsantes deben estar ubicados de tal manera que el operador dirija su atención y mirada a la mesa de inyección en proceso de cierre.



3.1.4.2.- Costos de inversión (cotización del área de proyectos de la organización)

Costo de inversión para mejora de Inyección				
#	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Cambio en el diseño del sistema neumático y conexión de electroválvulas	1	1800	1800
2	Mano de obra de instalación	1	200	200
				2000

Tabla 123: Costo de inversión para mejora de Inyección
Fuente: Javier Rodas López

3.1.4.3.- Aplicación de William Fine

Con un grado de peligrosidad de 750 obtenido en el capítulo anterior, se procede a evaluar si la justificación de la inversión resulta satisfactoria para la propuesta.

$$JI = \frac{\text{Grado de Peligrosidad (GP)}}{\text{Factor de Costo (FC) x Grado de Corrección (GC)}}$$

$$JI = \frac{750}{3 \times 4} = 62,5$$

Justificación de Inversión (JI)	
Valor	Conclusión
Menor que 10	Inversión dudosa
Entre 10 y 20	Inversión Justificada
Mayor que 20	Inversión Totalmente Justificada

Tabla 124: Justificación de Inversión (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

Se puede asegurar que la inversión está totalmente justificada.



3.1.4.4.- Propuesta para reducir riesgo químico

Al haber obtenido un riesgo elevado luego de la realización de la evaluación cualitativa de riesgo químico, se propone realizar a celeridad posible una medición ambiental del nivel de contaminación que tiene este puesto de trabajo para determinar si la ventilación mecánica existente está extrayendo de manera satisfactoria a este agente químico.

Luego de este nuevo análisis se podrá determinar el nivel de riesgo químico existente de una manera más precisa y en función de eso se deberá tomar acciones respectivas de control.

3.1.5.- Propuesta para reducir el riesgo ergonómico en colocado de grifo

3.1.5.1.- Propuesta para reducir riesgo ergonómico

Para reducir el riesgo de este puesto de trabajo se propone directamente realizar un utillaje en el cual, la puerta sea montada para subir su nivel en 0,3 m evitando que el colaborador mantenga la postura de su espalda flexionada hacia adelante ya que el proceso ha sido catalogado como dañino para el sistema músculo-esquelético por su frecuencia relativa de adopción de postura.

Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
	Espalda	Brazos	Piernas
2	3	1	1
1	1	1	1

Figura 112: Resultado de la evaluación de riesgo ergonómico

Fuente: Javier Rodas López

Se sugiere hacer un utillaje que sea capaz de elevar el nivel de la puerta y que a su vez mantenga la puerta en la posición, para que el colaborador no tenga que estarla sosteniendo durante el proceso. A continuación una propuesta de diseño:

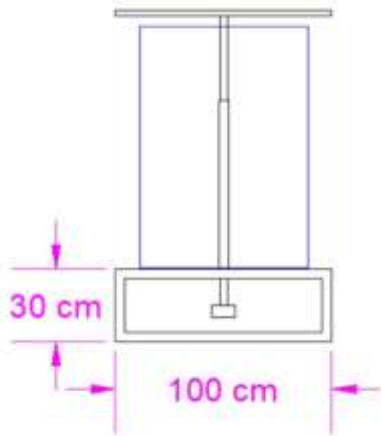


Figura 113: Diseño de utillaje propuesto para colocado de grifo
Fuente: Javier Rodas López

El mecanismo de ajuste de la puerta será liberado con un pedal ubicado en la parte inferior y la fuerza para mantener presionada la puerta proviene de un muelle acoplado al mecanismo.

3.1.5.2.- Costos de inversión (cotización del área de proyectos de la organización)

Costo de inversión para mejora de colocado de grifo				
#	Descripción	Cantidad	Costo unitario	Costo total
1	Construcción de utillaje-plataforma para elevar nivel de puerta.	1	300	300
				300

Tabla 125: Costo de inversión para mejora de colocado de grifo
Fuente: Javier Rodas López

3.2.- Análisis comparativo del costo de la propuesta vs el costo del accidente

A continuación, se realizará un análisis de los costos alcanzados en el caso del accidente ocurrido en el punto 2.2.7.2 de este estudio (donde se describe que la mesa de inyección cae por una falla en la maquinaria sobre el hombro del colaborador quien ágilmente realiza un movimiento rápido de su brazo derecho y consigue evitar efectos agravados).

A continuación el análisis respectivo.

Costo del accidente laboral suscitado en el puesto de carga y descarga.			
Costos directos			
#	Descripción	Días	Costo
1	Costo del 25% de la ausencia del colaborador	15	90
2	Radiografías		30



3	Equipo de curación		10
4	Medicinas		20
5	Transporte		6
		Total Directos:	156
Costos Indirectos			
#	Descripción	Tiempo (h)	Costo
1	Tiempo perdido por trabajador lesionado (se retira desde las 9am)	6	15
2	Tiempo perdido por trabajadores de la sección (se suspende el proceso hasta realizar la investigación)	3	187,5
3	Tiempo perdido por supervisor y Jefe de Línea (asistencia a múltiples reuniones posteriores a más del lugar del accidente)	10	100
4	Tiempo gastado por personal de brigada y enfermería (1 brigadista y 1 enfermera)	1	10
5	Costo daño de maquinaria (pistón roto)		2000
6	Costo por atraso de entregas de producto (necesidad de hacer horas extra) 25 personas al 100% Horas extraordinarias	2	250
7	Costo por baja de productividad por nuevo colaborador inexperto en el puesto (25 personas)	1	62,5
8	Costo por baja productividad por efecto psicológico en la sección (25 personas trabajo en línea)	1	62,5
		Total indirectos:	2687,5
			2843,5

Tabla 126: Costo del accidente laboral suscitado en el puesto de carga y descarga
Fuente: Javier Rodas López

Si observamos que el costo de la propuesta de mejora exclusivamente de los elementos que intervienen en la causa del accidente suscitado en este puesto de trabajo es:

- Rediseño del circuito neumático \$500
- Instalación del nuevo circuito neumático \$300
- Inspección y refuerzo de cordones de suelda \$100)

Con un total de \$900, es definitivamente muy rentable invertir en prevención considerando esta mejora que tener otro hecho de la misma o peor naturaleza que ya se atravesó.

CAPÍTULO 4

INFORME DEL AVANCE DE LAS ACCIONES CORRECTIVAS PROPUESTAS Y NUEVA EVALUACIÓN DE RIESGOS SEGÚN LOS PUESTOS DE TRABAJO SELECCIONADOS

Cuando este proyecto fue planteado inicialmente, se esperaba plantear las propuestas con la finalidad que en lo posterior la implementación de estas se vayan haciendo efectivas según los recursos sean destinados, pero gracias a la apertura de la administración de la empresa y la premura por mejorar el área y hacerla más segura, se han realizado en un tiempo menor al que estaba previsto, por lo que a continuación se presenta el avance de implementación.

4.1.- Avance de las mejoras en Dobladora de puertas

Dentro de la mejora, la eliminación del riesgo no ha sido posible ya que la maquina necesita ser alimentada con planchas, pero se ha trabajado en la sustitución del proceso inicial considerado intolerable por uno más seguro donde se adquirió el apilador eléctrico para la alimentación de planchas a la dobladora.



Figura 114: Alimentación de láminas a la dobladora con apilador Thor (paso 1)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 115: Alimentación de láminas a la dobladora con apilador Thor (paso 2)

Fuente: Javier Rodas López

En las imágenes 114 y 115 podemos observar la utilización del apilador propuesto en el proceso de carga de láminas a la dobladora de puertas. Es evidente la mejora desde el punto de vista de reducción de riesgo mecánico por la estabilidad del proceso y la distancia física entre el peligro y el operador, garantizándose el bienestar del colaborador.

Además, trabajo en controles de Ingeniería adecuándose los 10 pallets especiales para este proceso y se incluyeron los sensores de seguridad para los accesos de la máquina.

A continuación la imagen de la mejora:



Figura 116: Dispositivo electrónico de seguridad instalado en acceso a dobladora

Fuente: Javier Rodas López



Los sensores instalados necesitan de una llave especial para acceder al interior del perímetro cercado y al abrir la puerta la máquina detiene toda operación, consiguiéndose de esta manera que los colaboradores mantengan la distancia suficiente para evitar cualquier accidente.

Los controles administrativos están basados en auditorías cíclicas en las que se busca encontrar oportunidades de mejora en función de los procesos de alimentación de planchas e ingreso del personal a la máquina así como el debido uso de EPPs.

4.1.1.- Evaluación del riesgo luego de la implementación (William Fine)

Determinamos los valores a continuación según descripción del método en el capítulo 1:

$$\text{Grado de Peligrosidad (GP)} = 1(\text{Poco posible}) \times 25(\text{grave}) \times 10(\text{varias veces al día}) = 750$$

Con un grado de peligrosidad obtenido de 250 revisamos la tabla a continuación:

Grado de Peligrosidad (GP)		
Resultado	Riesgo	Acción
≥ 600	Alto	Corrección inmediata o suspensión de proceso.
$300 < R < 600$	Medio	Requiere atención. Intervención a corto plazo.
$R < 300$	Bajo	Debe ser monitoreado. Intervención a mediano plazo.

Tabla 127: Grado de peligrosidad (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

El riesgo disminuye de Alto a Bajo, el cual lo categorizaremos como Moderado dentro de nuestra matriz de riesgos por la carga que maneja y las consecuencias intrínsecas.

4.2.- Avance de las mejoras en Montaje

La eliminación y sustitución del factor de riesgo en este proceso no ha sido posible ser trabajado por los costos que implican (eliminación o sustitución de carrusel de inyección), pero la mejora ha sido conseguida a través del control de ingeniería donde el área de montaje se ha visto muy favorecida. Los pulsantes de parada de emergencia han sido debidamente ubicados estratégicamente para que en caso de ser necesarios, están a la mano de los colaboradores.



Figura 117: Pulsante de parada de emergencia (zona 1)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 118: Pulsante de parada de emergencia (zona 2)
Fuente: Javier Rodas López

Los racks fueron construidos con el diseño propuesto y ha prestado grandes avances para mantener el orden y la limpieza del área.



Figura 119: Racks de moldes de puertas implementados
Fuente: Javier Rodas López

El apilador eléctrico ha sido protagonista en la disminución del riesgo mecánico. Ya no se han presentado accidentes ni incidentes en el área desde que se utilizó este equipo (2 años), pero además como punto importante, el riesgo ergonómico por levantamiento de cargas evidenciado en este puesto de trabajo se redujo prácticamente en su totalidad.



Figura 120: Apilador Thor ingresando a rack de moldes
Fuente: Javier Rodas López



Figura 121: Apilador Thor retirando molde de rack
Fuente: Javier Rodas López



Figura 122: Apilador Thor montando molde en carrusel
Fuente: Javier Rodas López

El control administrativo está enfocado en la realización de las auditorías de seguridad y 5s donde se debe demostrar que en el área prevalece el orden, la limpieza y el correcto uso de EPIs.



4.2.1.- Evaluación del riesgo mecánico luego de la implementación (William Fine)

Determinamos los valores a continuación según descripción del método en el capítulo 1:

$$\text{Grado de Peligrosidad (GP)} = \text{Probabilidad (P)} \times \text{Consecuencia (C)} \times \text{Exposición (E)}$$

$$\text{Grado de Peligrosidad (GP)} = 1(\text{Poco posible}) \times 15(\text{Moderado}) \times 10(\text{varias veces al día}) = 150$$

Con un grado de peligrosidad obtenido de 150 revisamos la tabla a continuación:

Grado de Peligrosidad (GP)		
Resultado	Riesgo	Acción
≥ 600	Alto	Corrección inmediata o suspensión de proceso.
$300 < R < 600$	Medio	Requiere atención. Intervención a corto plazo.
$R < 300$	Bajo	Debe ser monitoreado. Intervención a mediano plazo.

Tabla 128: Grado de peligrosidad (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

El riesgo disminuye de Medio a Bajo el cual lo categorizaremos como Moderado dentro de nuestra matriz de riesgos.

4.2.2.- Evaluación del riesgo ergonómico luego de la implementación (OWAS)

En vista que la manipulación de cargas ha sido eliminada por la utilización del apilador eléctrico Thor, procederemos a calcular la nueva postura con el método OWAS. Su resultado se muestra a continuación:



Resultados en Montaje											
Paso 1	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
									Espalda	Brazos	Piernas
	300	600	50	1	1	7	1	1	1	1	

Tabla 129: Resultados en Montaje luego de la implementación

Fuente: Javier Rodas López

Como podemos observar, con la mejora se consigue una postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético el cual no requiere acción. Para nuestra matriz de riesgos la categorizaremos como Tolerable.

4.3.- Avance de las mejoras en carga y descarga

Las acciones correctivas realizadas en este proceso no han sido direccionadas en la eliminación o sustitución del riesgo existente, pero si se han considerado medidas de control de ingeniería los mismos que serán indicados a continuación:

Los pernos de sujeción de los moldes macho fueron construidos y se encuentran trabajando cumpliendo con su propósito pues, de un incidente suscitado en el periodo 2019-2020 se han generado cero incidentes y accidentes por esta causa en el periodo 2020 a lo que va hasta junio del 2021 . La mejora es evidente por la confiabilidad y robustez de los elementos una vez acoplados.

Es de mencionar además que esto ha servido de gran ayuda en la productividad ya que en función de los trabajos realizados, el acople de molde macho-tapa de mesa de inyección que inicialmente tomaba un tiempo promedio de 3 minutos por molde (24 minutos en los 8 moldes) ahora se lo realiza en un promedio de 1 minuto (8 minutos en total) mejorándose este proceso puntual en un 300%.



Figura 123:T de sujeción de moldes macho implementada
Fuente: Javier Rodas López



Figura 124: T acoplado a tapa de mesa
Fuente: Javier Rodas López



Figura 125: Soporte rosca para T de sujeción de moldes macho implementada
Fuente: Javier Rodas López



Los controles administrativos están basados en el correcto llenado del check list de arranque, auditorias de certificación de puestos de trabajo, 5s y seguridad con el correcto uso de EPPs.

4.3.1.- Evaluación del riesgo mecánico luego de la implementación (William Fine)

Determinamos los valores a continuación según descripción del método en el capítulo 1:

Grado de Peligrosidad (GP) = Probabilidad (P) x Consecuencia (C) x Exposición (E)

Grado de Peligrosidad (GP) = 1(Poco posible) x 15(Moderado) x 10(varias veces al día) = 150

Con un grado de peligrosidad obtenido de 150 revisamos la tabla a continuación:

Grado de Peligrosidad (GP)		
Resultado	Riesgo	Acción
≥ 600	Alto	Corrección inmediata o suspensión de proceso.
300 < R < 600	Medio	Requiere atención. Intervención a corto plazo
R < 300	Bajo	Debe ser monitoreado. Intervención a mediano plazo.

Tabla 130: Grado de peligrosidad (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

El riesgo disminuye de Medio a Bajo el cual lo categorizaremos como Moderado dentro de nuestra matriz de riesgos.

4.3.1.2.- Calculo del ROI

ROI= (Ganancia – Inversión) /Inversión.

ROI= (2843,5 – 900) / 900

ROI = 2,16

4.4.- Avance de las mejoras en Inyección de poliuretano

La mejora de este proceso está enfocada en el control de ingeniería pues el diseño neumático y las conexiones de las electroválvulas se han modificado y se han conseguido los resultados esperados.

El operador tiene que usar ambas manos a una distancia prudente de las mesas que cierran su tapa y además fija su atención en el área garantizando que no exista presencia de otros colaboradores durante el proceso de cierre.



Figura 126: Cerrado de mesa con accionador bi-manual (vista lateral)
Fuente: Javier Rodas López



Figura 127: Cerrado de mesa con accionador bi-manual (vista Posterior)
Fuente: Javier Rodas López

Las mesas de inyección detienen su marcha si los pulsantes dejan de ser oprimidos por el operador como se puede observar en la imagen a continuación en la mesa de la izquierda (no está cerrada en su totalidad).



Figura 128: Mesa de carrusel estática a media apertura
Fuente: Javier Rodas López

Al igual que en el proceso anterior, el control administrativo está enfocado en la periódica revisión a través de check list de arranque, auditorías de 5s, seguridad y certificación de puestos de trabajo.

4.4.1.- Evaluación del riesgo mecánico luego de la implementación (William Fine)

Determinamos los valores a continuación según descripción del método en el capítulo 1:

Grado de Peligrosidad (GP) = Probabilidad (P) x Consecuencia (C) x Exposición (E)

Grado de Peligrosidad (GP) = 1(Poco posible) x 25(Grave) x 10(varias veces al día) = 250

Con un grado de peligrosidad obtenido de 250 revisamos la tabla a continuación:

Grado de Peligrosidad (GP)		
Resultado	Riesgo	Acción
≥ 600	Alto	Corrección inmediata o suspensión de proceso.
300 < R < 600	Medio	Requiere atención. Intervención a corto plazo



R < 300	Bajo	Debe ser monitoreado. Intervención a mediano plazo.
---------	------	---

Tabla 131: Grado de peligrosidad (William Fine)

Fuente: Seguridad y salud ocupacional. Acceso: <https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html> (Obtenido el 15 de mayo del 2021)

El riesgo disminuye de Alto a Bajo el cual lo categorizaremos como Moderado dentro de nuestra matriz de riesgo.

4.5.- Avance de las mejoras en Colocado de grifo

Con fecha en la que se termina este proyecto de investigación, este puesto de trabajo no ha sido aún intervenido, por lo que no se puede evidenciar ninguna mejora implementada ya que la gestión, tiempo y recursos han sido enfocados en los puestos de trabajo antes mencionados por su nivel de riesgo, sin embargo la propuesta está en gestión y se espera su implementación en un corto plazo.

El control administrativo implementado se enfoca en el check list de arranque, auditorias de 5s y seguridad.

4.5.1.- Evaluación del riesgo ergonómico luego de la propuesta (OWAS)

A continuación se evalúa nuevamente el puesto de trabajo con el supuesto que se implementará el utillaje sugerido:

Resultados en Colocado de Grifo											
	Tiempo (s)	Total (s)	% Tiempo	Código resultante				Resultados			
				Espalda	Brazos	Piernas	Carga	Categoría por postura adoptada	Categoría por frecuencia de uso		
									Espalda	Brazos	Piernas
Paso 1	34	40	85	1	1	1	1	1	1	1	1
Paso 2	6		15	1	1	7	1	1	1	1	1

Tabla 132: Resultados de riesgo ergonómico (OWAS) en colocado de grifo luego de implementación

Fuente: Javier Rodas López

Se observa que la categoría de riesgo se reduce de 3 (Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético) a 1 (Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético) por lo que se podría considerar posterior a la implementación un riesgo tolerable en nuestra matriz de riesgos.



4.6.- Matriz de riesgos actualizada luego de las mejoras alcanzadas.

Matriz de riesgos estudiados (Luego de las mejoras alcanzadas)																		
Descripción del puesto de trabajo				Riesgo Químico	Riesgo Mecánico						Riesgo Ergonómico				Total			
#	Puesto de trabajo	Maquinaria - Herramientas	Químico utilizado en el proceso	Químico en observación	Caída de objetos	Caída al mismo nivel	Caída a distinto nivel	Cortes o golpes	Proyección de partículas	Aplastam.	Postura forzada	Movimientos repetitivos	Elevación de cargas	Empuje o tracción de cargas	Int	Imp	Mod	TOL
1	Doblado	Dobladora			MOD			MOD		MOD	TOL			TOL			3	2
2	Desprendimiento de plástico	Pelador (herramienta manual)						MOD			TOL						1	1
3	Colocado de soporte	Martillo						MOD			TOL						1	1
4	Hermetizado	Selladora	Silicón	TOL							TOL							2
5	Colocado de placa refuerzo										MOD						1	
6	Montaje	Carrusel			MOD	MOD	MOD	MOD	MOD	MOD	TOL		MOD	MOD			8	1
7	Carga y descarga	Carrusel			MOD					MOD	TOL		MOD				3	1
8	Inyección de poliuretano	Carrusel-Cabezal de inyección	Poliuretano (Ciclo pentano)	IMP						MOD	MOD					1	2	
9	Limpieza	Espátula	Alcohol	MOD				MOD			TOL						2	1
10	Armado de contrapuestas	Atornillador neumático									TOL							1
11	Colocado de empaque										TOL							1
12	Colocado de manija	Atornillador eléctrico									TOL							1
13	Colocado de grifo	Atornillador eléctrico									IMP	TOL				1		1
14	Abastecimiento	Banda transportadora									TOL							1
15	Reproceso	Pulidora, martillo.	Pulimento	TOL							TOL							2

Tabla 133: Matriz de riesgos actualizada después de las mejoras implementadas

Fuente: Javier Rodas López



Cantidad de Riesgos por categoría.	
Nivel de riesgo	Cantidad
Intolerables	0
Importantes	2
Moderados	21
Tolerables	16

Tabla 134: Cantidad de Riesgos por categoría luego de la implementación
Fuente: Javier Rodas López

4.7.- Reporte de tres generaciones (Pasado, Presente y Futuro)

Con el fin de visualizar con facilidad la mejora obtenida luego de la realización de este proyecto, se hará una revisión del estado de la sección intervenida al inicio, en la actualidad, y que es lo que se espera conseguir en el futuro. A continuación se presenta una tabla con los tres escenarios:

Reporte de Tres Generaciones.													
#	Puesto de trabajo	Pasado				Presente				Futuro			
		Riesgo inicial			Descripción	Riesgo actual			Descripción	Riesgo esperado			Descripción
		ERG	MEC	QUIM		ERG	MEC	QUI M		ERG	MEC	QUI M	
1	Dobladora de Puertas	TOL	INT	N/A	El riesgo más importante es la forma en la que se alimenta las planchas al paletizador de la máquina, pues se lo hace utilizando tecla y cadenas que no garantizan estabilidad. Además los ingresos de la máquina al no estar protegidos permiten el acceso del personal al interior de la máquina cuando esta está en funcionamiento.	TOL	MOD	N/A	El proceso de alimentación de planchas ha sido mejorado a través de la utilización de una gata eléctrica, la cual protege al colaborador y da estabilidad al proceso. En los accesos a la máquina son instalados sensores de seguridad los mismos que detienen el movimiento de la máquina si algún acceso es aperturado en operación.	N/A	TOL	N/A	Se pretende alcanzar la aplicación de elementos robóticos para realizar los diferentes procesos de este puesto de trabajo como se lo tiene ya instalado en otras secciones de la empresa en la actualidad. Sin embargo será necesario tener contacto con las láminas dobladas.
2	Montaje	INT	INT	N/A	En este puesto de trabajo el colaborador está expuesto a riesgo ergonómico pues necesita constantemente elevar manualmente cargas mayores a 100	TOL	MOD	N/A	Con la ayuda de la gata eléctrica, se ha eliminado la necesidad de realizar el levantamiento de cargas de manera manual, por lo que tanto la elevación como el transporte de los	TOL	TOL	N/A	Se ambiciona a mediano plazo adquirir un sistema de carrusel de mejores características técnicas con sistemas automatizados el cual garantiza el



				kg con la ayuda de personal de la sección, por lo que además se ha generado caída de los elementos generando aplastamientos. Se carece de racks para almacenamiento de moldes y de pulsantes de parada de emergencia			elementos no representan mayor riesgo para los colaboradores. Se construye racks para almacenamiento de moldes y se instalan pulsantes de parada de emergencia.			distanciamiento de los colaboradores al área de montaje. Se pretende realizar esta mejora en la nueva planta de producción.			
3	Carga y descarga	MOD	IMP	N/A	Se cuenta con un sistema obsoleto que no garantiza una correcta sujeción de moldes a la mesa de inyección, además el sistema neumático no evita el cierre súbito de las mesas en caso de falla del sistema	TOL	MOD	N/A	Se mejora el sistema de sujeción de los moldes a las mesas de inyección a través de la construcción de pernos y roscas más robusta, y se mejora el sistema neumático de las mesas de inyección garantizándose irreversibilidad del mecanismo en caso de fallo en el sistema.	TOL	TOL	N/A	Con el nuevo sistema mencionado, la sujeción de moldes a las mesas de inyección será realizada a través de buloneras y elementos neumáticos, los cuales garantizan de mejor manera la estabilidad de los moldes y a su vez el sistema de apertura de mesa es realizado con elementos de mayor robustez lo que evita fracturas súbitas de elementos mecánicos.
4	Inyectador	MOD	INT	MOD	La inyección es abierta y se cuenta con extractores de gases en el área. El cierre de la mesa de inyección se lo realiza únicamente con el accionamiento de un pulsante de manera instantánea.	MOD	MOD	IMP	La inyección es abierta y se cuenta con extractores de gases, pero a través del estudio se evidencia la necesidad de realizar una evaluación más profunda por posible inhalación de ciclo-pentano en el colaborador de este puesto de trabajo. El cierre de la mesa de inyección es realizado a través de un mando bimanual	TOL	TOL	TOL	Al implementar el nuevo sistema de carrusel, el puesto de Inyectador desaparece ya que la inyección se lo realiza de manera cerrada, es decir, primero cierra el molde y luego una tobera interior realiza la inyección, lo cual no hay riesgo de inhalación de ciclo-pentano y además el



								el cual debe ser oprimido permanentemente hasta conseguir el cierre total de la mesa hasta su punto muerto inferior.				cierre de la mesa se lo realiza de manera automática con elementos de mayor robustez.	
5	Colocado de Grifo	IMP	N/A	N/A	Al momento del colocado de grifo, la puerta se encuentra a nivel de piso lo cual genera una postura forzada del colaborador para acceder a un campo visual adecuado.	IMP	N/A	N/A	Al momento del colocado de grifo, la puerta se encuentra a nivel de piso lo cual genera una postura forzada del colaborador para acceder a un campo visual adecuado. No se implementa aun la mejora.	TOL	N/A	N/A	La puerta es apoyada sobre el utilaje el cual eleva esta 30 cm del piso, lo cual el colaborador no debe adoptar una postura forzada para acceder a un campo visual de la pieza que se está montando.

Tabla 135: Reporte tres generaciones.

Fuente: Javier Rodas López

4.8.- Análisis estadístico de los accidentes e incidentes en función del tiempo y mejoras.

Desde el año 2018 en el cual tuve la oportunidad de dirigir a la sección en estudio, se ha podido evidenciar en diversas ocasiones accidentes e incidentes dentro del área. Cabe recalcar que al igual que sucede en las instituciones de control como es el caso del IESS en el Ecuador, no todos los acontecimientos son declarados y documentados de manera formal por lo que estos no pasan a formar parte de la estadística de la Institución y empresas y en ocasiones, la información de un suceso llega de manera informal tiempo después de su ocurrencia. Esto sucede básicamente por temor a que se tome acciones en contra del colaborador lo cual es una mentalidad errónea ya que siempre que ha sucedido alguna situación de esta naturaleza el colaborador ha sido tratado y atendido de la manera correcta, retroalimentado adicionalmente a todo el personal de manufactura para evitar recurrencias.

El cuadro a continuación muestra los accidentes e incidentes suscitados desde mediados del año 2018 hasta mediados del año 2021, indicando claramente su tendencia a la baja.



En el periodo mencionado se han generado un total de 4 accidentes y 4 incidentes, de los cuales el 100% han sido generados por riesgo mecánico. A continuación un resumen de lo mencionado:

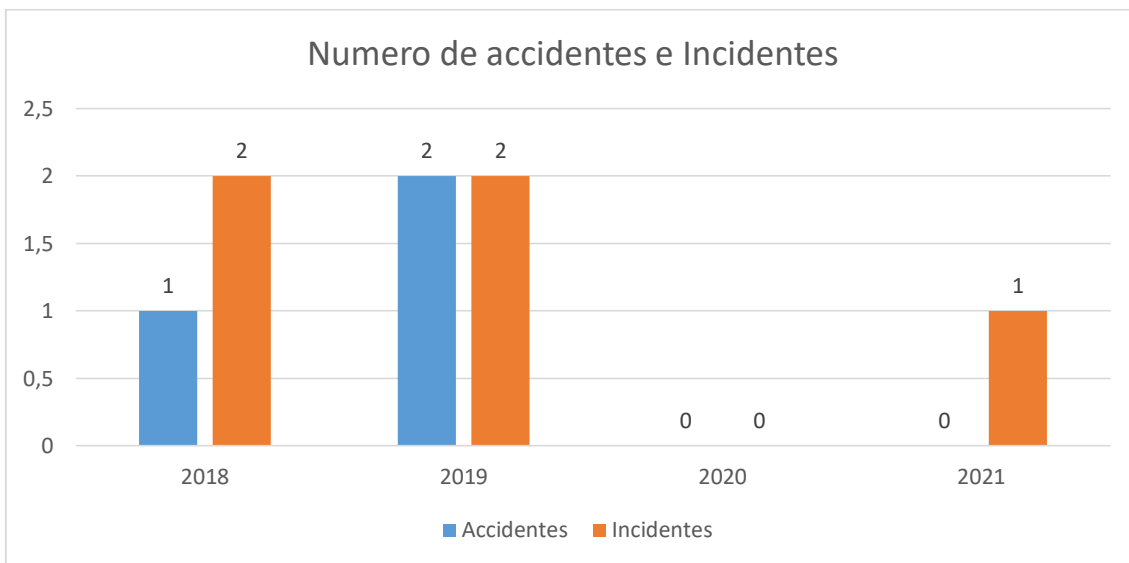


Figura 129: Numero de accidentes e incidentes
Fuente: Javier Rodas López

#	Año	Riesgo Mecánico	Tipo		Reportado		Descripción del accidente/incidente
			Accidente	Incidente	si	no	
1	2018	Atrapamiento		x		x	El incidente se genera por la falta de visualización entre el área de montaje y el mando de giro del carrusel. Un colaborador resulta golpeado y aturcido. Se recupera en pocos minutos.
2	2018	Aplastamiento	x		x		Para realizar el set-up se forma una cuadrilla de 8 personas quienes son las encargadas de realizar el traslado de un molde con un peso aproximado de 200kg, y por descoordinación del equipo se deja caer golpeando el pie de uno de los colaboradores. El colaborador se retira con reposo de tres días sin fractura afortunadamente ayudado por el calzado de seguridad.
3	2018	Atrapamiento		x		x	El Inyectador manda a cerrar la mesa de inyección del carrusel cuando aún se encontraba adentro una herramienta. Otro operador cercano intenta de manera temeraria recuperarla y es atrapado por la mesa la cual se abre inmediatamente por la acción del Inyectador. El colaborador afectado sufrió una fuerte contusión en la mano sin fractura.
4	2019	Caída de objetos	x		x		El operador de la maquina dobladora de puertas levanta las láminas con el teclé-cadenas, las cuales se resbalan de su punto de apoyo dejando caer 200 kg de láminas en la pierna del colaborador quien en su acción rápida se retira del lugar para evitar consecuencias mayores. El colaborador sufrió cortes y contusiones en la pierna derecha no de gravedad.



5	2019	Caída de objetos		x		x	Uno de los moldes que se ubica en la parte superior de la mesa de inyección se precipita sin hacer contacto con los colaboradores pero sufriendo daño físico. La situación se genera ya que los pernos de sujeción estaban aislados y no garantizaban el equilibrio del molde.
6	2019	Corte		x		x	Un colaborador sufre el corte de su dedo índice de la mano derecha por contacto con el filo de la lámina de una puerta. Aun cuando se hacía uso del guante levanta pesas, se genera el corte en el área desprotegida, por lo que se determina que el guante en mención no es el indicado para el proceso. Se procede con el reemplazo del mismo por guantes anti cortes.
7	2019	Caída de objetos	x			x	El perno y los cordones de suelda del embolo que levanta la tapa de la mesa de inyección se fracturas súbitamente generando la caída de esta e impactando con el hombro de un colaborador, el cual es inmediatamente llevado para ser atendido por el intenso dolor generado. Se realizan las valoraciones y radiografías y se determina que no existe fractura, sin embargo el colaborador es enviado con descanso por 8 días. El carrusel de inyección resulto con averías importantes.
8	2021	Corte	x			x	Un colaborador del área sufre un corte de su dedo anular al hacer contacto con el filo de una lámina metálica sin protección ya que no estaba haciendo uso del EPP dotado. La herida es suturada y el colaborador regresa a su puesto de trabajo.

Tabla 136: Resumen de los accidentes e incidentes.

Fuente: Javier Rodas López

Como se puede observar, el único incidente suscitado en el área desde inicios del año 2020 hasta el 2021 fue un corte en el dedo de la mano el cual se genera por un acto sub estándar ya que el colaborador no hace uso del guante anti corte. De esta manera se puede apreciar que se han disminuido los casos que solían generarse en las grandes maquinas como el carrusel y la dobladora por lo que se puede afirmar que las acciones ejecutadas han dado buenos resultados mejorando así la seguridad de la sección.



CONCLUSIONES

Con este estudio se ha conseguido identificar en el área de Prepuertas en un estado inicial 5 riesgos intolerables, 4 importantes 14 moderados y 16 tolerables, los cuales luego de este estudio y respectiva gestión para su implementación se ha conseguido disminuir el riesgo a cero riesgos intolerables, 2 riesgos importantes, 21 moderados y 16 tolerables.

Los dos riesgos importantes que aún permanecen en la matriz de riesgos se deben a que el presente estudio los encuentra y categoriza de esta manera.

El riesgo residual del área debe ser gestionado por su categoría según la matriz de riesgos resultante, donde los riesgos importantes deben ser gestionados en primera instancia a corto plazo. Las acciones correctivas para la gestión de los riesgos moderados y tolerables deben pertenecer a un plan de acción a mediano plazo que garantice la mejora continua del área.

Los acciones correctivas no han sido enfocadas en la eliminación del riesgo pero si en la sustitución de herramientas e implementación de controles de ingeniería y administrativos mencionando que los EPPs han estado ya implementados por varios años antes de realizar este estudio.

El sustento técnico de esta investigación ha facilitado la realización de las mejoras ya que la organización en la que se realizó el estudio concibe a la seguridad ocupacional como lo más importante dentro de su accionar laboral.

La implementación de las propuestas han demostrado su efectividad ya que desde que fueron concretadas la ocurrencia de accidentes e incidentes se han visto reducidos notoriamente llegando a cero accidentes en el 2020 y 1 incidente en el 2021.

Las tres tarjetas rojas abiertas al área (aviso de posible suspensión del proceso en caso de no ser gestionado por parte del departamento de Seguridad Integral) han sido cerradas con éxito en su totalidad resultando el área con cero tarjetas rojas en el presente.



A través de la realización del estudio, se ha podido determinar que el proceso en el puesto de trabajo de colocado de grifo está siendo realizado bajo condiciones sub estándar, y cabe mencionar que es la única propuesta de mejora que no ha sido implementada (por ausencia de información) pasando de riesgo tolerable a riesgo importante hasta cuando esta propuesta sea implantada.

Luego de este estudio aparece un riesgo químico (ciclo pentano en el puesto de trabajo Inyección de poliuretano) que necesita realizarse seguimiento a través de un estudio de análisis y control en caso de ser necesario. La evaluación cualitativa pone en manifiesto un resultado que nos indica la posible necesidad de realizar mediciones ambientales, por lo que la segunda hipótesis planteada no se cumple.

El cálculo del costo del accidente ocurrido en el puesto de carga y descarga (\$2843,5) vs el costo de la implementación de mejora (\$900) nos demuestra que existe una relación de 3,16 a 1. El ROI de esta inversión es 2,16 demostrándose con hechos que es mucho mejor invertir en prevención.



RECOMENDACIONES

Para determinar el orden en el que un riesgo debe ser intervenido, es importante realizar un barrido de los existentes en el área y aplicar los métodos conocidos según su naturaleza, de esta manera podemos dar jerarquía de la importancia de su intervención con un sustento técnico no supeditado a percepciones.

Las acciones propuestas deben ser la composición de las ideas y criterios de un equipo de trabajo y por sobre todo con escucha de los usuarios finales que son los colaboradores del área (son los que más conocen del proceso y de las necesidades del mismo).

Para obtener los recursos necesarios para llevar a cabo una mejora, es de gran ayuda contar con un análisis económico de costo-beneficio y ROI suponiendo un evento indeseado o realizando un análisis de un accidente ya consumado pues esto le da sentido a la inversión.

Para una evaluación más precisa del riesgo químico encontrado, se recomienda realizar mediciones en un próximo estudio en diferentes momentos de la producción, de esta manera se podrá abordar las diferentes condiciones de las variables (temperatura ambiental, modelo de puerta inyectada, calibración de la máquina, temperatura de moldes y mezcla, etc.) intrínsecas del proceso.

La falta de gestión en la seguridad industrial por necesidad de cubrir las tareas cotidianas de los colaboradores en todos los niveles jerárquicos es una de las principales causas por las que las medidas de prevención puede verse aletargada, por lo que es importante desarrollar en el equipo de trabajo el ímpetu por mantener áreas seguras, limpias y ordenadas, libres de condiciones sub-estándar, con un personal capacitado en materia de seguridad a través de un claro plan de acción con fechas y responsables bien definidos dándosele seguimiento semanal al cumplimiento de las tareas planificadas.

Se hace una invitación de carácter académico a todos los estudiantes y profesionales de la seguridad ocupacional para continuar con investigaciones de carácter similar al desarrollado



consiguiéndose de esta manera enriquecer el conocimiento sistemático de seguridad aplicado a los centros de trabajo de nuestro país, así como también invito a mis compañeros de la empresa en la que laboro a realizar el análisis técnico de los factores de riesgo existentes en las secciones que cada uno lidera para determinar de esta manera los planes de acción más efectivos mejorando las condiciones laborales de nuestros colaboradores.



BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo González, Karina, & Yáñez Contreras, Martha. (2016). Costos de los accidentes laborales: Cartagena-Colombia, 2009-2012. *Ciencias Psicológicas*, 10(1), 31-41
- ACGIH TLVs and BEIs Thershold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents, 2019.
- Bellorín, M., Sirit, Y., Rincón, C., & Amortegui, M. (2007). Síntomas Músculo Esqueléticos en Trabajadores de una Empresa de Construcción Civil. *Salud de Los Trabajadores*, 15(2), 89–98.
- Calera Rubio, A. A., Roel Valdés, J. M., Casal Lareo, A., Gadea Merino, R., & Rodrigo Cencillo, F. (2005). [Occupational chemical risk: elements for a diagnostic in Spain]. *Revista Espanola de Salud Publica*, 79(2), 283–295. <https://doi.org/10.1590/S1135-57272005000200014>
- Castro-Castro, G. C., Ardila-pereira, L. C., Orozco-, Y. S., & Molina-castro, E. E. S. C. E. (2018). *Factores de riesgo asociados a desordenes musculo esqueléticos en una empresa de fabricación de refrigeradores*. 20(2), 182–188.
- Chavez Donoso, S. (1996). *La seguridad como una ventaja competitiva*.
- Chinchilla Sibaja Ryan. Salud y Seguridad en el trabajo (2002). Editorial Universidad Estatal a Distancia. Recuperado 23 de mayo del 2021.
- Código del Trabajo(2017) pág. 180
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial 449 de 20 de octubre de 2008.
- Cortés, J. M. (2012). Seguridad e Higiene del Trabajo - Técnicas de prevención de riesgo laboral. *Tébar Flores, S.L.*, 798. Recuperado 20 de mayo del 2021.
- Decisión 584 Instrumento Andino de Seguridad y salud en el trabajo. (2007) Recuperado el 20 de mayo del 2021.



Diccionario de la Real Academia de la Lengua Española, 20 de mayo de 2021. Obtenido de:

<https://dle.rae.es/trabajo>

Diego-Mas, José Antonio. Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015. [consulta 22-05-2021]. Disponible online: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

El Comercio. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/accidentes-laborales-teletrabajoespidos.html#:~:text=Seg%C3%BAn%20cifras%20del%20Instituto%20Ecuatoriano,relaci%C3%B3n%20con%20el%20per%C3%ADodo%20previo.>

Encarnación Sousa Rodríguez, Celia Tanarro Gonzalo, Manuel Bernaola Alonso y José N. Tejedor Traspaderne Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. INSHT

Ergonautas Universidad Politécnica de Valencia <https://www.ergonautas.upv.es/>

García, J. V. (2019). Desórdenes músculo esqueléticos (DME) y su incidencia en la salud de los trabajadores de la construcción. *Revista San Gregorio*, 0(31), 118–129.

Gomez, A y Suasnavas, P. (2015). Incidencia de Accidentes de Trabajo Declarados en Ecuador en el Período 2011-2012 Incidence of accidents reported in Ecuador in 2011-2012. *Ciencia & Trabajo*, 49(52), 49–53. <http://www.scielo.cl/pdf/cyt/v17n52/art10.pdf>

Grimaldi, John V., Simonds, Rollin H. MANUAL DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MÉTODOS DE TRABAJO. (1991)

Heinrich, H.W. (1931). Industrial accident prevention; a scientific approach. McGraw-Hill.

<https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html>

INSST-Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo. 20 de mayo de 2021. Obtenido de:

<https://www.insst.es/-/que-son-los-agentes-quimicos-y-el-riesgo-quimico->



Real Academia de la Lengua Española, 20 de mayo de 2021. Obtenido de:
<https://dle.rae.es/trabajo>

Robledo, H. (2019). Seguridad y salud en el trabajo. *Tratado Sobre Seguridad Social*, 643–667.

Robaina Aguirre, Cristina. (1998) ¿Cómo enfrentar los accidentes del trabajo?: Lineamientos para su prevención y control. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 14(4), 324-328.

Recuperado el 01 de junio de 2021, de
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21251998000400004&lng=es&tlng=en.

Rubio, J. (2004). *Metodos de Evaluacion de Riesgos Laborales*.(p 2-10)

Ruíz Vargas, N. V., & Gallegos Torres, R. M. (2018). Factores asociados a la ocurrencia de accidentes de trabajo en la industria manufacturera TT - Risk factors associated with occupational accidents in manufacturing industry. *Horiz. Enferm*, 29(1), 42–55.
<http://ojs.uc.cl/index.php/RHE/article/view/12860/11456%0Ahttp://fi-admin.bvsalud.org/document/view/mbxp3>

Salud Ocupacional, 20 de mayo de 2021. Obtenido de:
<http://riesgolocativo.blogspot.com/2012/08/peligro-mecanico.html>

Sanchez Rivero José Manuel et al. (2006) El Coordinador de Seguridad y Salud. (p53-54).
Recuperado 25 de mayo del 2021.

Satirnet. <https://www.satirnet.com/satirnet/2014/05/23/costos-de-la-prevencion/>

Seguridad y salud ocupacional. Obtenido de:
<https://seguridadindustrial77.blogspot.com/2017/11/metodo-de-evaluacion-w-fine.html>.
Recuperado 20 de mayo de 2021.

Simbiotia | Diseño y desarrollo: agencia de marketing digital ideasSEM, 20 de mayo de 2021.



Obtenido de: <https://www.simbiotia.com/salud-ocupacional/>

Sousa Rodríguez (2011). Método Simplificado basado en el del INSR.

<https://docplayer.es/96712733-Metodo-simplificado-basado-en-el-del-inrs-madrid-15-de-junio-de-ma-encarnacion-sousa-rodriguez.html>

ThermoFisherScientific ficha de datos de seguridad Ciclo-pentano

UNAM-Instituto de Investigaciones Jurídicas, 20 de mayo de 2021. Obtenido de:

www.juridicas.unam.mx

Universidad Nacional de La Plata, 20 de mayo de 2021. Obtenido de:

https://unlp.edu.ar/seguridad_higiene/riesgos-ergonomicos-8677#:~:text=Corresponden%20a%20aquellos%20riesgos%20que,producir%20da%C3%B1os%20a%20su%20salud

Universidad Politécnica de Valencia, Ergonautas, 20 de mayo de 2021. Obtenido de:

<https://www.ergonautas.upv.es/>

Urrejola-Contreras, G. P., Pérez Casanova, D. C., Pincheira Guzmán, E. F., Pérez Lizama, M., Ávila

Rodríguez, A., & Zambra, B. G. (2021). Desorden músculo esquelético en extremidad superior: valoración de riesgos e intervención en trabajadores del área industrial. *Revista de La Asociación Española de Especialistas En Medicina Del Trabajo*, 30(1), 63–72.

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1132-62552021000100063



ANEXOS

Hoja de seguridad del ciclo pentano

ThermoFisher
SCIENTIFIC **FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD**

Fecha de preparación 16-ene-2009

Fecha de revisión 11-mar-2021

Número de Revisión 8

SECCIÓN 1: IDENTIFICACIÓN DE LA SUSTANCIA O LA MEZCLA Y DE LA SOCIEDAD O LA EMPRESA

1.1 Identificador del producto

Nombre del producto	Cyclopentane
Cat No. :	397430000, 397430010, 397430050
Sinónimos	Pentamethylene
Nº. CAS	287-92-3
Nº. CE.	206-016-6
Fórmula molecular	C5 H10
Número de registro REACH	01-2119463053-47

1.2. Usos pertinentes identificados de la sustancia o de la mezcla y usos desaconsejados

Uso recomendado	Productos químicos de laboratorio.
Sector de uso	SU3 - Usos industriales: Usos de sustancias como tales o en preparados en emplazamientos industriales
Categoría del producto	PC21 - Productos químicos de laboratorio
Categorías de procesos	PROC15 - Uso como reactivo de laboratorio
Categoría de emisión al medio ambiente	ERC6a: Uso industrial que da lugar a la fabricación de otra sustancia (uso de sustancias intermedias)
Usos desaconsejados	No hay información disponible

FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD

Cyclopentane

Fecha de revisión 11-mar-2021

2.1. Clasificación de la sustancia o de la mezcla

<u>CLP clasificación - Reglamento (CE) n ° 1272/2008</u>	
<u>Peligros físicos</u>	
Líquidos inflamables	Categoría 2 (H225)
<u>Peligros para la salud</u>	
Toxicidad por aspiración	Categoría 1 (H304)
Toxicidad específica del órgano blanco - (única exposición)	Categoría 3 (H336)
<u>Peligros para el medio ambiente</u>	
Toxicidad acuática crónica	Categoría 3 (H412)

**Indicaciones de peligro**

- H225 - Líquido y vapores muy inflamables
 H304 - Puede ser mortal en caso de ingestión y penetración en las vías respiratorias
 H336 - Puede provocar somnolencia o vértigo
 H412 - Nocivo para los organismos acuáticos, con efectos nocivos duraderos
 EUH066 - La exposición repetida puede provocar sequedad o formación de grietas en la piel

Consejos de prudencia

- P210 - Mantener alejado del calor, superficies calientes, chispas llamas al descubierto y otras fuentes de ignición. No fumar
 P303 + P361 + P353 - EN CASO DE CONTACTO CON LA PIEL (o el pelo): Quitar inmediatamente toda la ropa contaminada. Enjuagar la piel con agua o ducharse
 P301 + P310 - EN CASO DE INGESTIÓN: Llamar inmediatamente a un CENTRO DE TOXICOLOGÍA o a un médico
 P331 - NO provocar el vómito
 P261 - Evitar respirar el polvo/ el humo/ el gas/ la niebla/ los vapores/ el aerosol
 P304 + P340 - EN CASO DE INHALACIÓN: Transportar a la víctima al exterior y mantenerla en reposo en una posición confortable para respirar

Cyclopentane

Fecha de revisión 11-mar-2021

SECCIÓN 3: COMPOSICIÓN/INFORMACIÓN SOBRE LOS COMPONENTES**3.1. Sustancias**

Componente	Nº. CAS	Nº. CE.	Porcentaje en peso	CLP clasificación - Reglamento (CE) n.º 1272/2008
Ciclopentano	287-92-3	EEC No. 206-016-6	<=100	Flam. Liq. 2 (H225) STOT SE 3 (H336) Asp. Tox. 1 (H304) Aquatic Chronic 3 (H412) EUH066

Número de registro REACH	01-2119463053-47
--------------------------	------------------

SECCIÓN 8: CONTROLES DE EXPOSICIÓN/PROTECCIÓN INDIVIDUAL**8.1 Parámetros de control****Límites de exposición**

Lista fuente (s) **ES** Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSST). Límites de Exposición Profesional Para Agentes Químicos en España. Publicado inicialmente en 1999. Modificado anualmente. Última edición febrero 2019.

Componente	Unión Europea	Reino Unido	Francia	Bélgica	España
Ciclopentano			TWA / VME: 600 ppm (8 horas). TWA / VME: 1720 mg/m ³ (8 horas).	TWA: 600 ppm 8 uren TWA: 1800 mg/m ³ 8 uren	TWA / VLA-ED: 600 ppm (8 horas) TWA / VLA-ED: 1745 mg/m ³ (8 horas)

SECCIÓN 11: INFORMACIÓN TOXICOLÓGICA**11.1. Información sobre las clases de peligro definidas en el Reglamento (CE) n.o 1272/2008****Información del producto****(a) toxicidad aguda;****Oral**

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación

Cutánea

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación

Inhalación

A la vista de los datos disponibles, no se cumplen los criterios de clasificación

Componente	DL50 Oral	DL50 cutánea	LC50 Inhalación
Ciclopentano	LD50 = 11400 mg/kg (Rat)	-	LC50 = 106 mg/L, vapour (Rat)



SECCIÓN 9: PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

9.1. Información sobre propiedades físicas y químicas básicas

Estado físico	Líquido	
Aspecto	Incoloro	
Olor	Fuerte similar a un hidrocarburo	
Umbral olfativo	No hay datos disponibles	
Punto/intervalo de fusión	-94 °C / -137.2 °F	
Punto de reblandecimiento	No hay datos disponibles	
Punto /intervalo de ebullición	50 °C / 122 °F	@ 760 mmHg
Inflamabilidad (líquido)	Fácilmente inflamable	En base a datos de ensayos
Inflamabilidad (sólido, gas)	No es aplicable	Líquido
Límites de explosión	Inferior 1.5 vol% Superior 8.7 vol%	
Punto de inflamación	-20 °C / -4 °F	Método - No hay información disponible
Temperatura de autoignición	361 °C / 681.8 °F	
Temperatura de descomposición	No hay datos disponibles	
pH	No hay información disponible	
Viscosidad	0.44 mPa.s at 20 °C	
Solubilidad en el agua	Insoluble	
Solubilidad en otros disolventes	No hay información disponible	
Coefficiente de reparto (n-octanol/agua)		
Componente	log Pow	
Ciclopentano	3	
Presión de vapor	360 mbar @ 20 °C	
Densidad / Densidad relativa	0.745	
Densidad aparente	No es aplicable	Líquido
Densidad de vapor	2.42	(Aire = 1.0)
Características de las partículas	No es aplicable (Líquido)	

9.2. Otros datos

Fórmula molecular	C5 H10
Peso molecular	70.15
Propiedades explosivas	Los vapores pueden formar mezclas explosivas con el aire



Hoja de Cálculo de Costos de los accidentes INSHT.



NTP 540: Costes de los accidentes de trabajo: procedimiento de evaluación

DEPENDENCIA <input type="text"/>		CIRCUITO DEL INFORME:	
PARTE DE ACCIDENTE NÚM. <input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Trabajador	
AÑO <input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Mando directo	
<input type="checkbox"/> ACCIDENTE <input type="checkbox"/> INCIDENTE		<input type="checkbox"/> Responsable Unidad/Servicio/Departamento	
		<input type="checkbox"/> Dirección/Administración	
		<input type="checkbox"/> Coordinador/Servicio de Prevención	
A cumplimentar por el trabajador o por el mando directo	1. DATOS DEL SUCESO		
	Trabajador accidentado o involucrado en el incidente: _____ Fecha: _____ Hora: _____ Descripción: _____ _____ Lugar del accidente: <i>(téngalo en cuenta al valorar el tiempo perdido por el accidentado y por otros trabajadores)</i> <input type="checkbox"/> Propio centro de trabajo <input type="checkbox"/> Centro de trabajo de otra empresa <input type="checkbox"/> Domicilio privado <input type="checkbox"/> Exterior ámbito urbano <input type="checkbox"/> Exterior ámbito no urbano		
A cumplimentar por el mando directo	Tiempo perdido por el trabajador accidentado: _____ horas		
	<input type="checkbox"/> Lesiones <input type="checkbox"/> Baja laboral Días de baja: _____		
	Forma del acc.: _____		
	Agente material: _____		
	<input type="checkbox"/> Se trata de un suceso espectacular <i>(téngalo en cuenta al valorar el tiempo perdido por otros trabajadores)</i>		
	Tipo de producción:		
	<input type="checkbox"/> Trabajo en cadena <i>(téngalo en cuenta al valorar el tiempo perdido por otros trabajadores)</i>		
	<input type="checkbox"/> Otro tipo		
	Número de trabajadores en el área afectada por el accidente: _____		
	Tiempo perdido por otros trabajadores: _____ horas		
<input type="checkbox"/> Daños materiales			
Equipo: _____			
Daños: _____			
<input type="checkbox"/> Pérdida de productos Producto: _____ Cantidad: _____			
Tipo:			
<input type="checkbox"/> Materias primas <input type="checkbox"/> Productos semitransformados <input type="checkbox"/> Productos acabados <input type="checkbox"/> Otros			
<input type="checkbox"/> Repercusión significativa en el proceso productivo			
Descripción: _____			



A cumplir por Dirección / Administración	2. RELACIÓN DE GRUPOS SALARIALES, COSTE HORARIO MEDIO Y COTIZACIÓN A LA SEGURIDAD SOCIAL			
		Grupo salarial	Coste horario	Cotización Seguridad Social (ptas/día)
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
7				
A cumplim. por el Coordin. / Servicio de Prevención	3. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS COSTES SALARIALES DIRECTOS			
	A) Tiempo perdido por el trabajador accidentado ____ + tiempo perdido por otros trabajadores ____ = ____			
	B) Coste medio trabajadores implicados = _____			
C) Costes salariales directos (A x B) = _____				
A cumplir por Dirección / Administración	4. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS COSTES DE SEGURIDAD SOCIAL			
	<input type="checkbox"/> Durante el periodo de baja, el trabajador cobra el salario integro			
	A) Días de baja ____ x 25% salario trab. _____ = _____			
B) Días de baja ____ x cotización día _____ = _____				
C) Costes Seguridad Social (A + B) = _____				
A cumplir por el Coordinador / Servicio de Prevención y Mando Directo	5. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS DAÑOS MATERIALES			
	A) Equipos, estructuras, vehículos, máquinas, instalaciones, herramientas, etc.			
	Reparación interna _____ (valor piezas repuesto)			
	Reparación externa _____ (importe factura)			
	Reposición _____ (tener en cuenta amortización)			
Valor residual _____ (si lo hubiera)				
B) Productos Cantidad _____ Coste unitario _____ = _____				
C) Total costes por daños materiales (A + B) = _____				
A cumplir por el Coordinador / Servicio de Prevención	6. VALORACIÓN DE LOS COSTES SALARIALES INDIRECTOS			
	Identificación	Tiempo perdido	Coste horario	Total coste
Total costes salariales indirectos (Σ Total coste) = _____				



A cumpl. por Resp. Un./ Serv./Dpto.	<p>7. VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA PÉRDIDA DE NEGOCIO O DEL INCREMENTO DEL COSTE DE PRODUCCIÓN</p> <p><input type="checkbox"/> Repercusión significativa en el proceso productivo <input type="checkbox"/> Parada de la producción Horas extras</p> <p><input type="checkbox"/> Contratación de sustitutos <input type="checkbox"/> Subcontratación de la tarea Repercusión económica: _____</p>																																				
A cumplimentar por Dirección / Administración	<p>8. VALORACIÓN DE LOS COSTES INTANGIBLES</p> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"> <table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">CUALITATIVA</td> <td style="text-align: center;">CUANTITATIVA</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Alta</td> <td style="text-align: center;">Media</td> <td style="text-align: center;">Baja</td> </tr> </table> </td> <td></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Deterioro de la imagen</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Pérdida de mercado</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Conflictos laborales</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Disminución de la moral</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> <tr> <td colspan="4" style="text-align: right;">Valoración económica (Σ Cuantitativa) =</td> <td style="text-align: center;">_____</td> </tr> </table>		<table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">CUALITATIVA</td> <td style="text-align: center;">CUANTITATIVA</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Alta</td> <td style="text-align: center;">Media</td> <td style="text-align: center;">Baja</td> </tr> </table>		CUALITATIVA	CUANTITATIVA			Alta	Media	Baja		<input type="checkbox"/> Deterioro de la imagen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/> Pérdida de mercado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/> Conflictos laborales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	<input type="checkbox"/> Disminución de la moral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	Valoración económica (Σ Cuantitativa) =				_____
	<table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">CUALITATIVA</td> <td style="text-align: center;">CUANTITATIVA</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Alta</td> <td style="text-align: center;">Media</td> <td style="text-align: center;">Baja</td> </tr> </table>		CUALITATIVA	CUANTITATIVA			Alta	Media	Baja																												
	CUALITATIVA	CUANTITATIVA																																			
	Alta	Media	Baja																																		
<input type="checkbox"/> Deterioro de la imagen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																	
<input type="checkbox"/> Pérdida de mercado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																	
<input type="checkbox"/> Conflictos laborales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																	
<input type="checkbox"/> Disminución de la moral	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																	
Valoración económica (Σ Cuantitativa) =				_____																																	
A cumplimentar por el Coordinador / Servicio de Prevención	<p>9. COSTES GENERALES</p> <p><input type="checkbox"/> Material primeros auxilios</p> <p><input type="checkbox"/> Traslado accidentado</p> <p><input type="checkbox"/> Honorarios profesionales</p> <p><input type="checkbox"/> Sanciones, multas, procesos judiciales</p> <p><input type="checkbox"/> Alquiler de materia</p> <p><input type="checkbox"/> Gastos administrativos de contratación de sustitutos</p> <p><input type="checkbox"/> Daños a terceros (no asegurados o franquicias)</p> <p><input type="checkbox"/> Otros</p> <p style="text-align: right;">Total costes generales =</p> <p>_____</p> <p>10. TOTAL COSTE DEL ACCIDENTE</p> <p>_____</p>																																				