

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO ERGONÓMICOS PARA
AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE
MELAMINA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

CARLINHO PERALTA CHANTA

ASESOR

MAXIMILIANO RODOLFO ARROYO ULLOA

<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2021

**DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO ERGONÓMICOS PARA
AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE
MELAMINA**

PRESENTADA POR:
CARLINHO PERALTA CHANTA

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR:

Evans Nielander Llontop Salcedo
PRESIDENTE

Annie Mariella Vidarte Llaja
SECRETARIO

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa
VOCAL

Dedicatoria

A mis padres Carlos y Elena, que encontrándose lejos siempre son el motivo de mi constante superación.

A la memoria de mi abuelo Dionicio Peralta Acosta, por sus sabios consejos que los mantendré conmigo el resto de mi vida.

A mi abuela Juana y tía Elena, por ayudarme durante toda mi carrera profesional.

Agradecimientos

A los señores Walter, Segundo y Edgar por darme la oportunidad de brindarme la información necesaria para el desarrollo de mi investigación.

A mi asesor Maximiliano Arroyo Ulloa por su apoyo durante los avances de mi investigación.

Índice

Resumen	16
Abstract	17
I. Introducción	18
II. Marco teórico.....	20
2.1 Antecedentes	20
2.2 Bases teóricas	23
2.2.1 Ergonomía.....	23
2.2.2 Principales problemas ergonómicos en el sector de madera.....	23
2.2.3 Lesiones músculo esqueléticas en el sector de la madera	23
2.2.4 Métodos ergonómicos	25
2.2.5 Sistema de trabajo.....	26
2.2.6 Diseño de puesto de trabajo	30
2.2.7 Metodología 5S	31
2.2.8 Método Systematic Layout Planning.....	32
2.2.9 Normativa y reglamentos	32
2.2.10 Programas de ingeniería y de datos.....	34
2.2.11 Matriz IPERC	34
2.2.12 Indicadores	34
III. Resultados.....	36
3.1 Diagnóstico actual de la empresa	36
3.2 Descripción del producto	36
3.3 Maquinaria	40
3.4 Equipos y herramientas	43
3.5 Descripción del proceso de producción	46
3.5.1 Diagrama de operaciones	48
3.5.2 Análisis de producción.....	51
3.5.3 Diagrama de recorrido	55
3.5.4 Saturación del operario	56
3.6 Métodos de evaluación de riesgos disergonómicos.....	59

3.6.1 Lista de comprobación ergonómica.....	60
3.6.2 Método REBA	63
3.6.3 Incidencia de nivel de riesgo en el proceso productivo.....	90
3.6.4 Indicadores de los puestos de trabajo con riesgos disergonómicos	91
3.6.5 Equipos de protección personal.....	91
3.7 Matriz IPERC.....	93
3.7.1 Identificación de problemas, causa y mejora	95
3.8 Propuesta de mejora	95
3.9 Desarrollo de la propuesta.....	97
3.10 Evaluación de la mejora	164
3.10.1 Nuevos indicadores de producción y productividad.....	164
3.10.2 Nuevos Indicadores de riesgos disergonómicos.....	169
3.10.3 Comparación de indicadores.....	182
3.11 Análisis costo-beneficio	182
3.11.1 Costo de la inversión	183
3.11.2 Flujo de caja económico	187
IV. Conclusiones.....	190
V. Recomendaciones.....	191
VI. Referencias	192
VII. Anexos	196

Lista de tablas

Tabla 1. Datos generales	36
Tabla 2. Cartera de Productos	36
Tabla 3. Análisis ABC (Según inversión).....	37
Tabla 4. Características de la puerta Ocre.....	38
Tabla 5. Características de plancha “Acabado PET”	39
Tabla 6. Características de listones	39
Tabla 7. Materiales secundarios	40
Tabla 8. Características de la mesa de sierra circular	41
Tabla 9. Características de la cepilladora.....	42
Tabla 10. Características de la sierra ingletadora.....	43
Tabla 11. Características de la fresadora manual.....	44
Tabla 12. Características de la cepilladora manual o garlopa.....	44
Tabla 13. Características del taladro atornillador.....	45
Tabla 14. Características de la sierra caladora	46
Tabla 15. General Electric Company	48
Tabla 16. Porcentaje de actividades productivas e improductivas.....	51
Tabla 17. Productividad de mano de obra durante el año 2019	53
Tabla 18. Utilidades brutas no percibidas	54
Tabla 19. Recorrido del proceso productivo	55
Tabla 20. Puesto de cortado	56
Tabla 21. Puesto de Cepillado.....	57
Tabla 22. Puesto de ensamble	57
Tabla 23 Puesto de Fresado-Lijado.....	57
Tabla 24. Puesto de pintado-lacado.....	57
Tabla 25. Resumen de los puestos de trabajo.....	58
Tabla 26. Problemas ergonómicos	59
Tabla 27. Puntuación del grupo “A”	64
Tabla 28. Puntuación del grupo “A”	64
Tabla 29. Puntuación del grupo “B”	64
Tabla 30. Puntuación del grupo “B”	64
Tabla 31. Puntuación de la carga	65
Tabla 32. Puntuación del agarre.....	65
Tabla 33. Puntuación “C”.....	65

Tabla 34. Nivel de riesgo	66
Tabla 35. Puntuación del grupo “A”	67
Tabla 36. Puntuación del grupo “A”	67
Tabla 37. Puntuación del grupo “B”	67
Tabla 38. Puntuación del grupo “B”	67
Tabla 39. Puntuación de la carga	68
Tabla 40. Puntuación del agarre “B”	68
Tabla 41. Puntuación “C”	68
Tabla 42. Nivel de riesgo	69
Tabla 43. Puntuación del grupo “A”	70
Tabla 44. Puntuación del grupo “A”	70
Tabla 45. Puntuación del grupo “B”	70
Tabla 46. Puntuación del grupo “B”	71
Tabla 47. Puntuación de la carga	71
Tabla 48. Puntuación del agarre	71
Tabla 49. Puntuación “C”	72
Tabla 50. Nivel de riesgo	72
Tabla 51. Puntuación del grupo “A”	73
Tabla 52. Puntuación del grupo “A”	74
Tabla 53. Puntuación del grupo “ B”	74
Tabla 54. Puntuación del grupo “B”	74
Tabla 55. Puntuación de la carga	74
Tabla 56. Puntuación del agarre	75
Tabla 57. Puntuación C	75
Tabla 58. Nivel de riesgo	76
Tabla 59. Puntuación del grupo “A”	77
Tabla 60. Puntuación del grupo “A”	77
Tabla 61. Puntuación del grupo “B”	77
Tabla 62. Puntuación del grupo “B”	77
Tabla 63. Puntuación de la carga	78
Tabla 64. Puntuación del agarre	78
Tabla 65. Puntuación “C”	78
Tabla 66. Nivel de riesgo	79
Tabla 67. Puntuación del grupo “A”	80

Tabla 68. Puntuación del grupo “A”	80
Tabla 69. Puntuación del grupo “B”	80
Tabla 70. Puntuación del grupo “B”	80
Tabla 71. Puntuación de la carga	81
Tabla 72. Puntuación del agarre	81
Tabla 73. Puntuación C	81
Tabla 74. Nivel de riesgo	82
Tabla 75. Puntuación del grupo “A”	83
Tabla 76. Puntuación del grupo “A”	83
Tabla 77. Puntuación del grupo “B”	83
Tabla 78. Puntuación del grupo “B”	83
Tabla 79. Puntuación de la carga	84
Tabla 80. Puntuación del agarre	84
Tabla 81. Puntuación C	84
Tabla 82. Nivel de riesgo	85
Tabla 83. Puntuación del grupo “A”	86
Tabla 84. Puntuación del grupo “A”	86
Tabla 85. Puntuación del grupo “B”	86
Tabla 86. Puntuación del grupo “B”	86
Tabla 87. Puntuación de la carga	86
Tabla 88. Puntuación del agarre grupo “B”	87
Tabla 89. Puntuación C	87
Tabla 90. Nivel de riesgo	88
Tabla 91. Resumen de la aplicación del método REBA	88
Tabla 92. Leyenda de mapa ergonómica.....	89
Tabla 93. Uso de equipos de protección personal.....	91
Tabla 94. Accidentes laborales en el año 2019	92
Tabla 95. Matriz IPERC.....	94
Tabla 96. Problemas y causas	95
Tabla 97. Propuesta de mejora en cada puesto de trabajo.....	96
Tabla 98. Criterio para seleccionar equipos y herramientas	101
Tabla 99. Comparación de cepilladoras eléctricas	102
Tabla 100. Selección de cepilladora eléctrica	103
Tabla 101. Criterios para seleccionar equipos y herramientas.....	115

Tabla 102. Cepilladoras eléctricas con requerimientos ergonómicos	115
Tabla 103. Selección de cepillo eléctrico	116
Tabla 104. Criterios para seleccionar equipos y herramientas	119
Tabla 105. Pistola eléctrica	120
Tabla 106. Selección de pistola eléctrica	121
Tabla 107. Elementos del puesto pintado-lacado	121
Tabla 108. Dimensiones del puesto de pintado-lacado	123
Tabla 109. Dimensiones en las puertas según norma UNE 56801:2008	125
Tabla 110. Tolerancias según norma UNE 56801:2008	125
Tabla 111. Propiedades del acero ASTM -A36	127
Tabla 112. Carga a soportar	128
Tabla 113. Carga a soportar	131
Tabla 114. Dimensiones del puesto de pintado-lacado	135
Tabla 115. Características del extractor de aire	138
Tabla 116. Casco de seguridad 3M	143
Tabla 117. Lentes de seguridad Mod I-604	143
Tabla 118. Protector auditivo 3M	144
Tabla 119. Mascarilla de filtro 8210	145
Tabla 120. Mono profesional de pinto 3M	146
Tabla 121. Roles de limpieza	156
Tabla 122. Temas de capacitación	158
Tabla 123. Responsable de capacitaciones	158
Tabla 124. Nuevo cálculo de costo de mano de obra	166
Tabla 125. Nuevo cálculo de costo de materia prima	167
Tabla 126. Nuevo cálculo de costo de materia prima	167
Tabla 127. Nuevos cálculos de ingresos por ventas	168
Tabla 128. Resumen de recursos utilizados	168
Tabla 129. Puntuación del grupo “A” y “B”	169
Tabla 130. Ficha metodológica puesto de cortado	170
Tabla 131. Puntuación del grupo “A” y “B”	171
Tabla 132. Ficha metodológica puesto de cepillado	172
Tabla 133. Puntuación del grupo “A” y “B”	173
Tabla 134. Ficha metodológica puesto de ensamble	174
Tabla 135. Puntuación del grupo “A” y “B”	175

Tabla 136. Ficha metodológica puesto de fresado-lijado.....	176
Tabla 137. Puntuación del grupo “A” y “B”	177
Tabla 138. Ficha metodológica puesto de fresado-lijado.....	178
Tabla 139. Puntuación del grupo “A” y “B”	179
Tabla 140. Ficha metodológica puesto de pintado-lacado	180
Tabla 141. Resumen de nuevos valores del REBA.....	181
Tabla 142. Comparación de indicadores (antes y de después de la mejora)	182
Tabla 143. Comparación de indicadores de las causas de baja productividad.....	182
Tabla 144. Costo de apoyo ergonómico-herramientas mecánicas	183
Tabla 145. Costo por equipos de protección personal	183
Tabla 146. Costo por capacitaciones.....	184
Tabla 147. Costo de la estructura y elementos del puesto de pintado-lacado	184
Tabla 148. Costo de elementos de ventilación.....	185
Tabla 149. Costo de acondicionamiento	185
Tabla 150. Costo de la inversión total.....	185
Tabla 151. Costo de mano de obra.....	185
Tabla 152. Costo de materia prima	186
Tabla 153. Gastos administrativos	186
Tabla 154. Datos para la proyección lineal	186
Tabla 155. Proyección lineal de las puertas	187
Tabla 156. Pérdidas económicas futuras en relación con multas	187
Tabla 157. Flujo de caja económico.....	188
Tabla 158. Evaluación económica	189
Tabla 159. Indicadores económicos	189
Tabla 160. Período de recuperación.....	189

Lista de figuras

Figura 1. Principales problemas ergonómicos en el sector de madera.....	23
Figura 2. Principales problemas ergonómicos en el sector de madera.....	24
Figura 3. Grupa “A” y “B”.....	25
Figura 4. Puntuación de “A” (Carga/Fuerza) y puntuación “B” (Agarre).....	25
Figura 5. Puntuación de la actividad “C”.....	26
Figura 6. Nivel de riesgo y acción.....	26
Figura 7. Diagrama de posición postural.....	27
Figura 8. Altura recomendada.....	27
Figura 9. Altura recomendada para trabajar de pie.....	28
Figura 10. Espacio de trabajo.....	28
Figura 11. Zonas de alcance para una posición fija.....	28
Figura 12. Espacio libre para los pies.....	29
Figura 13. Curva de fatiga.....	30
Figura 14. Actividades de relación del método SLP.....	32
Figura 15. Diagrama de Pareto.....	38
Figura 16. Puerta Ocre.....	38
Figura 17. Plancha “Acabado PET”.....	39
Figura 18. Listones.....	39
Figura 19. Desechos y desperdicios.....	40
Figura 20. Mesa de sierra.....	41
Figura 21. Cepilladora.....	42
Figura 22. Sierra ingletadora.....	43
Figura 23. Fresadora manual.....	43
Figura 24. Cepilladora manual o garlopa.....	44
Figura 25. Taladro DEWALT.....	45
Figura 26. Sierra caladora.....	45
Figura 27. Recepción e inspección de materia prima.....	46
Figura 28. Diagrama de operaciones.....	49
Figura 29. Diagrama de análisis de operaciones.....	50
Figura 30. Variación de la productividad.....	53
Figura 31. Utilidades brutas no percibidas.....	55
Figura 32. Diagrama de recorrido.....	56
Figura 33. Saturación de puesto de trabajo.....	58

Figura 34. Método de evaluación de riesgo disergonómicos	59
Figura 35. Lista de comprobación ergonómica.....	62
Figura 36. Grupo “A” cortado.....	63
Figura 37. Grupo “B” cortado.....	63
Figura 38. Grupo “A” cortado de planchas	66
Figura 39. Grupo “B” cortado de planchas	66
Figura 40. Grupo “A” cepillado	69
Figura 41. Grupo “B” cepillado	70
Figura 42. Grupo “A” ensamble.....	73
Figura 43. Grupo “B” ensamble.....	73
Figura 44. Grupo “A” fresado	76
Figura 45. Grupo “B” fresado	76
Figura 46. Grupo “A” lijado.....	79
Figura 47. Grupo “B” lijado.....	79
Figura 48. Grupo “A” pintado.....	82
Figura 49. Grupo “B” pintado	82
Figura 50. Grupo “A” lacado	85
Figura 51. Grupo “B” lacado.....	85
Figura 52. Mapa ergonómico	89
Figura 53. Incidencia del nivel riesgo en el proceso productivo.....	90
Figura 54. Incidencia del porcentaje de saturación en la productividad	90
Figura 55. Altura recomendada para trabajar de pie	97
Figura 56. Recomendaciones del plano de trabajo.....	98
Figura 57. Método actual y recomendado.....	98
Figura 58. Cesto de agrupación de retazos.....	99
Figura 59. Altura recomendada para trabajar de pie	99
Figura 60. Recomendaciones del plano de trabajo.....	100
Figura 61. Comparación de zonas de alcance	100
Figura 62. Mesa de trabajo del puesto de cepillado	101
Figura 63. Puesto de cepillado según especificaciones ergonómicas	103
Figura 64. Vista global del puesto de cepillado	104
Figura 65. Altura recomendada para trabajar de pie	104
Figura 66. Recomendaciones del plano de trabajo.....	105
Figura 67. Comparación de zonas de alcance	105

Figura 68. Puesto de ensamble	106
Figura 69. Recomendaciones ergonómicas para herramientas manuales	107
Figura 70. Herramientas de apoyo para el ensamble	108
Figura 71. Vista global del puesto de ensamble.....	108
Figura 72. Altura recomendada para trabajar de pie	109
Figura 73. Recomendaciones del plano de trabajo.....	109
Figura 74. Comparación de zonas de alcance	110
Figura 75. Vista global del puesto fresado.....	110
Figura 76. Recomendaciones ergonómicas para herramientas manuales	111
Figura 77. Eje de direccionamiento de fresadora.....	112
Figura 78. Vista global del puesto de cepillado	112
Figura 79. Altura recomendada para trabajar de pie	113
Figura 80. Recomendaciones del plano de trabajo.....	113
Figura 81. Comparación de zonas de alcance	114
Figura 82. Vista global del puesto de lijado.....	114
Figura 83. Vista global del puesto.....	117
Figura 84. Puesto de pintado-lacado	117
Figura 85. Altura recomendada para trabajar de pie	118
Figura 86. Recomendaciones del plano de trabajo.....	118
Figura 87. Comparación de zonas de alcance	119
Figura 88. Elementos del puesto de pintado-lacado.....	122
Figura 89. Estructura con rieles.....	122
Figura 90. Croquis del puesto pintado-lacado.....	123
Figura 91. Vista global de pintado-lacado	124
Figura 92. Vista global con sistema extra	124
Figura 93. Chumacera de pared UCF.210.....	126
Figura 94. Tubo de acople.....	126
Figura 95. Rieles de transporte.....	127
Figura 96. Riel de cabina.....	128
Figura 97. Zona de sujeción y carga	129
Figura 98. Simulación de tensión en los rieles.....	129
Figura 99. Simulación de desplazamiento en los rieles	130
Figura 100. Simulación de deformación unitaria en los rieles.....	130
Figura 101. Simulación de factor de seguridad.....	131

Figura 102. Zona de sujeción y carga	132
Figura 103. Simulación de tensión.....	132
Figura 104. Simulación de desplazamiento.....	133
Figura 105. Simulación de deformación unitaria	134
Figura 106. Simulación de factor de seguridad.....	134
Figura 107. Renovaciones, temperatura y humedad relativa para locales especiales	135
Figura 108. Temperatura promedio del aire ambiente	136
Figura 109. Presión atmosférica de Chiclayo.....	136
Figura 110. Vista global de extractor de aire	138
Figura 111. Filtro de fibra de vidrio.....	139
Figura 112. Filtro papel tipo Kraft	139
Figura 113. Recomendaciones para herramientas manuales.....	140
Figura 114. Operario en la cabina de pintado- lacado.....	141
Figura 115. Peso recomendado de acuerdo con la altura de miembros del cuerpo.....	142
Figura 116. Límite de exposición al ruido (RD 286/2006)	144
Figura 117. Guantes Cut.....	145
Figura 118. Vista global.....	146
Figura 119. Aplicación del mono profesional de pintor.....	147
Figura 120. Filtro-Color-Identificación.....	147
Figura 121. Clasificación de los tipos de filtros.....	148
Figura 122. Mascara reutilizable 3M	148
Figura 123 Entorno del proceso de producción	149
Figura 124. Caja de herramientas.....	150
Figura 125. Croquis de la empresa.....	150
Figura 126. Tarjetas para clasificar	151
Figura 127. Disposiciones finales	151
Figura 128. Formato de tarjeta roja.....	152
Figura 129. Formato de tarjeta amarilla	153
Figura 130. Depósito de retazos	154
Figura 131. Cajón de herramienta en función al orden	154
Figura 132. Estante de pintura –lacado en función al orden	155
Figura 133. Señalización de puesto de trabajo.....	155
Figura 134. Nuevo croquis en función a la limpieza.....	156
Figura 135. Panel de información	157

Figura 136. Fatiga-Proceso normal	159
Figura 137. Fatiga-Modificación propuesta	160
Figura 138. Tabla relacional.....	161
Figura 139. Valores de proximidad.....	161
Figura 140. Valores de proximidad.....	162
Figura 141. Valores de Proximidad.....	162
Figura 142. Vista de planta	163
Figura 143. Vista amplia de los puestos de trabajo.....	163
Figura 144. Comportamiento de la proyección de la producción	164
Figura 145. Nuevos indicadores.....	165
Figura 146. Indicadores de productividad mano de obra	166
Figura 147. Grupo “A” y “B” cortado de listones.....	169
Figura 148. Puntuación final	170
Figura 149. Grupo “A” y “B” cepillado.....	171
Figura 150. Puntuación final	172
Figura 151. Grupo “A” y “B” ensamble	173
Figura 152. Puntuación final	174
Figura 153. Grupo “A” y “B”.....	175
Figura 154. Puntuación final	176
Figura 155. Grupo “A” y “B”.....	177
Figura 156. Puntuación final	178
Figura 157. Grupo “A” y “B”.....	179
Figura 158. Puntuación final	180
Figura 159. Comparación del REBA actual y con la mejora	181

Resumen

La presente investigación se basó en diseñar puestos de trabajo ergonómicos en una empresa de melanina. Actualmente presenta una baja productividad debido a la presencia de riesgos disergonómicos y pésimas condiciones del entorno. Frente a lo mencionado, se realizó toma de tiempos y diagrama de procesos, donde se precisó como cuello de botella la operación de lacado con un tiempo de 31,5 minutos. Asimismo, se utilizó la metodología REBA, por lo que destacan niveles de riesgo alto con puntuación promedio de 8, en los puestos de cortado (listones), cepillado, lijado, pintado y lacado. Respecto al ausentismo laboral se halló los indicadores de frecuencia y severidad con valores de 67 accidentes y 111 días perdidos por cada 200 000 horas hombre. Ahora bien, se propuso un nuevo diseño en los círculos laborales en relación con los principios ergonómicos que rigen las normativas. En cuanto a las condiciones del entorno se utilizó las metodologías 5s y SLP, para mejorar los aspectos de uso de los espacios. Igualmente se propuso la adquisición de equipos de protección personal, capacitaciones y pausas activas. Como resultado de la propuesta se incrementó la productividad de mano de obra en un 25%. No obstante, se disminuyó los indicadores de niveles de riesgo de alto a medio con una puntuación promedio de 5. Por último, el costo –beneficio se obtuvo que por cada sol invertido se ganará 1,3 céntimos ya que la inversión total será de S/ 27 479,28.

Palabras clave: Puesto de trabajo, diseño, riesgos disergonómicos, ergonomía

Abstract

This research was based to design Jobs in a melamine Company. Currently, there is a low productivity due to the presence of disergonomic risks in the Jobs and for conditions of the work environment. Compared to those mentioned above, the use of time and process diagram was used in which the lacquered operation was specified as a bottleneck with a time of 31,5 minutes. We also used the REBA methodology, which highlights five Jobs with high risk levels with an average score of 8, which are slat cutting, brushing, sanding, painting, and lacquering. In relation to absenteeism at work, the frequency and severity indicators were found in which it obtained values of 67 accidents and 111 days lost by 200 000 man-hours worked. However, a new design for workplace was proposed considering the ergonomic principles governing labour regulations. Regarding the environment conditions, the 5 s and SLP methodologies were used to improve the aspects of use of the workspaces. It was also proposed the acquisition of personal protective equipment to avoid contact with different risks. As a result of the improvement proposals, labour productivity was increased by 25%. However, indicators of risks levels in high to medium Jobs were decreased with an average score of 5. Finally, the cost-benefit results were obtained that for each sun invested will earn 1, 3 cents and the total investment will be S/ 27 479,28.

Keywords: Workstation, design, diagnostic risks, ergonomic

I. Introducción

A Nivel mundial, el desarrollo industrial se centró en producir la mayor cantidad posible de productos, sin enfocarse de quien lo realiza, la forma de cómo se fabrica, el puesto de trabajo y la seguridad. Es por ello, los accidentes y enfermedades laborales, genera inconvenientes en la productividad, pérdidas económicas y repercusiones en el personal. Las cifras y estimaciones más recientes indican que 1 000 personas mueren a diario a causa de los accidentes de trabajo y 6 500 de enfermedades profesionales, juntos suman de 5 % a 7 % de las muertes a nivel global [1].

Según la organización Internacional del trabajo ,los factores que suman a las enfermedades profesionales son por los riesgos disergonómicos , el material particulado, los gases , los humos y el ruido. Investigaciones mundiales relacionadas a exposiciones en el trabajo, respecto a los dolores que causan deterioro en el cuerpo humano , hasta la incapacidad de movilizarse a largo plazo son las de dolores lumbares y cervicales, debido a las posturas inadecuadas, este representan el 20 % [2].

En el sector de fabricación de productos de madera, se generan riesgos disergonómicos, en la cual destaca por posturas inadecuadas que se desarrolla en las actividades de mecanizado, tratamientos superficies, ensamblaje, transporte y mantenimiento. No obstante, a pesar de los avances en este sector manufacturero de carácter manual, se debe tener cuenta las condiciones de los trabajadores, debido a que es el tipo de sector que tiene mayor índice de enfermedades músculo esqueléticas [3].

De manera que tiende a aparecer la ergonomía, aquella ciencia que es parte de la ingeniería industrial, encargada de estudiar la correlación entre el ser humano y el sistema, para mejorar las condiciones de trabajo y así incrementar la productividad [4].Por lo que esta rama es de gran ayuda para disminuir los riesgos disergonómicos presentes en los puestos de trabajo de diferentes procesos involucrados.

A nivel nacional se aprobó la norma básica ergonómica y de procedimiento de evaluación de riesgo disergonómicos, cuyo objetivo es la adaptación de las condiciones de trabajo a las características de los trabajadores, con el fin de proporcionar bienestar y confort para la mejora de la productividad, lo cual deberá ser parte del proceso preventivo de la empresa, cualquiera sea el sector [5].

Según el Ministerio de trabajo y promoción del empleo, se dieron cifras de alrededor de 34 800 accidentes de trabajos, siendo lima metropolitana el departamento de mayor impacto. Además de ello la actividad económica con mayores notificaciones son la de manufacturera,

transporte, almacenamiento y comunicaciones. Con relación a la categoría ocupacional, los operarios representan casi el 20 % de las notificaciones accidentales [6].

Asimismo, en el año 2019 se dieron 38 990 fiscalizaciones por denuncias, debido a las condiciones desfavorables e inseguras para los colaboradores, donde Lambayeque ocupa el sexto lugar con 1 306 denuncias [7].

Ante todo, lo mencionado se presenta el caso de la empresa “Servicios generales W.I”, dado que se encuentra en el rubro de productos de melamina. El proceso de fabricación es manual, durante varios años no se ha modificado las condiciones de trabajo y de seguridad, donde se presenta como el principal problema la baja productividad, entre las causas están: los puestos de trabajo con riesgos disergonómicos, debido a las posturas forzadas los cuales generan incomodidades y afecta a la salud integral de los colaboradores durante la jornada, asimismo el ausentismo laboral y las condiciones del entorno.

Frente a lo descrito anteriormente surge la pregunta ¿De qué manera el diseño de puestos de trabajo ergonómicos aumentará la productividad en una empresa de melamina?

Para resolver dicha interrogante se tiene como objetivo general proponer el diseño de puestos de trabajo ergonómicos para aumentar la productividad en una empresa de melamina, asimismo se plantea los siguientes objetivos específicos: Diagnosticar la situación actual del proceso productivo de la empresa, así como diseñar puestos de trabajo ergonómicos y realizar un análisis costo-beneficio de la propuesta.

Ahora bien, la investigación será una guía de los futuros estudios, para generar nuevos conocimientos, orientados a proponer diseños de puestos de trabajo con el fin de evitar los riesgos disergonómicos en el personal, por consiguiente, incrementar la productividad.

De la misma forma se fortalecerá la importancia de los parámetros de confort del trabajador, de acuerdo a la normativa básica de ergonomía y procedimiento de evaluación de riesgo disergonómicos, establecido en el reglamento de seguridad y salud en el trabajo mediante decreto supremo N°009-2005-TR, a causa de su cumplimiento evitará multas imputadas por la entidad pública del estado peruano que garantiza el respeto de los derechos de los trabajadores, como lo es SUNAFIL.

Por último, se concientizará al empresario que invierta en la calidad de vida de los trabajadores, siendo este un recurso vital, brindando implementos de protección personal, capacitaciones ergonómicas y promoviendo la limpieza, donde se logre evitar contaminar el entorno ambiental, que su vez supondrá una ventaja competitiva en el mercado.

II. Marco teórico

2.1 Antecedentes

Duarte, Pereira y Ensslin (2015) [8] en la investigación “State of the art of ergonomic costs as criterion for evaluating and improving organizational performance in industry” tiene como objetivo la gestión de los costos como herramienta ergonómica de evaluación del desempeño en la industria. La metodología fue filtrar publicaciones utilizando la herramienta Proknow-C con las palabras costos, evaluación y ergonomía. El resultado fue 16 artículos de Applied Ergonomic Journal, donde se destaca la investigación denominada estimación de la efectividad de las intervenciones ergonómicas a través de estudios de casos: Implicaciones para el análisis predictivo de costos y beneficios, donde se realizó un análisis de artículos estructurados sobre la ergonomía de conocimiento científico, con el modelo CBA predictivo de un portafolio de 250 estudios, de los cuales 87 fueron en la industria manufacturera, 40 en oficinas, 36 en sector salud y lo restante en otras industrias. El análisis se desarrolló en un intervalo del 95 % de confiabilidad, referente a los beneficios como el incremento de la productividad ligada programas de ergonomía y medidas de control, donde se sitúan en un promedio del 25 %.

La importancia de esta investigación es el análisis conjunto de profesionales economistas y ergonomista sobre los beneficios de la ergonomía en la organización, donde se destaca el incremento de la productividad hasta un 25 %.

Venicio, et al. (2017) [9] en la investigación “Diseño y construcción de una cámara de secado de pintura express para piezas automotrices para el mejoramiento de la productividad de la empresa FIXAUTO de la ciudad de Ambato”, tiene como objetivo aumentar la productividad con relación al diseño de la cámara de pintura. La metodología para la selección de materiales fue con la matriz de ponderación de acuerdo con criterios normativos para el sistema de ventilación, filtros de aire y pliegues para la suela. De igual forma se realizó un análisis de cargas para la cabina y pruebas de secado rápido usando el programa SolidWorks. El resultado es que se necesita un caudal de 3 170,4 m³/ h con la selección de un ventilador CAM-545-2T, filtros de lana de vidrio y pliegues de papel Kraft con duración de seis meses para evitar la contaminación, por último, se obtuvo un valor de 2,1 de factor de seguridad para el análisis estructural y una temperatura adecuada de secado de 50 °C a 60 °C. Por otra parte, se obtuvo un valor de 0,31 de productividad de mano de obra durante el año 2017. En conclusión, se pudo aumentar la productividad en un 50 % al reducir el tiempo de pintado-lacado a 226 minutos tras un adecuado diseño de la cabina.

La importancia de esta investigación es el material para el filtro de ventilación y suela de la cabina para evitar la contaminación ambiental y proteger las actividades del operario dentro de la cabina de pintado-lacado, de modo que influye en el aumento de la productividad.

Saavedra, Marín y Palacios (2 018) [10] en su investigación “Diseño de un plan de acción para reducir la carga física biomecánica en empresas del sector del calzado del Valle del Cauca” tiene como objetivo reducir los factores de riesgo de la carga física biomecánica abordando ámbitos de la ergonomía. Se desarrolló en Colombia con una empresa piloto que tenga como principales procesos el troquelado, desbaste, montaje, guarnecido y cardado. Se evaluó las extremidades superiores e inferiores del trabajador con la metodología REBA y Check List Ocra, asimismo se realizó el diseño del puesto de trabajo mediante el método “Design Thinking” y por último se estableció el método de trabajo. El resultado fue que en la etapa de guarnecido se diseñó el puesto de trabajo con una mesa y una silla ajustable para trabajar semi-bípeda, con recipientes laterales y con un botón para accionar la aguja reemplazando el pedal, luego en el diseño de la tarea fue que sea lineal evitando torsiones. Finalmente se obtuvo que en la puntuación del REBA disminuya el nivel de riesgo de 7 a 3 y en OCRA paso de no aceptable (18,63) a muy leve (9,73).

La importancia de esta investigación es la metodología REBA para el análisis de posturas de los trabajadores, con relación a ello se destaca el diseño de la mesa de acuerdo con normativas, así como el método de trabajo para evitar malas posturas y capacitaciones.

Violer, Agudelo y González (2 019) [11] en su investigación “Aplicación del método de diseño para manufacturera y ensamblaje a un vehículo de tracción humana de tres ruedas como alternativa de transporte en la ciudad de Montería” tiene como objetivo mejorar el diseño de tracción para reducir procesos de manufactura. La metodología fue con base en el DFMA, consiste en mejorar los elementos estructurales, utilizando el software SolidWorks, se realizó un estudio estático con el fin de verificar si el chasis soporta las fuerzas ejercidas, donde se utilizaron factores como la relación de peso, factor de seguridad y mallado. Se obtuvo resultados en la reducción del 32 % del costo de producción, se reforzó los rodamientos con un sistema antivuelco, estructuras más livianas y el factor de seguridad entre los valores de 1,4 a 1,7 demuestra que los elementos diseñados soportan fuerzas equivalentes al impacto por volcamiento lateral.

La importancia de esta investigación es el estudio estático en conjunto con los factores complementarios, destacando el factor de seguridad, valor importante de todo diseño, donde los valores de 1,4 a 1,7 muestran la viabilidad para poder realizar el proceso de fabricación.

Trisusanto, Bariyah y Kristano (2020) [12] en su investigación “Design of ergonomic work facilities on assembly station of mozaic Stone for increasing work productivity” tiene como objetivo diseñar el puesto de ensamblaje con criterios ergonómicos para aumentar la productividad. La empresa se dedica al rubro de artesanía de piedra natural, se analizó la etapa de ensamble por el desajuste dimensional y posiciones inadecuadas. La metodología fue aplicar el método de evaluación rápida de los miembros superiores a 30 operadoras donde el resultado fue una puntuación de 7 indicando dolencias en los miembros superiores, así como utilizar el programa SolidWorks para el diseño de las mesas de trabajo con contenedores de acuerdo con normativas. En conclusión, se pudo disminuir el nivel de incomodidad del 80 % al 30 % del total de partes del cuerpo y un aumento de 1 unidad /operario a 3 unidades /operario en términos de productividad.

La importancia de esta investigación es la metodología del análisis de las posturas de los trabajadores en un puesto de trabajo y el diseño con criterios ergonómicos utilizando SolidWorks.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Ergonomía

“Es una disciplina que aplica teoría, principios, datos y métodos para diseñar un sistema con el fin de optimizar el bienestar humano” [13].

2.2.2 Principales problemas ergonómicos en el sector de madera

El motivo de las lesiones músculo esqueléticas se relaciona con la sobrecarga física o exceso de trabajo, asimismo como otros aspectos psicosociales, organizativos y ambientales [14].

Carga física de la actividad	Posturas forzadas de distintas partes del cuerpo (espalda, brazos, muñecas, etc.) Movimientos repetitivos de miembro superior y Posturas estáticas Manipulación manual de cargas en condiciones inadecuadas Aplicación de fuerzas demasiado elevadas y/o repetidas o mantenidas
Aspectos psicosociales y organizativos del trabajo	Descansos o pausas insuficientes. Ritmo de trabajo demasiado elevado o demasiado bajo. Insatisfacción laboral y Falta de apoyo social. Organización deficiente del trabajo. Deficiente contenido del trabajo.
Condiciones ambientales	Exposición a ruido y vibraciones. Mala iluminación. Temperaturas inadecuadas.
Diseño del puesto de trabajo	Alturas de trabajo inadecuadas Alcances demasiado alejados. Espacio disponible insuficiente. Mal diseño de las herramientas y equipos. Distribución inadecuada de los equipos y materiales. Ubicación inapropiada de los mandos y controles.

Figura 1. Principales problemas ergonómicos en el sector de madera

Fuente: Elaboración propia. En base a CONFEMADERA 2012: p.14

2.2.3 Lesiones músculo esqueléticas en el sector de la madera

Según CONFEMADERA [14], las principales lesiones músculo esqueléticas es por falta de medidas ergonómicas, algunas de estas son:

Tendinitis Zona corporal	
Zona corporal afectada	Mano-muñeca
Síntomas	Hinchazón, dolor, incomodidad
Posibles causas	Los tendones de la muñeca se pueden inflamar debido a que están repetidamente en tensión, doblados, en contacto con una superficie dura, o sometidos a vibraciones.
Puestos con riesgo	Tapizado y cinchado de sofás, trabajadores forestales, etc.
Síndrome del túnel carpiano	
Zona corporal afectada	Mano-muñeca
Síntomas	Dolor, entumecimiento, hormigueo de parte de la mano. Este síndrome se origina por la compresión del nervio mediano en el túnel carpiano de la muñeca debido a que se hinchan los tendones y no queda espacio para el mismo. Se puede dar en puestos de trabajo donde se realizan esfuerzos repetidos de la muñeca en posturas forzadas.
Puestos con riesgo	Lijado manual de superficies, barnizado, lacado y pintado con pistola aerográfica, cosido de piezas textiles para tapizado, etc.
Epicondilitis	
Zona corporal afectada	Codo
Síntomas	Dolor en la parte externa del codo, impotencia funcional con los movimientos de agarre con la mano.
Posibles causas	Puede ser causado por actividades con movimientos de impacto o sacudidas, supinación o pronación repetida del brazo, y movimientos de extensión forzados de la muñeca
Puestos con riesgo	Cepillado manual de piezas, lijado manual, barnizado, lacado y pintado con pistola aerográfica, etc.
Tendinitis del manguito de rotadores	
Zona corporal afectada	Hombro
Síntomas	Dolor de hombro, dolor por movilidad, contra resistencia a la abducción de hombro.
Posibles causas	Puede originarse en tareas que son realizadas por encima del nivel de hombros en donde se elevan los codos.
Puestos con riesgo	Prensa de montaje, montaje de puertas y armarios, tapizado, etc.
Síndrome cervical por tensión	
Zona corporal afectada	Cuello
Síntomas	Rigidez y dolor de cuello, cefaleas
Posibles causas	Puede aparecer en puestos de trabajo donde se realizan tareas por encima del nivel de la cabeza repetida o sostenidamente, cuando el cuello se mantiene durante períodos largos flexionado hacia delante, o al transportar objetos pesados.
Puestos con riesgo	Montaje, lijado manual, cosido de piezas textiles para tapizado, laqueado, etc.
Lumbalgia	
Zona corporal afectada	Zona lumbar de la espalda
Síntomas	Dolor en la zona lumbar, limitación o dificultad del movimiento, debilidad en las piernas o pies, etc.
Posibles causas	Los principales factores de riesgo en el trabajo son el levantamiento, transporte, empuje o arrastre de cargas pesadas, la flexión y giro de tronco y las vibraciones
Puestos con riesgo	Trabajadores de almacén, montadores, en el ensamblaje de muebles y sofás, etc.

Figura 2. Principales problemas ergonómicos en el sector de madera

Fuente: Elaboración propia. En base a CONFEMADERA 2012: p.16-17

2.2.4 Métodos ergonómicos

Según el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, menciona los métodos para la evaluación de riesgos disergonómicos, se destaca el método REBA [15].

a) Método REBA

Según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, explica que el método REBA evalúa los trastornos por posturas estáticas y dinámicas del cuerpo debido a las posturas inadecuadas de los trabajadores.

Se divide el cuerpo en el grupo “A” conformado por el tronco, las piernas y el cuello, el grupo “B” por los brazos, antebrazos y muñecas. Luego se realiza las puntuaciones respectivas guiándose de los valores establecidos, para poder interceptar los dos valores y encontrar la puntuación “C”, que será modificada según el tipo de actividad muscular que desarrolle. Finalmente, el valor general del método indicará el nivel de riesgo y las acciones necesarias. En las siguientes figuras se presenta las tablas de evaluación de las posturas [16].

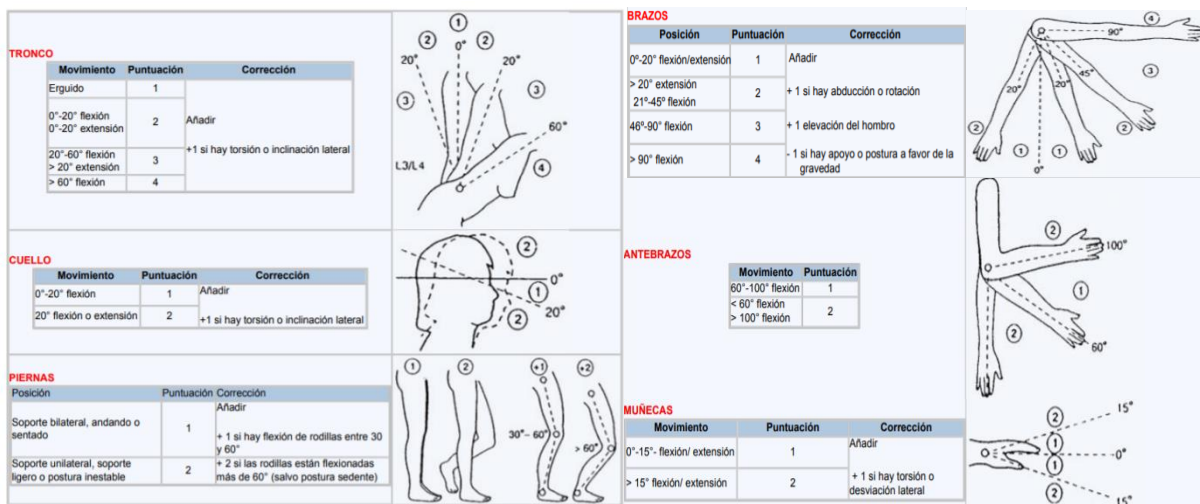


Figura 3. Grupa “A” y “B”

Fuente: INSHT



Figura 4. Puntuación de “A” (Carga/Fuerza) y puntuación “B” (Agarre)

Fuente: INSHT

TABLA 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	

+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.
 +1: Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 veces/minuto.
 +1: Cambios posturales importantes o posturas inestables.

Figura 5. Puntuación de la actividad “C”

Fuente: INSHT

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Figura 6. Nivel de riesgo y acción

Fuente: INSHT

2.2.5 Sistema de trabajo

Es la relación de personas y máquinas dentro de un espacio de trabajo con el fin de lograr un objetivo impuesto por la empresa [13].

2.2.5.1 Trabajo

El término trabajo en la ergonomía es alcanzar objetivos con la utilización de dispositivos especiales y con el diseño del medio adecuado [17].

❖ Puesto de trabajo

Espacio de actividad donde el operario ocupa para poder realizar la labor dentro de una organización [18].

✓ Posición postural en los puestos de trabajo

La posición postural en los puestos de trabajo es de tipo sentado, sentado en alto, de pie con apoyo y de pie [15, p.8]. Tal como se muestra en la figura 7.

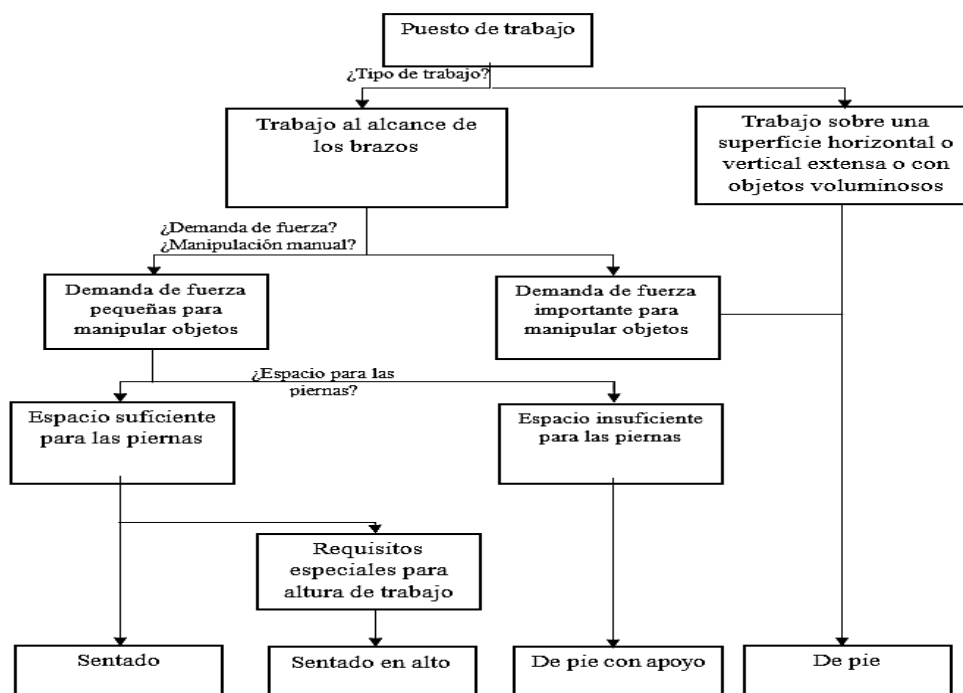


Figura 7. Diagrama de posición postural

Fuente: Elaboración propia. En base a Ministerio de Trabajo Y Promoción del Empleo

✓ Altura de trabajo

La altura de utilización de las máquinas y equipos se debe adaptar al trabajador como el tipo de trabajo que opera, es por ello si es adecuada, se tendrá mejoras en la labor del trabajador y disminución de la fatiga. Si el espacio es demasiado alto, el cuello y los hombros se vuelven rígido, lo cual produce dolor en los mismos. Por ende, si la superficie es demasiado baja, se tendrá el dolor de espalda, por el cuerpo inclinado hacia adelante [3, p.30]. Existen recomendaciones de alturas óptimas que toma como referencia la altura del codo, tal como se muestra en la figura 8.

Tipo de trabajo a realizar	Altura de trabajo recomendada	Limitar alturas
Manipulación de piezas no muy pesadas	Ligeramente por debajo de la altura de codos de pie	Limitar las alturas de manipulación de acuerdo al peso del objeto a cargar, se recomienda no exceder cargar mayores de 7 kilos por encima del hombro y 13 kilos si se acerca al cuerpo.
Empujar o arrastrar	Ligeramente por encima de la altura de codos preferiblemente sentado	
Tareas pesadas con aplicación de fuerza	Entre la altura de los nudillos y la altura de los codos; el trabajador debería de estar de pie. La máxima fuerza de levantamiento se puede hacer cuando el objeto está a la altura de nos nudillos	
Tareas de manipulación de piezas pesadas		
Controles sobre paneles verticales	Entre la altura de los codos y la de los hombros.	

Figura 8. Altura recomendada

Fuente: Elaboración propia. En base a Instituto de Biomecánica de Valencia 2020: p.30

En la figura 9 a modo de guía se muestran las alturas recomendadas para el trabajo de pie, tanto para mujeres como para hombres en tres situaciones.

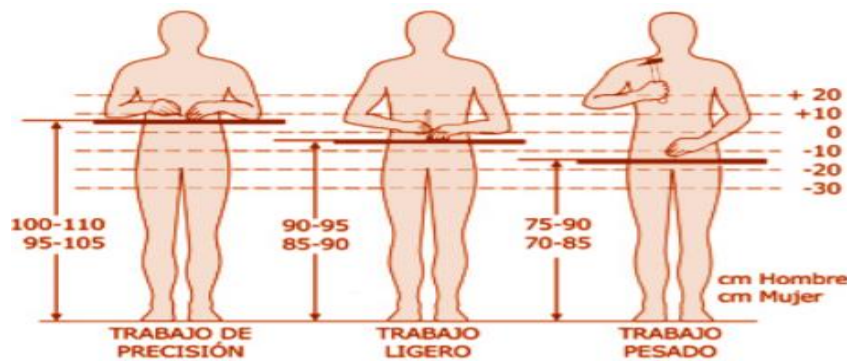


Figura 9. Altura recomendada para trabajar de pie

Fuente: Instituto de Biomecánica de Valencia

✓ Espacio de trabajo

Zona en la cual el trabajador realiza movimientos imprescindibles para ejecutar tareas, además los elementos y materiales deben estar al alcance [3, p.34]. Por ende, se presenta algunas recomendaciones en la figura 10.

Espacio y las distancias previstas para los brazos	Alcanzar todos los elementos de área principal de trabajo sin adoptar posturas forzadas de brazos y tronco (estiramiento del brazo e inclinación del tronco), se tiene el radio de alcance con el brazo-mano.
Zona de alcance principal	“Uso intensivo de los elementos de un trabajo”, radio de alcance máximo de 40 cm y los de “uso más frecuente” deben estar ubicados tan cerca y tan al frente.
Zona de alcance secundaria	“Uso más ocasional”, radio de alcance máximo de 60 cm.

Figura 10. Espacio de trabajo

Fuente: Elaboración propia. En base a Instituto de Biomecánica de Valencia 2020: p.34

En la figura 11 se muestran las zonas de alcance recomendado para una posición fija.

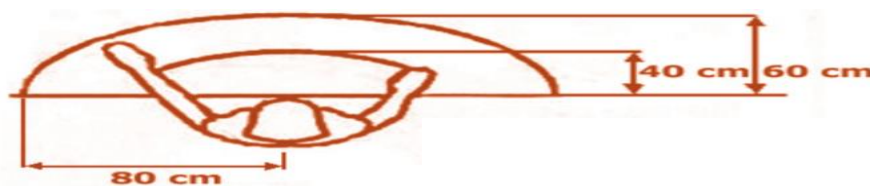


Figura 11. Zonas de alcance para una posición fija

Fuente: Instituto de Biomecánica de Valencia 2020

✓ **Espacio libre para los pies**

El área debe permitir que el colaborador pueda aproximarse a la máquina sin que sus pies o piernas topen contra la zona inferior de la misma. Esto es especialmente cuando se labore de pie, debe tener una hondura mínima de 21 cm y una altura de 23 cm [3, p.35]. En la figura 12 se muestra las respectivas medidas cuando se labora de pie.

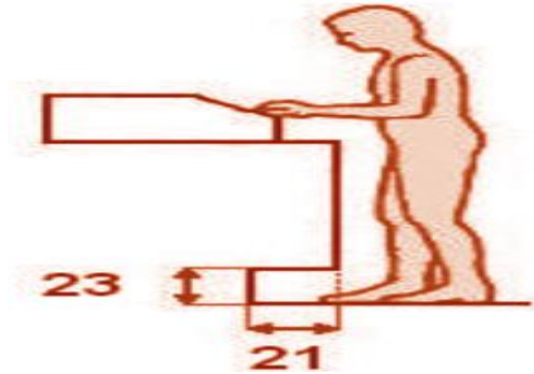


Figura 12. Espacio libre para los pies

Fuente: Instituto de Biomecánica de Valencia 2020

❖ **Carga de trabajo**

Disonancia entre los medios aprovechables y solicitados, debido a la escasez de la cantidad de lo aprovechable. Algunos medios son: el artefacto del trabajador, el ambiente, la organización del trabajo [19].

✓ **Fatiga**

“Es la situación de esfuerzo que comprende modificaciones fisiológicas del cuerpo, es decir cansancio. La planificación adecuada del para el trabajo es importante para disminuir la fatiga, esta relación con los tiempos en reposo, grupos de trabajo, duración de la actividad y los requerimientos de producción.” [20]. En la figura 13 se muestra la incidencia de la curva de la fatiga durante la jornada laboral.

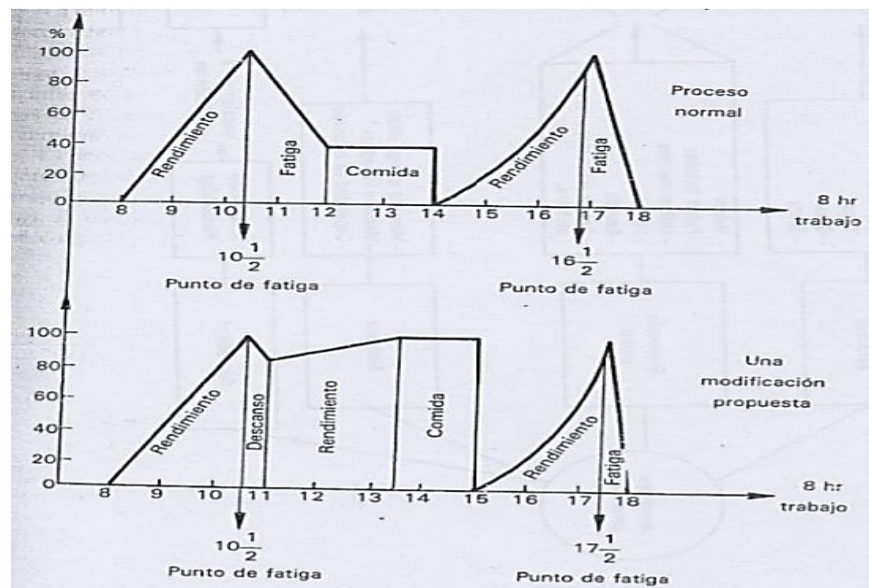


Figura 13. Curva de fatiga

Fuente: Ramírez 2013

2.2.6 Diseño de puesto de trabajo

❖ Diseño de la máquina

Según CONFEMADERA [14] menciona que el diseño de las máquinas se realiza según la interacción del trabajador de acuerdo con los riesgos y accidentes laborales. Algunos criterios ergonómicos esenciales para la seguridad y la salud son:

- Ajustarse a las dimensiones, reciedumbre y resistencia del trabajador
- Disponer de zona competente para los movimientos de los distintos miembros del cuerpo humano.
- Eludir una medida de trabajo establecido para la máquina y prevenir que la atención requiera una observancia mayoritaria.
- Acondicionar el interfaz-hombre-máquina a las características probables de los trabajadores.

❖ Diseño del ambiente

Es el diseño de elementos que altera la postura del trabajador que realiza sus operaciones y las señales impuestas en el entorno para evitar peligros. Nos referimos al diseño del espacio, la iluminación, el ambiente acústico y la temperatura [13].

❖ **Diseño de procesos y operaciones**

Según Cañas [13] explica que el diseño se realiza de acuerdo con los factores de la organización, influye decisivamente de cómo se realiza el trabajo y la interacción con la máquina; estos se mencionan a continuación:

- Planificación de objetivos

Cuando los objetivos de una organización son igualitarios, es decir que aumente la demanda de recursos respecto a los recursos disponibles de forma parcial sin exponer al trabajador a peligros que comprometan su seguridad.

- Establecimiento de protocolos

Conjunto de reglas basado en la experiencia y juicios de expertos de un proceso para lograr reducir errores al tomar decisiones y evitar olvidar algún suceso.

- Planes de aprendizaje y entrenamiento

Es consolidar habilidades cognitivas dentro de un sistema de trabajos basado en situaciones inesperados como: toma de decisiones, gestionar el tiempo de manera óptima e interactuar con el diseño de las máquinas.

2.2.7 Metodología 5S

Son actividades básicas de un programa 5S son cinco, referenciadas a las palabras que en la fonética japonesa comienza con la letra S [21]. Las cuales se mencionan a continuación:

- Seiri (Organización)

Preceptuar los puestos de trabajo con los componentes propios y eliminar los no utilizables.

- Seiton (Orden)

Los componentes del puesto de trabajo deben estar cerca y de utilidad, asimismo deben ser fácil de identificar.

- Seiso (Limpieza):

Todos los elementos deben estar limpios y en orden de manejo.

- Seiketsu (Estandarización)

Métodos para alcanzar las tres primeras S, deben ser de máxima facilidad de imponerse.

- Shitsuke (Disciplina)

De acuerdo con las tres primeras S y lo que se cumpla en el procedimiento estandarizado, esto se debe repetir, hasta lograr la motivación necesaria.

2.2.8 Método Systematic Layout Planning

Según Muther [22] se explica como una forma organizada de resolver problemas de implementación, incluye básicamente diagramas de funcionamiento y una serie de relación que se puede visualizar los elementos involucrados.

A través de una tabla relacional de actividades se expresa los valores de cercanía entre cada celeridad y el restante:

A-Absolutamente alta intensidad de movimiento de material

E-Especialmente alta intensidad de movimiento

I-Importante intensidad de movimiento

O-Ordinaria intensidad

U-Intensidad sin importancia o movimientos despreciables

El diagrama se construye mediante actividades con relación de tipo A y luego se agregan los de tipo E, actividades de tipo I, actividades de tipo X, actividades de tipo O y finalmente actividades de tipo U. Se puede apreciar en la figura 14.

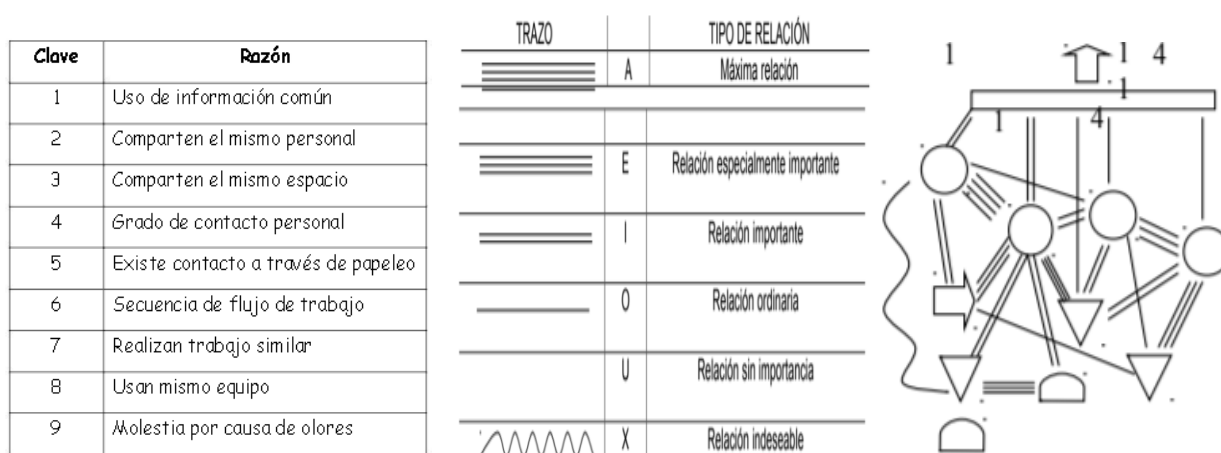


Figura 14. Actividades de relación del método SLP

Fuente: Muther

2.2.9 Normativa y reglamentos

❖ Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgo disergonómicos

“Se basa en establecer parámetros que permitan la adaptación de las condiciones de trabajo a las características físicas y mentales de los trabajadores con el fin de proporcionarles bienestar, seguridad y mayor desempeño, tomando en cuenta que las mejora de las condiciones trabajo contribuye a una mayor eficacia y productividad” [23].

- ❖ Ley de seguridad y salud en el trabajo N°29 783(Decreto supremos N°005-2012-TR)

“Tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos laborales en el país, sobre la base de la observancia del deber de prevención de los empleadores, el rol de fiscalización y control del estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales” [24].

- ❖ Norma técnica peruana NTP 399.018

Normativa sobre factores de seguridad de calidad para los elementos que conforman el casco de seguridad que tiene como funcionalidad la protección de la cabeza del operario [25].

- ❖ Real decreto RD 286/2006 de exposición laboral al ruido

Decreto con la funcionalidad de proteger a los colaboradores frente a los riesgos provenientes de la exposición al ruido [26].

- ❖ Reglamento nacional de edificaciones decreto supremo N°011-2006-Vivienda

Tiene por objeto normar criterios y requisitos para el diseño y ejecución de diferentes habilitaciones en la cuales son las industriales, comerciales, usos especiales, residenciales, riberas y laderas, así como reurbanización [27]. A continuación, se presenta algunas normas de edificaciones las cuales son:

- ✓ Norma A.060 Aspectos generales de industria

Norma en la cual establecen requisitos y condiciones generales que debe cumplir las edificaciones industriales.

- ✓ Norma EM.0.30 Instalaciones de ventilación

Norma que rigen diferentes requisitos de instalación de ventilación en edificaciones industriales comerciales, de recreación y otros.

- ❖ Norma 143:2006/A1 filtros

Norma que rige criterios de selección para filtros de mascarillas de acuerdo con el tipo ya sea para partículas, gases y vapores [28].

- ❖ Norma OHSAS 18001

Es un estándar desarrollado para contribuir a de forma continua la seguridad y salud en el trabajo que ofrece a sus colaboradores [29].

- ❖ Norma UNE 56801:2008

Norma que brinda terminologías, definiciones, clasificaciones y dimensiones de puertas de entrada, interiores y exteriores [30].

2.2.10 Programas de ingeniería y de datos

❖ SolidWorks

Software de diseño asistido por computadora para modelar piezas y ensambles, la idea mental se va operando virtualmente para posteriormente mostrarse en plano o animaciones [31].

❖ AutoCAD

Programa de dibujo de ingeniería por computadora en 2d y 3d, genera archivos DWG para crear planos genéricos [32].

❖ Power Bi Desktop

Herramienta con funcionalidad para analizar e interactuar con datos en Excel, recopilando información a través del lenguaje natural en relación con solicitudes de preguntas y respuestas [33].

2.2.11 Matriz IPERC

Método de evaluación donde se identifica los peligros y riesgos, se valoriza el índice de probabilidad, severidad, nivel de riesgo y se propone las medidas de control [34].

2.2.12 Indicadores

Según Niebel y Freivalds [35] , los indicadores del proceso productivos son:

❖ Productividad

Cociente entre la producción obtenida en un determinado período, y la cantidad de recursos utilizados para obtenerla.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad de recurso empleado}}$$

❖ Productividad de mano de obra

Relación aritmética de la producción obtenida y el número de operarios.

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Número de operarios}}$$

❖ Eficiencia económica

Relación aritmética entre el total de ingreso o ventas y el total de egresos o inversiones dicha venta.

$$\text{Eficiencia económica} = \frac{\text{ventas}}{\text{Costos}}$$

Según ERGONAUTAS [36] los indicadores de riesgos disergonómicos son:

- ❖ Posturas incómodas o forzadas

Relación aritmética de los puestos de trabajo con riesgos disergonómicos y el número de puestos de trabajo totales.

$$\begin{aligned} & \% \text{ cantidad de puestos de trabajo con riesgos disergonómicos} \\ &= \left(\frac{\text{Puestos de trabajo con riesgo disergonómicos}}{\text{Número de puestos de trabajo totales}} \right) \times 100 \end{aligned}$$

Según la ley 29 783 [23], ley de seguridad y salud en el trabajo, mediante la resolución Ministerial RM-050-2013 (formato referencial SST), señalan ciertos indicadores:

- ❖ Índice de frecuencia

Relación aritmética del número de accidentes y horas hombre trabajada.

$$\text{Índice de frecuencia} = \frac{\text{Número de accidentes}}{\text{Horas hombre trabajados}} \times 200\,000$$

- ❖ Índice de severidad

Relación aritmética de los días perdidos y horas hombres trabajada.

$$\text{Índice de severidad} = \frac{\text{Días perdidos}}{\text{Horas hombre trabajadas}} \times 200\,000$$

- ❖ Multa de SUNAFIL

La multa por incumplimiento es de:

$$\text{Multa de SUNAFIL} = (0,59) \times \text{UIT}(4\,300)$$

III. Resultados

3.1 Diagnóstico actual de la empresa

❖ Empresa

La empresa Servicios generales W.I con RUC 10468194495 se dedica a la elaboración de productos de melamina y otros, se encuentra ubicada en la calle Simón bolívar N° 260, de la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque.

Tabla 1. Datos generales

Nombre	Servicios generales W. I
RUC	104681194495
CIU	20293
Actividad económica	Feb. Otros productos de madera

Fuente: Servicios generales W.I

3.2 Descripción del producto

La empresa produce diferentes modelos y diseños entre los cuales el material que resalta en los productos es la melamina. Se presenta en la siguiente tabla 2 la cartera de productos.

Tabla 2. Cartera de Productos

Código	Productos
1	Escritorio de estudio
2	Puertas Modelizadas de interiores
3	Módulo de cocina
4	Estantes
5	Caunter de recepción
6	Cabezales de dormitorio
7	Armarios
8	Cómoda
9	Mesas de sala
10	Mueble de entretenimiento

Fuente: Servicios generales W.I

Para determinar cuál de los productos es el más vendido se realiza el análisis método ABC (Según la inversión). Para el análisis se necesita la demanda anual del año 2 019, con su respectivo precio unitario. En la siguiente tabla 3 se presenta el análisis ABC.

Tabla 3. Análisis ABC (Según inversión)

Producto	Demanda anual (2 019)	Precio unitario	Inversión	Inversión acumulada	% Acumulado	Zona	%
Puertas modelizadas de interiores	190	420	S/ 79 800	S/ 79 800	48 %	A	82%
Armarios	34	550	S/ 18 700	S/ 98 500	59 %	A	
Escritorio de estudio	41	370	S/ 15 170	S/.113 670	68 %	A	
Mesa de sala	26	550	S/ 14 300	S/ 127 970	76 %	A	
Estantes	33	300	S/ 9 900	S/ 137 870	82 %	A	
Cómoda	21	300	S/ 6 300	S/ 144 170	86 %	B	11%
Módulo de recepción	18	350	S/ 6 300	S/ 150 470	90 %	B	
Módulo de entretenimiento	24	230	S/ 5 520	S/ 155 990	93 %	B	
Módulo de cocina	28	280	S/ 7 840	S/ 163 830	98 %	C	7 %
Cabezales de dormitorio	12	320	S/ 3 840	S/ 167 670	100%	C	
TOTAL			S/ 167 670				100%

Clase	N° de productos	% Artículo	% Actual	% Inversión	% Inversión Acumulado
A	5	50 %	50 %	82 %	82 %
B	3	30 %	80 %	11 %	93 %
C	2	20 %	100 %	7 %	100 %
TOTAL	10	100 %		100 %	

Fuente: Elaboración propia. En base a Servicios generales W.I

En la zona “A” hay cinco elementos que representan el 50 % de todos los productos y son responsables del 82 % de la inversión.

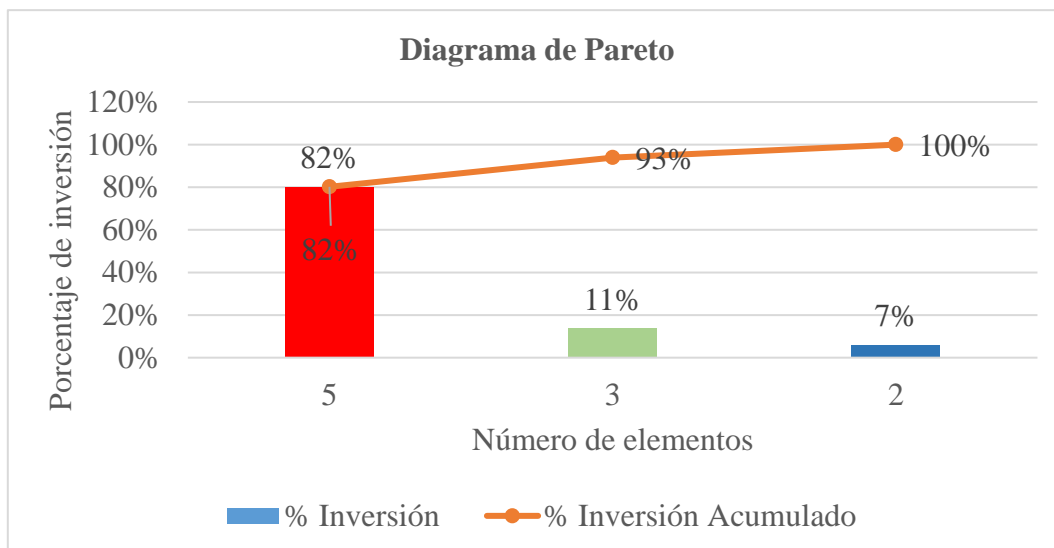


Figura 15. Diagrama de Pareto

Fuente: Elaboración propia. En base a Servicios generales W.I

Se centra la mayor importancia en la zona A donde se encuentra el 82 % que corresponde a cinco productos donde se le debe controlar y dar seguimiento porque depende de ello las ventas.

Según el análisis ABC el producto principal son las puertas modelizadas de interiores, tal como se presenta en la figura 16 donde en la siguiente tabla 4 se muestra las respectivas características.



Figura 16. Puerta Ocre

Fuente: Servicios generales W.I

Tabla 4. Características de la puerta Ocre

Altura Máx. (cm)	Ancho Max. (cm)	Grosor Max (cm)
210	80	5

Fuente: Servicios generales W.I

❖ Materiales

Los materiales principales y secundarios se presentan a continuación.



Figura 17. Plancha "Acabado PET"

Fuente: Servicios generales W.I

Tabla 5. Características de plancha "Acabado PET"

Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
2,44	1,22	0,5

Fuente: Servicios generales W.I



Figura 18. Listones

Fuente: Servicios generales W.I

Tabla 6. Características de listones

Largo (cm)	Ancho (cm)	Espesor (cm)
2,44	5	5

Fuente: Servicios generales W.I

Tabla 7. Materiales secundarios

Puerta de interior Modelo "Ocre"	
Insumos	Descripción
Tapacantos	Se utilizan para dar acabado al contorno de la puerta
Clavos	Se utilizan para ensamblar las piezas
Retazos	Se utilizan para darle soporte a la puerta
Diluyente	Se utilizan para elaborar la pintura
Masa selladora	Se utiliza para tapar imperfecciones
Pintura Baycolor ocre	Se utiliza para dar color a la puerta
Yeso	Se utiliza para elaborar la pintura
Laca	Se utiliza para abrillantar la puerta
Pegamento	Se utiliza para pegar los retazos

Fuente: Servicios generales W.I

- Desechos y desperdicios

Los desechos son aquellos que se pueden vender o volver usar, como la viruta y retazos de madera.



Figura 19. Desechos y desperdicios

Fuente: Servicios generales W.I

3.3 Maquinaria

❖ Mesa de sierra

Es una sierra circular que está fija en la mesa, donde el funcionamiento consta de pasar los materiales por la hoja de corte. Cabe resaltar que cuenta con guarda hoja y guía de mesa. Las partes de la mesa de sierra circular son:

- Disco de corte
- Mesa para la sierra
- Motor
- Patas de la base
- Manivela para regular altura
- Interruptor de encendido y apagado



Figura 20. Mesa de sierra

Fuente: Servicios generales W.I

Algunas características que presentan la mesa de sierra circular son:

Tabla 8. Características de la mesa de sierra circular

Características	
Dimensiones(mm)	800x500x400
Potencia(watt)	1 500
Capacidad de corte (mm)	58
Diámetro exterior de disco (mm)	315
Diámetro interior de disco(mm)	30

Fuente: EDIPESA

❖ **Cepilladora**

Conjunto de cuchillas en la parte central de la mesa donde su funcionamiento consta de pasar la madera en forma longitudinal, donde la cara apoye a la mesa y este al hacer contacto cepille las inconformidades. Actualmente no está operativa, además es de uso para madera.

Las partes de la cepilladora o garlopa de banco son:

- Regla de tope
- Mesa de colocación
- Motor
- Árbol porta cuchillas
- Interruptor de encendido/apagado.
- Mesa de salida



Figura 21. Cepilladora

Fuente: Servicios generales W.I

Algunas características que presentan la mesa de sierra circular son:

Tabla 9. Características de la cepilladora

Características	
Dimensiones(mm)	1 600 x 500 x 300
Potencia(watt)	2 237
Velocidad máxima(rpm)	3 450
Peso (kg)	300

Fuente: EDIPESA

❖ **Sierra ingletadora**

Es usado para otros productos de la empresa, en la cual se encarga de realizar cortes en ángulos precisos donde se coloca la pieza según los ángulos más comunes son 30 °, 45 ° y 60 °

Las partes de la sierra ingletadora son:

- Disco de corte circular
- Asa de orientación y bloqueo de mesa
- Índice de corte angular
- Árbol porta cuchillas
- Motor eléctrico
- Asa y gatillo de puerta en marcha



Figura 22. Sierra ingletadora
Fuente: Servicios generales W.I

Tabla 10. Características de la sierra ingletadora

Características	
Dimensiones (mm)	610 x 485 x 515
Potencia (watt)	2 200
Velocidad máxima (rpm)	4 800
Diámetro de disco (mm)	306
Peso (kg)	20

Fuente: EDIPESA

3.4 Equipos y herramientas

Durante el proceso las actividades son manuales por ende se requiere herramientas como fresadora manual, atornillador, sierra caladoras y la garlopa.

❖ Fresadora manual

Su funcionamiento consta de realizar formas a través de un proceso de mecanizado. Se utiliza una fresa de $\frac{3}{4}$ en la tuerca de seguridad, es ajustado a la misma altura de la torreta para establecer la profundidad y establecer la velocidad.



Figura 23. Fresadora manual
Fuente: Servicios generales W.I

Tabla 11. Características de la fresadora manual

Características	
Dimensiones (mm)	2 660 x 2 850
Profundidad (mm)	1 100
Profundidad de rebaje (mm)	55
Material	Polímero
Número de velocidad	5

Fuente: PROMART

❖ Cepilladora manual o garlopa

Su funcionamiento es manual, quita las irregularidades del cepillado, en su interior consta de una serie de cuchillas afiladas, se asienta a la madera y se coloca en dirección a favor de la veta.



Figura 24. Cepilladora manual o garlopa

Fuente: Servicios generales W.I

Tabla 12. Características de la cepilladora manual o garlopa

Características	
Dimensiones (mm):	250 x 50
Cuña para fijar la cuchilla	cromada
Base	lacada
Base de fundición	Rectificada en sus tres caras
Peso (Kg)	2, 5

Fuente: EDIPESA

❖ Taladro DEWALT

Taladro atornillador eléctrico que se enciende con un gatillo regulable con perilla para darle sentido de giro, además que es ajustable para atornillar tornillos de cualquier medida.



Figura 25. Taladro DEWALT

Fuente: DEWALT

Tabla 13. Características del taladro atornillador

Características	
Amperaje de la batería	2 A
Mandril	½"
Color	Negro y amarillo
Tiempo de carga	60 minutos
Voltaje	20 V

Fuente: DEWALT

❖ Sierra caladora

Su funcionamiento es cortar madera, ajustable para todo tipo hojas o de sierra. Consta de un gatillo para evitar presionar por mucho tiempo el botón que accionar el corte.



Figura 26. Sierra caladora

Fuente: PROMART

Tabla 14. Características de la sierra caladora

Características	
Tipo de producto	Sierra
Longitud de cable (m)	2
Peso del producto (kg)	2,3
Ancho del producto (cm)	25

Fuente: PROMART

3.5 Descripción del proceso de producción

Cabe resaltar que el proceso de producción es manual, donde el procedimiento es que el cliente presenta el diseño, las medidas y el color personalizado, el dueño revisa las especificaciones y da la orden de compra de la materia prima de acuerdo con lo solicitado.

Es notable aludir que el estudio se centró en la fabricación de puertas, debido a que es el producto con mayor depreciación y el que genera mayor ganancia a la empresa.

a) Recepción e inspección de materia prima

El colaborador recibe e inspecciona los listones y planchas, donde son colocados en forma vertical y horizontal para su posterior uso.



Figura 27. Recepción e inspección de materia prima

Fuente: Servicios generales W.I

b) Señalado

De acuerdo con las medidas solicitadas por el cliente, se talla para señalar los cortes, así como los listones y planchas.

c) Cortado N°1 y N°2

Se realiza el cortado para los listones en la mesa de corte y para las planchas se usa la sierra caladora.

d) Cepillado

Se realiza el cepillado de forma manual para quitar desconformidades tras la operación del cortado.

e) Ensamble

Se unen los listones con la base, asimismo se pegan en el interior del ensamble retazos de manera homogénea para dar soporte.

f) Sujeción

Luego de ensamblar, se coloca listones no tan pesados en la parte central, adicionalmente se usa 4 sujetadores en las esquinas para ejercer presión.

g) Rasmillado

Se realiza el rasmillado para quitar los residuos de pegamento con lija de madera.

h) Pegado

Se une el tapacantos de acuerdo con el color de la puerta usando pegamento ultra fuerte o cola.

i) Clavado

Se realiza el clavado usando galletas de madera y clavos de 30 mm para darle una estructura más fuerte a la puerta y además de dar presión a los tapacantos.

j) Señalado

Se enmarca en la base principal de la mesa de acuerdo con el diseño del cliente para poder realizar el fresado, además se retiran las galletas de madera para poder realizar el fresado.

k) Fresado

Se usa la fresadora y plantillas ejercidas a presión por las sujetadoras para realizar el mecanizado establecido en la parte central de la puerta.

l) Sellado

Con el uso de la masilla blanca para madera se tapa las imperfecciones de la puerta.

m) Lijado

Se usan lijas para madera para quitar fragmentos irregulares en ambas caras de la puerta.

n) Pintado frontal

Se usa una aglomeración de hilo grueso blanco donde se sumerge a la mezcla para su posterior pintado manual.

o) Secado N°1

Luego del pintado la puerta es secada de forma natural aprovechando la Luz solar.

p) Pintado posterior

Se usa una aglomeración de hilo grueso blanco donde se sumerge a la mezcla para su posterior pintado manual.

q) Secado N°2

Luego del pintado la puerta es secada de forma natural aprovechando la Luz solar.

r) Lacado

Luego del secado, se realiza un acabado donde se usa laca selladora para madera, se coloca 8 capas usando la espátula.

s) Secado N°3

La puerta es secada de forma natural aprovechando la luz solar.

3.5.1 Diagrama de operaciones

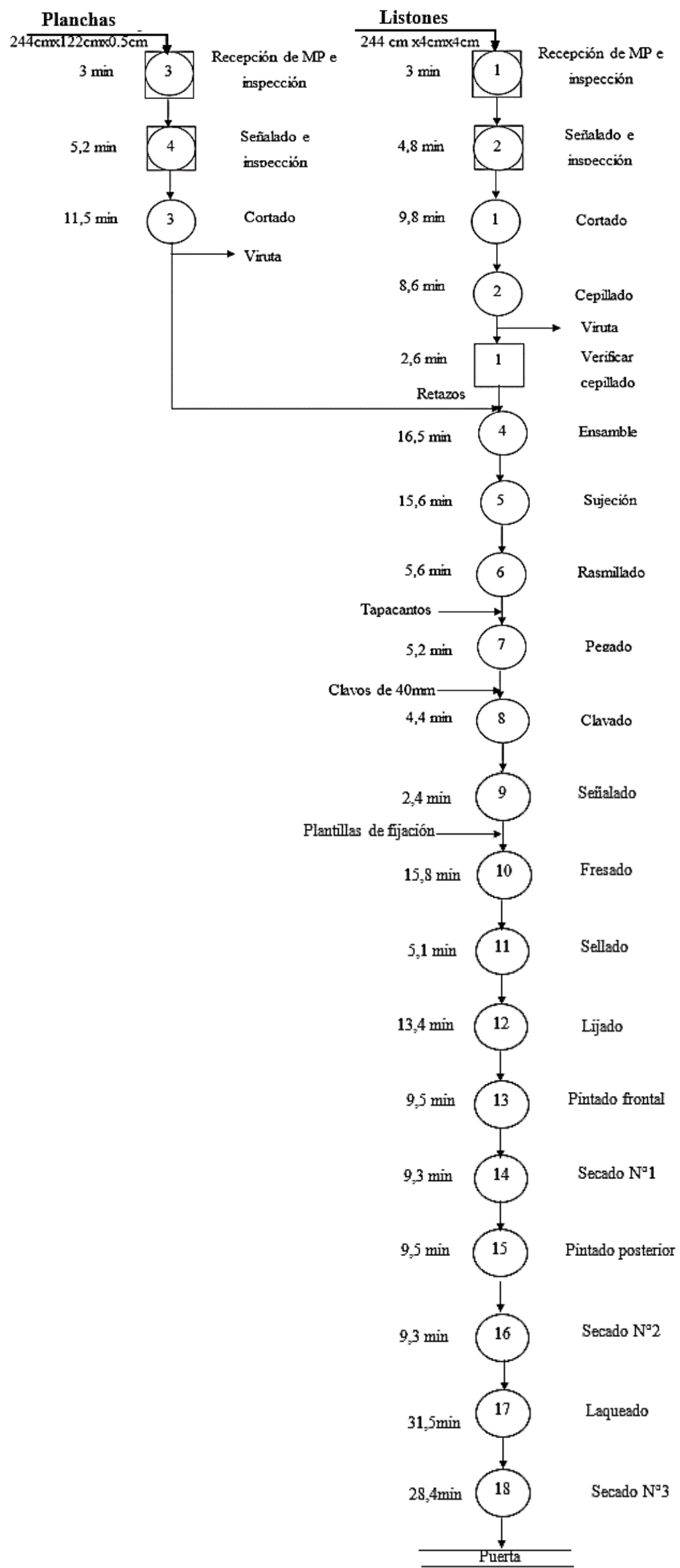
Según la tabla 15 de General Electric Company, se determinó el número de veces que se debe realizar la toma de tiempos, acorde a la etapa con mayor tiempo por lo tanto se realizó 5 veces. **Ver anexo 1**

Tabla 15. General Electric Company

Tiempo (minutos)	Número de ciclos
0,1	200
0,25	100
0,5	60
0,75	40
1	30
2	20
2,00-5,00	15
5,00-10,00	10
10,00-20,00	8
20,00-40,00	5
Más de 40,00	3

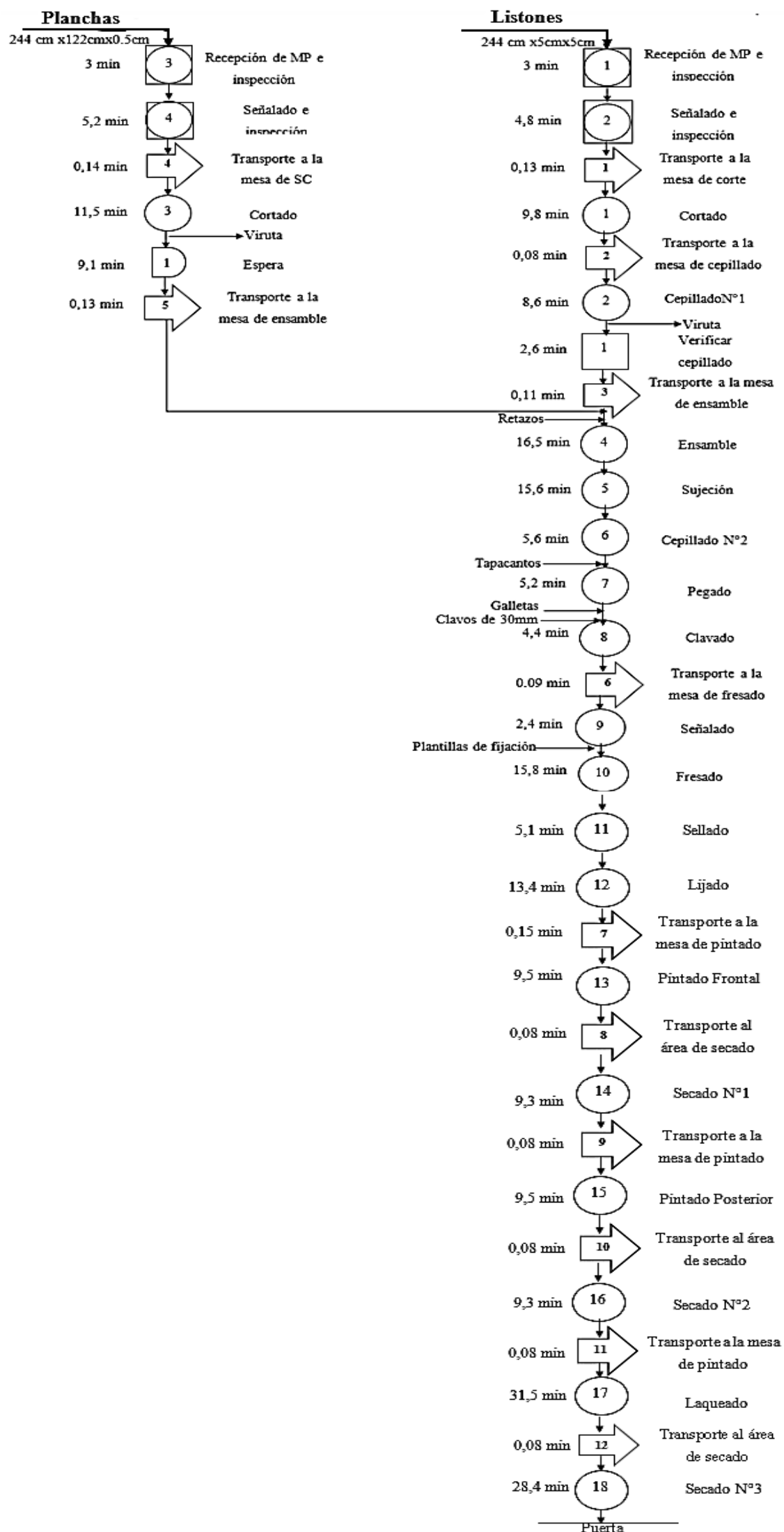
Fuente: General Electric Company

En la figura 28 se presenta el diagrama de operación es y en la figura 29 el diagrama análisis de proceso.



Resumen de operaciones	
Actividad	Cantidad
Operación	18
Inspeccion	1
Combinada	4
Total	23

Figura 28. Diagrama de operaciones



Resumen de operaciones	
Actividad	Cantidad
Operación	18
Inspeccion	1
Transporte	12
Combinada	4
Espera	1
Total	36

Figura 29. Diagrama de análisis de operaciones

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 16 se muestra los datos de actividades productivas e improductivas de acuerdo con el diagrama de análisis de procesos.

Tabla 16. Porcentaje de actividades productivas e improductivas

Actividades			
	Actividad productiva	Cantidad	Tiempo(min)
Operación		18	211, 5
Inspección		1	2,6
Combinada		4	16
	Actividad improductiva		
Transporte		12	1, 2
Demora		1	9, 1
Almacenaje			0
Total			240, 41

Fuente: Elaboración propia

Las actividades improductivas como lo son el transporte y la demora representan un 36 %, que no dan valor al proceso productivo.

3.5.2 Análisis de producción

Los indicadores de producción y productividad se basan en los diagramas de análisis de proceso de fabricación de una puerta, donde se dieron cálculos de tiempos promedio de las actividades.

❖ Tiempo base

La empresa cuenta con 6 colaboradores, la jornada laboral es de 10 horas/día en turnos de 5 horas cada uno.

Tiempo base: 6 días/semana x 10 horas/día x 60 minutos/hora

Tiempo base: 3 600 minutos/semana

❖ Tiempo de proceso

El tiempo de proceso es de 240,41 minutos/unidad

❖ Cuello de botella

Se puede observar que el cuello de botella del proceso productivo en los tiempos promedios de actividades es el lacado con 31, 5 minutos/unidad.

❖ Producción teórica

Para calcular la producción teórica, se tiene en cuenta la relación del tiempo de base entre el cuello de botella.

$$\begin{aligned} \text{Producción: } & \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Cuello de botella}} \\ \text{Producción: } & \frac{3\,600 \text{ minutos/semana}}{31,5 \text{ minutos/unidad}} \\ \text{Producción: } & 114,28 \frac{\text{unidades}}{\text{semana}} \\ \text{Producción: } & 19 \frac{\text{unidades}}{\text{día}} \end{aligned}$$

El resultado nos indica que la producción teórica es de 114,28 unidad/semana donde influye varios factores que es difícil cumplir, ya sea por la producción de otros productos, las condiciones de los puestos de trabajo, los diferentes métodos de trabajo, aplazamiento de tiempos, etc.

❖ Productividad de mano de obra

Se usa la siguiente fórmula, la relación entre la producción obtenida y el número de operarios.

$$\text{Productividad de mano de obra: } \frac{19 \text{ unidades/día}}{6 \text{ operarios}}$$

El resultado nos indica que la productividad de mano de obra es de 3,17 unidades/día-operario. En la tabla 17 se presenta los meses del año 2019 con relación a la producción y productividad de mano de obra, resaltando los primeros meses con mayor apogeo debido a las demandas de clientes referentes a inmobiliarias, así como también una disminución de los últimos meses debido a factores como, fiestas en la cual el cliente opta por otros productos de la cartera de la empresa.

Tabla 17. Productividad de mano de obra durante el año 2019

Meses	Producción	Productividad de mano de obra
Enero	17	2,8
Febrero	18	3,0
Marzo	16	2,7
Abril	17	2,8
Mayo	15	2,5
Junio	16	2,7
Julio	15	2,5
Agosto	17	2,8
Setiembre	16	2,7
Octubre	16	2,7
Noviembre	16	2,7
Diciembre	11	1,8
Promedio	16	2,6

Fuente: Elaboración propia

Para una mayor visualización de datos se utiliza el programa Power Bi Desktop referente a los valores de productividad de mano de obra donde están por debajo de lo establecido. Ver figura 30

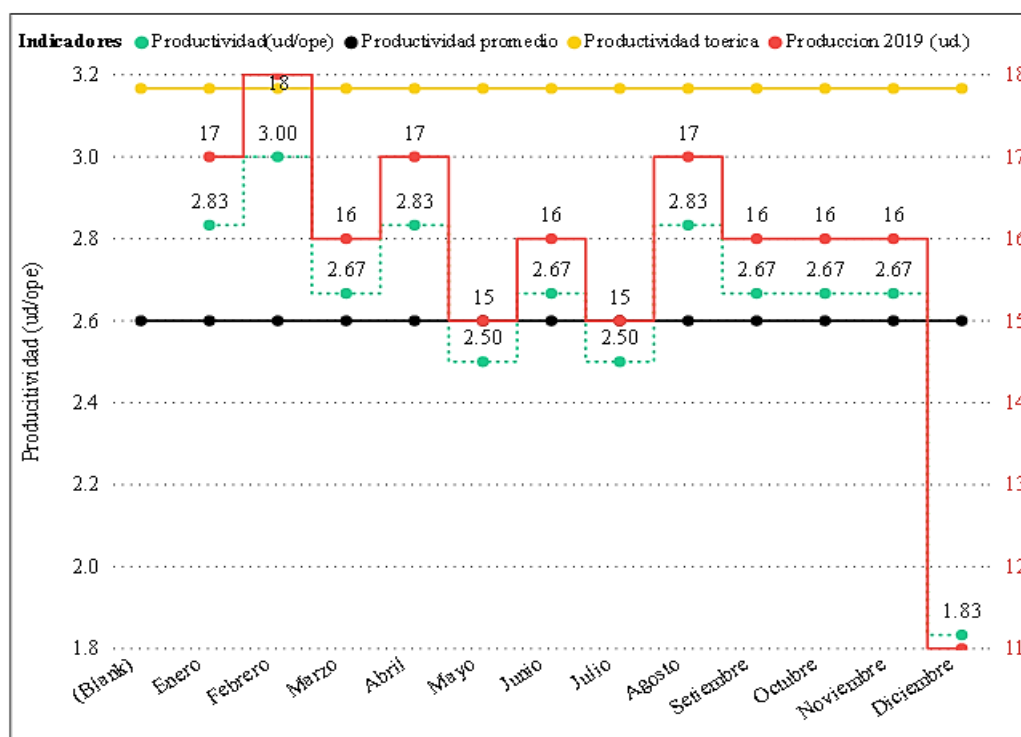


Figura 30. Variación de la productividad

Fuente: Elaboración propia. En base a Servicios generales W.I

❖ Eficiencia económica

Asimismo, se calculó la eficiencia económica a través de la relación ventas y costos

$$\text{Eficiencia económica: } \frac{\text{Ventas}}{\text{Costos}}$$

$$\text{Eficiencia económica: } \frac{\text{S/ 79 800}}{\text{S/ 70 779, 24}}$$

$$\text{Eficiencia económica: S/ 1,13}$$

Tras analizar el resultado se obtuvo que la eficiencia económica es de 1,13 lo cual indica que por cada sol invertido la empresa se le retribuye como ganancia S/ 0,13 céntimos por cada puerta. **Ver anexo 2**

❖ Utilidades brutas no percibidas

Se presenta datos de la demanda por mes y la demanda no atendida, repercute en utilidades brutas no percibidas. Ver tabla 18

Tabla 18. Utilidades brutas no percibidas

Mes	Producción (unidad/ mes)	Demanda(unidad/mes)	Demanda no atendida (unidad / mes)	Utilidad Brutas no percibidas (soles/ mes)
Enero	17	20	3	1 110
Febrero	18	22	4	1 480
Marzo	16	20	4	1 480
Abril	17	20	3	1 110
Mayo	15	18	3	1 110
Junio	16	18	2	740
Julio	15	18	3	1 110
Agosto	17	20	3	1 110
Setiembre	16	18	2	740
Octubre	16	19	3	1 110
Noviembre	16	17	1	370
Diciembre	11	13	2	740
Total	190	223	33	S/12 210

Fuente: Elaboración propia. En base a Servicios generales W.I

La empresa tiene una producción real de 190 puertas/año donde tuvieron una demanda no atendida de 33 unidades/año por lo cual se obtuvo utilidades brutas no percibidas de S/ 12 210. Tal como se muestra en la figura 31

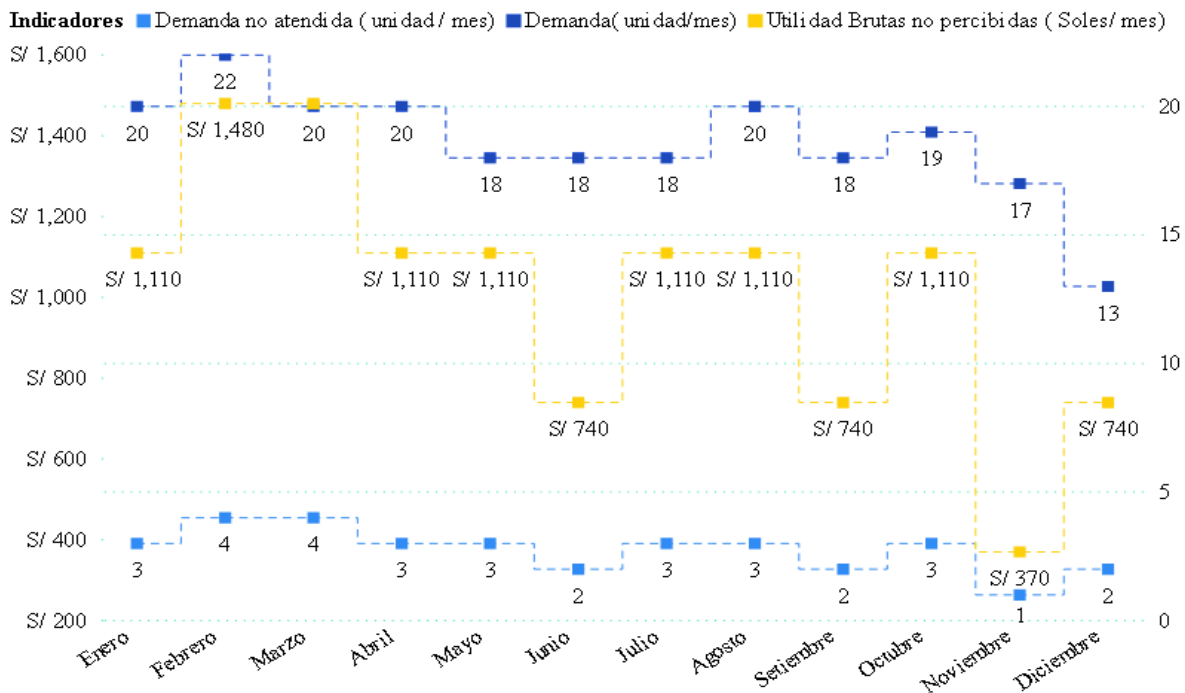


Figura 31. Utilidades brutas no percibidas

Fuente: Elaboración propia

3.5.3 Diagrama de recorrido

Se dividieron el recorrido de cada pieza que posee la puerta, con su respectivo color para poder analizar adecuadamente el proceso de producción. Se presentan en la tabla 19 los transportes que se realiza durante el proceso productivo.

Tabla 19. Recorrido del proceso productivo

Nº1	Partes	Transporte	
2	Perfiles	Transporte a la mesa de corte	
3		Transporte a la mesa de cepillado	
4		Transporte a la mesa de ensamble	
1		Bases	Transporte a la mesa de corte (sierra caladora)
5	Transporte a la mesa de cepillado		
6	Puerta	Transporte fresado	
7		Transporte a la mesa de pintado	
8		Puerta ensamblada	Transporte al área de secado
9			Transporte a la mesa de pintado
10			Transporte al área de secado
11			Transporte a la mesa de pintado
12	Transporte al área de secado		

Fuente: Elaboración propia

En la figura 32 se presenta del diagrama de recorrido donde las líneas de color azul es el recorrido de los listones y de color naranja las planchas.

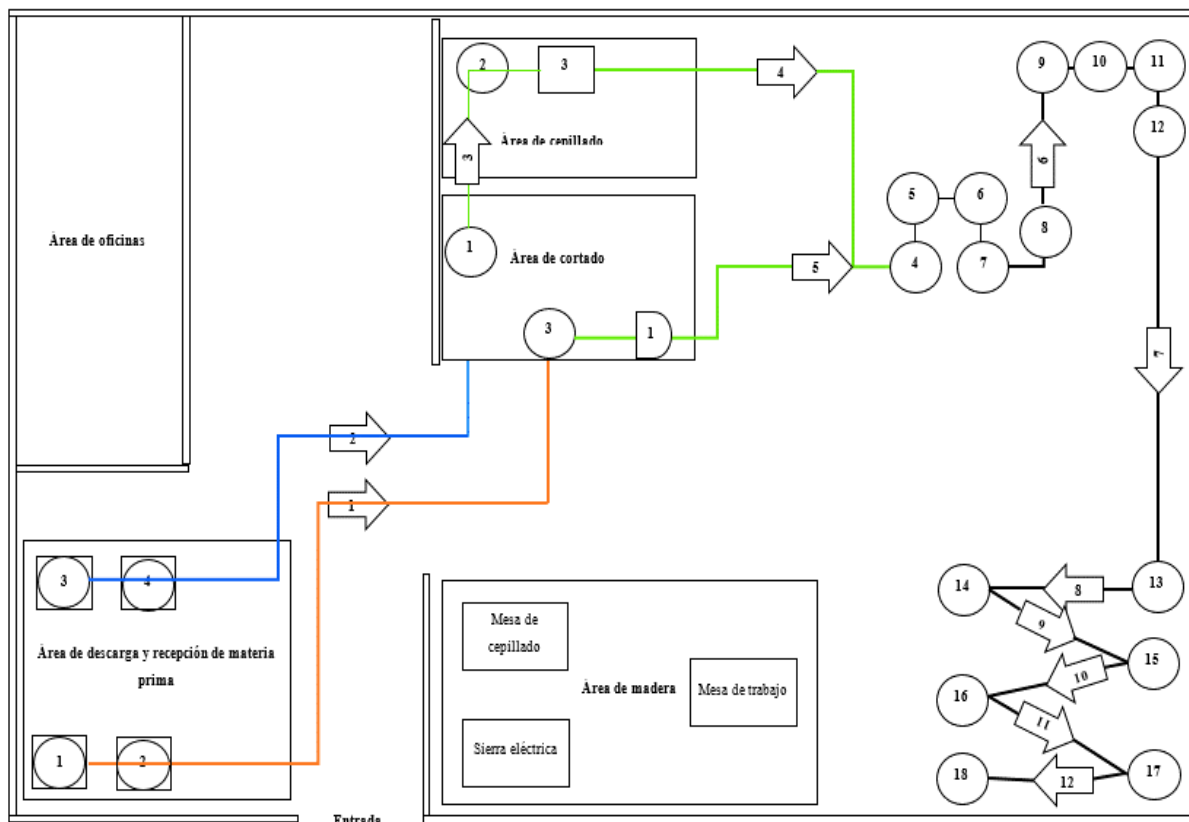


Figura 32. Diagrama de recorrido

Fuente: Elaboración propia

3.5.4 Saturación del operario

Se desarrolla el porcentaje de saturación de la operación en los puestos de trabajo para conocer qué áreas de trabajo son críticas y que factores lo ocasiona.

Tabla 20. Puesto de cortado

Puesto 1	Descripción	Herramientas/Máquina	Tiempo (min)	Saturación
Cortado de listones	Recepción de MP e inspección	Mesa de corte	3	
	Señalado e inspección		4,8	
	Cortado		9,8	
Cortado de planchas	Recepción de MP e inspección	Sierra caladora	3	38%
	Señalado e inspección		5,2	
	Cortado		4,4	
	Subo total		37,3	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Puesto de Cepillado

Puesto 2	Descripción	Herramientas/Máquina	Tiempo (min)	Saturación
Cepillado	Cepillado	Garlopa	8,6	
	Verificar cepillado		2,6	11%
	Subo total		11,2	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Puesto de ensamble

Puesto 3	Descripción	Herramientas/Máquina	Tiempo (min)	Saturación
Ensamble	Ensamble	Taladro Dewalt	16,5	
	Sujeción		15,6	49%
	Cepillado N°2		5,6	
	Pegado		5,2	
	Clavado		4,4	
	Sub total		47,3	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23 Puesto de Fresado-Lijado

Puesto 4	Descripción	Herramientas/Máquina	Tiempo (min)	Saturación
Fresado-Lijado	Señalado	Fresadora y lijadora manual	8,6	
	Fresado		2,6	30%
	Sellado		5,1	
	Lijado		13,4	
	Sub total		29,7	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24. Puesto de pintado-lacado

Puesto 5	Descripción	Herramientas/Máquina	Tiempo (min)	Saturación
Pintado	Pintado frontal	Hilo grueso/Espatula	9,5	
	Secado N°1		9,3	100%
	Pintado posterior		9,5	
	Secado N°2		9,3	
	Lacado		31,5	
	Secado N°3		28,4	
	Sub total		97,5	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 25 se presenta el resumen de los puestos de trabajo con su respectivo porcentaje de saturación donde resaltan todas las áreas, el cual existen factores que dificultan el desarrollo adecuado del trabajo.

Tabla 25. Resumen de los puestos de trabajo

Puesto	Operarios	Tiempo Hombre (min/unidad)	Saturación
	5	223	46%
Puesto 1	1	37.3	38%
Puesto 2	1	11.2	11%
Puesto 3	1	47.3	49%
Puesto 4	1	29.7	30%
Puesto 5	1	97.5	100%

Fuente: Elaboración propia

Tal como se muestra en la figura 33 el puesto de pintado-lacado es el que más resalta en porcentaje de saturación, asimismo se tiene un valor importante en las demás áreas.

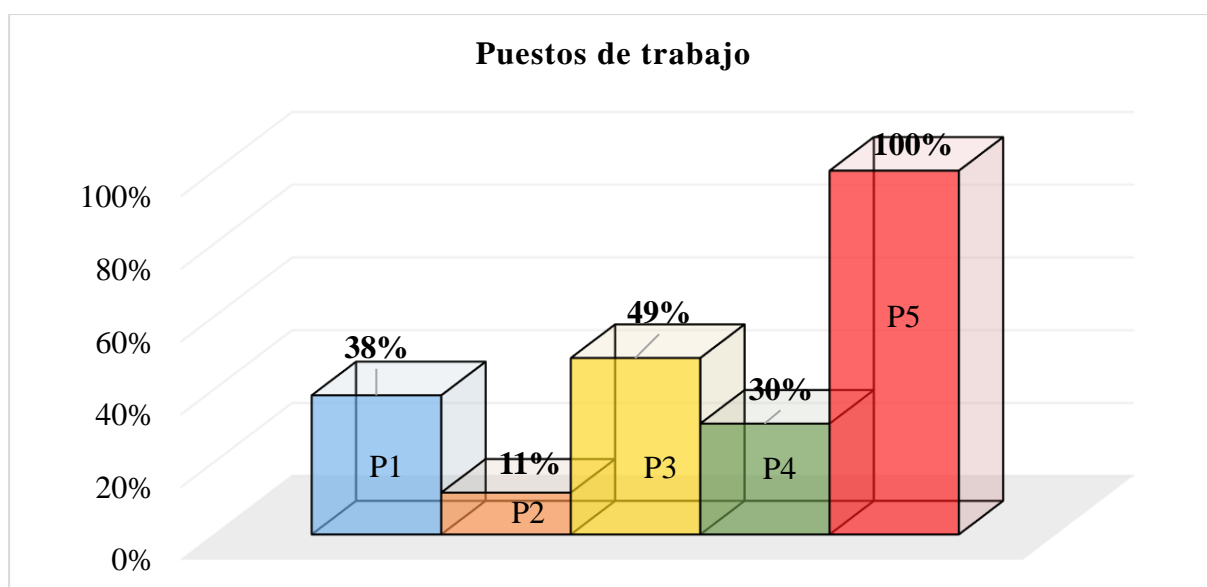


Figura 33. Saturación de puesto de trabajo

Fuente: Elaboración propia

A continuación, respecto a los valores de saturación del operario sirven como evaluación de riesgos disergonómicos debido a que en cada puesto de trabajo se tiene problemas músculo esqueléticos, tal como se muestra en la tabla 26.

Tabla 26. Problemas ergonómicos

Puestos de trabajo	Problemas ergonómicos
Cortado	Síndrome cervical por tensión
Cepillado	Tendinitis Zona corporal Epicondilitis
Ensamble	Tendinitis del manguito de rotadores Síndrome cervical por tensión Lumbalgia
Fresado-lijado	Tendinitis Zona corporal
Pintado-Lacado	Tendinitis Zona corporal Síndrome del túnel carpiano Epicondilitis

Fuente: Elaboración propia. En base a CONFEMADERA

3.6 Métodos de evaluación de riesgos disergonómicos

Para la selección del método de evaluación de riesgos disergonómicos más adecuado se muestra los principales aplicados en temas de investigación, la descripción y su respectiva aplicación. Ver figura 34

Método	Descripción	Aplicación
Método Ergo IBV	Método basado en evaluar riesgos laborales asociado a la carga física, de igual forma las tareas continuas que realiza los miembros superiores.	Trabajos con tareas repetitivas con posiciones forzadas.
Método RULA	Método basado a valorar factores de riesgos de desviaciones articulares, esfuerzo y repetitividad para las extremidades: Brazos, antebrazos, muñecas, hombros, cuello, tronco y piernas.	Se recomienda limitarlo a trabajos repetitivos en posición sentada.
Método REBA	Método basado a valorar factores de riesgos de desviaciones articulares, esfuerzo y repetitividad para las extremidades: Brazos, antebrazos, muñecas, hombros, cuello, tronco y piernas.	Se puede aplicar a cualquier actividad, incluso cuando los objetos que se va a manipular sean (personas y animales) en cualquier ambiente. X
Método OWAS	Método basado en valorar el esfuerzo postural de cuerpo entero	La fiabilidad puede disminuir en tareas de tipo repetitivo o esfuerzo localizado en extremidades superiores.
Método Job Strain Index	Método basado en valorar factores de riesgos de las desviaciones articulares, el esfuerzo y la repetitividad para las manos y muñecas.	Se limita a trabajos repetitivos en posición sentada
Método Check-List Ocra	Método basado en valorar tarea con movimientos repetitivos de los miembros superiores.	Trabajos con tareas repetitivas.
Método carga limite recomendado por el NIOSH	Método que establece el peso de la carga para las condiciones de la tarea.	Trabajos con esfuerzo significativo donde la jornada laboral sea de 8 horas.
Método de la frecuencia cardiaca	Método basado en el consumo energético del trabajador durante la jornada de trabajo.	Tareas asociadas a esfuerzo físico como en el campo de rendimiento deportivo.
Lista de comprobación ergonómica	Lista que evalúa todos los principales factores ergonómicos de los puestos de trabajo.	Análisis de diferentes áreas en la que la ergonomía influye en las condiciones de trabajo. X

Figura 34. Método de evaluación de riesgo disergonómicos

Fuente: Elaboración propia. En base a Norma básico de ergonómica y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos

Para el análisis de factores ergonómicos en diferentes áreas se utiliza la lista de comprobación ergonómica debido a que su aplicación es de forma general donde muestra la situación actual de la empresa. En cambio, para elegir el método adecuado para la evaluación de riesgos disergonómicos se descartan los siguientes métodos:

- ❖ Método RULA y JSI debido a que su evaluación es para la posición sentada.
- ❖ Método NIOSH es porque su evaluación se basa en la carga física.
- ❖ Método de la frecuencia cardíaca debido a que su evaluación se basa en el consumo energético.
- ❖ Método Ergo IVB: La evaluación no es completa solo evalúa la zona del cuello-hombro y la zona mano-muñeca
- ❖ Método OWAS: La evaluación con respecto a la valoración de la carga física es completa, pero es menos precisa.

Por otro lado, el método REBA es el método adecuado para la valoración del cuerpo completo (tronco, cuello, antebrazos, brazo, muñeca, piernas), asimismo analiza la repercusión de la carga postural de manejo de cargas, el tipo de agarre, posturas estáticas, dinámicas o cambios bruscos.

3.6.1 Lista de comprobación ergonómica

Se aplica la lista de comprobación ergonómica que se centra en evaluar a nivel básico mediante el análisis de áreas en las cuales la ergonomía influye en las condiciones de trabajo. Se aplica según a las áreas que cuenta la empresa, en la figura 35 se presentan dichas condiciones.

Áreas	Cumple	
	Si	No
Manipulación y almacenamiento de materiales		
Vías de transporte despejadas y señaladas.		X
Proporcionar contenedores para los desechos, convenientemente situados.		X
Marcar las vías de evacuación y materiales libres de obstáculo.		X
Herramientas manuales		
En tareas repetitivas, emplear herramientas específicas al uso.	Si	No
Suministrar herramientas mecánicas seguras y asegurar que se utilicen los resguardos.		X
Proporcionar un "sitio" a cada herramienta.		X
Formar a los trabajadores antes de permitirles la utilización de herramientas mecánicas		X
Seguridad de la maquinaria de producción		
Usar señales de aviso que el trabajador comprenda fácil y correctamente.	Si	No
Inspeccionar, limpiar y mantener periódicamente las equinas, incluidos los cables eléctricos.		X
Formar a los trabajadores para que operen de forma segura y eficiente		X
Diseño del puesto de trabajo		
Ajustar la altura de trabajo a cada trabajador, situándola al nivel de los codos ligeramente más abajo.	Si	No
Asegurarse de que los trabajadores más pequeños pueden alcanzar los controles y materiales en una postura natural.		X
Asegurarse de que los trabajadores más grandes tienen bastante espacio para mover cómodamente las piernas y el cuerpo.		X
Permitir que los trabajadores alternen el estar sentados con estar de pie durante el trabajo, tanto como sea posible		X
Proporcionar sillas o banquetas para que se sienten en ocasiones los trabajadores que están de pie		X
Dotar, de buenas sillas regulables con respaldo a los trabajadores sentados		X
Iluminación		
Usar colores claros para las paredes y techos cuando se requieran mayores niveles de iluminación.	Si	No
		X

Proporcionar iluminación localizada para los trabajos de inspección o precisión		X
Reubicar las fuentes de luz o dotarlas de un apantallamiento apropiado para eliminar el deslumbramiento directo.		X
Locales	Si	No
Proteger al trabajador del calor excesivo	X	
Mejorar y mantener los sistemas de ventilación para asegurar una buena calidad del aire en los lugares de trabajo.	X	
Servicios Higiénicos y locales de descanso	Si	No
Con el fin de asegurar una buena higiene y aseo personales, suministrar y mantener en buen estado vestuarios, locales de aseo y servicios higiénicos		X
Equipos de protección individual	Si	No
Señalizar claramente las áreas en las que sea obligatorio el uso de equipos de protección individual.		X
Proporcionar equipos de protección individual que protejan adecuadamente		X
Proteger a los trabajadores de los riesgos químicos para que puedan realizar su trabajo de forma segura y eficiente		X
Organización del trabajo	Si	No
Informar frecuentemente a los trabajadores sobre los resultados de su trabajo.		X
Formar a los trabajadores para que asuman responsabilidades y dotarles de medios para que hagan mejoras en sus tareas.		X

Figura 35. Lista de comprobación ergonómica
Fuente: Organización Internacional del Trabajo

Según la lista de comprobación ergonómica, 25 de 27 ítems no cumplen, por lo que la empresa no brinda adecuadas condiciones en los puestos de trabajo y expone a sus colaboradores a factores de riesgos disergonómicos. Se realiza un análisis detallado del puesto de trabajo para identificar cómo influyen en la disminución de la productividad.

3.6.2 Método REBA

Se evalúa las actividades en las cuales los puestos de trabajo son más representativos, debido a su influencia de mayor tiempo promedio de producción y la razón de los valores bajos de productividad.

a) Cortado

❖ Cortado de listones

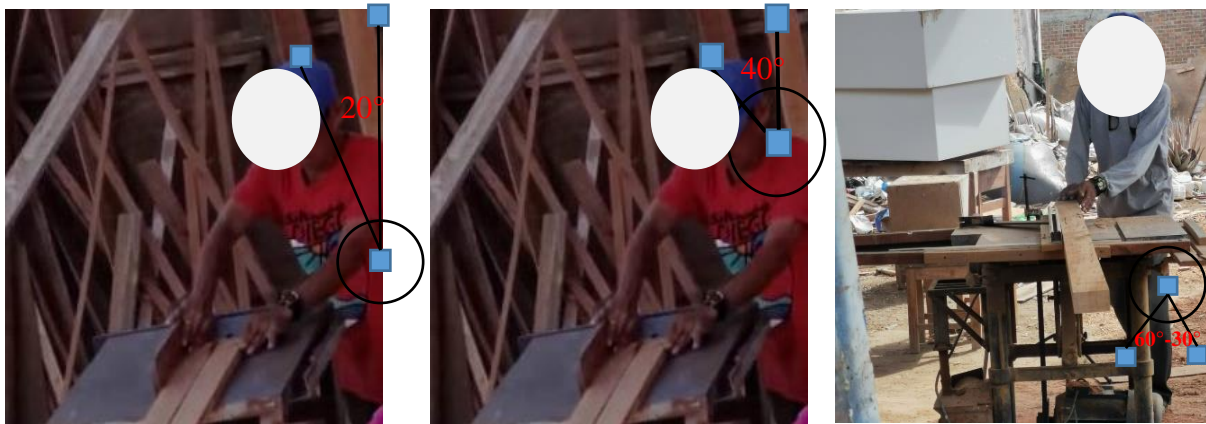


Figura 36. Grupo "A" cortado

Fuente: Servicios generales W.I



Figura 37. Grupo "B" cortado

Fuente: Servicios generales W.I

Grupo A

Tabla 27. Puntuación del grupo “A”

Miembros	Puntos
Tronco	2+1=3
Cuello	2
Piernas	2+1=3

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo A tiene como resultado 6 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 28. Puntuación del grupo “A”

Puntuación del grupo A													
Piernas					Cuello								
					1			2			3		
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B**Tabla 29. Puntuación del grupo “B”**

Miembros	Puntos
Brazo	2
Antebrazo	2
Muñeca	1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B tiene como resultado 3 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 30. Puntuación del grupo “B”

Antebrazo									
Muñeca					Antebrazo				
					1			2	
Brazo	1	1	2	3	4	5	6	7	8
	2	1	2	3	4	5	6	7	8
	3	2	4	5	6	7	8	9	10
	4	3	5	6	7	8	9	10	11
	5	4	6	7	8	9	10	11	12

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Puntuación de la carga o fuerza Grupo “A”

El trabajador maneja materiales cuyos pesos está en el rango inferior de 5 a 10kg.

Tabla 31. Puntuación de la carga

0	1	2	+1
Inferior a 5kg	5-10kg	10kg	Instauración rápida o brusca

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo A: $6+0=6$

Puntuación del agarre Grupo "B"

El operario carga materiales apoyándose con alguna otra parte de su cuerpo, por ello la puntuación del grupo B será:

Tabla 32. Puntuación del agarre

0-Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B: $3+1=4$

Puntuación C

Luego de obtener los valores del grupo A y Grupo B se colocan en la siguiente tabla para obtener el valor final.

Tabla 33. Puntuación "C"

	Puntuación B											
Puntuación A	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	4	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	10	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	11	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Actividad

- +1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantas más de 1min
- +1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto
- +1: Cambios posturales importantes o posturas inestables

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

La puntuación final fue de 7 pero se le suma (+1) por los cambios posturales importantes, estas actividades son comunes en dicho proceso de producción.

Tabla 34. Nivel de riesgo

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronó
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

El resultado es de nivel de acción 3 con una puntuación de 8, demostrando un nivel de riesgo “alto”, por ende, el operario presenta trastornos músculo esqueléticos.

Asimismo, los operarios no cuentan con equipos de protección personal que brinde seguridad.

❖ Cortado de planchas

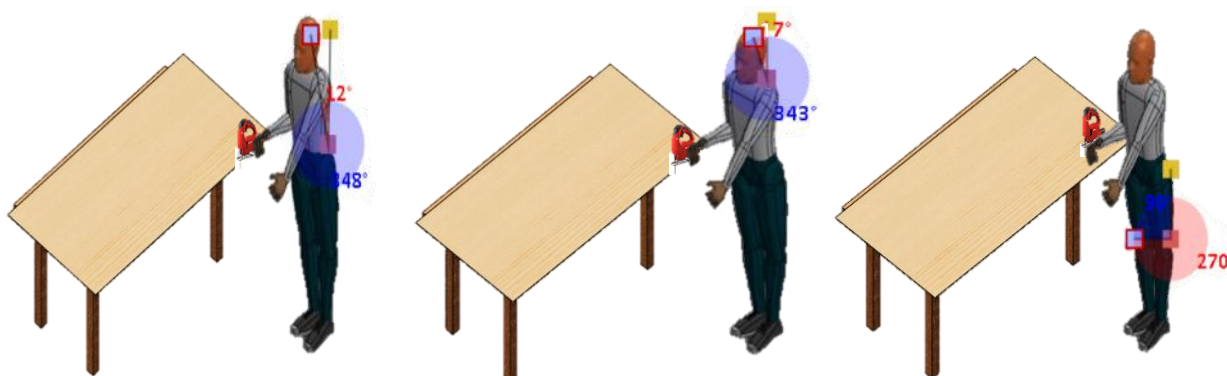


Figura 38. Grupo “A” cortado de planchas

Fuente: Foto de la empresa

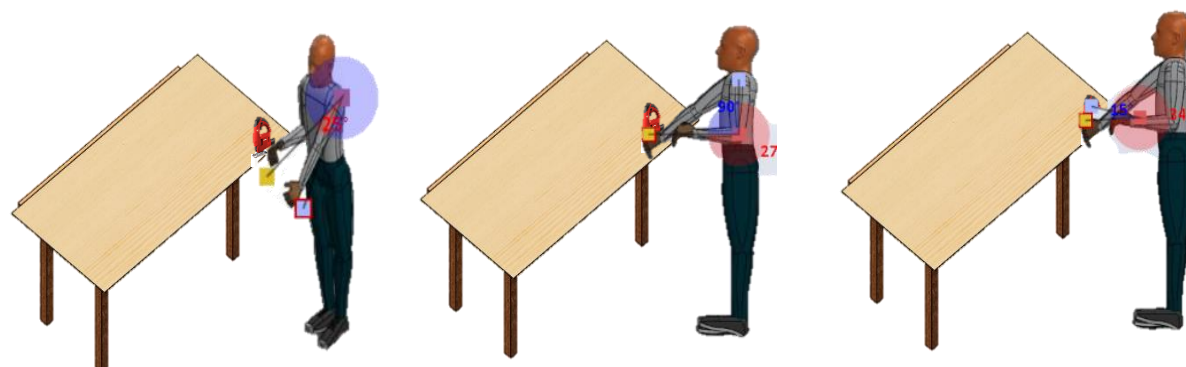


Figura 39. Grupo “B” cortado de planchas

Fuente: Foto de la empresa

Grupo A

Tabla 35. Puntuación del grupo "A"

Miembros	Puntos
Tronco	2
Cuello	1
Piernas	1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo A tiene como resultado 2 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 36. Puntuación del grupo "A"

Puntuación del grupo A													
Piernas					Cuello								
					2					3			
Tronco	1	↓ 1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	→ 2	3	4	5	3	4	5	5	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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B

Tabla 37. Puntuación del grupo "B"

Miembros	Puntos
Brazo	2
Antebrazo	1
Muñeca	1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B tiene como resultado 2 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 38. Puntuación del grupo "B"

Antebrazo									
Muñeca									2
				1					
Brazo	1	↓ 1	2	3	4	1	2		3
	2	→ 2	3	4	5	3	4		5
	3	2	4	5	6	4	5		6
	4	3	5	6	7	5	6		7
	5	4	6	7	8	6	7		8

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Puntuación de la carga o fuerza Grupo A

El trabajador maneja materiales cuyos pesos está en el rango inferior de 5 a 10kg.

Tabla 39. Puntuación de la carga

0	1	2	+1
Inferior a 5kg	5-10kg	10kg	Instauración rápida o brusca

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

$$\text{Grupo A: } 2+0=2$$

Puntuación del agarre Grupo "B"

El operario carga materiales apoyándose con alguna otra parte de su cuerpo, por ello la puntuación del grupo B será el valor de 3.

Tabla 40. Puntuación del agarre "B"

0-Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Puntuación "C"

Luego de obtener los valores del grupo A y Grupo B se colocan en la siguiente tabla valor final.

Tabla 41. Puntuación "C"

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

Actividad

- +1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantas más de 1min
- +1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto
- +1: Cambios posturales importantes o posturas inestables

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

La puntuación final fue de 2 pero se le suma (+1) por los cambios posturales importantes, Y +1 una o más partes del cuerpo estática, estas actividades son comunes en dicho proceso de producción.

Tabla 42. Nivel de riesgo

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario prono
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

El resultado es de nivel de acción 2 con una puntuación de 4, demostrando un nivel de riesgo “medio”, por ende, el operario presenta trastornos músculo esqueléticos.

Asimismo, los operarios no cuentan con equipos de protección personal que brinde seguridad.

b) Cepillado

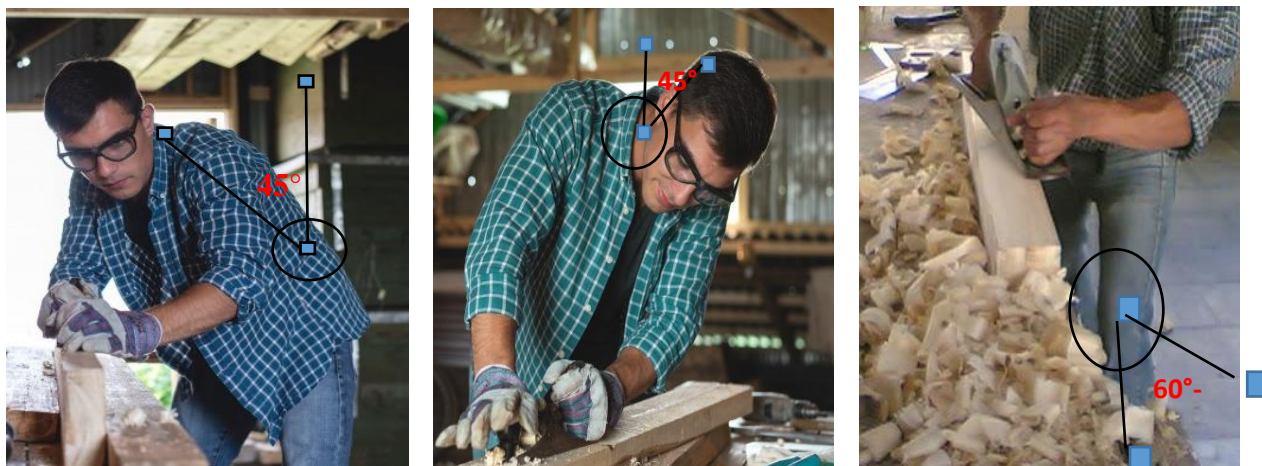


Figura 40. Grupo “A” cepillado

Fuente: Google académico

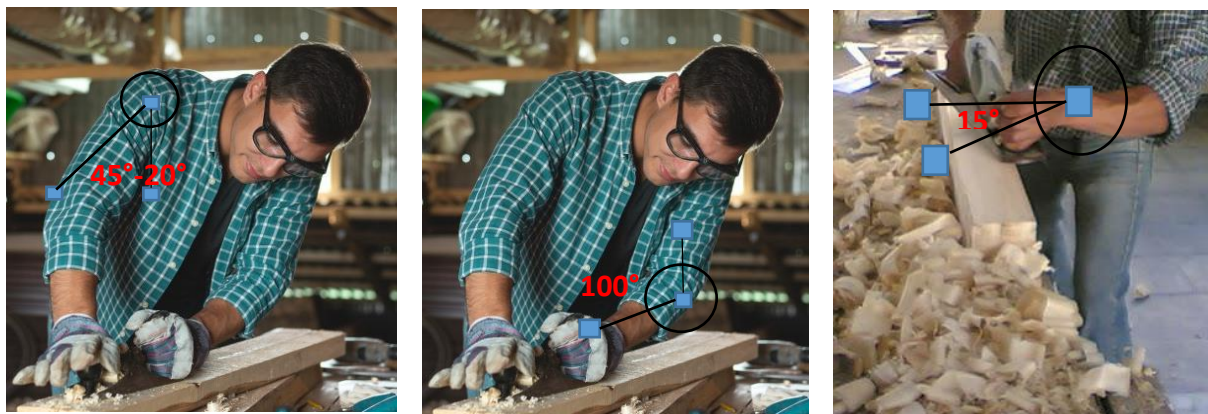


Figura 41. Grupo “B” cepillado

Fuente: Google académico

Grupo A

Grupo A tiene como resultado 5 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 43. Puntuación del grupo “A”

Miembros	Puntos
Tronco	3
Cuello	2
Piernas	1+1=2

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Tabla 44. Puntuación del grupo “A”

Piernas	Cuello												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Tronco	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	4	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B

Tabla 45. Puntuación del grupo “B”

Miembros	Puntos
Brazo	2
Antebrazo	2
Muñeca	2

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B tiene como resultado 4 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación

Tabla 46. Puntuación del grupo “B”

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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Puntuación de la carga o fuerza Grupo A

El trabajador maneja materiales cuyos pesos está en el rango inferior de 5 a 10kg.

Tabla 47. Puntuación de la carga

0	1	2	+1
Inferior a 5kg	5-10kg	10kg	Instauración rápida o brusca

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

$$\text{Grupo A: } 5+0= 5$$

Puntuación del agarre Grupo “B”

El operario carga materiales apoyándose con alguna otra parte de su cuerpo, por ello la puntuación del grupo B sería:

Tabla 48. Puntuación del agarre

0-Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

$$\text{Grupo B: } 4+1= 5$$

Puntuación C

Luego de obtener los valores del grupo A y Grupo B se colocan en la siguiente tabla para obtener el valor final

Tabla 49. Puntuación “C”

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

Actividad +1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantadas más de 1min
+1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto
+1: Cambios posturales importantes o posturas inestables

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

La puntuación final fue de 6 pero se le suma +1 por los movimientos repetitivos y +1 por los cambios posturales importantes, estas actividades son comunes en dicho proceso de producción.

Tabla 50. Nivel de riesgo

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

El resultado es de nivel de acción 3 con una puntuación de 8, demostrando un nivel de riesgo “alto” debido a que los operarios realizan carga y descargar de las maderas, donde presenta problemas sobre trastornos músculo esqueléticos.

c) Ensamble



Figura 42. Grupo "A" ensamble

Fuente: Google académico



Figura 43. Grupo "B" ensamble

Fuente: Google académico

Tabla 51. Puntuación del grupo "A"

Miembros	Puntos
Tronco	2
Cuello	2
Piernas	1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo A tiene como resultado 3 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 52. Puntuación del grupo “A”

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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B

Tabla 53. Puntuación del grupo “ B”

Miembros	Puntos
Brazo	3+1=4
Antebrazo	1
Muñeca	1+1=2

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B tiene como resultado 5 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 54. Puntuación del grupo “B”

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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Puntuación de la carga o fuerza Grupo A

El trabajador maneja materiales cuyos pesos está en el rango inferior de 5 a 10kg.

Tabla 55. Puntuación de la carga

0	1	2	+1
Inferior a 5kg	5-10kg	10kg	Instauración rápida o brusca

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo A: $3+0=3$

Puntuación del agarre grupo “B”

El operario carga materiales apoyándose con alguna otra parte de su cuerpo, por ello la puntuación del grupo B sería:

Tabla 56. Puntuación del agarre

0-Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B: $5+1=6$

Puntuación C

Luego de obtener los valores del grupo A y Grupo B se colocan en la siguiente tabla para obtener el valor final.

Tabla 57. Puntuación C

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

Actividad

- +1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantas más de 1min
- +1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto
- +1: Cambios posturales importantes o posturas inestables

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

La puntuación final fue de 5 pero se le suma +1 por una o más partes del cuerpo estáticas, y +1 por cambios posturales importantes o posturas inestables, estas actividades son comunes en dicho proceso de producción.

Tabla 58. Nivel de riesgo

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

El resultado es de nivel de acción 3 con una puntuación de 7, demostrando un nivel de riesgo “alto” debido a que el operario realiza la operación de lijado, donde presentan problemas sobre trastornos músculo esqueléticos.

d) Fresado –Lijado

❖ Fresado

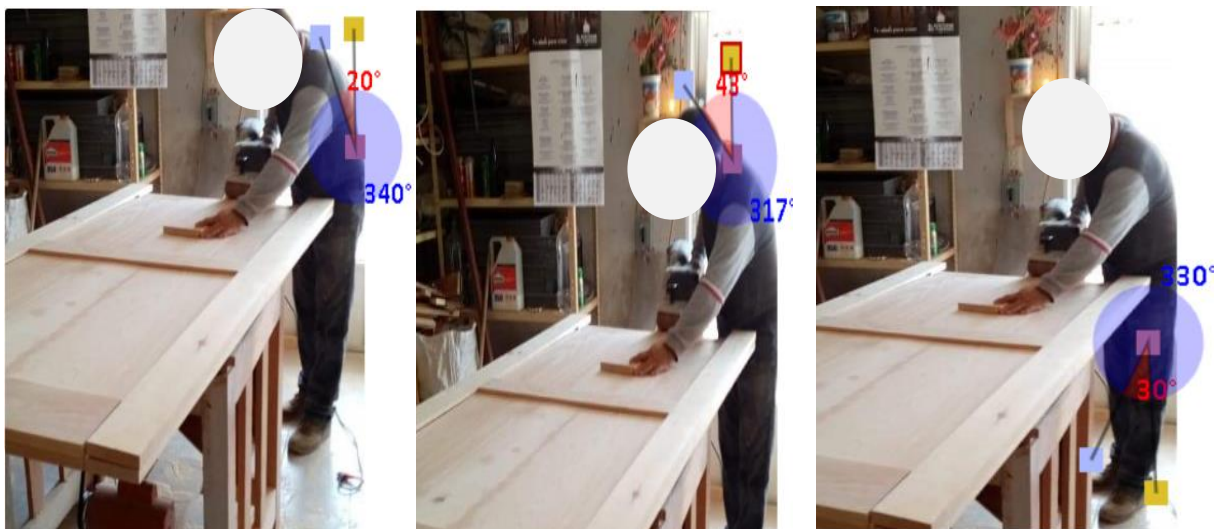


Figura 44. Grupo “A” fresado

Fuente: Servicios generales W.I

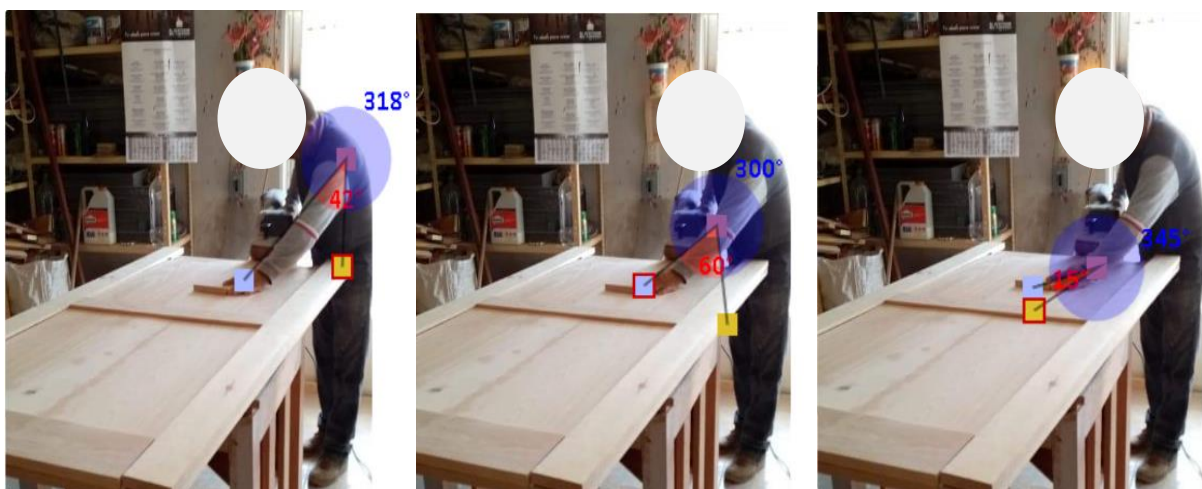


Figura 45. Grupo “B” fresado

Fuente: Servicios generales W.I

Grupo A

Tabla 59. Puntuación del grupo "A"

Miembros	Puntos
Tronco	2+1=3
Cuello	2
Piernas	1+1=2

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo A tiene como resultado 5 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 60. Puntuación del grupo "A"

	Piernas	Cuello											
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Tronco	1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
	2	2	3	4	5	3	4	5	5	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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B

Tabla 61. Puntuación del grupo "B"

Miembros	Puntos
Brazo	2-1+1=2
Antebrazo	1
Muñeca	1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B tiene como resultado 2 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación

Tabla 62. Puntuación del grupo "B"

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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Puntuación de la carga o fuerza Grupo "A"

El trabajador maneja materiales cuyos pesos está en el rango inferior de 5 a 10kg.

Tabla 63. Puntuación de la carga

0	1	2	+1
Inferior a 5kg	5-10kg	10kg	Instauración rápida o brusca

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupa A: $5+0=5$

Puntuación del agarre Grupo "B"

El operario carga materiales apoyándose con alguna otra parte de su cuerpo, por ello la puntuación del grupo B sería:

Tabla 64. Puntuación del agarre

0-Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B: $2+1=3$

Puntuación C

Luego de obtener los valores del grupo A y Grupo B se colocan en la siguiente tabla para obtener el valor final.

Tabla 65. Puntuación "C"

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

Actividad

- +1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantas más de 1min
- +1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto
- +1: Cambios posturales importantes o posturas inestables

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

La puntuación final fue de 4 pero se le suma +1 por una o más partes del cuerpo estáticas, estas actividades son comunes en dicho proceso de producción.

Tabla 66. Nivel de riesgo

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

El resultado es de nivel de acción 2 con una puntuación de 5, demostrando un nivel de riesgo “medio” debido a que el operario realiza la operación de fresado, donde presentan problemas sobre trastornos músculo esqueléticos.

Asimismo, los operarios no cuentan con equipos de protección personal que brinde seguridad

❖ Lijado



Figura 46. Grupo “A” lijado

Fuente: Servicios generales W.I

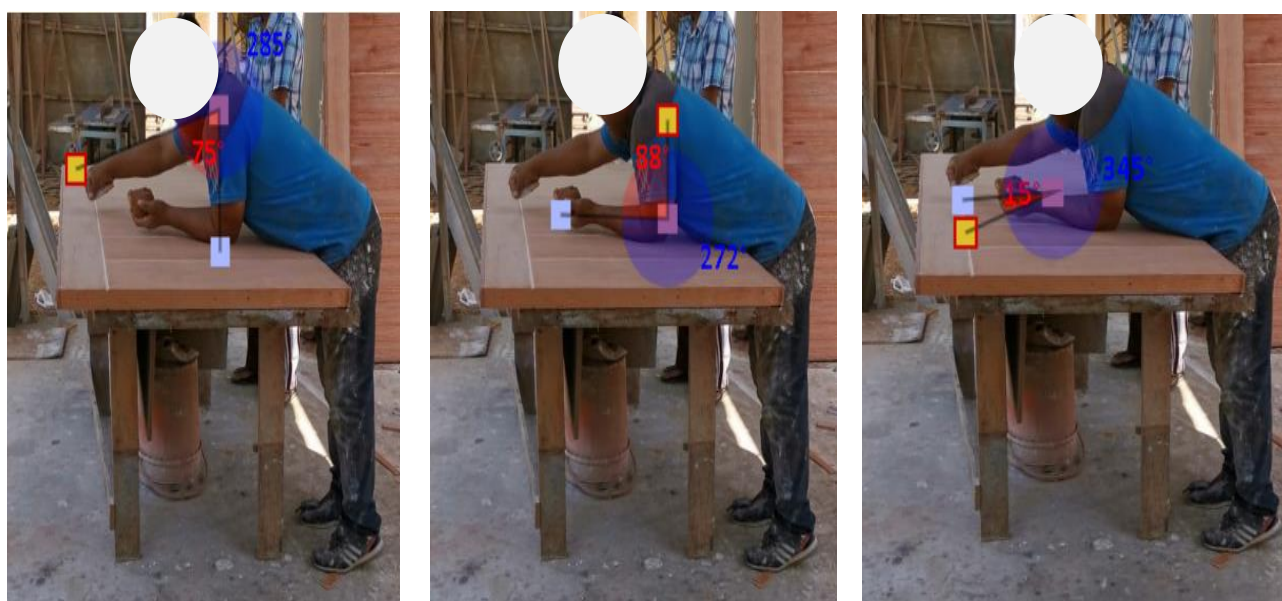


Figura 47. Grupo “B” lijado

Fuente: Servicios generales W.I

Grupo A**Tabla 67. Puntuación del grupo "A"**

Miembros	Puntos
Tronco	3
Cuello	2
Piernas	2+1=3

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo A tiene como resultado 6 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 68. Puntuación del grupo "A"

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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B**Tabla 69. Puntuación del grupo "B"**

Miembros	Puntos
Brazo	3+1=4
Antebrazo	1
Muñeca	1+1=2

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B tiene como resultado 5 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 70. Puntuación del grupo "B"

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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Puntuación de la carga o fuerza Grupo "A2"

El trabajador maneja materiales cuyos pesos está en el rango inferior de 5kg. - 10kg

Tabla 71. Puntuación de la carga

0	1	2	+1
Inferior a 5kg	5-10kg	10kg	Instauración rápida o brusca

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

$$\text{Grupo A: } 6+0=6$$

Puntuación del agarre Grupo "B"

El operario carga materiales apoyándose con alguna otra parte de su cuerpo, por ello la puntuación del grupo B sería:

Tabla 72. Puntuación del agarre

0-Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

$$\text{Grupo B: } 5+1=6$$

Puntuación C

Luego de obtener los valores del grupo A y Grupo B se colocan en la siguiente tabla para obtener el valor final.

Tabla 73. Puntuación C

		Puntuación B											
Puntuación		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	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	10	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	11	12	12	12	12	12	12	12
	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Actividad		+1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantadas más de 1min +1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto +1: Cambios posturales importantes o posturas inestables											

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

La puntuación final fue de 8 pero se le suma +1 por los cambios posturales importantes y +1 movimientos repetitivos, estas actividades es común en dicho proceso de producción.

Tabla 74. Nivel de riesgo

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario prono
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

El resultado es de nivel de acción 3 con una puntuación de 10, demostrando un nivel de riesgo “alto” debido a que el operario realiza la operación de lijado, donde presentan problemas sobre trastornos músculo esqueléticos.

Asimismo, los operarios no cuentan con equipos de protección personal que brinde seguridad.

e) Pintado-Lacado

❖ Pintado



Figura 48. Grupo “A” pintado

Fuente: Servicios generales W.I

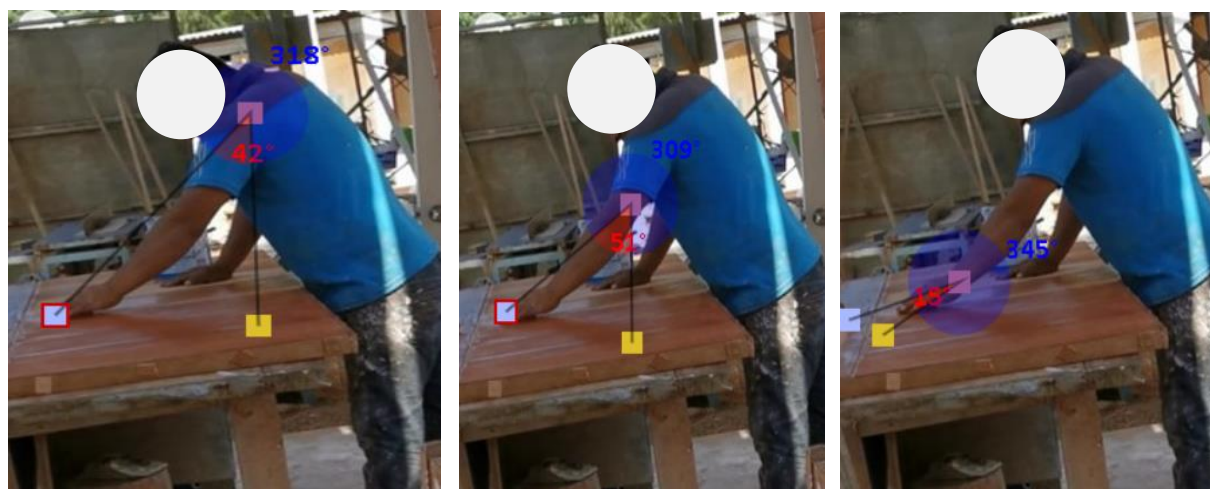


Figura 49. Grupo “B” pintado

Fuente: Servicios generales W.I

Grupo A

Tabla 75. Puntuación del grupo “A”

Miembros	Puntos
Tronco	3
Cuello	2
Piernas	2+1=3

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo A tiene como resultado 6 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 76. Puntuación del grupo “A”

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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B

Tiene como resultado 4 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 77. Puntuación del grupo “B”

Miembros	Puntos
Brazo	3
Antebrazo	1
Muñeca	2

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Tabla 78. Puntuación del grupo “B”

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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Puntuación de la carga o fuerza Grupo “A”

El trabajador maneja materiales cuyos pesos está en el rango inferior a 5kg.

Tabla 79. Puntuación de la carga

0	1	2	+1
Inferior a 5kg	5-10kg	10kg	Instauración rápida o brusca

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo A: $6+0=6$

Puntuación del agarre Grupo B

El operario carga materiales apoyándose con alguna otra parte de su cuerpo posible pero no aceptable, por ello la puntuación del grupo B sería:

Tabla 80. Puntuación del agarre

0-Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B: $4+2=6$

Puntuación C

Luego de obtener los valores del grupo A y Grupo B se colocan en la siguiente tabla para obtener el valor final.

Tabla 81. Puntuación C

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

Actividad

- +1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantadas más de 1min
- +1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto
- +1: Cambios posturales importantes o posturas inestables

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

La puntuación final fue de 8 pero se le suma, +1 por los movimientos repetitivos y +1 por cambios posturales importantes o posturas inestables, estas actividades son comunes en dicho proceso de producción.

Tabla 82. Nivel de riesgo

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronó
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

El resultado es de nivel de acción 3 con una puntuación de 10, demostrando un nivel de riesgo “alto” debido a que el operario realiza la operación de lijado, donde presentan problemas sobre trastornos músculo esqueléticos.

Asimismo, los operarios no cuentan con equipos de protección personal que brinde seguridad.

❖ Lacado



Figura 50. Grupo “A” lacado

Fuente: Servicios generales W.I



Figura 51. Grupo “B” lacado

Fuente: Servicios generales W.I

Grupo A

Tabla 83. Puntuación del grupo “A”

Miembros	Puntos
Tronco	3
Cuello	2
Piernas	2+1=3

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo A tiene como resultado 6 puntos, se coloca los valores en la siguiente tabla, según el método REBA para obtener la puntuación.

Tabla 84. Puntuación del grupo “A”

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

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B

Tabla 85. Puntuación del grupo “B”

Miembros	Puntos
Brazo	4
Antebrazo	1
Muñeca	2

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Tabla 86. Puntuación del grupo “B”

	Muñeca	Antebrazo							
		1				2			
Brazo	1	1	2	3	4	1	2	3	4
	2	1	2	3	4	1	2	3	4
	3	2	3	4	5	2	3	4	5
	4	2	3	4	5	2	3	4	5
	5	3	4	5	6	3	4	5	6

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Puntuación de la carga o fuerza Grupo A:

El trabajador maneja materiales cuyos pesos está en el rango inferior a 5kg.

Tabla 87. Puntuación de la carga

0	1	2	+1
Inferior a 5kg	5-10kg	10kg	Instauración rápida o brusca

Fuente: ERGONAUTAS

Grupo A: 6+0

Puntuación del agarre grupo “B”

El operario carga materiales apoyándose con alguna otra parte de su cuerpo, por ello la puntuación del grupo B sería:

Tabla 88. Puntuación del agarre grupo "B"

0-Bueno	1-Regular	2-Malo	3-Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre	Agarre aceptable	Agarre posible pero no aceptable	Incomodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Grupo B: $5+1=6$

Puntuación C

Luego de obtener los valores del grupo A y Grupo B se colocan en la siguiente tabla para obtener el valor final.

Tabla 89. Puntuación C

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

Actividad

- +1: Una o más partes del cuerpo estáticas, por ej. Aguantas más de 1min
- +1: Movimientos repetitivos, por ej. Repetición superior a 4 veces/minuto
- +1: Cambios posturales importantes o posturas inestables

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

La puntuación final fue de 8 pero se le suma, +1 por los movimientos repetitivos y +1 por cambios posturales importantes o posturas inestables, estas actividades son comunes en dicho proceso de producción.

Tabla 90. Nivel de riesgo

Nivel de acción	Puntuación	Nivel de riesgo	Intervención y posterior análisis
0	1	Inapreciable	No necesario
1	2-3	Bajo	Puede ser necesario
2	4-7	Medio	Necesario
3	8-10	Alto	Necesario pronto
4	11-15	Muy alto	Actuación inmediata

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

El resultado es de nivel de acción 3 con una puntuación de 8, demostrando un nivel de riesgo “Muy alto” debido a que el operario realiza la operación de lijado, donde presentan problemas sobre trastornos músculo esqueléticos. Asimismo, los operarios no cuentan con equipos de protección personal que brinde seguridad.

❖ Resumen de la aplicación del método REBA

Tabla 91. Resumen de la aplicación del método REBA

Puesto de trabajo	Operación	Puntuación fina	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1	Cortado de listones	8	3	Alto	Necesario pronto
1	Cortado de plancha	4	2	Medio	Necesario
2	Cepillado	8	3	Alto	Necesario pronto
3	Ensamble	7	2	Medio	Necesario
4	Fresado	5	2	Medio	Necesario
4	Lijado	10	3	Alto	Necesario pronto
5	Pintado	10	3	Alto	Necesario pronto
5	Lacado	10	3	Alto	Necesario pronto




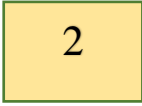


Fuente: Elaboración propia

❖ Mapa ergonómico

Para poder tener una visión general de la situación actual en la que se encuentra la empresa, se muestran los resultados obtenidos de las evaluaciones ergonómicas realizadas, en un plano que denominaremos mapa ergonómico.

En cada uno de los puestos analizados se tendrá una forma geométrica distinta dependiendo de la evaluación empleada. Además, dichas formas irán de diferente color en función del al nivel de riesgo. A continuación, se muestra la leyenda utilizada en el mapa ergonómico:

Tabla 92. Leyenda de mapa ergonómica

Método empleado para la evaluación del puesto	Nivel de riesgo	Simbología	Nivel de acción	Simbología
REBA 	Medio		Necesario	
	Alto		Necesario pronto	
	Muy alto			

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la figura 52 se muestra los puestos de trabajo y los trabajadores durante el desarrollo de la jornada laboral, donde resalta el nivel de riesgo alto y la actuación necesario pronto.

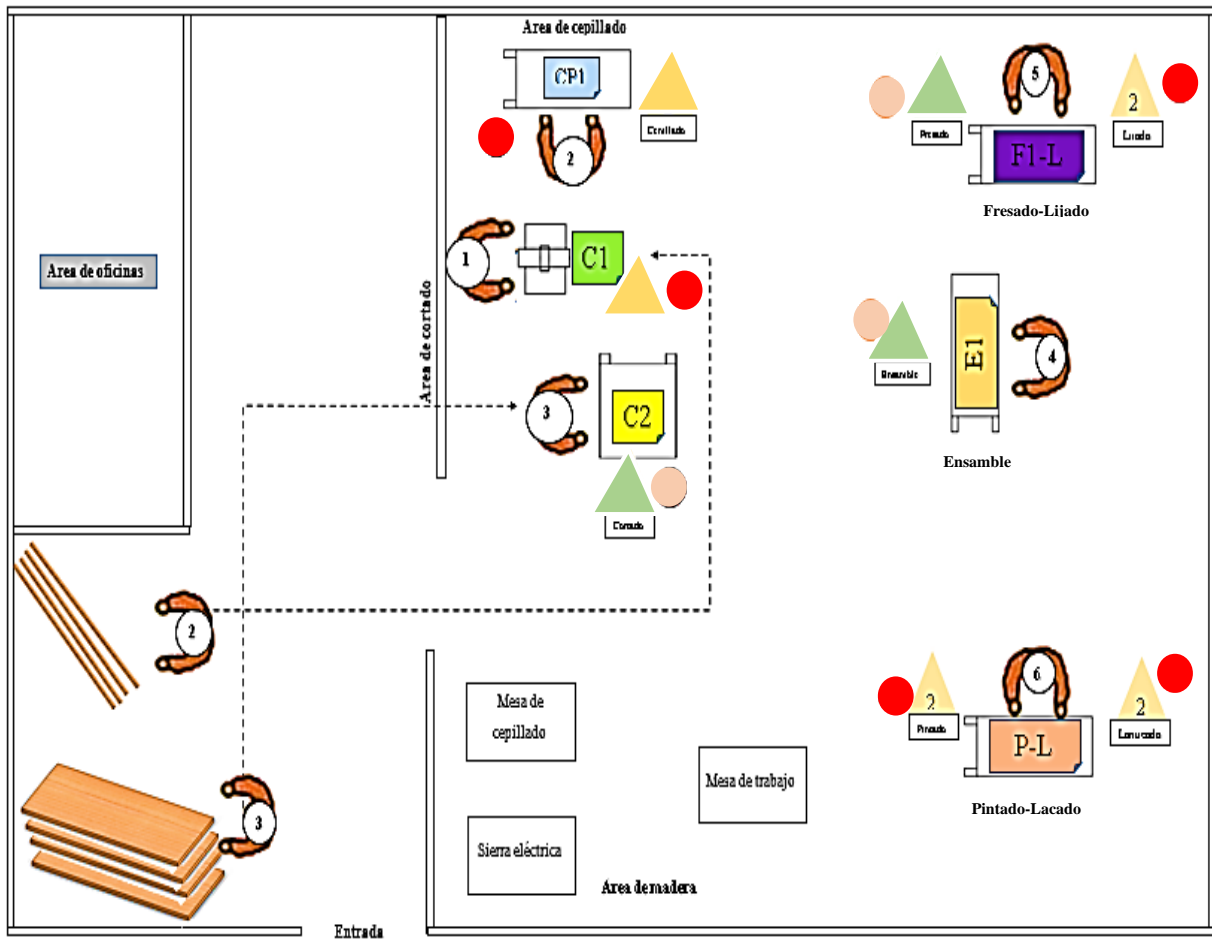


Figura 52. Mapa ergonómico

Fuente: Elaboración propia

3.6.3 Incidencia de nivel de riesgo en el proceso productivo

En la figura 53 se presenta a los trabajadores junto con los mayores tiempos respectivos que implica elaborar la puerta y el nivel de riesgo de acuerdo con los valores del REBA.

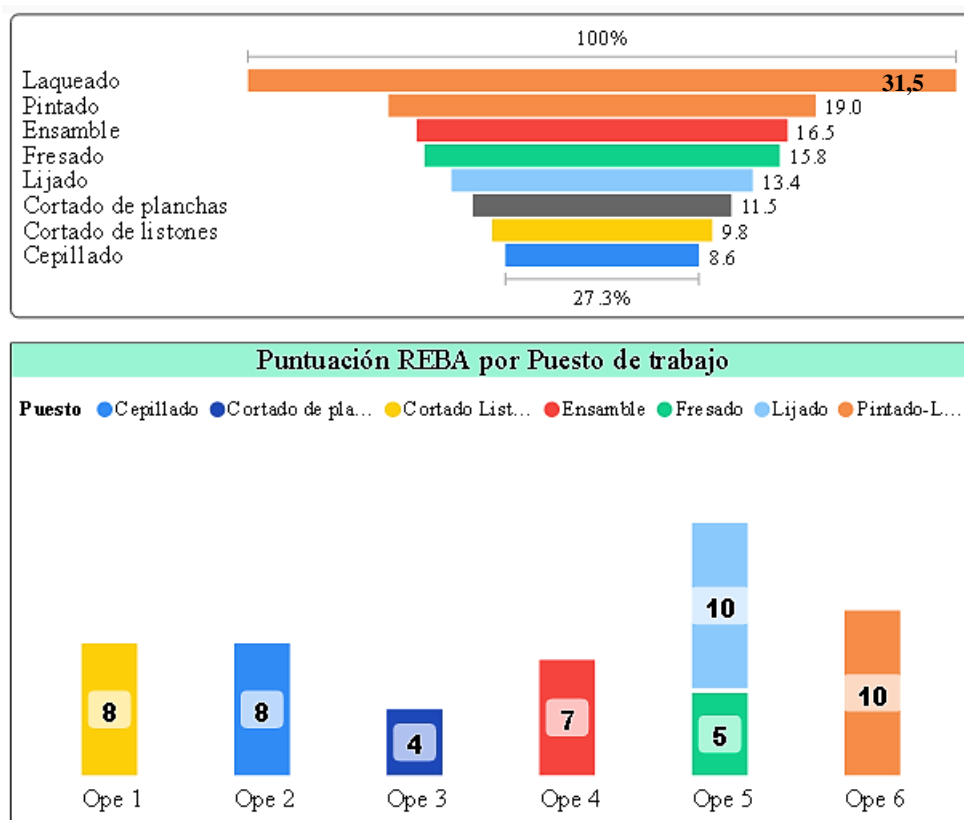


Figura 53. Incidencia del nivel riesgo en el proceso productivo
Fuente: Elaboración propia

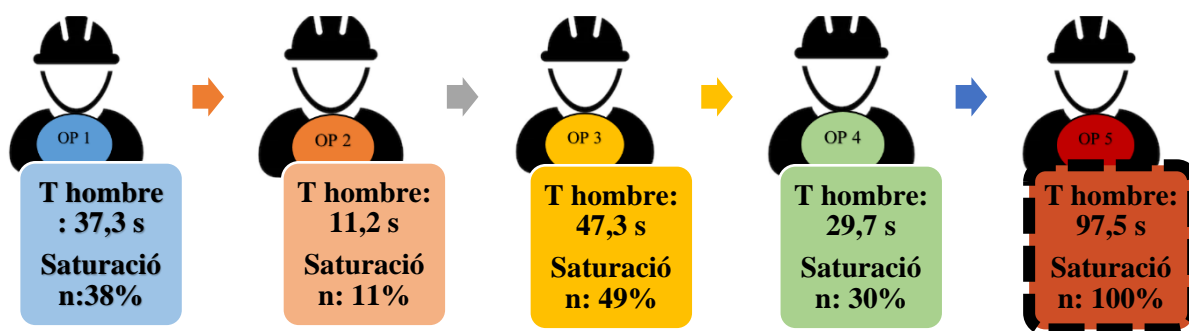


Figura 54. Incidencia del porcentaje de saturación en la productividad
Fuente: Elaboración propia

Los puestos de trabajo como el lacado, pintado, lijado, cepillado y cortado de listones son los más resaltables en relación a riesgos disergonómicos con un nivel de riesgo “alto”, tiende a relacionarse con los mayores tiempos que repercuten en el proceso productivo, algunos de esos factores es debido a que los puestos de trabajo no están referente a normativas como la altura adecuada, presencias de problemas músculo esqueléticas (ver tabla 26) , la distancia para facilitar el uso de herramientas, herramientas que no cuentan con funcionamiento adaptable y un entorno desordenado. Todo lo mencionado repercute en la productividad de los operarios, en la cual se complementan con los valores obtenidos del método REBA.

3.6.4 Indicadores de los puestos de trabajo con riesgos disergonómicos

❖ Posturas incómodas o forzadas

% Cantidad de puestos de trabajo con riesgo disergonómicos por posturas forzadas

$$= \left(\frac{\text{Puesto de trabajo con riesgos disergonómicos por posturas forzadas}}{\text{Número de puestos de trabajo totales}} \right) \times 100$$

% Cantidad de puestos de trabajo con riesgos disergonómicos por posturas forzadas

$$= \frac{5}{5} \times 100 = 100\%$$

Se tiene que el 100% de los puestos de trabajo del proceso productivo se generar riesgos disergonómicos por posturas forzadas.

3.6.5 Equipos de protección personal

Por desinterés en seguridad, la empresa no cuenta con aspectos fundamentales en equipos de protección personal, esto conlleva que se encuentren expuestos a factores de riesgos que desarrollen accidentes.

Tabla 93. Uso de equipos de protección personal

Equipos de protección personal	Utiliza		Riesgo de no utilizar Equipos de protección personal
	SI	NO	
Guantes anticorte		X	Cortes y golpes en el cortad, cepillado, ensamble. Fresado y lijado
Guantes de pintor		X	Sufrir de urticaria
Lentes de seguridad		X	Acoplamiento de partículas de madera
Mascarilla de seguridad		X	Inhalación de partículas de madera

Fuente: Datos de la empresa

A continuación, se presenta los meses en la cuales ocurrieron accidentes laborales, la actividad que el operario estaba ejecutando, la magnitud del accidente y los días perdidos por ausentismo. Respecto a los riesgos disergonómicos no se tiene datos, pero no obstante si están presente en la industria manufacturera y se sustenta con los valores apreciados en la evaluación del método REBA. **Ver tabla 91 y anexo 3**

Tabla 94. Accidentes laborales en el año 2019

Accidentes laborales en el año 2019					
Mes	Fecha	Descripción	Etapas	Tipo	Ausentismo(día-operario)
Febrero	13/02/2019	Urticaria por uso de diluyente	Pintado	Aguda	1
Marzo	21/03/2019	Golpe con martillo en el dedo pulgar	Ensamble	Leve	1
Julio	8/07/2019	Golpe en la rodilla	Sujeción	Grave	3
Octubre	28/10/2019	Golpe en la muñeca al accionar la cortadora	Cortado	Grave	2
Noviembre	14/11/2019	Corte en el dedo	Cepilladora	Grave	2
Diciembre	18/12/2019	Corte en la mano por mal agarre con la espátula	Lacado	Grave	1
Total					10

Fuente: Datos de la empresa

- Indicador de frecuencia

$$\text{Índice de frecuencia} = \frac{\text{Número de accidentes}}{\text{Horas hombre trabajado}}$$

$$\text{Índice de frecuencia} = \frac{6}{300 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 6 \text{ operarios}} \times 200\,000 = 67$$

La frecuencia es de 67 accidentes por cada 200 000 de horas hombre trabajadas.

- Índice de severidad

$$\text{Índice de severidad} = \frac{\text{Días perdidos}}{\text{Horas hombre trabajadas}} \times 200\,000$$

$$\text{Índice de severidad} = \frac{10}{300 \frac{\text{días}}{\text{año}} \times 10 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 6 \text{ operarios}} \times 200\,000 = 111$$

El número de días perdidos es de 111 por cada 200 000 de horas hombre trabajadas.

3.7 Matriz IPERC

Tal como se muestra en la tabla 95 la matriz IPERC analiza el área de producción, donde se encuentra diferentes peligros. El desarrollo de la evaluación es con el método 2, consiste en determinar la probabilidad de ocurrencia del daño, nivel de consecuencia previsible, nivel de exposición y por último la valorización de riesgo para ello se muestra escalas. **Ver anexo 4**

Tabla 95. Matriz IPERC

Tarea	Peligro	Riesgo	Probabilidad						Riesgo: Probabilidad x Severidad	Nivel de riesgo	Riesgo significativo	Medidas de control
			Índice de personas expuestas (A)	Índice de procedimiento (B)	Índice de capacitación (C)	Índice de exposición al riesgo (D)	índice de probabilidad (A+B+C+D)	índice de severidad				
Corte de piezas(listones)	Trabajo prolongado de pie	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Realizar pausas activas
	Maquina sin guarda de seguridad	Cortes, heridas, muertes	1	3	3	3	10	3	30	IT	SI	Diseño del puesto Uso de EPP
	Proyección de objetos	Golpes, heridas, muertes	1	3	3	3	10	3	30	IT	SI	
	Polvo	Alergia, asfixia, asma, dermatitis	1	3	3		10	3	30	IT	SI	
Cepillado de piezas	Sobre esfuerzos	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Diseño del puesto, Ayuda de herramientas
	Posturas inadecuadas	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Pausas activas Uso de EPP
Ensamble de piezas	Trabajo prolongado de pie	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Diseño de puesto (Ayudas mecánicas)
	Posturas inadecuadas	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Pausas activas Uso de EPP
Fresado	Trabajo prolongado de pie	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Pausas activas
	Posturas inadecuadas	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Ayuda de herramientas Uso de EPP
Lijado	Trabajo prolongado de pie	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Diseño de puesto, Ayuda de herramientas
	Posturas inadecuadas	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Pausas activas Uso de EPP
Pintado	Plano de trabajo inadecuado	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Diseño de puesto, Ayuda herramienta
	Posturas inadecuadas	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Pausas activas Uso de EPP
Lacado	Posturas inadecuadas	Lesión músculo esquelético	1	3	3	3	10	2	20	IM	SI	Ayuda mecánica Pausas activas Uso de EPP
Circulación de operarios	Falta de orden y limpieza	Caídas, golpes	2	3	3	3	11	3	33	IT	SI	Metodología 5s

Fuente: Formato referencial de acuerdo en el reglamento de la Ley N°29783, ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por el D.S N° 005-2012-TR

3.7.1 Identificación de problemas, causa y mejora

Tabla 96. Problemas y causas

Problema	Causas
Baja productividad	<ul style="list-style-type: none"> - Puestos de trabajo con riesgos disergonómicos, durante la jornada laboral los operarios optan por posturas inadecuadas, lo cual genera que la productividad sea baja en la empresa. Como se observa en el método REBA - Pésimas condiciones del entorno por falta de orden y limpieza en los puestos de trabajo. Se puede observar en las figuras durante la evaluación del método REBA. - Los operarios no utilizan equipos de protección personal, como se observa en las figuras durante la evaluación del método REBA. - Ausentismo laboral

Fuente: Elaboración propia

3.8 Propuesta de mejora

La propuesta de mejora se realizó con base en la jerarquía de control operacional en seguridad y salud ocupacional para reducir riesgos. **Ver anexo 10**

a) Diseño de puestos de trabajo ergonómico

De acuerdo con el nivel de riesgo disergonómicos por posturas forzadas según el método REBA, se ha propuesto mejoras en base a la jerarquía de control operación en seguridad y salud ocupacional. **Ver tabla 91 y anexo 10**

Tabla 97. Propuesta de mejora en cada puesto de trabajo

Puesto de trabajo	Descripción	Riesgo	Jerarquía de control	Propuesta de mejora
Cortado de listones	El operario en su entorno encuentra retazos que interrumpe el adecuado trabajo además labora de forma inadecuada, repercute en posturas inadecuadas.	Alto	Control de ingeniería	Pausas activas Método de trabajo adecuado
Cepillado	Sobre esfuerzo por el uso manual de la cepilladora para quitar desconformidades, además que labora de pie repercute en posturas inadecuadas	Alto	Sustitución	Uso de cepilladora eléctrica Pausas activas
Ensamble	Uso inadecuado de herramientas para unir laterales y bases, repercute en posturas inadecuadas.	Medio	Control de ingeniería	Uso de herramientas adecuadas Pausas activas
Fresado-	Uso de fresa manual para el diseño de la puerta. Labora de pie, repercute en posturas inadecuadas.	Medio	Control de ingeniería	Uso de herramientas ergonómicas Pausas Activas
Lijado	Sobreesfuerzo por el uso de forma manual de las lijas de madera para quitar astillas	Alto	Sustitución	Diseño de puesto de trabajo Uso de lijadora eléctrica ergonómica Pausas activas
Pintado-Lacado	En ambos se realiza Sobre esfuerzo por uso de forma manual de aglomeración de hilados	Alto	Control de ingeniería Sustitución	Diseño de puesto de trabajo Uso de pistola de pintura de doble gatillo Pausas activas

Fuente: Elaboración propia

b) Uso de equipos de protección personal adecuada

De acuerdo con normativas y a la jerarquía de control operacional en seguridad y salud en el trabajo, para reducir los riesgos, se ha propuesto equipos de protección personal.

c) Implementación 5S

Enfocar en 5 etapas de calificación, ordenar, limpiar, estandarizar y disciplinar para mantener una adecuada distribución en el entorno de trabajo.

d) Capacitación al personal

Se enfocará en temas de seguridad y salud en el trabajo, así como el uso adecuado y ergonómico de las herramientas que se adquieran.

e) Pausas activas

Técnicas variadas de gimnasia laboral para recuperar energía y prevenir enfermedades por posturas inadecuadas y movimientos repetitivos.

f) Distribución de puestos de trabajo

Mediante el método SLP se planeará la nueva distribución de puestos para un adecuado ambiente laboral.

3.9 Desarrollo de la propuesta

a) Diseño de puesto de trabajo

❖ Puesto de cortado

La mesa de trabajo donde se labora el cortado de listones tiene 90 cm de altura, cumple con la altura recomendada para trabajar de pie en el sector madera, pero la forma de trabajar es la inadecuada debido a que el plano se labora inclinado hacia abajo ocasionado que el trabajador tenga que flexionar las extremidades, estos son el cuello mayor a 20°, el tronco con 20° junto con torsión lateral para seguir el direccionamiento del corte, brazos con 45°, antebrazo mayor a 100°, muñecas con 15° y las piernas con soporte inestable.

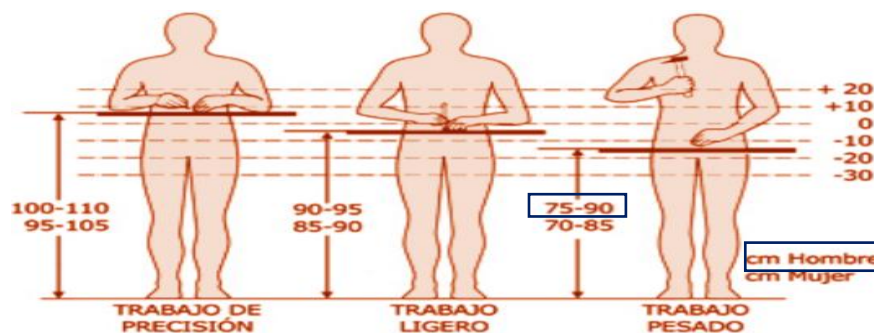


Figura 55. Altura recomendada para trabajar de pie
Fuente: CONFEMADERA

De igual forma se compara con las medidas ergonómicas generales recomendados por el Instituto Nacional De Seguridad E Higiene en el Trabajo, donde se aprecia que los valores son similares impuestas por CONFEMADERA especializada en sector de madera. **Ver anexo 13.**

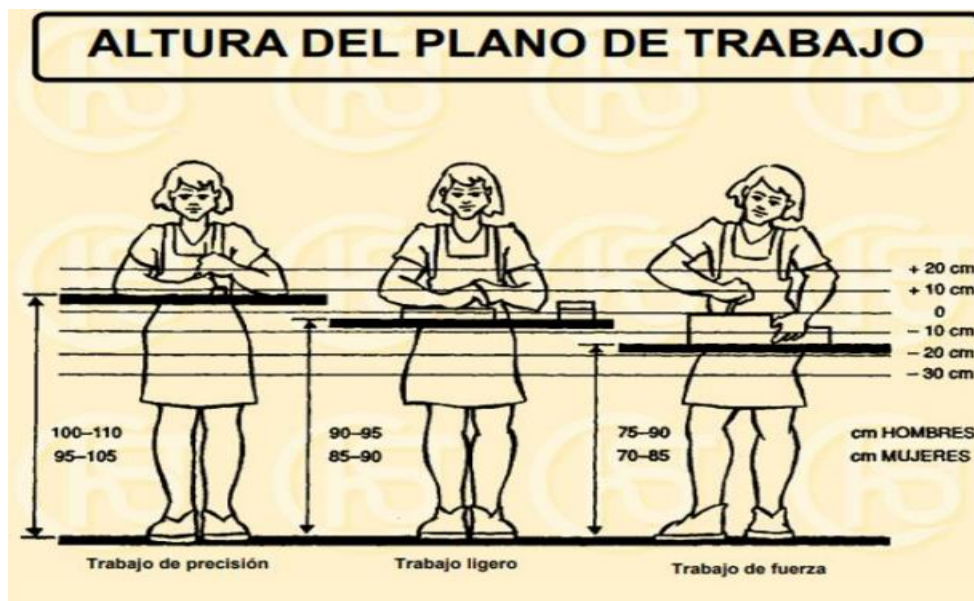


Figura 56. Recomendaciones del plano de trabajo

Fuente: INHST

Se muestra en la figura 57 la forma actual de trabajo se desarrolla con inclinación hacia abajo debido a que no se quiere tener contacto con la hoja circular de la mesa de corte al originarse golpes inesperados, llamados “patadas”, asimismo se presenta la forma recomendada de acuerdo con los principios de ergonomía.

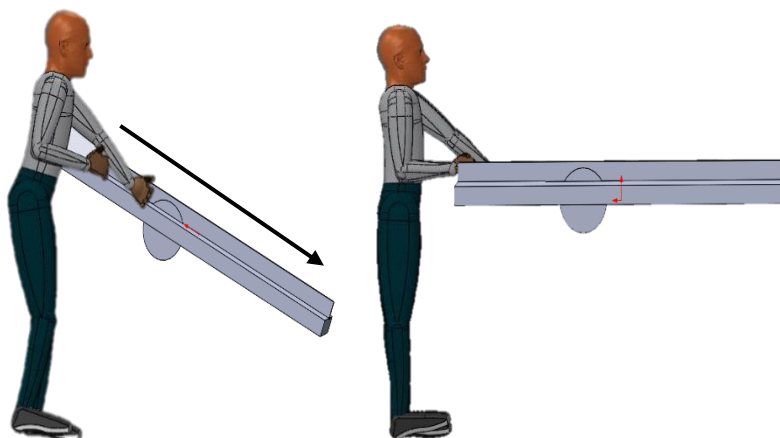


Figura 57. Método actual y recomendado

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, la acumulación de retazos en el puesto de trabajo ocasiona molestias durante la jornada laboral, se propone cestos de agrupación y usarlos como piezas complementarias en los diferentes productos que se materializa, tal como se muestra en la figura 58.

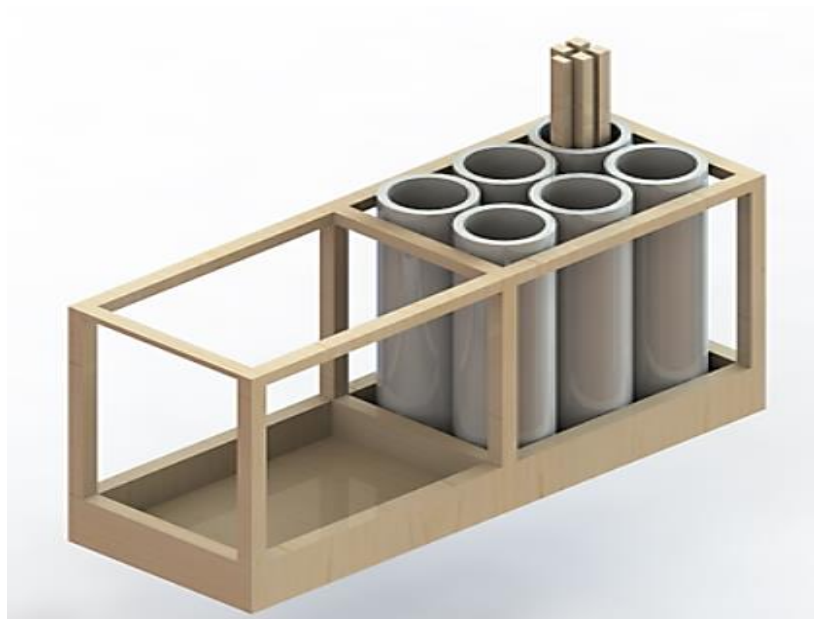


Figura 58. Cesto de agrupación de retazos

Fuente: Elaboración propia

❖ Puesto de cepillado

La mesa de trabajo donde se labora tiene 70 cm de altura, no cumple con la altura recomendada para trabajar de pie en el sector madera. Tal como se muestra en la figura 59 y en la vista global del puesto en la figura 60.

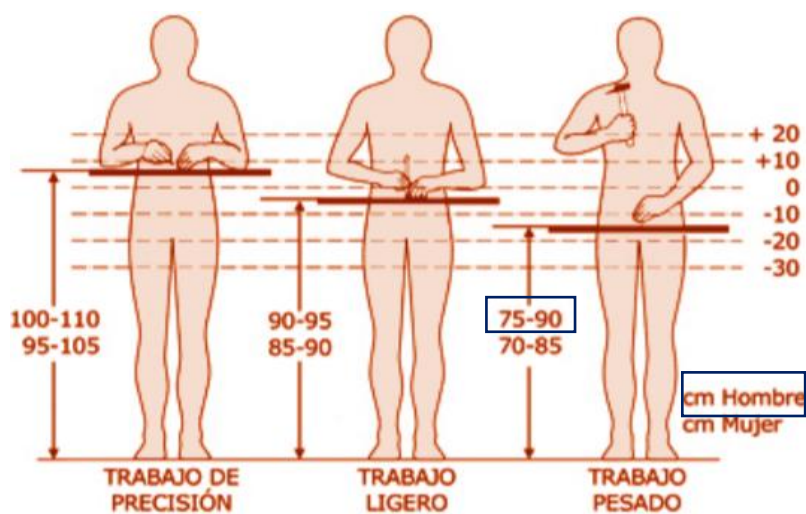


Figura 59. Altura recomendada para trabajar de pie

Fuente: CONFEMADERA

De igual forma se compara con las medidas ergonómicas generales recomendados por el Instituto Nacional De Seguridad E Higiene en el Trabajo, donde se aprecia que los valores son similares impuestas por CONFEMADERA especializada en sector de madera. **Ver anexo 13.**

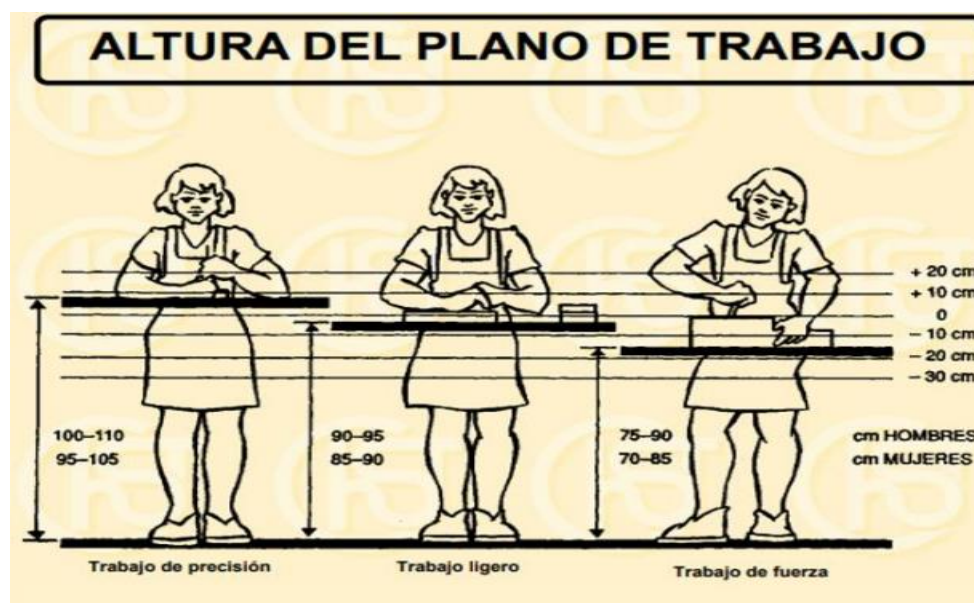


Figura 60. Recomendaciones del plano de trabajo

Fuente: INHST

Respecto a las medidas de alcance para las posiciones fijas de acuerdo con CONFEMADERA se realiza una comparación con las recomendaciones de alcance horizontal de INSHT, donde se puede visualizar que los valores se acercan a las medidas generales. **Ver anexo 13**

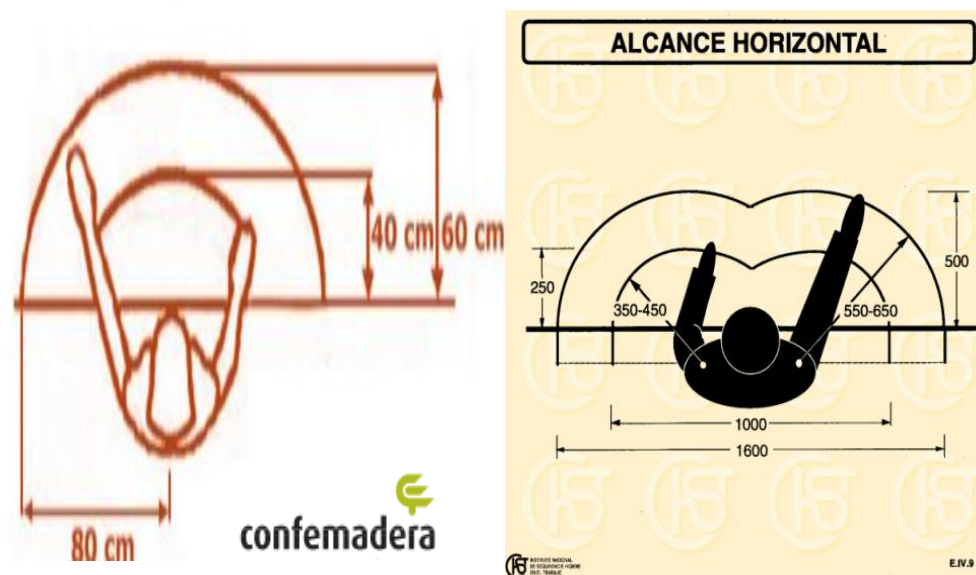


Figura 61. Comparación de zonas de alcance

Fuente: INHST

Se muestra la forma de trabajar del operario que al manejar la herramienta de forma inadecuada permite que el tronco realice una flexión de 20° , por ello afecta al cuello, de igual forma para el grupo de brazo, antebrazo y muñeca donde este opta una posición de flexión de 15° hacia abajo, donde genera en optar por posturas inadecuadas.

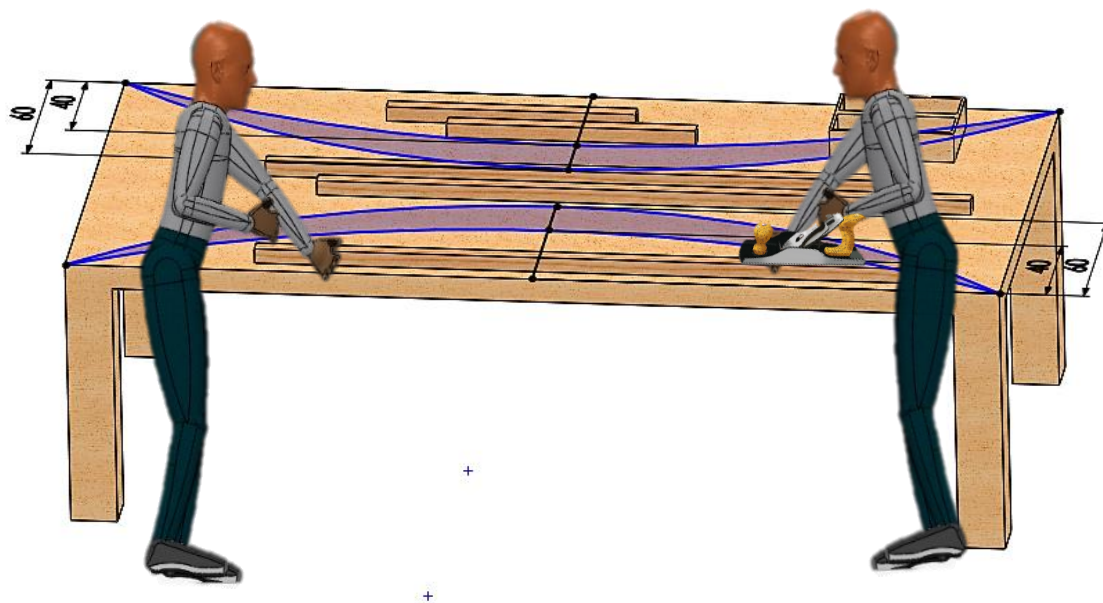


Figura 62. Mesa de trabajo del puesto de cepillado

Fuente: Elaboración propia

La herramienta que se utiliza en el puesto de trabajo es una cepilladora manual, se sustituye por una eléctrica, pero este debe estar adaptado a las características físicas del trabajador, por ende, se seleccionara el adecuado, evaluando los siguientes criterios.

Tabla 98. Criterio para seleccionar equipos y herramientas

Adecuado para las tareas que se está realizando
Ajustable al espacio disponible
Reducen la fuerza muscular
Ajustable a la mano y todos los dedos circulan en la mano
Pueden ser utilizadas en una postura cómoda de trabajo
No causan presión de contacto dañino ni tensión muscular
No causan riesgos de seguridad y salud

Fuente: Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos

En base a los criterios de selección en la tabla 99 se ha identificado cepilladoras eléctricas que cumplan con los requerimientos a continuación, se presenta las características:

Tabla 99. Comparación de cepilladoras eléctricas

Opción 1	Descripción
<p>Cepillo Einhell TC-PI 750</p> 	<p>Cepillo eléctrico con cable básico</p> <p>Potencia (500 watt)</p> <p>Profundidad de cepillado (2 mm)</p> <p>Los mangos se limitan al agarre</p> <p>Realizar dos pasados para evitar atascos</p> <p>Ancho de cepillado (82 mm)</p> <p>Dimensiones (19 cm x 15 cm)</p> <p>Peso (2, 4 kg)</p> <p>No cuenta con bolsa para viruta</p> <p>Ajuste y precisión limitado</p> <p>Hoja de HSS para madera blanda</p>
Opción 2	Descripción
<p>Cepillo BOSCH PHO 1500</p> 	<p>Cepillo eléctrico</p> <p>Potencia (550 W) y Ajuste más fáciles</p> <p>Mango de agarre suaves y agradable</p> <p>Primera pasada un poco mas profunda (2 mm a 4 mm)</p> <p>Equipado con freno retráctil , más seguro</p> <p>Peso (2, 15 kg)</p> <p>Hoja de carburo tungsteno para madera duras y blandas</p> <p>Equipada con bolsa para virutas para trabajar en un ambiente mas saludable</p>
Opción 3	Descripción
<p>Cepillo STANLEY profesional 750</p> 	<p>Cepillo eléctrico profesional</p> <p>Potencia (750 W)</p> <p>Son precisos , fiables y ofrecen acabado perfecto</p> <p>Índice de vibración menor</p> <p>Alcanza anchuras de cepillado según las necesidades</p> <p>Mango de agarre suave y agradable</p> <p>Dimensiones (13 cm x 12 cm)</p> <p>Peso (2,4 kg)</p> <p>Equipada con bolsa para virutas para trabajar en un ambiente mas saludable y frenado retráctil</p>

Fuente: PROMART

Se ha seleccionado la opción 3, cepillo eléctrico Stanley profesional 750, debido a que cumple con todo el requerimiento necesario para el uso en el puesto de trabajo según los principios de la ergonomía.

Tabla 100. Selección de cepilladora eléctrica

Criterios para cumplir	Cepilladora eléctrica		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Adecuado para las tareas que se está realizando	X	X	X
Ajustable al espacio disponible	X	X	X
Reducen la fuerza muscular		X	X
Ajustable a la mano y todos los dedos circulan en la mano		X	X
Pueden ser utilizadas en una postura cómoda de trabajo	X	X	X
No causan presión de contacto dañino ni tensión muscular			X
No causan riesgos de seguridad y salud		X	X

Fuente: Elaboración propia en base a Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos

En la figura 63 se muestra el puesto de trabajo según especificaciones ergonómicas y el operario laborando con la cepilladora eléctrica STANLEY PROFESIONAL 760. Asimismo, se presenta soportes combinados con abrazaderas para evitar golpes inesperados y 2 cajas para las provisiones de las herramientas.

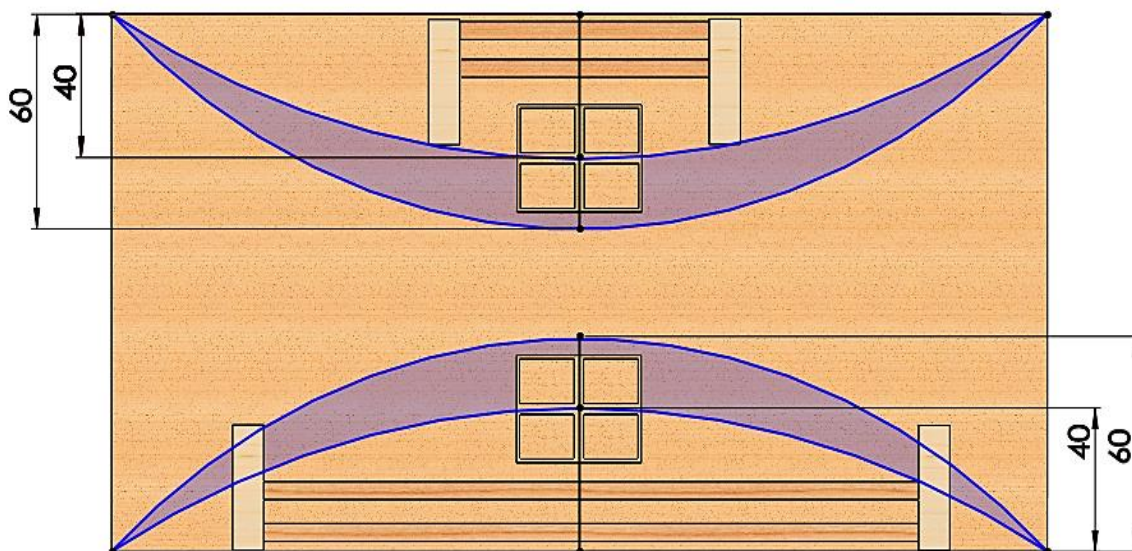


Figura 63. Puesto de cepillado según especificaciones ergonómicas
Fuente: Elaboración propia

En la figura 64 se muestra la forma de trabajar del operario de forma adecuada y con las especificaciones ergonómicas correspondientes.

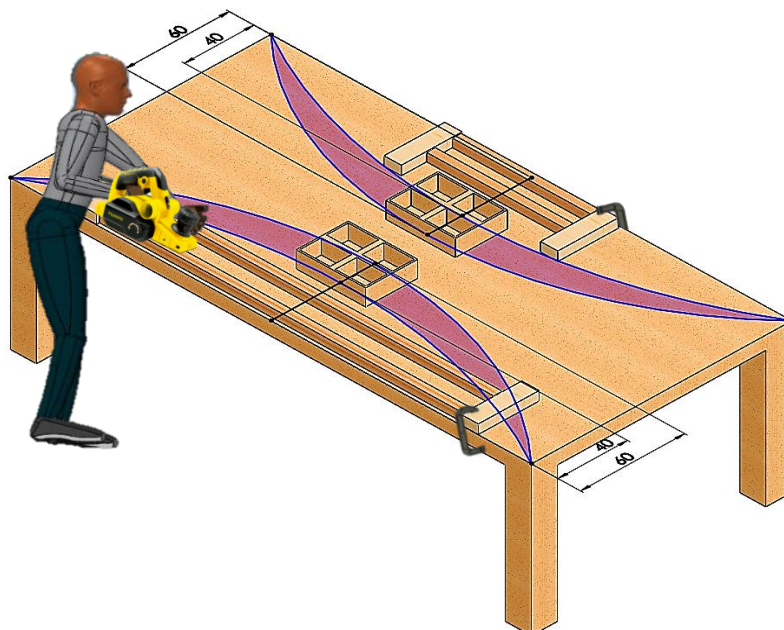


Figura 64. Vista global del puesto de cepillado
Fuente: Elaboración propia

❖ Puesto de ensamble

La mesa de trabajo donde se labora tiene 90 cm de altura, cumple con la altura recomendada para el sector madera. Tal como se muestra en la figura 65

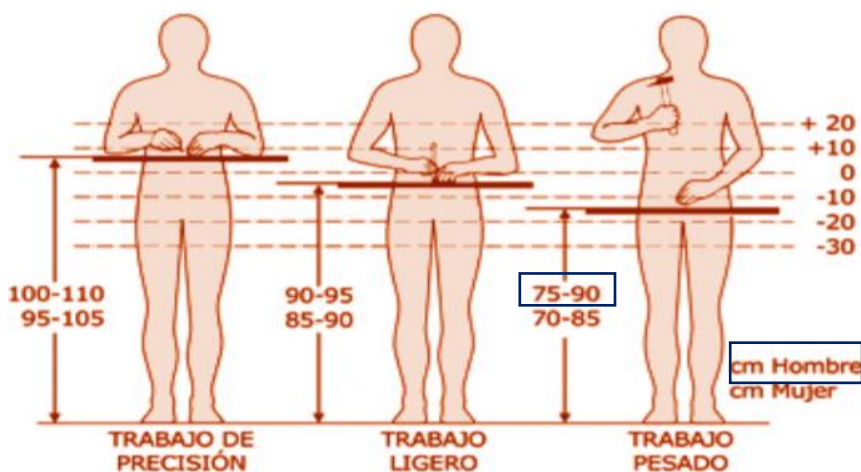


Figura 65. Altura recomendada para trabajar de pie
Fuente: CONFEMADERA

De igual forma se compara con las medidas ergonómicas generales recomendados por el Instituto Nacional De Seguridad E Higiene en el Trabajo, donde se aprecia que los valores son similares impuestas por CONFEMADERA especializada en sector de madera. **Ver anexo 13.**

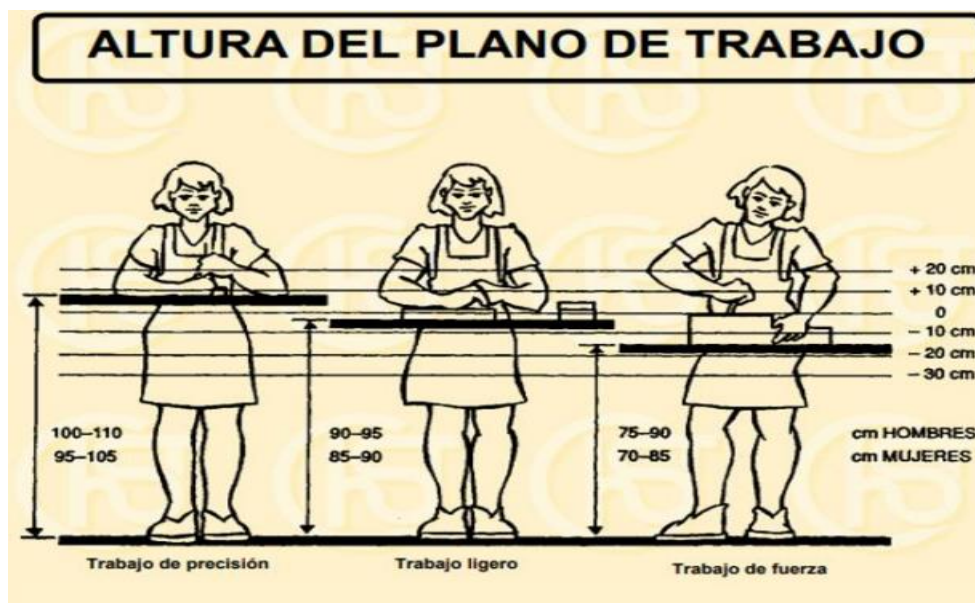


Figura 66. Recomendaciones del plano de trabajo

Fuente: INHST

Respecto a las medidas de alcance para las posiciones fijas de acuerdo con CONFEMADERA se realiza una comparación con las recomendaciones de alcance horizontal de INSHT, donde se puede visualizar que los valores se acercan a las medidas generales. Ver anexo 13

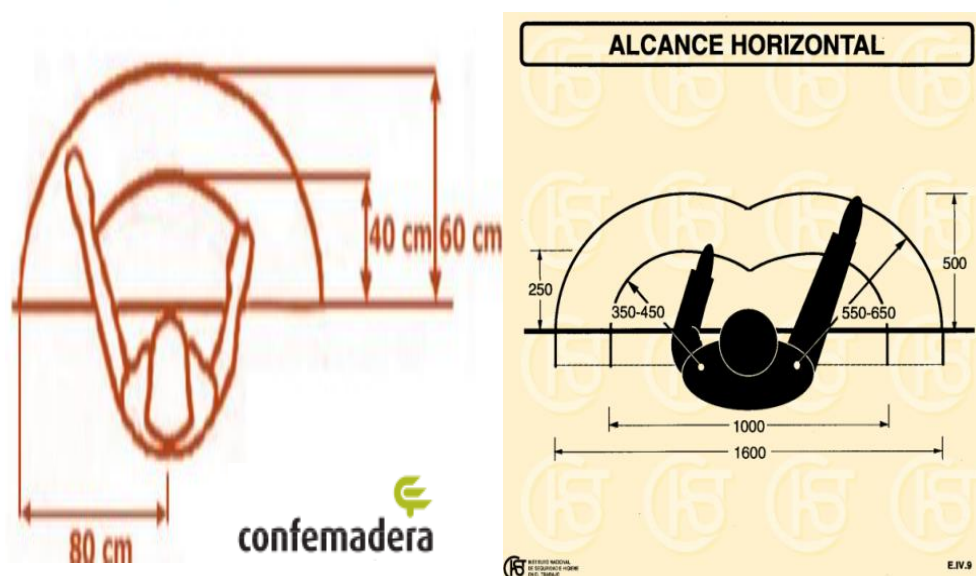


Figura 67. Comparación de zonas de alcance

Fuente: INHST

En la figura 68 se muestra la forma de trabajar del operario que al manejar la herramienta de forma inadecuada permite que el tronco realice una flexión de 20° , por ello repercute en el cuello, de igual forma para el grupo de brazo, antebrazo y muñeca donde este opta una posición de flexión de 15° hacia abajo, donde genera en optar por posturas inadecuadas.

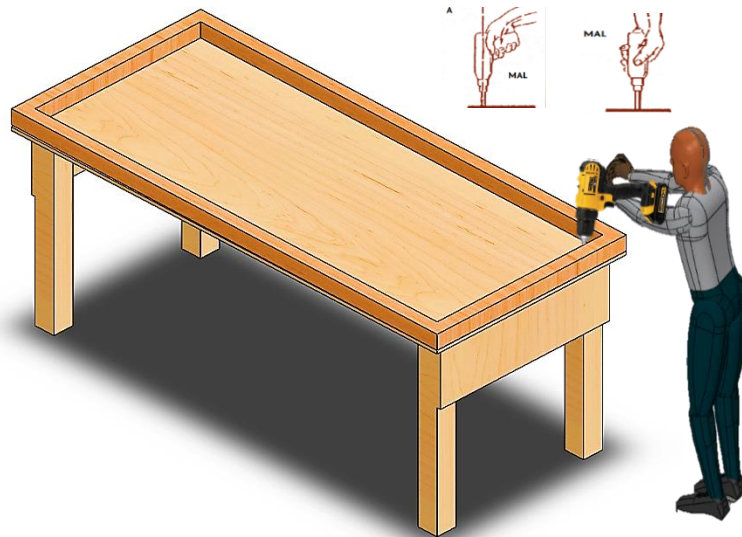


Figura 68. Puesto de ensamble

Fuente: Elaboración propia

Referente a lo analizado, se propone cambiar el modo uso de las herramientas manuales para que el operario opte movimientos naturales al ejercer los miembros superiores. Principalmente se basa en el uso correcto del mango debido a que es el principal elemento entre el operario y herramientas, su buen uso optimiza la utilización de fuerza agarre y mejora la postura del mano-muñeca. En la figura 69 se presenta las recomendaciones ergonómicas para herramientas manuales.





Aspecto del diseño			
Angulo de orientación		Mantener la muñeca en la postura lo más neutra posible (también el hombro y el brazo)	
			
Empuñadura de la pistola Superficie vertical	Empuñadura de la pistola Superficie horizontal por debajo de la	Empuñadura recta Superficie horizontal a la altura del codo	Empuñadura recta Superficie vertical por debajo de la
Superficie del mango		Sin rebabas ni canto abruptos No deslizante, con reales o surcos que se opongan Impermeable y aislante (eléctrico, anti vibración y térmico) No permita la intrusión de virutas	
Forma del mango		Los mangos en forma de cuña facilitan la aplicación de fuerza a lo largo del eje No se recomienda las formas para alojar los dedos , debido a que solo se adaptan a cierto número de usuarios	
Forma de mango		Los mangos cilíndricos son cómodos de agarrar	
Longitud del mango		100-125 mm	

Figura 69. Recomendaciones ergonómicas para herramientas manuales
Fuente: CONFEMADERA

Asimismo, de acuerdo con la recomendación ergonómica adecuada, también se propone el uso de herramientas de apoyo para facilitar el ensamble de las piezas, ayudando al operario en evitar movimientos de elevación del hombro y desviación lateral en la muñeca.

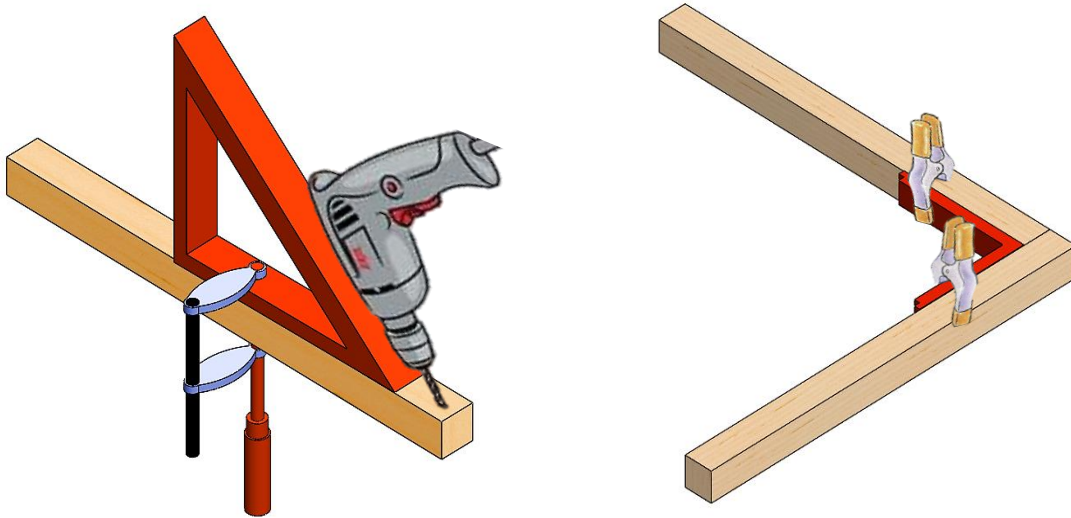


Figura 70. Herramientas de apoyo para el ensamble

Fuente: Elaboración propia

En la figura 71 se presenta la vista global del puesto con las herramientas de apoyo, la altura recomendada para el trabajo y los métodos adecuados para utilizar de forma ergonómica.

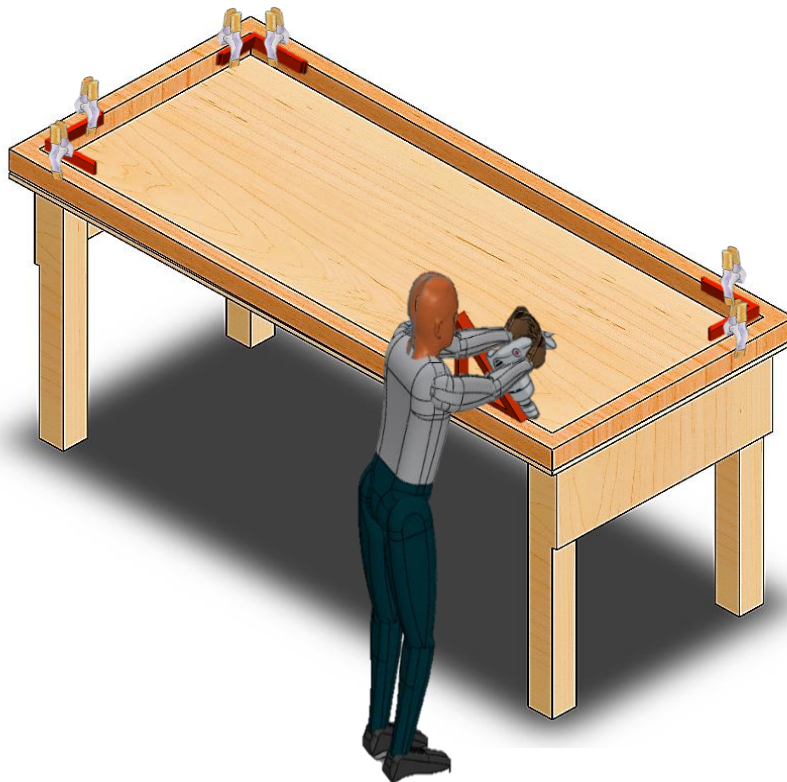


Figura 71. Vista global del puesto de ensamble

Fuente: Elaboración propia

❖ Puesto de fresado-Lijado

La mesa de trabajo donde se labora tiene 105 cm de altura, no cumple con la altura recomendada para el sector madera. Tal como se muestra en la figura 72

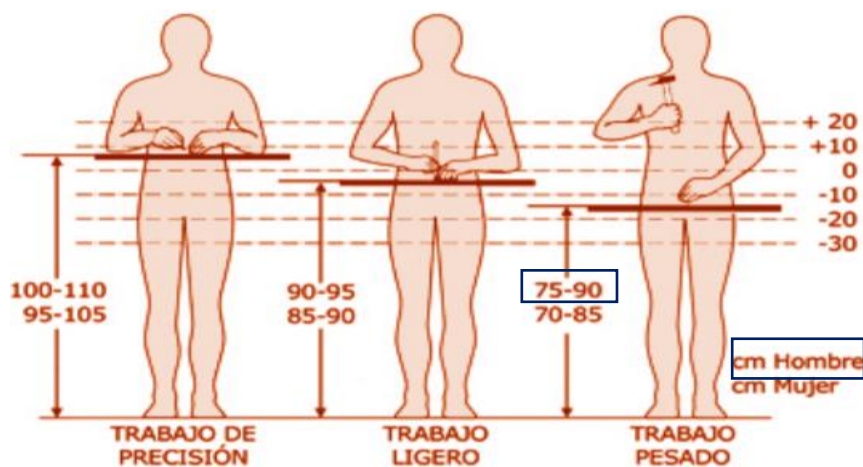


Figura 72. Altura recomendada para trabajar de pie
Fuente: CONFEMADERA

De igual forma se compara con las medidas ergonómicas generales recomendados por el Instituto Nacional De Seguridad E Higiene en el Trabajo, donde se aprecia que los valores son similares impuestas por CONFEMADERA especializada en sector de madera. **Ver anexo 13**

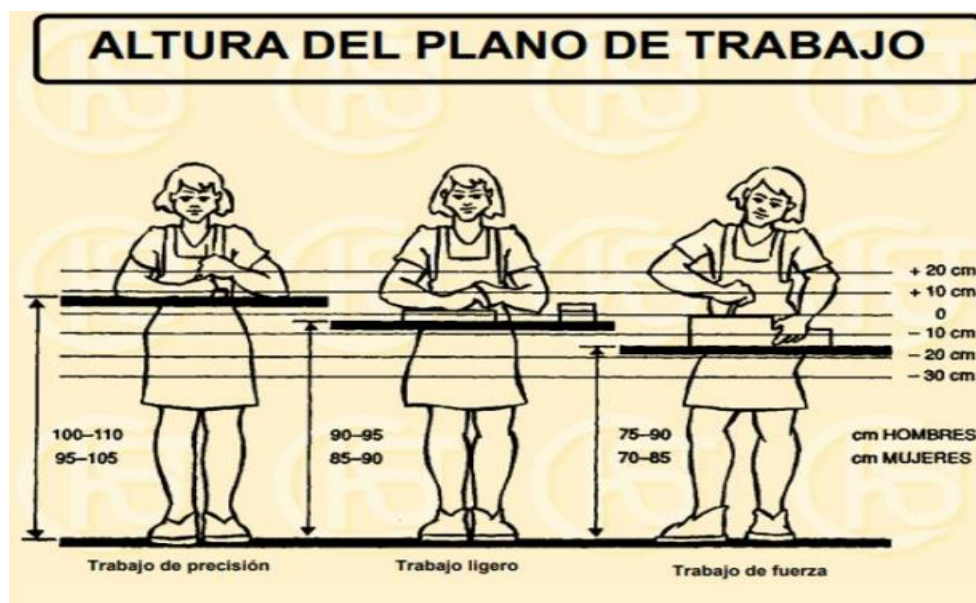


Figura 73. Recomendaciones del plano de trabajo
Fuente: INHST

Respecto a las medidas de alcance para las posiciones fijas de acuerdo con CONFEMADERA se realiza una comparación con las recomendaciones de alcance horizontal de INSHT, donde se puede visualizar que los valores se acercan a las medidas generales. **Ver anexo 13**

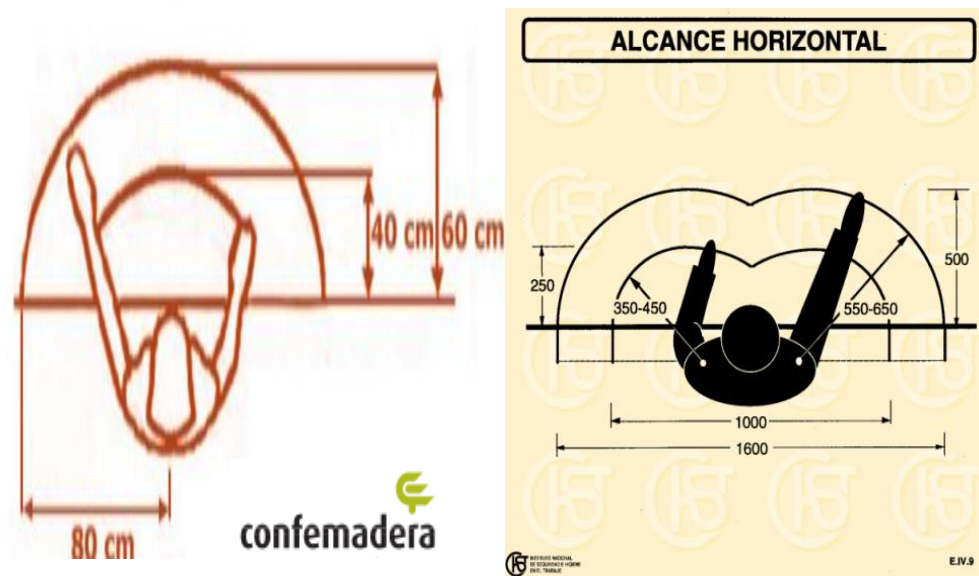


Figura 74. Comparación de zonas de alcance

Fuente: INHST

En la figura 75 se presenta la forma inadecuada de trabajar del operario, donde genera que el tronco realice una (flexión de 20° - 60°), por ello afecta al cuello, de igual forma para el grupo de brazo (flexión entre 21° y 45°), antebrazo y muñeca donde este opta una posición de flexión de 15° hacia abajo, donde genera en optar por posturas inadecuadas.



Figura 75. Vista global del puesto fresado

Fuente: Elaboración propia

Referente a lo analizado, se propone cambiar el modo uso de las herramientas manuales para que el operario opte movimientos naturales al ejercer los miembros superiores. Principalmente se basa en el uso correcto del mango debido a que es el principal elemento entre el operario y herramientas, su buen uso optimiza la utilización de fuerza agarre y mejora la postura del mano-muñeca. En la figura 76 se presenta las recomendaciones ergonómicas para herramientas manuales.

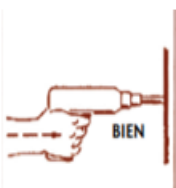

Aspecto del diseño	
Angulo de orientación	Mantener la muñeca en la postura lo más neutra posible (también el hombro y el brazo)
 <p>Empuñadura de la pistola Superficie vertical</p>	 <p>Empuñadura de la pistola Superficie horizontal por debajo de la</p>
Superficie del mango	<p>Empuñadura recta Superficie horizontal a la altura del codo</p> <p>Empuñadura recta Superficie vertical por debajo de la</p>
Forma del mango	<p>Sin rebabas ni canto abruptos</p> <p>No deslizable, con reales o surcos que se opongan</p> <p>Impermeable y aislante (eléctrico, anti vibración y térmico)</p> <p>No permita la intrusión de virutas</p> <p>Los mangos en forma de cuña facilitan la aplicación de fuerza a lo largo del eje</p> <p>No se recomienda las formas para alojar los dedos , debido a que solo de adaptan a cierto número de usuarios</p>
Forma de mango	Los mangos cilíndricos son cómodos de agarrar
Longitud del mango	100-125 mm

Figura 76. Recomendaciones ergonómicas para herramientas manuales
Fuente: CONFEMADERA

Asimismo, de acuerdo con la recomendación ergonómica adecuada, también se propone el uso de herramientas de apoyo para facilitar el recorrido de la fresadora, ayudando al operario en evitar movimientos de elevación del hombro, desviación lateral en la muñeca.

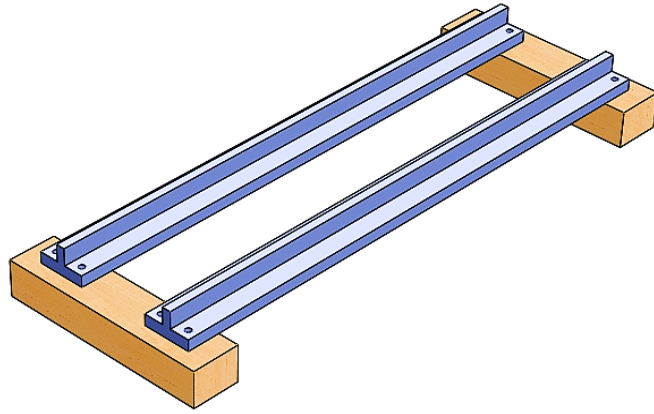


Figura 77. Eje de direccionamiento de fresadora

Fuente: Elaboración propia

En la figura 78 se presenta la vista global del puesto con las herramientas de apoyo, la altura recomendada para el trabajo de 90 cm, ayuda mecánica con sujetadoras y los métodos adecuados para utilizar de forma ergonómica. Para la forma longitudinal y transversal se usa dos ejes de direccionamiento adaptado al tamaño de la puerta junto con las plantillas propias de la fresadora.

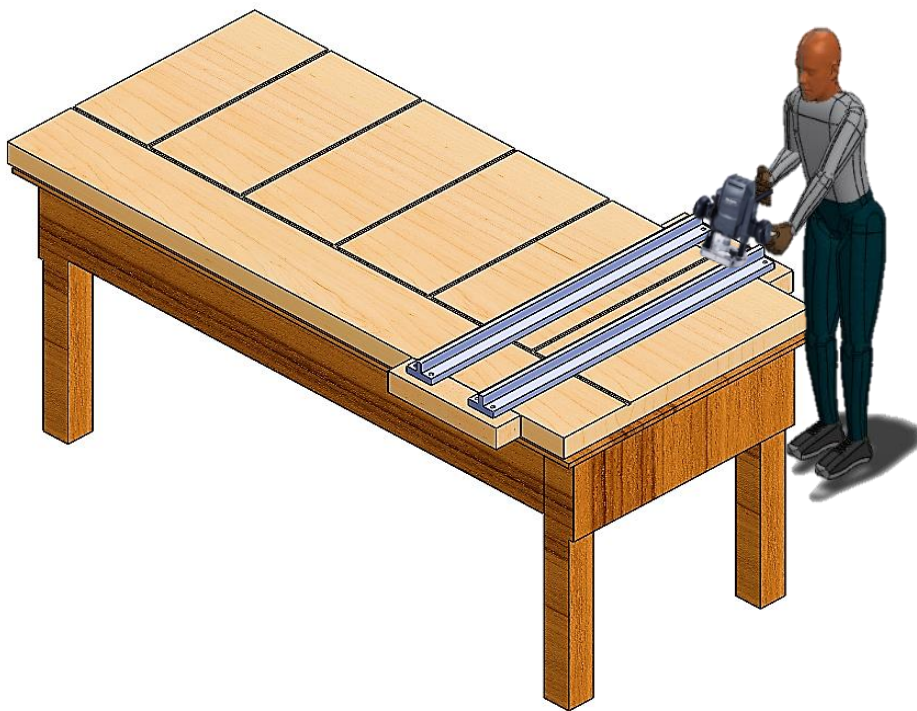


Figura 78. Vista global del puesto de cepillado

Fuente: Elaboración propia

El lijado se desarrolla en la mesa de trabajo de fresado tiene 105 cm de altura, no cumple con la recomendada para el sector madera, tal como se muestra en la figura 79.

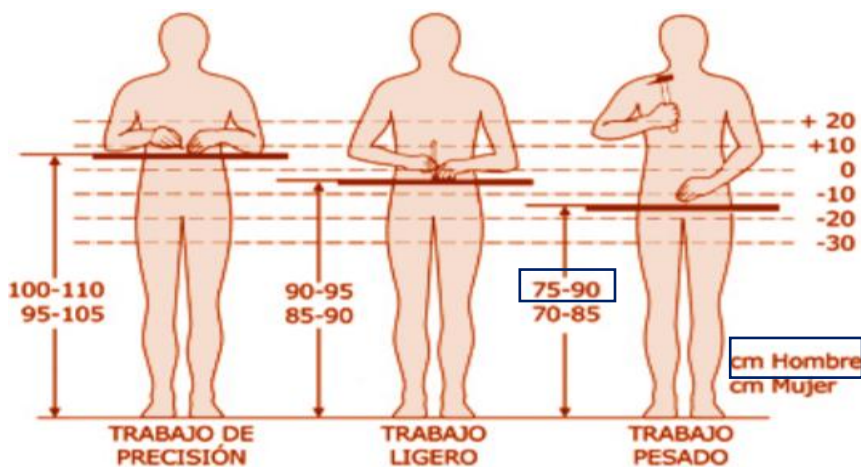


Figura 79. Altura recomendada para trabajar de pie
Fuente: CONFEMADERA

De igual forma se compara con las medidas ergonómicas generales recomendados por el Instituto Nacional De Seguridad E Higiene en el Trabajo, donde se aprecia que los valores son similares impuestas por CONFEMADERA especializada en sector de madera. Ver figura 80 y anexo 13.

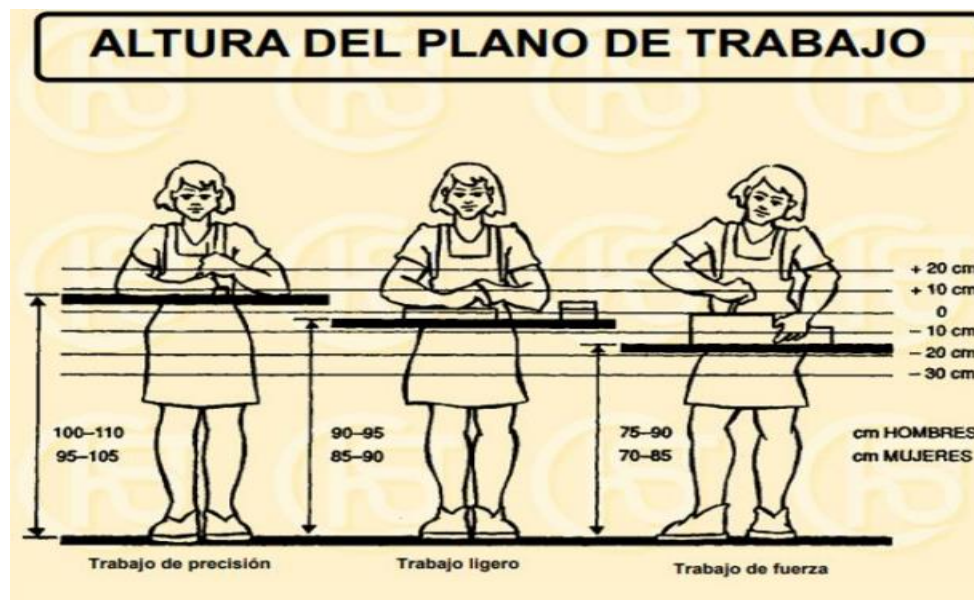


Figura 80. Recomendaciones del plano de trabajo
Fuente: INHST

Respecto a las medidas de alcance para las posiciones fijas de acuerdo con CONFEMADERA se realiza una comparación con las recomendaciones de alcance horizontal de INHST, donde se puede visualizar que los valores se acercan a las medidas generales. Ver anexo 13

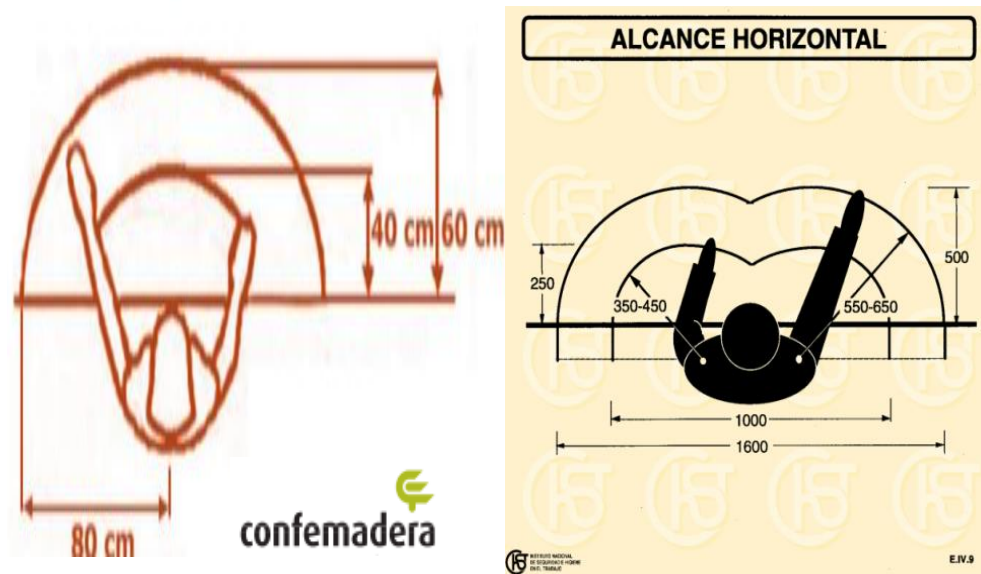


Figura 81. Comparación de zonas de alcance

Fuente: INHST

En la figura 82 se presenta la forma de trabajar del operario, refleja que al operar la herramienta de forma inadecuada permite que el tronco realice una flexión de 20° - 60° , por ello afecta al cuello, de igual forma para el grupo de brazo (flexión entre 21° y 45°), antebrazo y muñeca donde este opta una posición de flexión de 15° hacia abajo, aumentando la fatiga muscular.

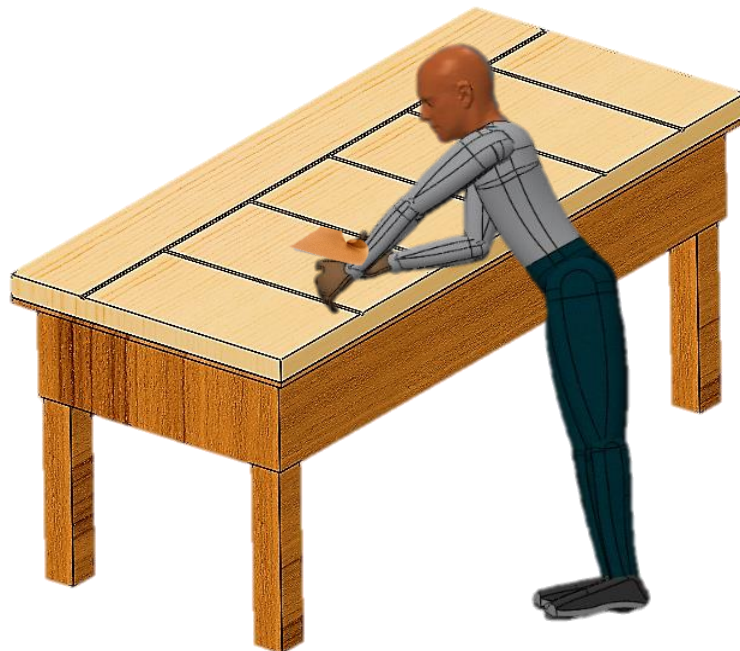


Figura 82. Vista global del puesto de lijado

Fuente: Elaboración propia

La herramienta que se utiliza en el puesto de trabajo son lijas de madera, se sustituye por una lijadora eléctrica, pero este debe estar adaptado a las características físicas del trabajador, por ende, se seleccionara el adecuado, evaluando los siguientes criterios.

Tabla 101. Criterios para seleccionar equipos y herramientas



Adecuado para las tareas que se está realizando
Ajustable al espacio disponible
Reducen la fuerza muscular
Ajustable a la mano y todos los dedos circulan en la mano
Pueden ser utilizadas en una postura cómoda de trabajo
No causan presión de contacto dañino ni tensión muscular
No causan riesgos de seguridad y salud

Fuente: Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos

En base a los criterios de selección, se ha identificado cepilladoras eléctricas que cumplan con los requerimientos, a continuación, en la tabla 102 se presenta las características.

Tabla 102. Cepilladoras eléctricas con requerimientos ergonómicos

Opción 1	Descripción
<p>Lijadora Excentrica GEX 125-1 AE</p> 	<p>Lijadora eléctrica con cable básico</p> <p>Potencia (250 W)</p> <p>Diámetro de orbita (2,5 mm)</p> <p>Los mangos se limitan al agarre</p> <p>Recoge hasta un 90% de polvo generado</p> <p>Dimensiones (227 mm x 150 mm)</p> <p>Peso (1,3 kg)</p> <p>Ajuste y precisión limitado</p> <p>Control eléctrico de velocidad</p> <p>Fijación rápida y fácil de lija</p> <p>Sistema antivibración</p>
<p>Opción 2</p> <p>Lijadora orbital</p> 	<p>Descripción</p> <p>Lijadora eléctrica con cable básico</p> <p>Potencia (200 watt)</p> <p>Dimensiones (99 mm x 230 mm)</p> <p>Recolector de polvo microfiltro</p> <p>Sistema para fijaciones de lijas</p> <p>Ergonomía perfeccionada para mejorar control</p> <p>Fijación rápida</p> <p>Peso (1,7 kg)</p>

Opción 3	Descripción
<p>Lijadora Rotoorbital de palma</p> 	<p>Lijadora eléctrica con cable básico Potencia (275 W) Dimensiones (300 mm x 150 mm) Carcaza antideslizante y texturizado Sistema de acabado controlado Interruptor sellado contra el polvo Bolsa recolectora de polvo Ventilador contra balanceado de doble plano Peso (2 kg)</p>
Opción 4	Descripción
<p>Lijadora Orbital GSS 23 AE</p> 	<p>Lijadora eléctrica con cable básico Potencia (190 watt) Diámetro de órbita (2 mm) Trabajo prácticamente sin vibraciones o esfuerzo para un lijado de alto rendimiento Dimensiones (317 mm x 158 mm) Fijación de lija Peso (1,7 kg)</p>

Fuente: PROMART

Se ha seleccionado la opción 1, lijadora excéntrica GEX 125-1AE, debido a que cumple con todo el requerimiento necesario para el uso en el puesto de trabajo según los principios de la ergonomía.

Tabla 103. Selección de cepillo eléctrico

Criterios para cumplir	Cepilladora eléctrica			
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4
Adecuado para las tareas que se está realizando	X	X	X	X
Ajustable al espacio disponible	X	X	X	X
Reducen la fuerza muscular	X			X
Ajustable a la mano y todos los dedos circulan en la mano	X			X
Pueden ser utilizadas en una postura cómoda de trabajo	X	X		X
No causan presión de contacto dañino ni tensión muscular	X			
No causan riesgos de seguridad y salud	X			X

Fuente: Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos

En la figura 83 se muestra el puesto de trabajo según especificaciones ergonómicas como la altura recomendada mencionada anteriormente de 90 cm debido a que ambas actividades comparte el mismo puesto de trabajo fresado-lijado.



Figura 83. Vista global del puesto

Fuente: Elaboración propia

❖ Puesto de pintado-lacado

El puesto de pintado y lacado consta de una mesa de trabajo, donde el operario tiende a optar posturas inadecuadas durante la jornada laboral, afectando parte de su cuerpo tales como el tronco, cuello y soporte bilateral con flexión por parte de las piernas. Asimismo, las molestias ergonómicas más notables son los brazos, antebrazos y con desviación lateral por parte de las muñecas. Tal como se muestra en la figura 84



Figura 84. Puesto de pintado-lacado

Fuente: Elaboración propia

La mesa de trabajo tiene 70 cm de altura, no cumple con la altura recomendada para el trabajo en el sector madera, tal como se muestra en la figura 85.

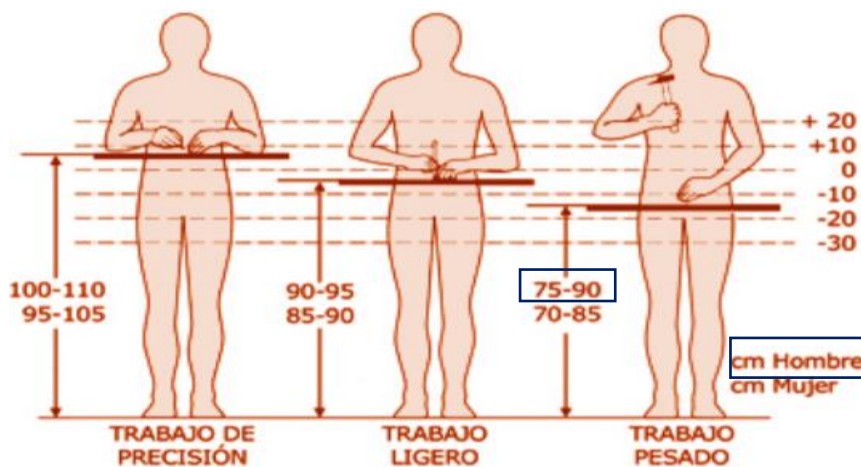


Figura 85. Altura recomendada para trabajar de pie
Fuente: CONFEMADERA

De igual forma se compara con las medidas ergonómicas generales recomendados por el Instituto Nacional De Seguridad E Higiene en el Trabajo, donde se aprecia que los valores son similares impuestas por CONFEMADERA especializada en sector de madera. **Ver anexo 13**

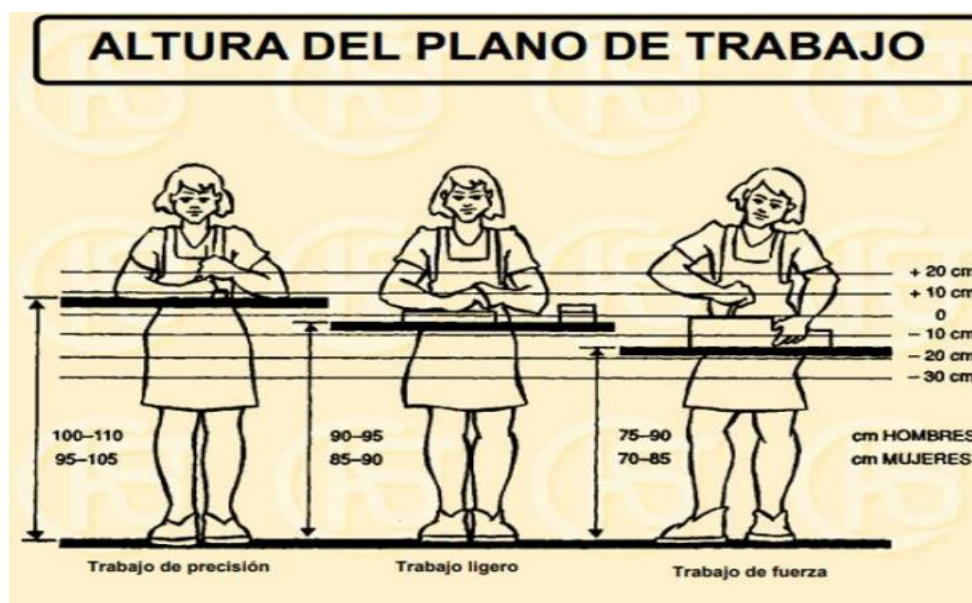


Figura 86. Recomendaciones del plano de trabajo
Fuente: INHST

Respecto a las medidas de alcance para las posiciones fijas de acuerdo con CONFEMADERA, se realiza una comparación con las recomendaciones de alcance horizontal de INSHT, donde se puede visualizar que los valores se acercan a las medidas generales. **Ver anexo 13**

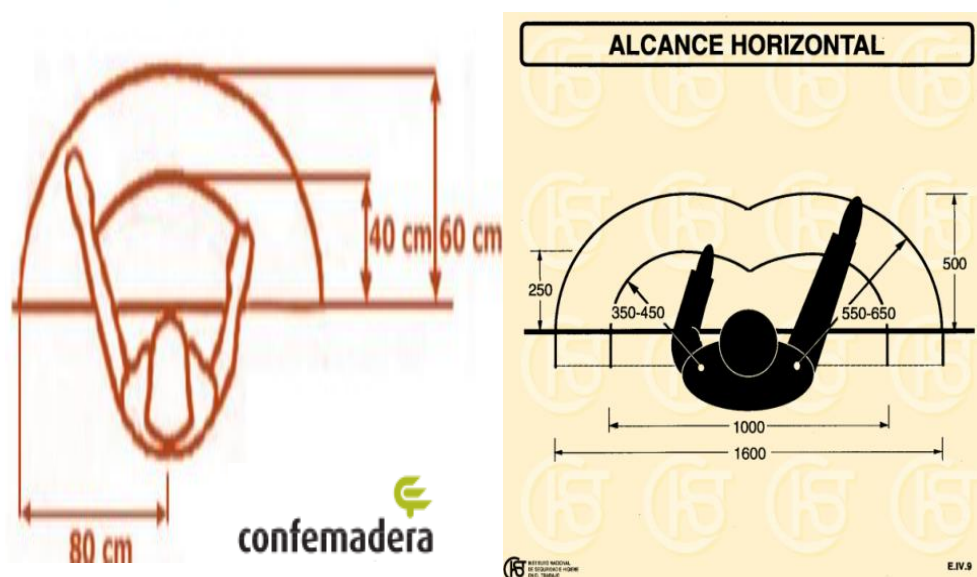


Figura 87. Comparación de zonas de alcance

Fuente: INHST

La herramienta que se utiliza en el puesto de trabajo es mola de algodón, se sustituye por una pistola eléctrica, debe estar adaptado a las características físicas del trabajador, por ende, se selecciona el adecuado, evaluando los siguientes criterios:

Tabla 104. Criterios para seleccionar equipos y herramientas

Adecuado para las tareas que se está realizando

Ajustable al espacio disponible

Reducen la fuerza muscular

Ajustable a la mano y todos los dedos circulan en la mano

Pueden ser utilizadas en una postura cómoda de trabajo

No causan presión de contacto dañino ni tensión muscular

No causan riesgos de seguridad y salud

Fuente: Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos

En base a los criterios de selección, se ha identificado pistola eléctrica que cumplan con los requerimientos, a continuación, en la tabla 105 se presenta las características:

Tabla 105. Pistola eléctrica

Opción 1	Descripción
Pistola BYP 	Material de plástico Capacidad de tanque (800 ml) Potencia (400 W) Distancia de aplicación (200mm a 250 mm) Tamaño de la boquilla de salida (2,6 mm) Voltaje (220V-240V) Longitud del cable (2m) Mango ergonómico-Gatillo ajustable Peso (1,1 kg)
Opción 2 Pistola Modelo W550 	Descripción Material de plástico Capacidad del tanque (800 ml) Potencia (65 watt) Distancia de aplicación (200 mm) Tamaño de la boquilla de salida (2,4 mm) Voltaje (220V-240V) Longitud de cable (2m) Mango ergonómico –No tiene gatillo ajustable Peso (1,1 Kg)
Opción 3 Pistola Einhell TC-SY 500P 	Descripción Material de plástico Capacidad de tanque (1litro) Potencia (500 watt) Distancia de aplicación (200mm a 250 mm) Tamaño de boquilla de salida 220 V Cabeza rociadora y regulación de pintura Tapa de aire ajustable para chorro vertical, horizontal y redondo Mango ergonómico y blando para una manejo cómodo y seguro Contiene 2 boquillas para pinturas y barnices Peso (1, 86 kg)

Fuente: PROMART

Se ha seleccionado la opción 3, Pistola de pintura Einhell TC-SY 500P, debido a que cumple con todo el requerimiento necesario para el uso en el puesto de trabajo según los principios de la ergonomía, resaltando que cuenta con el gatillo ajustable, evita que el dedo índice se usa de

forma excesiva, donde pueda aparecer el síntoma de dedo en gatillo, además que la boquilla se adapta para realizar el pintado y lacado.

Tabla 106. Selección de pistola eléctrica

Criterios para cumplir	Pistola eléctrica		
	Opción 1	Opción 2	Opción 3
Adecuado para las tareas que se está realizando	X	X	X
Ajustable al espacio disponible	X	X	X
Reducen la fuerza muscular			X
Ajustable a la mano y todos los dedos circulan en la mano	X	X	X
Pueden ser utilizadas en una postura cómoda de trabajo	X	X	X
No causan presión de contacto dañino ni tensión muscular			X
No causan riesgos de seguridad y salud	X	X	X

Fuente: Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos

❖ **Nuevo puesto de pintado-lacado**

Posteriormente se propone el nuevo puesto de trabajo que combina las operaciones de pintado y lacado, a continuación, se presenta las partes que la componen. **Ver anexo 5**

Tabla 107. Elementos del puesto pintado-lacado

Partes	Cantidad	Descripción
Elemento de agarre	2 unidades	Pieza en forma de “C”, consiste en sostener la puerta, el operario podrá girar la puerta y realizar de manera adecuada el pintado – lacado evitando las malas posturas ergonómicas que tiene como consecuencia en lesiones músculo esqueléticas
Rieles de transporte	2 unidades	Pieza que consisten en que el sistema de giro y agarre pueda trasladarse de forma longitudinal.
Chumacera	2 unidades	Pieza que consisten en realizar el giro el sistema de giro y agarre para poder realizar el pintado-lacado.
Tubo	2 unidades	Pieza complementaria de la chumacera de material, consiste en realizar el giro.

Fuente: Elaboración propia

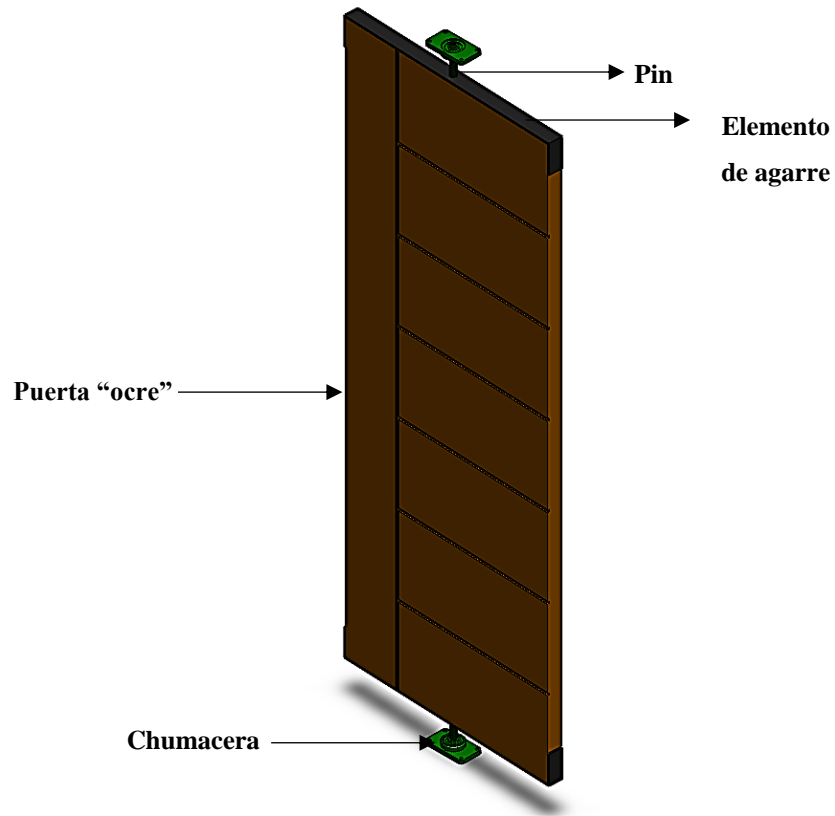


Figura 88. Elementos del puesto de pintado-lacado

Fuente: Elaboración propia

Se presenta la estructura del puesto de pintado-lacado, con los rieles implementados. Asimismo, estará cubierto por plástico de polietileno para evitar manchas de pinturas en el entorno. Ver figura 89

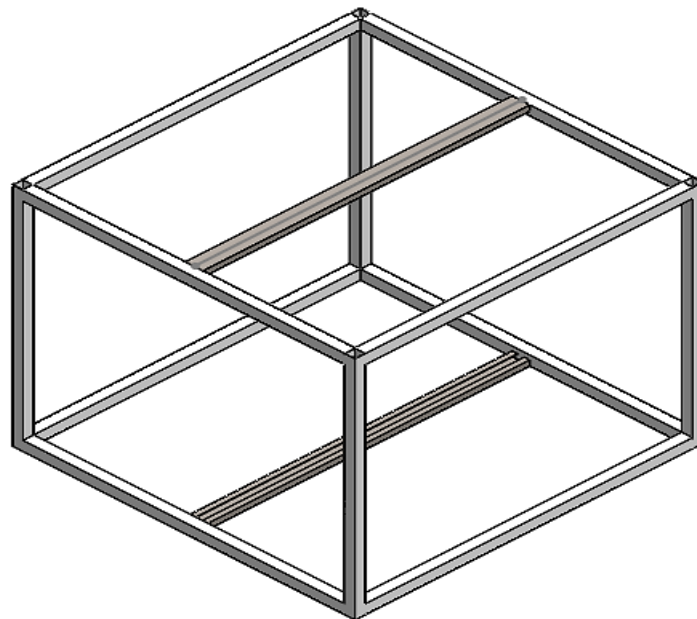


Figura 89. Estructura con rieles

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el adecuado espacio de trabajo, se toma los siguientes datos de los reglamentos de edificaciones, decreto supremo N° 011-2006-Vivienda, sección industrias generales.

En el cálculo de aforo de industrias para los ambientes posibles en la sección talleres se toma el valor de 5 m² por persona debido a la relación de actividades similares en industrias de melanina. Pero se incrementa el área de trabajo debido a factores de circulación de operarios, la distancia recomendada por para realizar el pintado-lacado usando la pistola de doble gatillo, así como un espacio extra por seguridad. En la tabla 108 se muestra las dimensiones del puesto.

Tabla 108. Dimensiones del puesto de pintado-lacado

Dimensiones	Valores
Largo	3,25 m
Ancho	3,20 m
Altura	2,40 m

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 90 se presenta un croquis general donde las líneas de color rojo son en relación al espacio permitido por operario, en base al centro del puesto de trabajo. Las líneas de color verde representan el espacio necesario para el uso de herramienta de pintado-lacado de acuerdo con CONFEMADERA (1 m² por persona, de igual forma se considera 30 cm de separación entre la puerta y operario para el rociado).

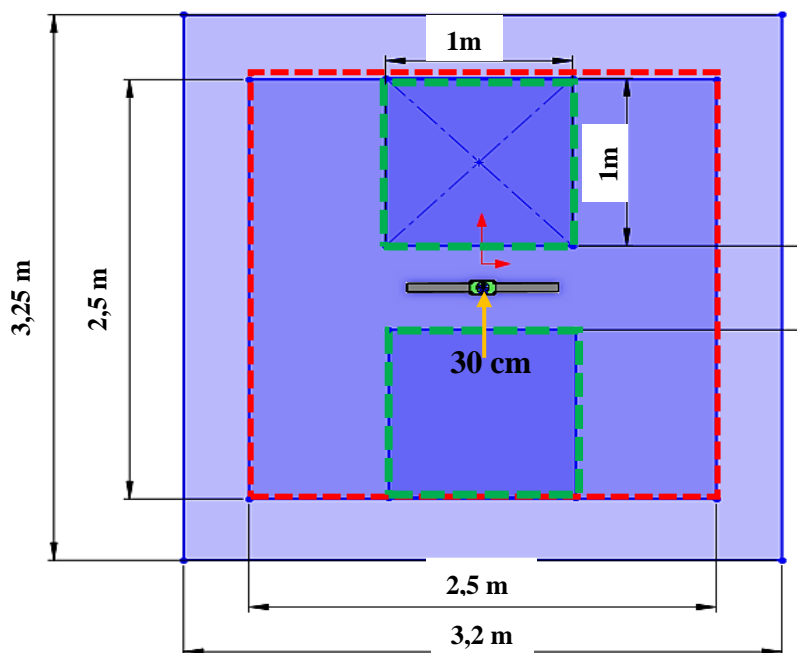


Figura 90. Croquis del puesto pintado-lacado

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura 91 se presenta una vista global del operario según las distancias recomendadas por normativas. El operario realiza dicha actividad de acuerdo con su necesidad, coloca la puerta de forma vertical en los elementos de agarre, en caso cumpla con las dimensiones adecuadas se ajustarán con abrazaderas tipo “F” en la parte inferior y superior para evitar el pandeo, caso contrario si es menor a las dimensiones se colocarán retazos hasta ejercer presión de acorde a la altura y el refuerzo con las abrazaderas. Por último, se cuenta con un banco de trabajo donde el operario pueda subir y realizar el pintado en la parte superior de forma adecuada para evitar dolencias músculo esqueléticas. **Ver anexo 16**

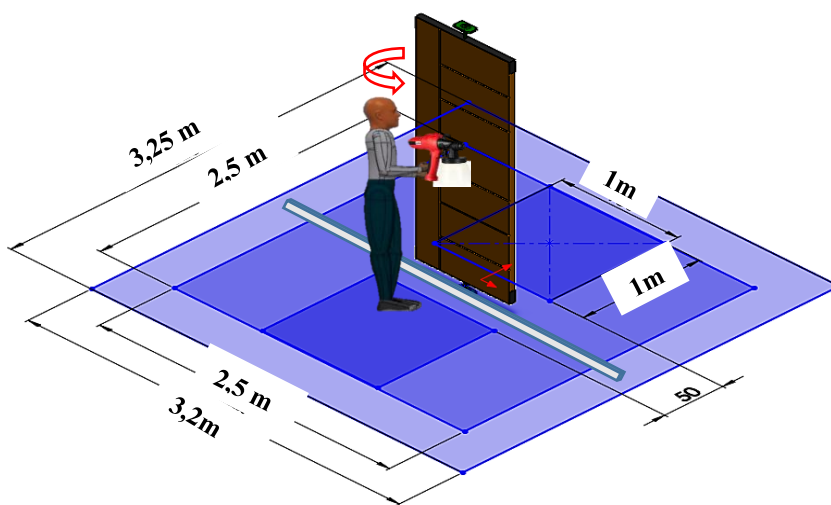


Figura 91. Vista global de pintado-lacado

Fuente: Elaboración propia

Cabe resaltar que el área tiene una capacidad extra para otro sistema de agarre en caso sea necesario, se dejara dos chumaceras instaladas en la parte superior e inferior. Ver figura 92

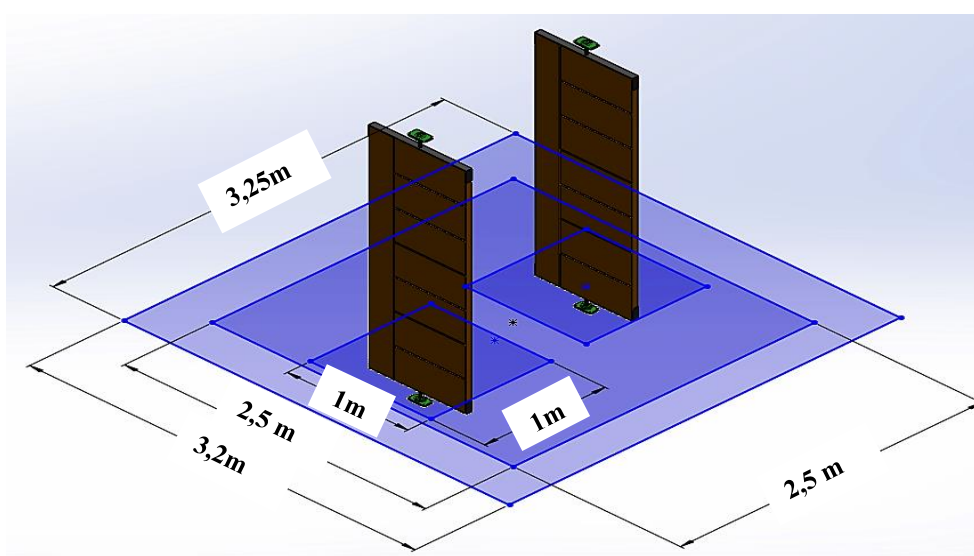


Figura 92. Vista global con sistema extra

Fuente: Elaboración propia

✓ **Elementos del puesto pintado-lacado**

• **Elemento de agarre**

De acuerdo con la normativa UNE 56801: 2008 apartado 4.4 nos indica las medidas normalizadas para las dimensiones de puertas de interior, exterior y entrada a piso.

Tabla 109. Dimensiones en las puertas según norma UNE 56801:2008

Dimensiones	Valor
Para puertas de interior	
Altura	2 030 mm-2 110 mm
Anchura	625 mm-825 mm
Grosor	35 mm – 50mm

Fuente: norma UNE 56801:2008

Los valores presentados en la tabla 110 se asemejan a los datos de fabricación brindados por los clientes (ver tabla 4), es por ello se tendrá como guía de fabricación, los valores de tolerancias para el elemento de agarre.

Tabla 110. Tolerancias según norma UNE 56801:2008

Dimensiones	Valor	Tolerancias
Para puertas de interior		
Altura	2 030 mm- 2 110 mm	± 2 mm
Anchura	625 mm- 825 mm	± 1 mm
Grosor	35 mm - 50mm	± 3 mm

Fuente: norma UNE 56801:2008

• **Chumacera**

Para la selección de la chumacera se utilizó el catálogo NTN, donde se tiene en cuenta el diámetro del eje de los rodillos que es de 50 mm y en relación con las condiciones de montaje de selección el modelo UCF210D1, es una chumacera de pared tipo cuadrada, esencial para acoplamientos con soportes metálico. Ver figura 93

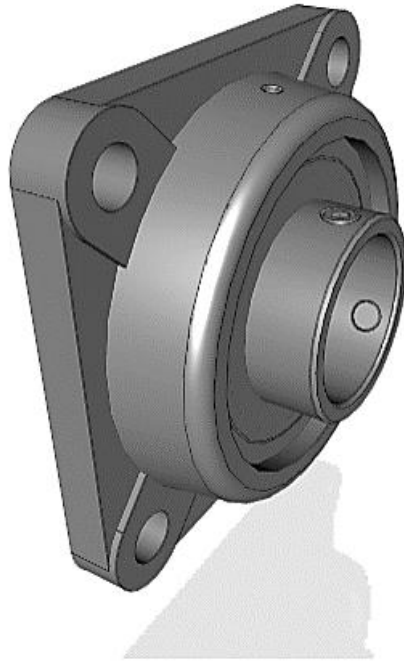


Figura 93. Chumacera de pared UCF.210
Fuente: NTN SNR

- **Tubo**

El tubo será el acople con la chumacera de pared UCF.210 en la cual será acorde a las dimensiones del diámetro del eje del rodillo es de 50 mm, para un adecuado giro.



Figura 94. Tubo de acople
Fuente: Elaboración propia

- **Rieles de transporte**

Los dos rieles ubicados en la parte superior e inferior serán de transporte para los elementos de chumacera en la cual serán engrasados para facilitar la movilidad. Ver figura 95

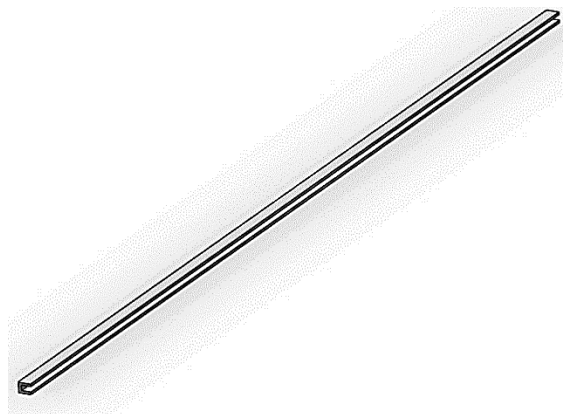


Figura 95. Rieles de transporte
Fuente: Elaboración propia

✓ **Análisis estático**

Por último, se realiza el Análisis Estático para la validación del diseño de puesto pintado-lacado. Para el desarrollo del análisis se especifica el tipo de material es de acero comercial, debido a que es el más utilizado en estructuras industriales. En la tabla 111 se muestra sus características

Tabla 111. Propiedades del acero ASTM -A36

Propiedades	Valor	Unidades
Módulo elástico	2,00 E+11	N/m ²
Coefficiente de Poisson	0,26	N/D
Módulo cortante	7,93 E+10	N/m ²
Densidad de masa	7850	Kg/m ³
Límite de tracción	4,00E+08	N/m ²
Límite de elástico	250000000	N/m ²

Fuente: SolidWorks 2017

Para obtener resultados se procedió a analizar por partes a la estructura que conforma el Puesto de pintado y lacado, esto son el riel y la cabina de pintado.

- **Riel “A” y “B”**

Se conforma de dos rieles, la masa es de 55 kg con un peso equivalente en 539,55 N.

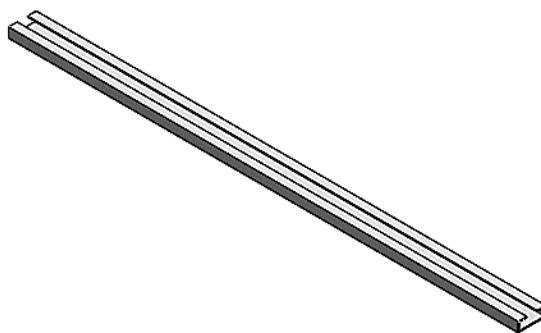


Figura 96. Riel de cabina

Fuente: SolidWorks 2017

Asimismo, la carga que tiende a soportar estas estructuras es:

Tabla 112. Carga a soportar

Tipo	Unidad	Masa
Chumacera	1	2,5 kg
Elemento de agarre	1	2,52 kg
Tubo	1	0,024 kg
Puerta	1	12,12 kg
Masa total		17,16 kg

Fuente: SolidWorks 2017

La carga total para la zona de sujeción es la suma de la carga de la estructura y la carga total a soportar:

Suma de cargas: 55 kg + 17,16 kg

Suma total: 72,16 kg

Posteriormente, se calcula la fuerza que se aplicara en las zonas seleccionadas.

Fuerza= Carga x Gravedad

Fuerza= 72,16 kg x 9,81 m/s²

Fuerza= 707,928 N

A la fuerza calculada se le agrega una holgura del 30% en la fuerza aplicada

Fuerza con holgura: 707,928 N + 30% (707,928 N)

Fuerza con holgura: 925,306 N

A continuación, se realiza la simulación, el color verde indica la zona de sujeción el cual es el riel y el color morado indica la zona que se aplica la fuerza con holgura. Tal como se muestra en la figura 97

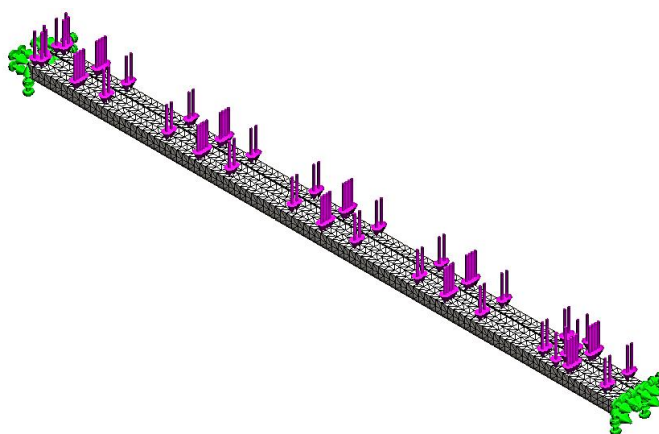


Figura 97. Zona de sujeción y carga

Fuente: SolidWorks 2017

- **Tensión**

En toda la estructura del riel, se muestra la sección de tensión máxima de $1,455 \times 10^{-7} \text{ N/m}^2$ es equivalente a $25,2 \text{ Kg/mm}^2$ de igual forma la tensión mínima de $7,392 \times 10^{-4}$. Los puntos donde recae la tensión son en la sujeción y en la parte central, son valores que sufren los rieles al soportar la carga respectiva.

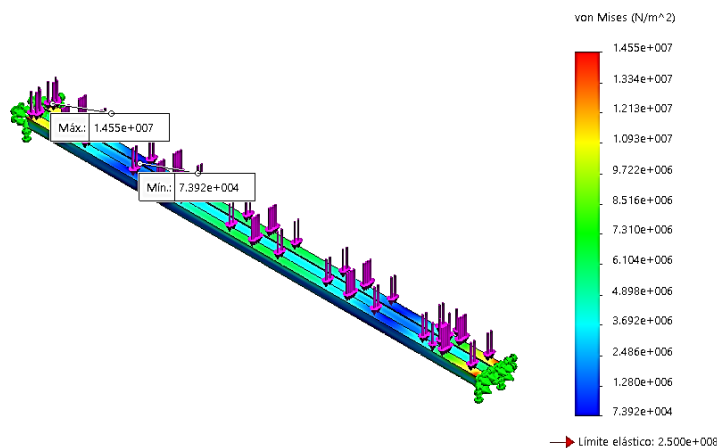


Figura 98. Simulación de tensión en los rieles

Fuente: SolidWorks 2017

- **Desplazamiento**

Se muestra las secciones de la estructura que más se desplaza por la carga en los rieles, el punto máximo recae en la parte central de color rojo, con un valor de $0,6062 \text{ mm}$, asimismo el desplazamiento mínimo se encuentra en la zona de sujeción identificada de color azul con un valor de $0,001 \text{ mm}$

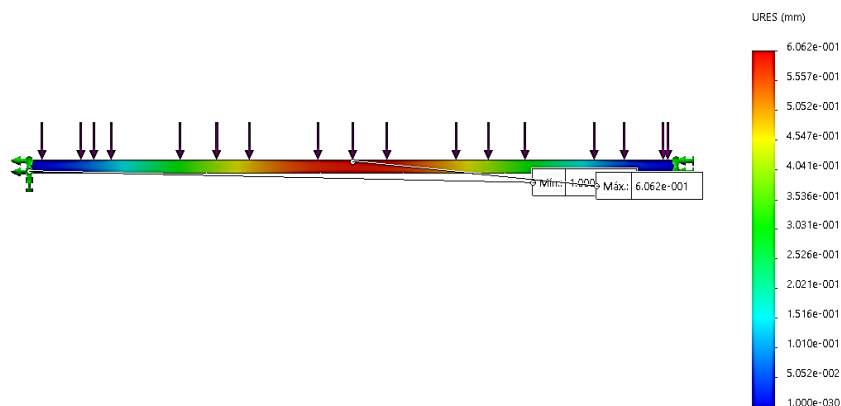


Figura 99. Simulación de desplazamiento en los rieles
Fuente: SolidWorks 2017

- **Deformación unitaria**

Se muestra las secciones de la estructura que más se deforma por el soporte de la carga, el valor máximo es de $5,514 \times 10^{-5}$ indica que, al aplicar la carga sobre el riel, en la zona que está por la sujeción de la estructura se alargara $5,514 \times 10^{-5}$ veces su distancia. Asimismo, el valor mínimo es de 1×10^{-7} , dicho valor indica que se alargara 1×10^{-7} veces su distancia.

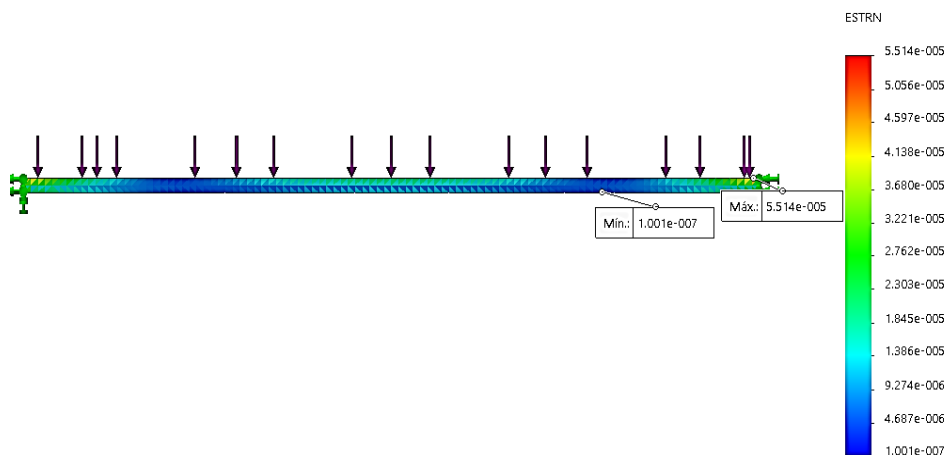


Figura 100. Simulación de deformación unitaria en los rieles
Fuente: SolidWorks 2017

- **Factor de seguridad**

Se muestra las secciones de la estructura del riel donde el factor de seguridad máxima es de 3 significa que puede soportar un total de 3 veces la carga. Lo cual supera los valores emitidos de la investigación de Violer, Agudelo y González [11], donde se rige que la fabricación de la pieza es factible de soporte.

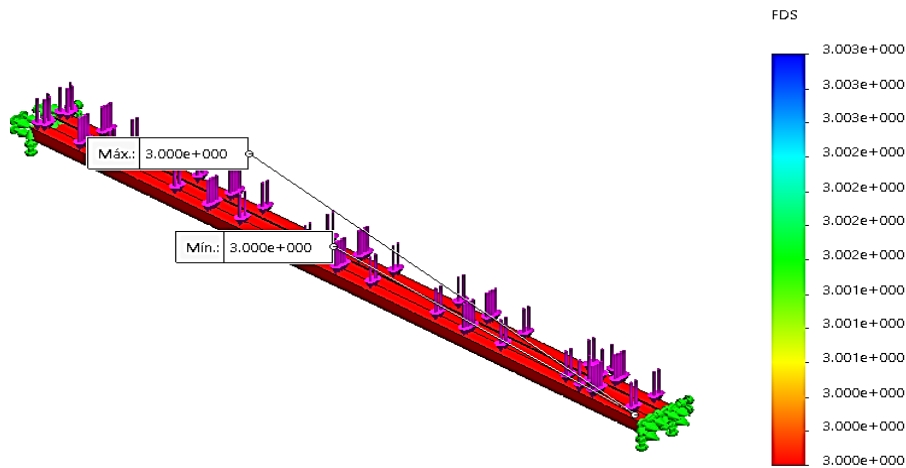


Figura 101. Simulación de factor de seguridad

Fuente: SolidWorks 2017

- Estructura de pintado-lacado

El material de la cabina de pintado es de acero comercial con una masa de 641, 439 Kg. La estructura tendrá que soportar la masa total del sistema de agarre de la puerta es 27, 52 kg y los rieles con una masa de 55 kg.

La carga total para la zona de sujeción es la suma de la carga de la estructura y la carga total a soportar es:

Tabla 113. Carga a soportar

Tipo	Unidad	Masa
Chumacera	4	2,5 kg x (4)
Elemento de agarre	2	2,52 kg x (2)
Tubo	2	0, 024 kg x (2)
Puerta	1	12, 12 kg
Masa total		27, 52 kg

Fuente: SolidWorks 2017

Suma de cargas: $(55 \text{ kg} \times 2) + (27, 52 \text{ kg})$

Suma total: 137,52

Posteriormente, se calcula la fuerza que se aplicara en las zonas seleccionadas.

Fuerza= Carga x Gravedad

Fuerza= $137, 52 \text{ kg} \times 9, 81 \text{ m/s}^2$

Fuerza= 1349, 071 N

A la fuerza calculada se le agrega una holgura del 30% en la fuerza aplicada

Fuerza con holgura: $1349, 071 \text{ N} + 30\% (1349, 071 \text{ N})$

Fuerza con holgura: 1753,7923 N

A continuación, se realiza la simulación, el color azul indica la zona que se aplica la fuerza con holgura. Tal como se muestra en la figura 102

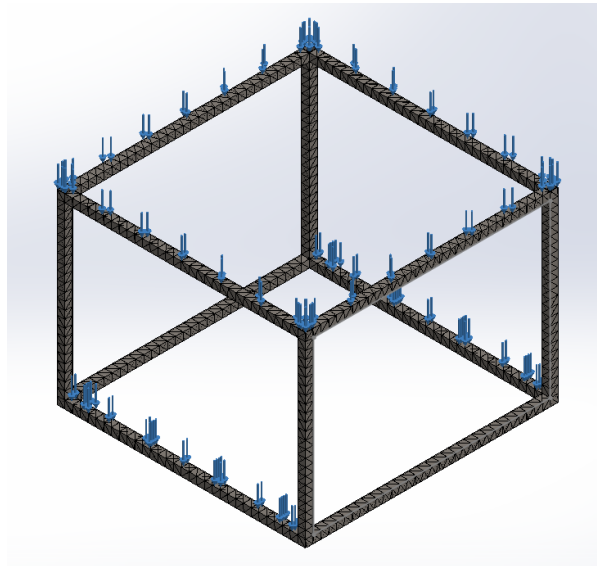


Figura 102. Zona de sujeción y carga
Fuente: SolidWorks 2017

- **Tensión**

En toda la estructura del riel, se muestra la sección de tensión máxima de $2,83 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ es equivalente a $28,3 \text{ Kg/mm}^2$ de igual forma la tensión mínima de 20 Kg/mm^2 . Los puntos donde recae la tensión son en la sujeción y en la parte central son valores que sufren los rieles al soportar la carga respectiva.

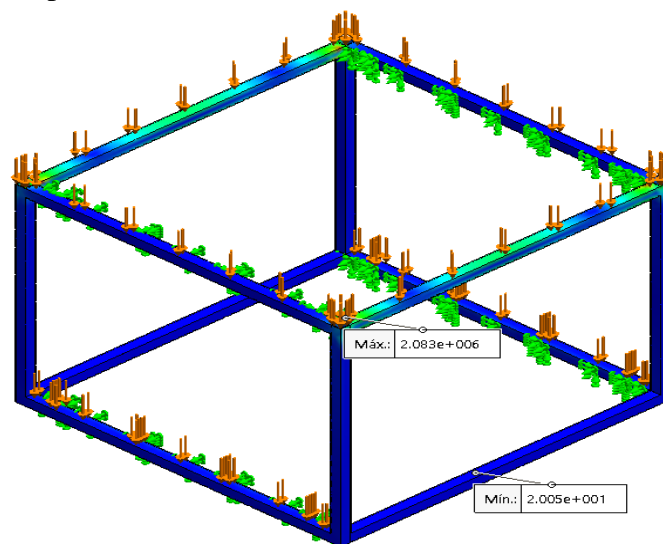


Figura 103. Simulación de tensión
Fuente: SolidWorks 2017

- **Desplazamiento**

Se muestra las secciones de la estructura que más se desplaza por la carga en los rieles, el punto máximo recae en la parte central de color rojo, con un valor de 0,05025 mm, asimismo el desplazamiento mínimo se encuentra en la zona de color azul con un valor de 0,001 mm

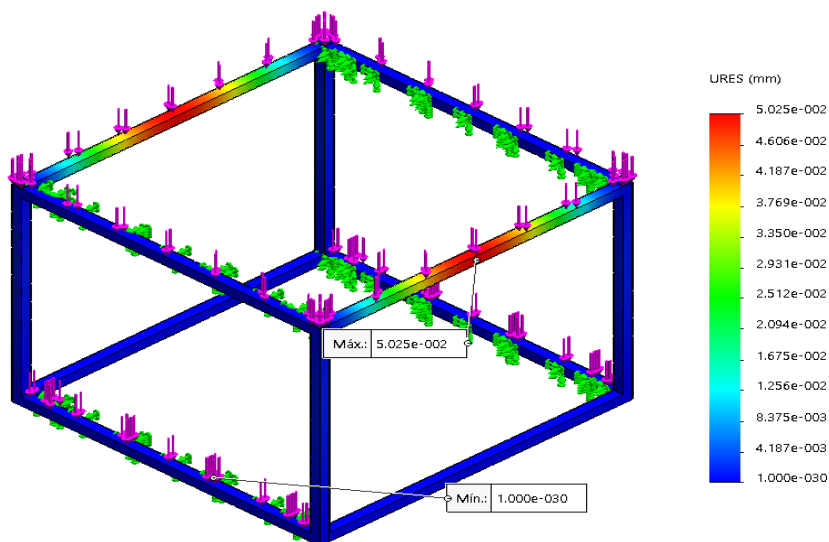


Figura 104. Simulación de desplazamiento

Fuente: SolidWorks 2017

- **Deformación unitaria**

Las secciones de la estructura que más se deforma por el soporte de la carga, el valor máximo es de $7,742 \times 10^{-6}$, indica que, al aplicar la carga sobre el riel, en la zona que está por la sujeción de la estructura se alargará $7,742 \times 10^{-6}$ veces su distancia. Asimismo, el valor mínimo es de $1,089 \times 10^{-10}$, dicho valor indica que se alargará $1,089 \times 10^{-10}$ veces su distancia.

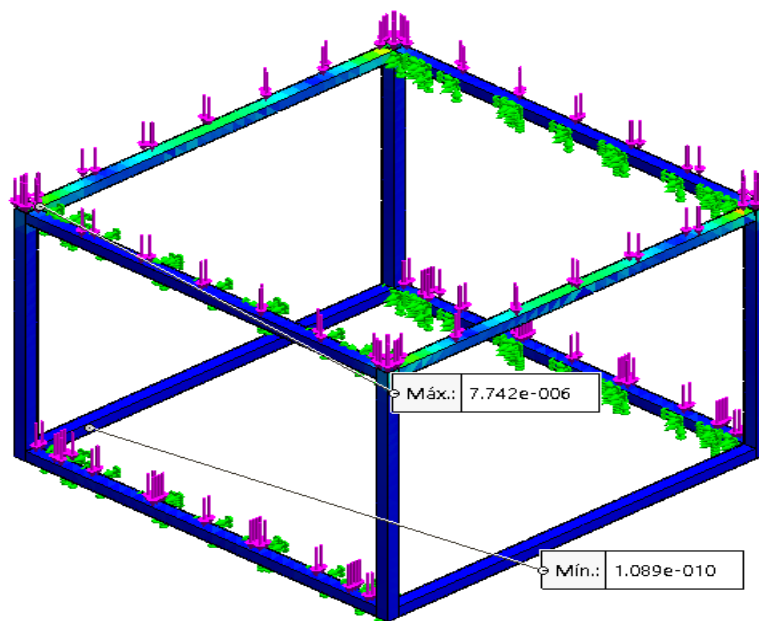


Figura 105. Simulación de deformación unitaria
Fuente: SolidWorks 2017

- **Factor de seguridad**

Se muestra las secciones de la estructura del riel donde el factor de seguridad máxima es $1,247 \times 10^7$, eso indicado que puede soportar un total de $1,247 \times 10^7$ veces la carga. El valor del factor de seguridad mínimo obtenido es de $1,2 \times 10^2$ indica que podrá soportar $1,2 \times 10^2$ veces la carga total. Lo cual supera los valores emitidos de la investigación de Violer, Agudelo y González [11], donde se rige que la fabricación de la pieza es factible de soporte.

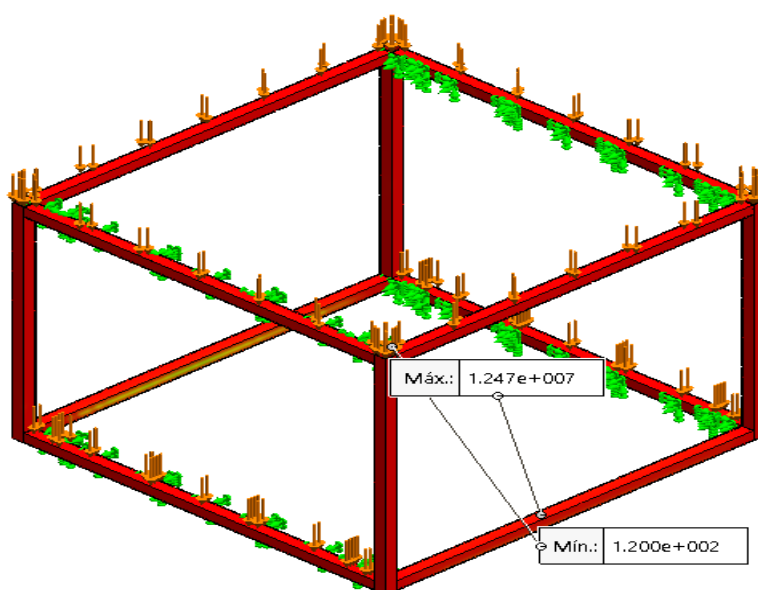


Figura 106. Simulación de factor de seguridad
Fuente: SolidWorks 2017

✓ **Cálculo del caudal y flujo másico de aire necesario**

• **Parámetros de la estructura**

Es necesario que el puesto de pintado-lacado cumpla con siguientes parámetros:

- **Dimensiones**

Respecto al área que será necesario renovar el aire, para ello se necesita las siguientes dimensiones de la tabla 114.

Tabla 114. Dimensiones del puesto de pintado-lacado

Dimensiones	Valores
Largo	3, 25 m
Ancho	3,20 m
Altura	2,40 m

Fuente: Elaboración propia

- **Número de renovación de aire**

Para la ventilación del puesto de trabajo, el artículo 5 de la norma A.030 menciona que las áreas que realicen trabajos de pintura por rociado tendrán que renovar por completo el aire por minuto. Se analiza los parámetros del aire exterior para el uso adecuado de ventilación en el puesto de pintado y lacado de acuerdo con el anexo A del reglamento de edificaciones.

TIPO DE LOCAL	RENOVACIONES POR HORA (Cantidad)	TEMPERATURA DEL AIRE (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
Talleres de decapado	5-15	16-22	85
Tintorerías	10-20	16-24	85
Locales de pintura a pistola	20-50	22-25	55-65
Garajes: - pequeños - grandes	10-15 5-8	5 5	50 50
Hospitales - Grupo de quirófanos	5-12	20-25	50-65
Cocinas: - Cocinas de tamaño medio : H = 3 a 4 m H = 4 a 6 m - Cocinas grandes H = 3 a 4 m H = 4 a 6 m	20-30 15-20 20-30 15-30	18 18 18 18	50-70 50-70 50-70 50-70
Laboratorios (ver normas VDI 2051) - Aspiración de digestores	8-15 200-400	18-22 -	50-70 -
Taller de barnizado	10-20	25-40	65-80
Salas de medición y de verificación	8-15	20-22	50-55
Naves de montaje	4-10	10-15	55-65
Lavanderías - Sala de lavado - Sala de planchado - Sala de calandria o prensado de ropa	15-20 10-15 10-15	23-26 27 27-30	75-85 70 65-70

Figura 107. Renovaciones, temperatura y humedad relativa para locales especiales

Fuente: Reglamento de edificaciones, decreto supremo N°011-2006 viviendas, sección industrias

• **Datos ambientales**

- **Temperatura promedio del aire ambiente**

En relación con la temperatura del aire se presenta un promedio de 26° C con una humedad relativa del 68 %, proyección 2020.

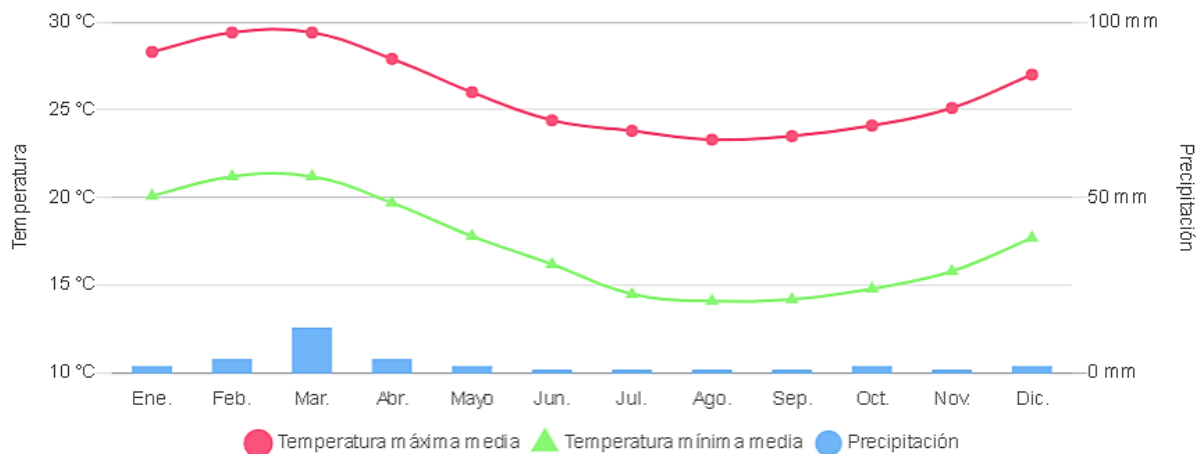


Figura 108. Temperatura promedio del aire ambiente

Fuente: Worlmeteo

- **Altitud promedio**

La altitud promedio de la ciudad de Chiclayo es de 27 msnm.

- **Presión atmosférica**

Se presenta un valor de 758 mm Hg en la ciudad de Chiclayo tal como se muestra en la figura 109.

CIUDAD	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	CIUDAD	PRESIÓN ATMOSFÉRICA	CIUDAD	PRESIÓN ATMOSFÉRICA
Ica	723 mm Hg	Andahuaylas	536 mm Hg	Iquitos	751 mm Hg
Chiclayo	758 mm Hg	Cajamarca	552 mm Hg	Jaen	696 mm Hg
Nazca	709 mm Hg	Ayacucho	542 mm Hg	La Merced	692 mm Hg
Lima	751 mm Hg	Cuzco	504 mm Hg	Moyobamba	685 mm Hg
Tumbes	759 mm Hg	Huancavelica	483 mm Hg	Oxapampa	606 mm Hg

Figura 109. Presión atmosférica de Chiclayo

Fuente: Worlmeteo

Con los datos obtenidos se procede el caudal de aire (Q) que debe abastecer el ventilador en función al volumen del puesto de pintado-lacado y el número de renovaciones de aire por hora recomendado

El volumen interior (V) es:

$$(V) = 3,25 \times 3,20 \times 2,40$$

$$(V) = 24,96 \text{ m}^3$$

El caudal de aire (V')

$$(V') = (V) * \# \text{ Renovaciones}$$

$$V' = 24,96 \frac{\text{m}^3}{\text{renov}} * 60 \frac{\text{Renov}}{\text{Hora}}$$

$$V' = 1497,6 \frac{\text{m}^3}{\text{Hora}}$$

$$V' = 0,416 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} = 416 \text{ cfm}$$

Luego, se determina la densidad promedio que tiene el aire ambiente en la ciudad de Chiclayo a partir de la siguiente ecuación.

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T}$$

p = Presión atmosférica = 101,058 Pa

R = Constante de los gases = 287 Nm/kg K

T = Temperatura ambiente = 26°C = 299,15 K

Remplazando los valores se obtiene:

$$\rho = \frac{101,058 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}}{287 \frac{\text{Nm}}{\text{kg K}} * 299,15 \text{ K}}$$

$$\rho = 1,177 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

Por lo tanto, el flujo másico de aire (m) requerido en el puesto de pintado-lacado es:

$$m = \rho * V'$$

$$m = 1,177 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0,416 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$m = 0,48 \frac{\text{Kg}}{\text{s}}$$

- **Selección del ventilador**

El ventilador extractor de selección deberá cumplir los siguientes datos

- Caudal requerido: $1497,6 \frac{\text{m}^3}{\text{Hora}} = 14,976 \times 100 \frac{\text{m}^3}{\text{Hora}}$

Por ello se elige el extractor de aire modelo FA35A Volker, en la tabla 115 se presenta algunas de sus características y para una vista global se puede apreciar en la figura 110.

Tabla 115. Características del extractor de aire

Modelo	FA355A
Marca	Volker
Capacidad de extracción	1550 m ³ /h
Diámetro	13,78"
Alto	41 cm
Ancho	41 cm
Profundidad	14,5 cm
Materia	Acero inoxidable
Presión estática	2,04 mm cda

Fuente: PROMART

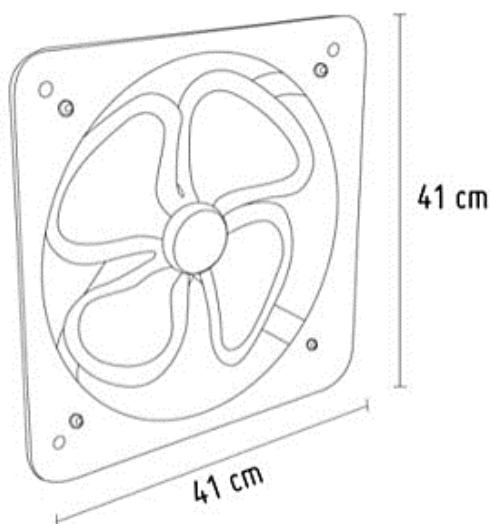


Figura 110. Vista global de extractor de aire

Fuente: PROMART

- **Filtro para extractor de aire**

De acuerdo Salazar en su investigación “Diseño y construcción de una cama de secado de pintura para piezas automotrices para el mejoramiento de la productividad de la empresa FIXAUTO de la ciudad de Ambato”, considera que se debe filtrar el aire con el rollo de manta filtrante de lana de vidrio debido a que su aplicación es la captación de partículas de pinturas, partículas de lacas s, COV y aerosoles. Se recomienda cambiar cada seis meses, de igual forma para el filtro de papel Kraft [9].

Se colocará en parte posterior del extractor de aire, se tendrá las mismas dimensiones y se acoplará con cinta aislante

En la figura 111 se puede apreciar la manta de filtro de fibra de vidrio, **ver anexo 6**.



Figura 111. Filtro de fibra de vidrio
Fuente: ISO FILTER

Por último, para el filtro del suelo, de acuerdo con la investigación citada anteriormente se coloca el filtro de papel multicapa tipo Kraft, es consolidado de 5 capas que favorece a la protección de los operarios y al extractor. En la figura 112 se muestra una vista global



Figura 112. Filtro papel tipo Kraft
Fuente: SODIMAC

- **Recomendaciones de herramientas manuales**

Se propone cambiar el modo uso de las herramientas manuales para que el operario opte movimientos naturales al ejercer los miembros superiores. Principalmente se basa en el uso correcto del mango debido a que él es principal elemento entre el operario y herramientas, su buen uso optimiza la utilización de fuerza agarre y mejora la postura del mano-muñeca. En la figura 113 se presenta las recomendaciones ergonómicas para herramientas manuales.

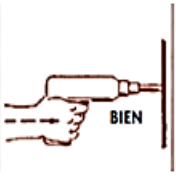



Aspecto del diseño	
Angulo de orientación	Mantener la muñeca en la postura lo más neutra posible (también el hombro y el brazo)
 <p>Empuñadura de la pistola Superficie vertical</p>	 <p>Empuñadura de la pistola Superficie horizontal por debajo de la</p>
 <p>Empuñadura recta Superficie horizontal a la altura del codo</p>	 <p>Empuñadura recta Superficie vertical por debajo de la</p>

Figura 113. Recomendaciones para herramientas manuales

Fuente: CONFEMADERA

A continuación, se presenta gráficamente al operario tomando en cuenta las recomendaciones ergonómicas para herramientas manuales y los límites de cargas según la altura de los miembros superiores del cuerpo. En efecto el peso de la pistola eléctrica respecto a la altura del hombro no supera el valor de 19 kg extendido y 13 kg si el miembro es elevado.

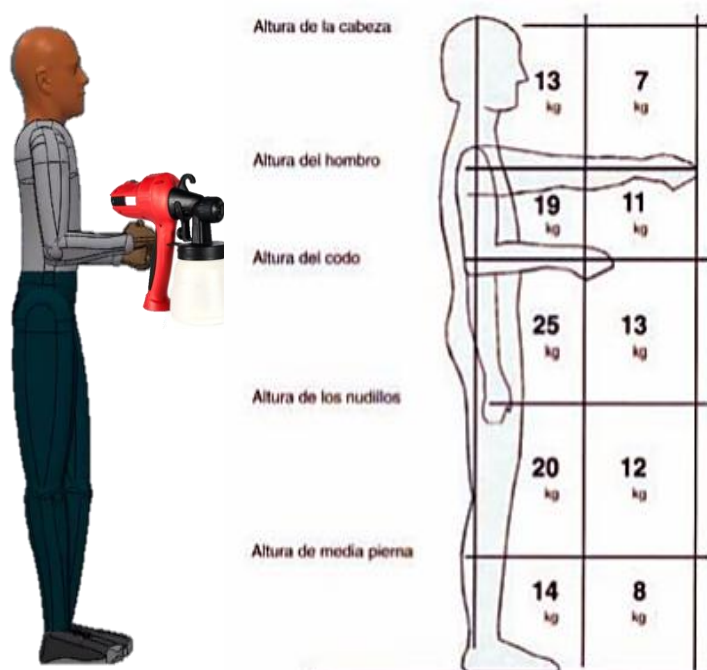


Figura 114. Operario en la cabina de pintado- lacado
Fuente: Elaboración propia. En base a CONFEMADERA

- **Herramienta para secado artificial**

Respecto al secado natural, se propone reemplazar por una pistola de calor en la cual se referencia de acuerdo con un estudio de investigación denominada “Mejora del sistema de producción de una empresa fabricante de muebles”, en la cual se basó en reducir el tiempo de secado natural utilizando el concepto de benchmarking. Consistió en estudiar tres empresas competidoras del rubro de muebles en la ciudad de Chiclayo, en la cual tiene en común que operan con pistola de calor en su etapa de secado, debido a que es el cuello de botella. Tuvieron como resultado que la implementación de pistola de calor con una temperatura de 30 °C influye en los tiempos promedio de secado, donde la competencia demora 19 min utilizando dicha herramienta, con un lapso de descanso de 2 min cada 10 min. En cambio, la empresa en estudio con el secado natural tiene un tiempo promedio de 36 min. En conclusión, el uso de pistola de calor reduce el tiempo de secado en 17 min representando una disminución del 47 % [37].

Se presenta la pistola calor utilizada en la investigación con el código presentada por SODIMAC de 3pcxx19 (Stanley), con un peso alrededor de 2 kg. Asimismo, se presenta gráficamente al operario tomando en cuenta las recomendaciones ergonómicas para herramientas manuales y los límites de cargas según la altura de los miembros superiores del cuerpo.

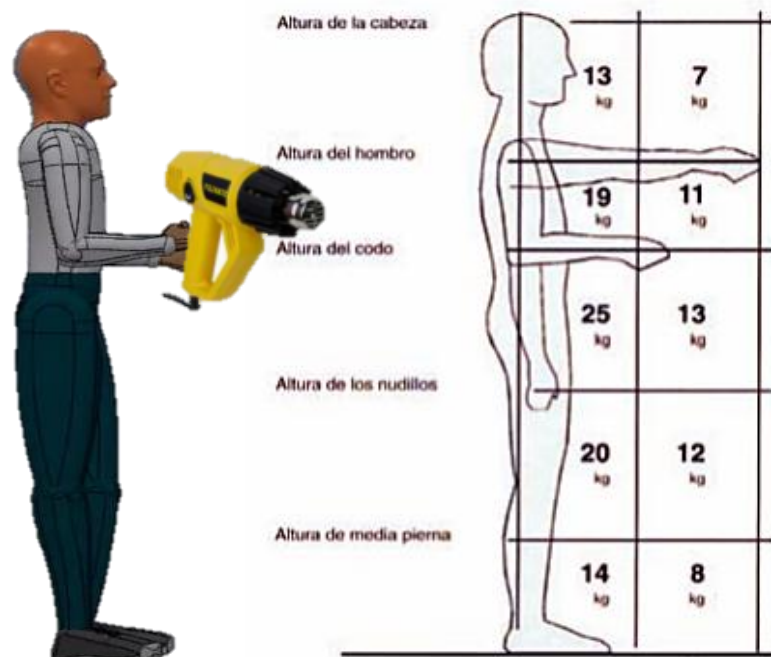


Figura 115. Peso recomendado de acuerdo con la altura de miembros del cuerpo

Fuente: Elaboración propia. En base a CONFEMADERA

b) Equipo de protección personal

❖ Casco de seguridad

Para elegir el casco de seguridad adecuado se tendrá en cuentas las siguientes normativas:

Aprobado por la American National Estándar Institute (ANSI) bajo las especificaciones de la norma ANSI Z89. Así como el reglamento del casco de seguridad bajo la norma técnica peruana 399.018 (NTP 399.018).

Tabla 116. Casco de seguridad 3M**3M****Descripción**

Aprobado para la protección de la cabeza contra peligros de impacto y penetración, así como descargas eléctricas

Aplicaciones

Ambientes como: Minería, petróleo, gas, plantas químicas, industria de la madera, industria metalmeccánica y manufactura en general

Características

Casco de polietileno de alta densidad y diseño ultraliviano. Capacidad eléctrica 20 000 voltios (clase E), posee banda de sudor recambiable, suspensión de 4 puntos con probada de atenuación en la transmisión de energía, permite acoplamiento de orejeras, adaptable a diámetros de cabeza y disponible diferentes colores

Peso

325g

Dimensiones

16cm x 22cm x 29,5cm

Fuente: Empresa 3M

❖ **Lentes de seguridad**

Para elegir los lentes de seguridad adecuada se tendrá en cuenta las siguientes normativas: NTP 399.046:1977, destinadas a proteger a los ojos contra el impacto de partículas volantes, deslumbramiento y radiaciones nocivas.

Tabla 117. Lentes de seguridad Mod I-604

Lentes de seguridad Mod I-604

**Descripción**

Lentes para la protección visual, se recomienda para operaciones de liberación de partículas, sustancias ya sea trituración, rotura, perforación cizallamiento o cualquier operación de manufactura.

Limpieza

Pueden ser lavados con jabón y agua tibia, o si se requiere, desinfectarse bajo una lámpara UV o limpiado con un desinfectante doméstico.

Uso de sobre lentes**Características**

Material de policarbonato, protección UVA Y UVB (99 %), protección contra partículas a alta velocidad

Dimensiones

Tamaño del lente: 146 mm x 45 mm

Fuente: Empresa 3M

❖ **Uso de protectores auditivos**

Para elegir el tipo de protector auditivo en la industria de madera se debe analizar el nivel de ruido en el puesto de trabajo por ende el Instituto Nacional de Seguridad E Higiene en el Trabajo, con el real decreto 286/2006 de exposición laboral al ruido, menciona que la máquina de corte un nivel de presión sonora de 90 db, tal como se muestran en la figura 116.

Función	Maquina	Nivel medio de presión sonora (Dba)
Máquinas de transporte y elevación	Carretilla elevadora	80
Máquinas para montaje y ensamblaje	Escoladora	80
	Torno	90
Máquinas de corte	Sierra de cinta	90
	Sierra circular	98
	Tronzadora	90
	Regruesadora	90
	Escuadradora	80
Equipo para barnizado	Compresores	90
Máquinas para chapeado	Prensas	120
	Chapeadora de canto	98
	Chapeadoras de molduras	98
Máquinas para rectificado de superficies	Cepilladora	80
	Lijadoras de banda	76
	Lijadora portátil	70
Máquinas para acondicionamiento de la madera	Regruesadora	90
	Torno	90
Máquinas para acabado de la madera	Tupi	90
	Torno	90
Máquinas para barrenado de la madera.	Fresadora	90
	Escopleadora de cadena	90

Figura 116. Límite de exposición al ruido (RD 286/2006)

Fuente: RD 286/2006

De acuerdo con el criterio evaluado se procede a selección el tipo de protector auditivo, tomando en cuenta el nivel de reducción de ruido y el nuevo estándar ANSI/ANSA S12.71-2018 sistema de prueba de ajuste de validación de acuerdo con la recomendación de la OSHA con una buena práctica en la conservación de la audición.

Tabla 118. Protector auditivo 3M

Especificaciones	
	
Forma: Multi pestaña	Industria recomendada: Manufactura en general
Material: 3M	
Tipo: Orejeras	Color: Negro
	NRR: 23


Fuente: Empresa 3M

Se elige el tapón reutilizable con cordón debido a que al restar la exposición de 101 db del entorno con el nivel de reducción de ruido del protector auditivo, el resultado es menor que 85 db establecido como un valor permisible de ruido.

❖ Mascarilla de seguridad

Para elegir la mascarilla de seguridad adecuada se tendrá en cuenta las siguientes normativas: Norma OSHA 18001, evitar que la partícula pueda afectar las vías respiratorias del trabajador de igual forma como medio de protección contra bacterias o agentes contaminantes que pueda entrar por las fosas nasales de las personas.

Tabla 119. Mascarilla de filtro 8210

Mascarilla de filtro 8210	Descripción
	<p>Producto que ofrece la protección a las vías respiratorias además ayuda a reducir la acumulación de calor dentro del respirador, evita el empañamiento del protector ocular, doble bando de sujeción para ajuste incorpora medio filtrante de microfibra diseñada para respirar fácilmente y otorgar mayor comodidad a la nariz</p> <p>Características Color blanco, material filtrante, lengüeta ajustable y zona de puente nasal de espuma.</p> <p>Aplicaciones Lijado, barrido, trabajo de madera y otras aplicaciones que involucren material particulado</p>

Fuente: Empresa 3M

❖ Guantes de seguridad

Guantes de doble pliegue para proteger la mano del operario, además es ajustable para sujetar herramientas y máquina. Se recomienda el uso del modelo Superflua CUT 2, tal como se muestra en la figura 117.



Figura 117. Guantes Cut

Fuente: SUPERFLEX

❖ Vestimenta de seguridad

El mono profesional de pintor 3M, para uso en el puesto de pintado-lacado, cuenta con un diseño cómodo totalmente lavable. En la tabla 120 se presenta algunas características y en la figura 118 se muestra una vista global.

Tabla 120. Mono profesional de pinto 3M
Mono profesional de pintor 3m-4510

Tallas	M
Alto	167 a 176 cm
Ancho	92 a 100 cm
Material	De poliéster elástico en la cintura, libre de pelusas
Bolsillo	Dos laterales de fácil acceso
Almohadillas	Integradas en las rodillas para una mejor posición
Capucha	Protección total en cabeza, cuello y cabello

Fuente: 3M



Figura 118. Vista global

Fuente: 3M

Asimismo, se presenta las aplicaciones de la selección del mono profesional, en el ámbito de pintura es muy apto. Tal como se muestra en la figura 119

APLICACIONES	4510
Asbesto (inspección)	Muy apto
Asbesto (retirada)	Apto
Manipulación fibra de vidrio	Apto
Trabajos con madera	Muy apto
Soldadura (para usar sobre prendas indice 2 ó 3)	No apto
Pulido/Esmerilado de metales	Muy apto
Manipulación de pesticidas en polvo	Apto
Generación de energía de carbón	Muy apto
Inspección/Alimentación animales	Muy apto
Procesos farmacéuticos	Apto
Partículas radioactivas	Muy apto
Solventes	Muy apto
Trabajos con productos químicos en estado líquido (ácidos, bases, etc.)	Muy apto
Limpieza industrial ligera	Muy apto
Manto mecánico/maquinaria (grasas y aceites)	Muy apto
Pulverización de pesticidas (en suelo)	Muy apto
Pinturas en spray	Muy apto
Aplicación de resinas y	Apto
Limpieza y mantención de	Apto
Trabajos en granjas	Apto

Figura 119. Aplicación del mono profesional de pintor
Fuente: 3M

❖ Mascarilla de pintor

De acuerdo con la actividad de pintado-lacado, el tipo de filtro de acuerdo a la guía de 3M, empresa que brinda equipos de protección personal se debe seleccionar el tipo de filtro de acuerdo a la siguiente figura 120.











Código color	Tipo filtro	Descripción contaminantes
	AX	Gases y vapores de compuestos orgánicos con punto de ebullición < 65°C
	A	Gases y vapores de compuestos orgánicos con punto de ebullición > 65°C
	B	Gases y vapores inorgánicos, por ejemplo, cloro, sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno
	E	Dióxido de sulfuro, cloruro de hidrógeno
	K	Amoníaco y derivados orgánicos de amoníaco
	CO	Monóxido de carbono
	Hg	Vapor de mercurio
	NO	Gases nitrosos incluyendo el monóxido de nitrógeno
	Reactor	Yodo radioactivo incluyendo yoduro de metilo radioactivo
	P	Partículas

Figura 120. Filtro-Color-Identificación

Fuente: 3M

De acuerdo con el filtro selección con el código de color para contaminante de tipo A, los cuales son gases y vapores de compuestos orgánicos con un punto de ebullición $>65^{\circ}\text{C}$. Posteriormente se califica el filtro de clase 2 (máx. 5000 ppm), con combinación de filtros de partículas, hasta un 94%. Tal como se muestra en la figura 121

Tipo de filtro	Clase	Tipo protección	Concentración máxima de la sustancia máxima
Filtro Gas		Gases y vapores Capacidad:	50 veces el TLV con semicaretas / 2000 veces el TLV con máscaras completas, pero máximo:
	1	Pequeño	0,1 vol. % (1000 ppm)
	2	Medio	0,5 vol. % (5000 ppm)
	3	Grande	1,0 vol. % (10000 ppm)
Filtro Partículas		Eficacia partículas (capacidad de separación):	
	1	Pequeño	4 veces el TLV con semicaretas / 5 veces el TLV con mascarar completas
	2	Medio	12 veces el TLV con semicaretas / 16 veces el TLV con mascarar completas
	3	Grande	48 veces el TLV con semicaretas / 1000 veces el TLV con mascarar completas
Filtro Combinado		Gases, vapores y partículas	
	1-P2	Filtros combinados adecuados para gases y partículas	Niveles combinados apropiados
	2-P2		
	1-P3		
2-P3			

Estos valores se basan en los Factores de Protección Nominal, tomados de CEN Report 529. Se deben cumplir normas nacionales y locales adicionales.

Figura 121. Clasificación de los tipos de filtros

Fuente: 3M

De acuerdo con EN143:2006/A1 los filtros de partículas está en marco a su reutilización, se selecciona la máscara reutilizable 3M A2P3R de doble filtro Serie 6000. Tal como se muestra en la figura 122



Máscara reutilizable 3M

Figura 122. Mascara reutilizable 3M

Fuente: 3M

En general todos los equipos de protección personal son para uso en la industria de la madera, en la cual tiene como fin disminuir factores que favorezcan a producir accidentes laborales en el ambiente de trabajo. Se obvia los zapatos de seguridad debido a que los operarios si cuentan con ello.

c) Metodología 5s

Agrupar una serie de actividades con el objetivo de que los puestos de trabajos se puedan operar de forma organizada, ordenada y limpia, para ello desarrolla en dos etapas, la primera será el diagnóstico de las condiciones iniciales de las empresas y la segunda será la implementación de acuerdo con los cinco principios de la metodología 5s.

❖ Primera fase

Diagnóstico de las condiciones de la empresa, tiene un área de 300 m² contiene máquinas y herramientas que permiten la fabricación de productos de melanina de; además se tiene mesas de trabajo en cada puesto que se labora. De acuerdo, a las condiciones actuales se pudo identificar implementos y materiales mal ubicados que impiden la circulación de los colaboradores y ponen riesgo la seguridad Asimismo hay mucha presencia de viruta, tablas cerca del puesto de trabajo y cables en mal estado que muestran un ambiente laboral desordenado.

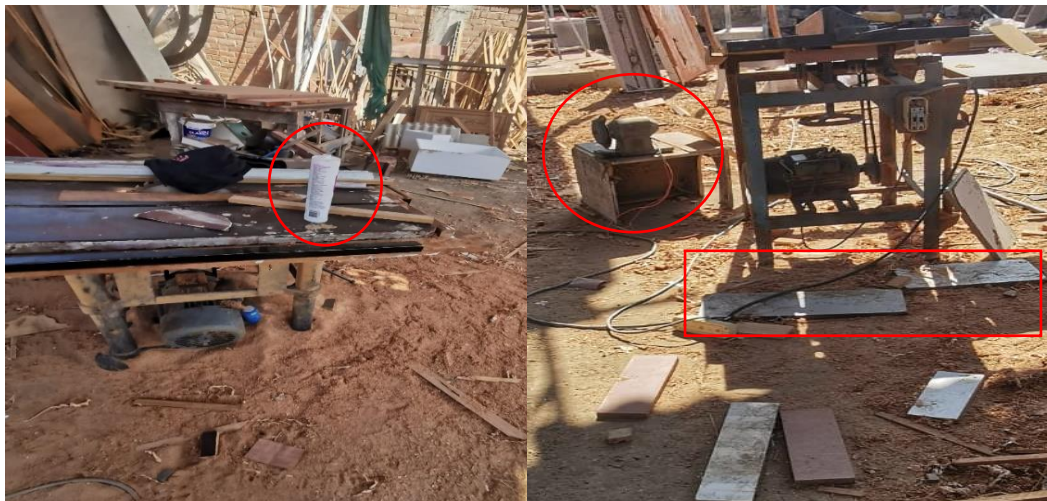


Figura 123 Entorno del proceso de producción

Fuente: Fotos de la empresa

En la figura 123 se puede evidenciar que algunas máquinas no cuentan con el espacio necesario para su funcionamiento, debido a que la mayoría de los materiales oscilan entre 1 a 3 metros de largo.



Figura 124. Caja de herramientas

Fuente: Fotos de la empresa

Por último, se realizó el Croquis de las condiciones iniciales de la empresa, para una vista global de la distribución de puesto de trabajo. Tal como se muestra en la figura 125

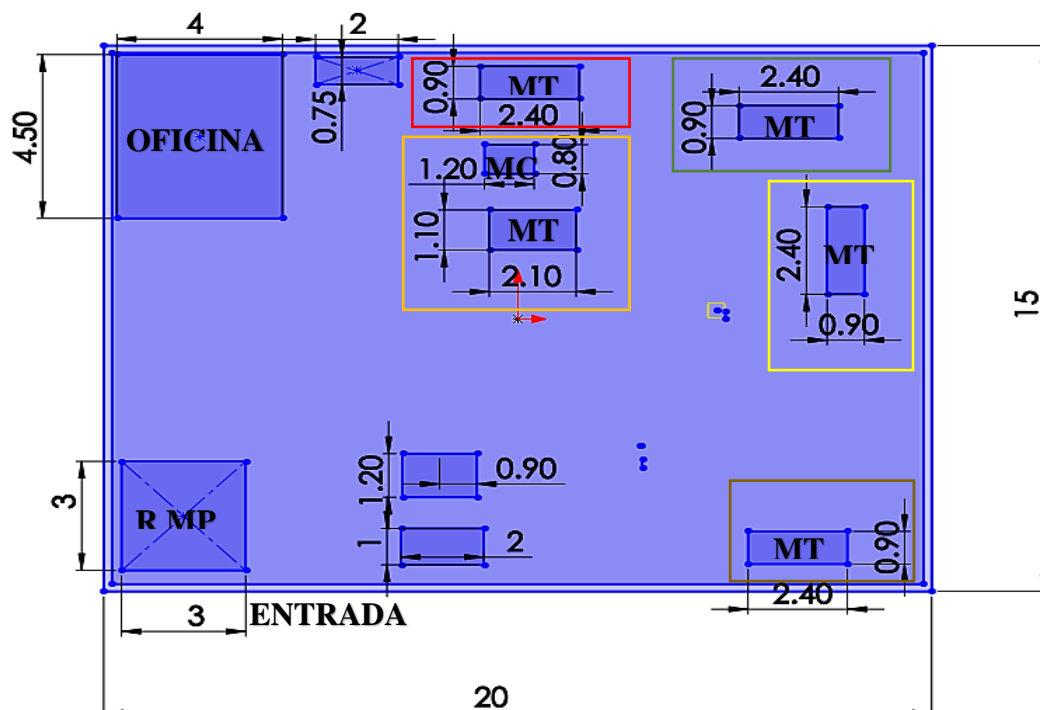


Figura 125. Croquis de la empresa

Fuente: Elaboración propia

❖ Segunda fase

Inicialmente se informará a los empleados sobre el proyecto que se quiere implementar, donde se les explicó que es la metodología 5S y como se podía aplicar para mejorar el ambiente de trabajo.

• Clasificación u organización (Seiri)

Para este principio se debe clasificar lo que realmente es necesario o innecesario para la fabricación de puertas, se utilizó el formato de tarjetas rojas para identificar los elementos innecesarios, el tipo de desecho y su disposición final. Tal como se muestra en la figura 126

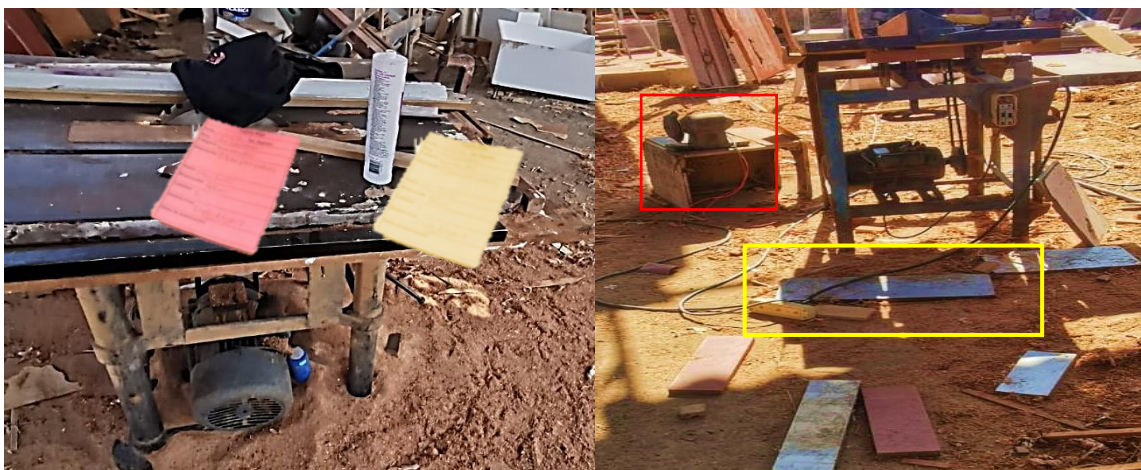


Figura 126. Tarjetas para clasificar

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta las disposiciones finales según el estado de los elementos.

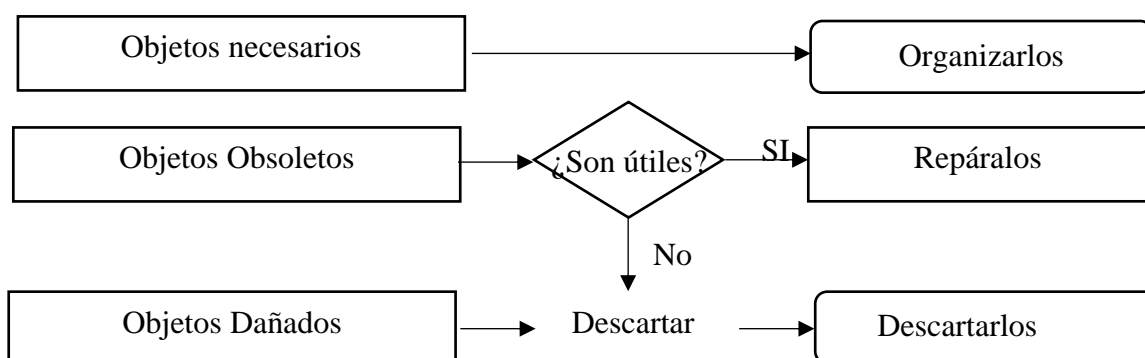


Figura 127. Disposiciones finales

Fuente: Elaboración propia

En la figura 128 se muestra el formato de la tarjeta roja, para su uso se debe definir de forma clara y concisa si los elementos son necesario o no, es importante que él personas tenga conocimientos acerca de su funcionalidad.

Fecha: 03/08/20		N°. Registro 01	
Área: Cortado			
Categoría			
Equipos	X	Producto terminado	
Herramientas		Material de empaque	
Maquinaria		En reparación	
Equipos-Equipos de medición		Recipientes	
Librería-Papelería		Otro (especifique)	
Producto en proceso			
Razón			
Contaminante		No se necesita pronto	
Defectuoso		Uso desconocido	
Descompuesto		Otro (especifique)	
Desperdicio			
No se necesita	X		
Responsable: Operario del área de cortado			
Cantidad: 1			
Destino final: Despacho de materiales e insumo			
Firma de autorización:			

Figura 128. Formato de tarjeta roja

Fuente: Elaboración propia. En base al manual de implementación de las 5S 2010:23

Para identificar posibles fuentes de suciedad y contaminación en el lugar de trabajo se usará el formato de la tarjeta amarilla.

Fecha: 03/08/20		N°. Registro 01	
Área: Cortado			
Categoría			
Equipos		Producto terminado	
Herramientas		Material de empaque	
Maquinaria		En reparación	
Equipos-Equipos de medición		Recipientes	
Librería-Papelería		Otro (especifique)	X
Producto en proceso		Retazos de madera	
Razón			
Contaminante		No se necesita pronto	
Defectuoso		Uso desconocido	
Descompuesto		Otro (especifique)	
Desperdicio			
No se necesita	X		
Responsable: Operario del área de cortado			
Cantidad: 4			
Destino final: Despacho de materiales e insumo			
Firma de autorización:			

Figura 129. Formato de tarjeta amarilla

Fuente: Elaboración propia. En base al manual de implementación de las 5S 2010:23

El método de procesamiento final será analizado a detalle por la gerencia, luego serán transferidos al espacio asignado temporal para garantizar que no se elimine lo útil. Si un elemento se ubica erróneamente en el espacio, se debe comunicar para poder retirarlo.

❖ **Orden (Seiton)**

Después de diferenciar los elementos necesarios se implementa el orden, para un mejor desarrollo de las actividades y se crearon zonas adecuadas para distribuir adecuadamente las herramientas e insumos. En la figura 130 se muestra la distribución adecuada para los retazos de los diferentes puestos de trabajo.

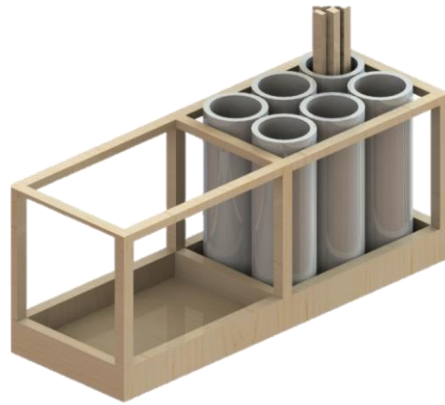


Figura 130. Depósito de retazos
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se establece una nueva posición para la disposición de herramientas para asegurar el orden y reducir las búsquedas. En la figura 131 se muestra una vista global



Figura 131. Cajón de herramienta en función al orden
Fuente: Elaboración propia

Con respecto a lugar más adecuado para el almacenamiento de pinturas y disolventes, pues se implementa un lugar adecuado para almacenar en estanterías. Tal como se muestra en la figura 132



Figura 132. Estante de pintura –lacado en función al orden
Fuente: Elaboración propia

Finalmente, a cada puesto de trabajo se le coloca una señalización de color amarillo para facilitar la visualización del colaborador. Tal como se muestra en la figura 133

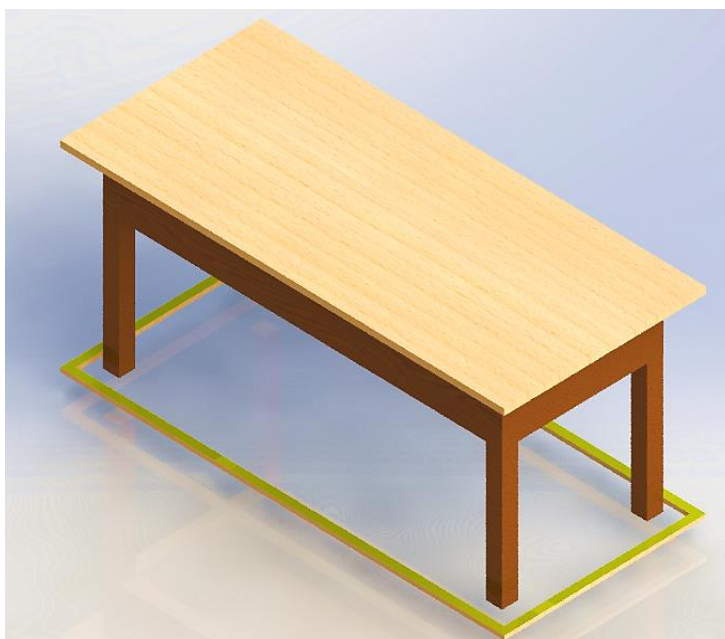


Figura 133. Señalización de puesto de trabajo
Fuente: Elaboración propia

❖ Limpieza (Seiso)

Los lugares de trabajo sucios no pueden cumplir con las condiciones mínimas de higiene y seguridad, por lo que se busca crear un ambiente agradable, evitar las enfermedades causadas por la contaminación por suciedad e incomodar el movimiento del operario.

Se planearon opciones para que cada trabajador se encargue de un lugar específico. Para la eliminación de los focos de suciedad.

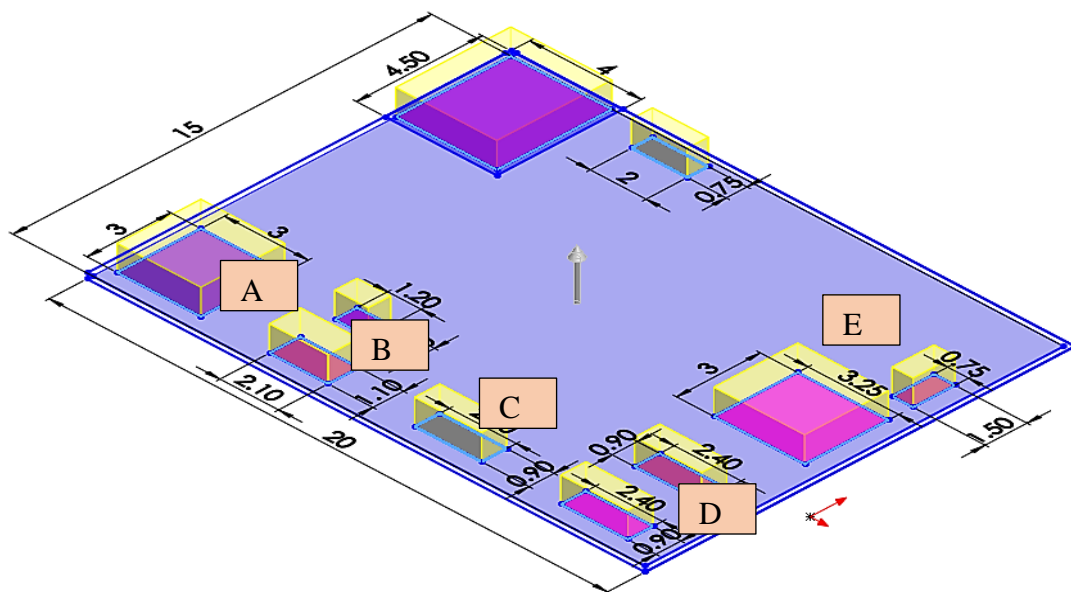


Figura 134. Nuevo croquis en función a la limpieza

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 121 se presenta los roles de cada trabajador en relación a la limpieza de las áreas de la empresa.

Tabla 121. Roles de limpieza

Operarios	Roles
OP1 (A)	Materia prima
OP2(B)	Puesto de cortado
OP3(C)	Puesto de cepillado
OP4(D)	Puesto de ensamble
OP5(E)	Puesto de lijado
OP6(E)	Puesto de pintado-lacado

Fuente: Elaboración propia

❖ Estandarización

Se utilizará plantillas de información estándar de cómo mantener el puesto de trabajo, las máquinas y herramientas. Asimismo, se debe mantener el uso de equipos de protección personal, revisar constantemente las máquinas y el ambiente de trabajo ordenado.

❖ Shitsuke (Disciplinamos)

Para este principio cada trabajador debe formar una costumbre de disciplina en poder cumplir con los principios anteriores. Se utilizará un panel de información del desarrollo de la metodología y los logros que se puedan obtener.

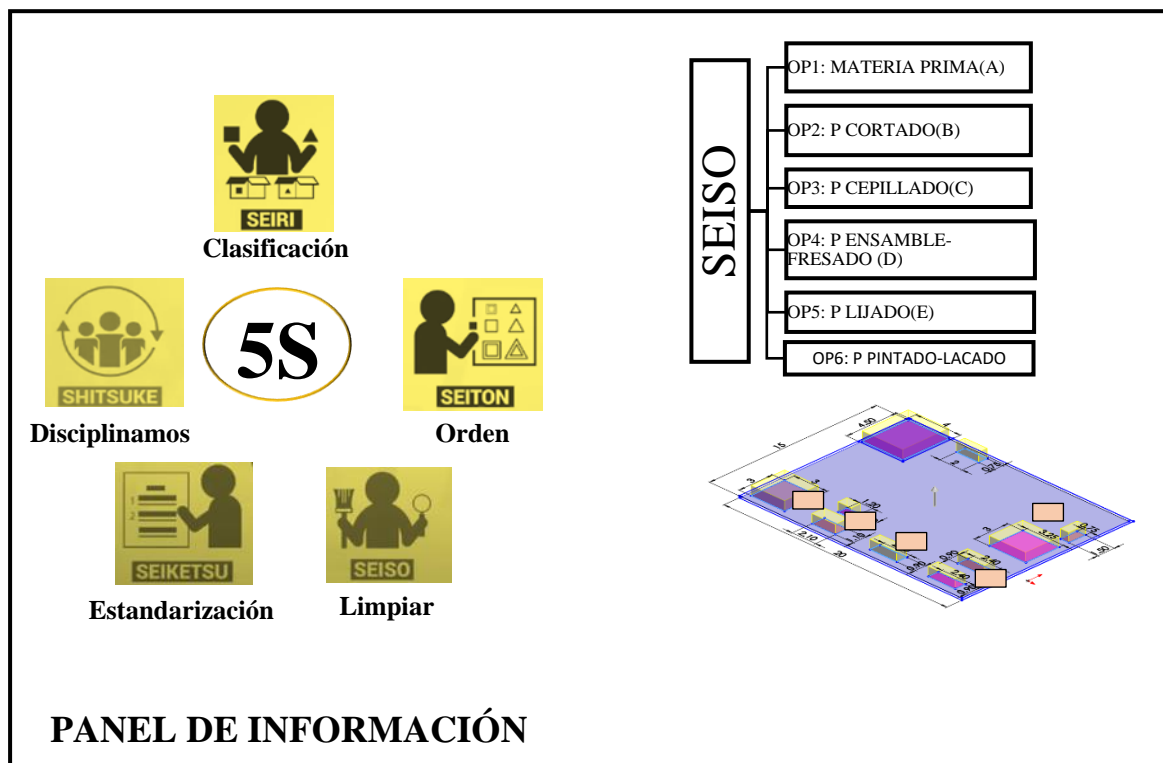


Figura 135. Panel de información

Fuente: Elaboración propia

d) Capacitación del personal

Se realizará con el motivo de explicar el uso adecuado de las distintas herramientas, equipos y temas referentes a evitar los riesgos que nacen de los puestos de trabajo, que afecta la productividad.

- Temas de la capacitación

De acuerdo con la ley 29 783 de seguridad y salud en el trabajo, todas las empresas nacionales deben ofrecer como mínimo cuatro capacitaciones al año, asimismo en el cumplimiento de la norma básica de ergonomía y de procedimientos de evaluación de riesgo disergonómicos, indica en uno de sus objetivos es involucrar a los trabajadores como participantes activos e informados de los factores que puedan ocasionar disturbios músculo esqueléticos. Por todo lo referido se determina cuatro sesiones los cuales son:

Tabla 122. Temas de capacitación

Número de temas	Nombre de la capacitación
2	Acondicionamiento de herramientas mecánicas y adaptación de puestos de trabajo
2	Metodología 5s y Uso adecuado de los equipos de protección personal
1	Identificación de peligros y riesgos en los puestos de trabajo
1	Posturas ergonómicas y primeros auxilios

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se presenta a la persona responsable de los temas a exponer y va dirigido hacia el personal.

Tabla 123. Responsable de capacitaciones

Responsable	Nombre de la capacitación	Recibido por
Empleador	Acondicionamiento de herramientas mecánicas y adaptación de puestos de trabajo	Empleado
Empleador	Metodología 5s Uso adecuado de los equipos de protección personal	Empleado
Empleador	Identificación de peligros y riesgos en los puestos de trabajo	Empleado
Empleador	Posturas ergonómicas y primeros auxilios	Empleado

Fuente: Elaboración propia

e) Pausas activas

De acuerdo con la Norma Técnica de Prevención, menciona que en los lugares de trabajo deben facilitarse que los colaboradores puedan recuperarse de la fatiga acumulada con las pausas necesarias, merece un tratamiento especial por necesidades de productividad. Por ende, se propone generar un hábito de practicar ejercicios sobre relajamiento músculo esqueléticos para evitar la fatiga o cansancio por movimiento repetitivos.

En la figura 136 se presenta la curva de la fatiga, donde según Ramírez [20] demuestra que, durante el proceso normal, la influencia en la productividad es negativa, la fuerza laboral disminuye se traduce las pérdidas de tiempos, materiales, menos producción y otros gastos.

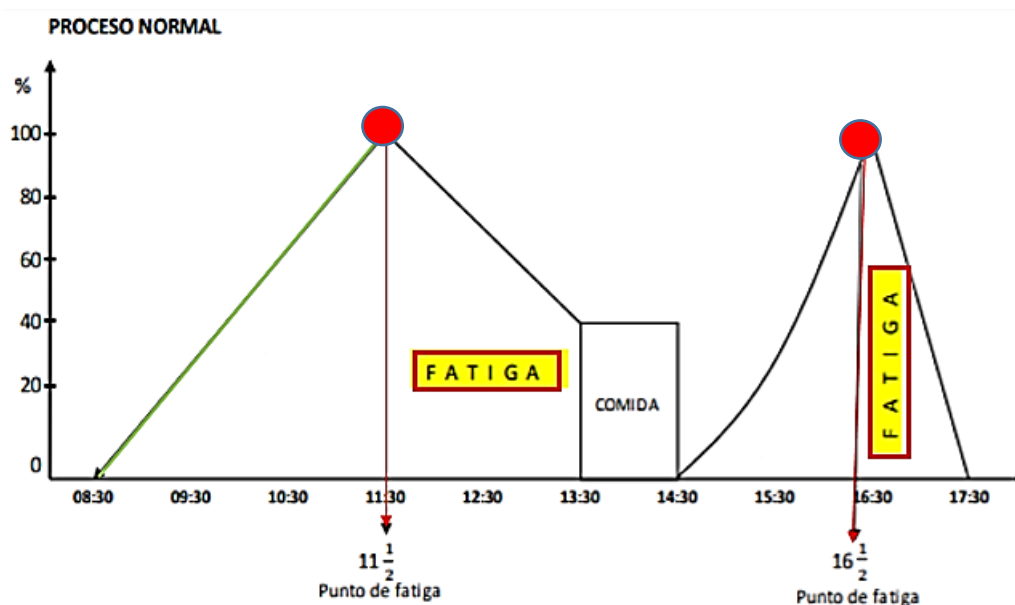


Figura 136. Fatiga-Proceso normal

Fuente: Elaboración propia. En base a Ramírez

Ante todo, lo mencionado se presenta las fracciones de tiempo de 15 min, los trabajadores deben realizar actividades referentes a pausas activas, las cuales son:

- Movimientos de calentamiento de las articulaciones del cuerpo como el cuello, hombros, brazos, manos, cintura y piernas
- Ejercicios de activación de la respiración y movimientos oculares (derecha, izquierda, arriba, abajo y círculos)
- Realizar masajes propios sobre la cara, hombros, frente, cuero cabelludo, textura de la piel y orejas.

Por último, se presenta las fracciones de las pausas activas en la incidencia durante la jornada laboral.

En la figura 137 se presenta la modificación de la curva de fatiga de acuerdo con Ramírez, se propone evitar la fatiga indicando el momento y el tiempo adecuado para contrarrestarlo.

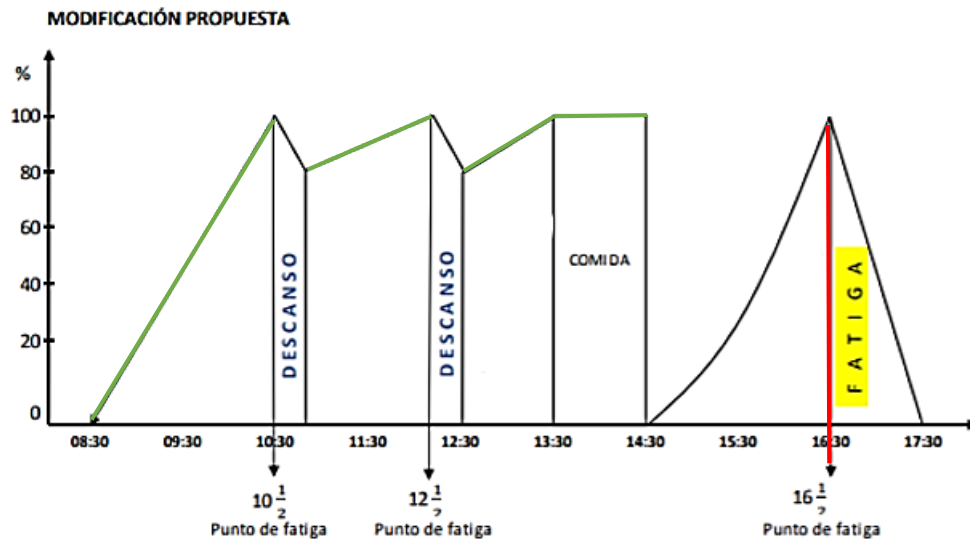


Figura 137. Fatiga-Modificación propuesta

Fuente: Elaboración propia. En base a Ramírez

f) Distribución de puestos

Se utiliza el método Systematic Layout Planning en la cual se analiza la relación de proximidad o intensidad de comunicación entre los diferentes puestos de trabajo de la empresa, considerando desde absolutamente importante hasta indeseable. Se procede a realizar la figura 138 la relación de actividades que se ilustra a continuación:

	RMP	PC	PCE	PE	PF-L	PP-LQ	RPT
RMP							
PC	A						
PCE	I	A					
PE	I	U	A				
PF-L	U	U	U	A			
PP-LQ	U	U	U	U	A		
RPT	E	U	U	U	U	U	

Figura 138. Tabla relacional

Fuente: Elaboración propia. En base a Muther

Dónde: RMP: Recepción de materia prima; PC: Puesto de cortado; PCE: Puesto de cepillado; PE: Puesto de ensamble; PF-L: Puesto de fresado y lijado; PP-LQ: Puesto de pintado y lacado; RPT: Recepción de producto terminado.

Valor	Proximidad
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Proximidad ordinaria
U	Insignificante
X	No deseable

Figura 139. Valores de proximidad

Fuente: Muther

Asimismo, se presenta los valores de proximidad entre las áreas de la empresa, tomando en cuenta los elementos complementarios según la figura 140.


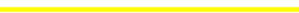




Valor	Proximidad	Color
A	Absolutamente necesaria	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Ordinaria	
U	Sin importancia	
X	No deseable	
XX	Altamente indeseable	

Figura 140. Valores de proximidad

Fuente: Muther

De acuerdo con los gráficos de color morado, son aquellos que se encuentran establecidos por la propia empresa. Ver figura 141

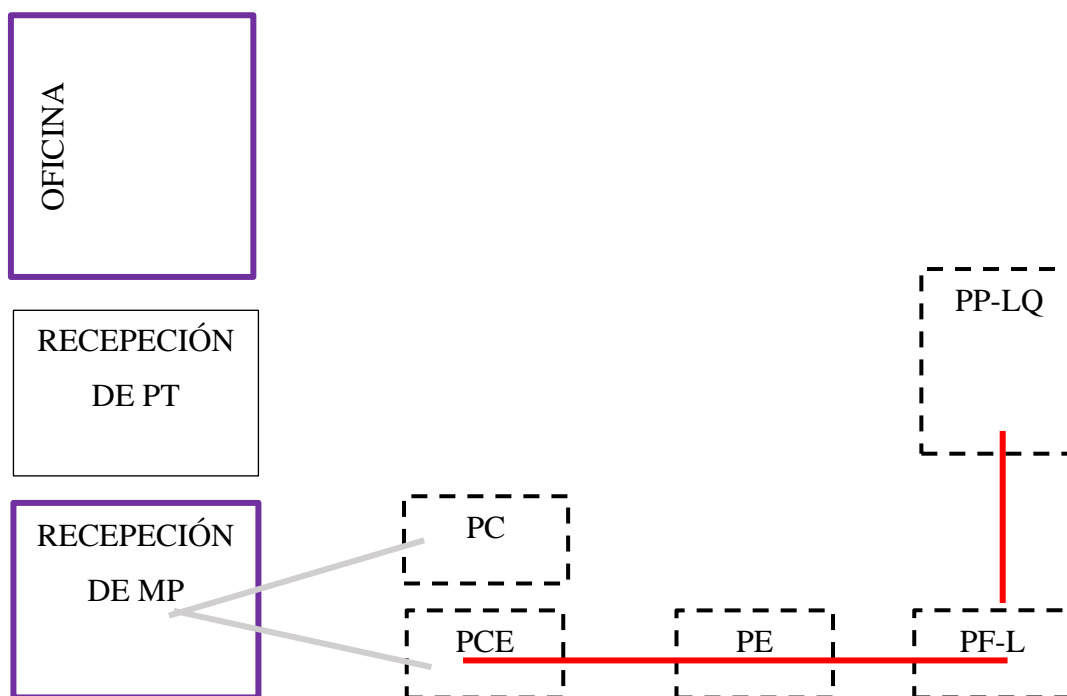


Figura 141. Valores de Proximidad

Fuente: Elaboración propia

Para una mejor visualización de las nuevas posiciones de los puestos de trabajo, bajo criterios normativas de circulación y la Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos, se utiliza el programa SolidWorks para una vista general. Tal como se muestra en la figura 142 y 143

3.10 Evaluación de la mejora

3.10.1 Nuevos indicadores de producción y productividad

La investigación tiene como principal objetivo aumentar la productividad, por ende se llevó a cabo nuevos indicadores, se fundamentó en la investigación realizada por Duarte-dos Santos, Pereira y Ensslin denominado “Estado del arte de los cotos ergonómicos como un criterio para la evaluación y mejora del desempeño organización en la industria” [8] después de haber estructurado artículos sobre ergonomía de conocimiento científico resultaron exitosas con una ganancia económica, se resaltó el caso del modelo CBA predictivo de un portafolio de 250 estudios, de los cuales 87 fueron en la industria manufacturera, 40 en oficinas, 36 en sector salud y lo restante en otras industrias. El análisis se desarrolló en un intervalo del 95% de confiabilidad; referente a los beneficios, el incremento de la productividad ligada programas de ergonomía y medidas de control, estaban dentro de un rango del 20% hasta el 30% con un promedio del 25%.

Para los siguientes análisis se tabuló los datos en el programa Power Bi Desktop, para una mejor visualización, en la cual se presenta los datos iniciales de producción del año 2019 y la proyección de la nueva producción, con una variación de incremento de un valor del 25% en base a lo explicado anteriormente en la investigación estado del arte de los cotos ergonómicos como un criterio para la evaluación y mejora del desempeño organización en la industria. Ver figura 144

Mes	Producción 2019(ud.)	Nueva producción
Enero	17	21
Febrero	18	23
Marzo	16	20
Abril	17	21
Mayo	15	19
Junio	16	20
Julio	15	19
Agosto	17	21
Setiembre	16	20
Octubre	16	20
Noviembre	16	20
Diciembre	11	14
Total	190	238

Figura 144. Comportamiento de la proyección de la producción
Fuente: Elaboración propia

Asimismo, en la figura 145 se presenta el comportamiento de la nueva producción referente a la producción promedio del año 2019 y la producción teórica calculada en la tabla 17. Se puede apreciar que, en los meses iniciales, la producción es mayor en relación con los demás debidos a inicios de proyectos inmobiliarios de diferentes enseñadas, así como los pedidos recurrentes del mercado a diferencia de los meses finales como, por ejemplo, diciembre que la demanda decae por ser temporada de fiestas, en la cual el producto principal de la empresa no es pedido incisivamente.

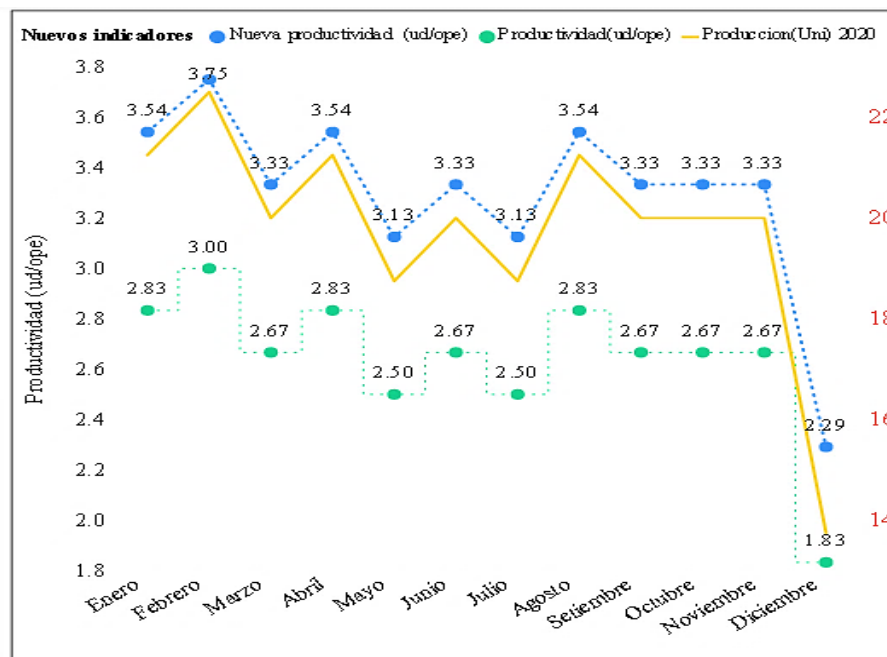


Figura 145. Nuevos indicadores

Fuente: Elaboración propia

Referente al incremento de la productividad de mano de obra para el año 2020 se utiliza la siguiente fórmula.

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Producción}}{\text{Número de trabajadores}}$$

En la figura 146 se presenta el comportamiento de la nueva productividad de mano de obra referente a la proyección de la producción del año 2020, de igual forma se compara con el año 2019. Se puede apreciar que, a través del diseño ergonómico de los puestos de trabajo, la forma de operar, la metodología 5s, uso adecuado de equipos de protección personal, pausas activas y capacitaciones, influye en el incremento de los valores de productividad; cabe resaltar que en los últimos meses por ser tiempos de fiestas la demanda del producto principal no es tan eventual, pero los otros productos de la cartera de la empresa son los que influyen en las ventas de dichos meses.

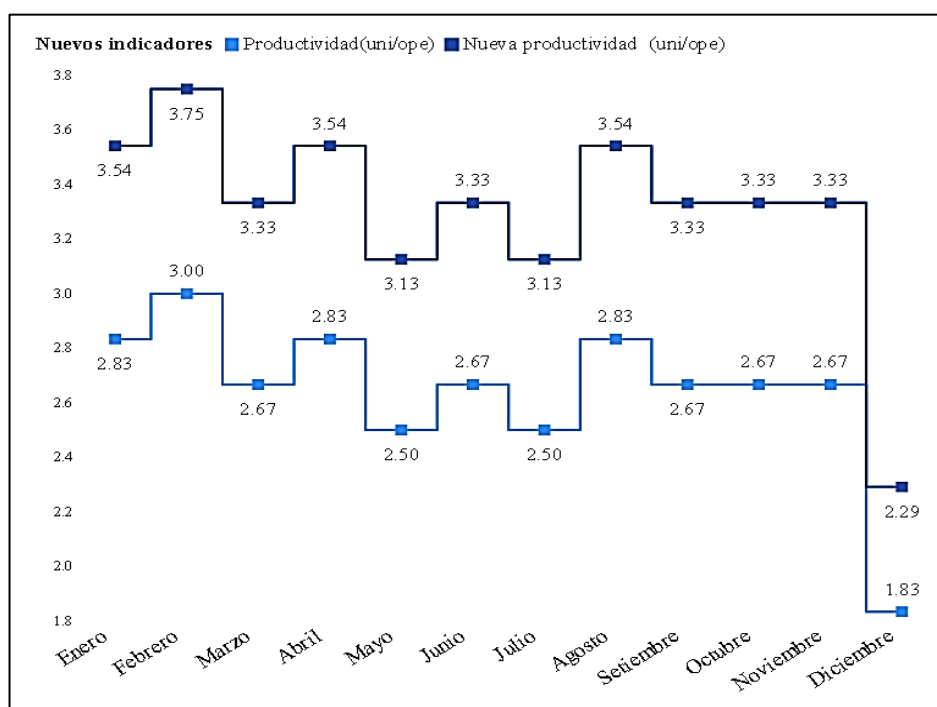


Figura 146. Indicadores de productividad mano de obra
Fuente: Elaboración propia

Por último, se calculó la eficiencia económica en relación con los valores mencionados anteriormente.

Tabla 124. Nuevo cálculo de costo de mano de obra

Mes	Producción (unidad/mes)	Tiempo requerido (días/mes)	costo de mano de obra (soles/día)	costo de mano de obra total (soles/mes)
Enero	21	25	108	2 700
Febrero	23	25	108	2 700
Marzo	20	25	108	2 700
Abril	21	25	108	2 700
Mayo	19	25	108	2 700
Junio	20	25	108	2 700
Julio	19	25	108	2 700
Agosto	21	25	108	2 700
Setiembre	20	25	108	2 700
Octubre	20	25	108	2 700
Noviembre	20	25	108	2 700
Diciembre	14	25	108	2 700
Total	238	300	1296	S/32 400

Fuente: Elaboración propia

Tabla 125. Nuevo cálculo de costo de materia prima

Materiales e insumos	Costo total (soles/ unidad)
Planchas	75
listones de madera	14
Laca	25
Tapacantos	5
Disolvente	25
Yeso	4,5
Clavos	3,5
Ocre Baycolor rojo	20
Pegamento	8
Total	S/180

Fuente: Elaboración propia

Tabla 126. Nuevo cálculo de costo de materia prima

Mes	Producción (unidad/mes)	Costo de materia prima (S/)
Enero	21	3 780
Febrero	23	4 140
Marzo	20	3 600
Abril	21	3 780
Mayo	19	3 420
Junio	20	3 600
Julio	19	3 420
Agosto	21	3 780
Setiembre	20	3 600
Octubre	20	3 600
Noviembre	20	3 600
Diciembre	14	2 520
Total	238	S/42 840

Fuente: Elaboración propia

Tabla 127. Nuevos cálculos de ingresos por ventas

Mes	Producción mensual (unidad / mes)	Precio de venta (soles / unidad)	Ingreso por ventas (soles / mes)
Enero	21	420	8 820
Febrero	23	420	9 660
Marzo	20	420	8 400
Abril	21	420	8 820
Mayo	19	420	7 980
Junio	20	420	8 400
Julio	19	420	7 980
Agosto	21	420	8 820
Setiembre	20	420	8 400
Octubre	20	420	8 400
Noviembre	20	420	8 400
Diciembre	14	420	5 880
Total			S/99 960

Fuente: Elaboración propia

Tabla 128. Resumen de recursos utilizados

Recursos empleados	Anual
Materia prima	S/42 840
Mano de obra directa	S/32 400
CIF (energía)	S/6 721, 57
Total	S/81 961, 57

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Eficiencia económica: } \frac{\text{Ventas}}{\text{Costos}}$$

$$\text{Eficiencia económica: } \frac{S/ 99 960}{S/ 81 961,57}$$

Tras analizar el resultado se obtuvo que la eficiencia económica es de 1,22 lo cual indica que por cada sol invertido la empresa se le retribuye como ganancia S/ 0,22 céntimos por cada puerta.

3.10.2 Nuevos Indicadores de riesgos disergonómicos

Se realizó una nueva evaluación con el método REBA para la simulación de la nueva adaptación de posturas adecuadas con el programa de ingeniería SolidWorks y el software de ángulos de posición ERGONAUTAS.

❖ Puesto de cortado

✓ Cortado de listones

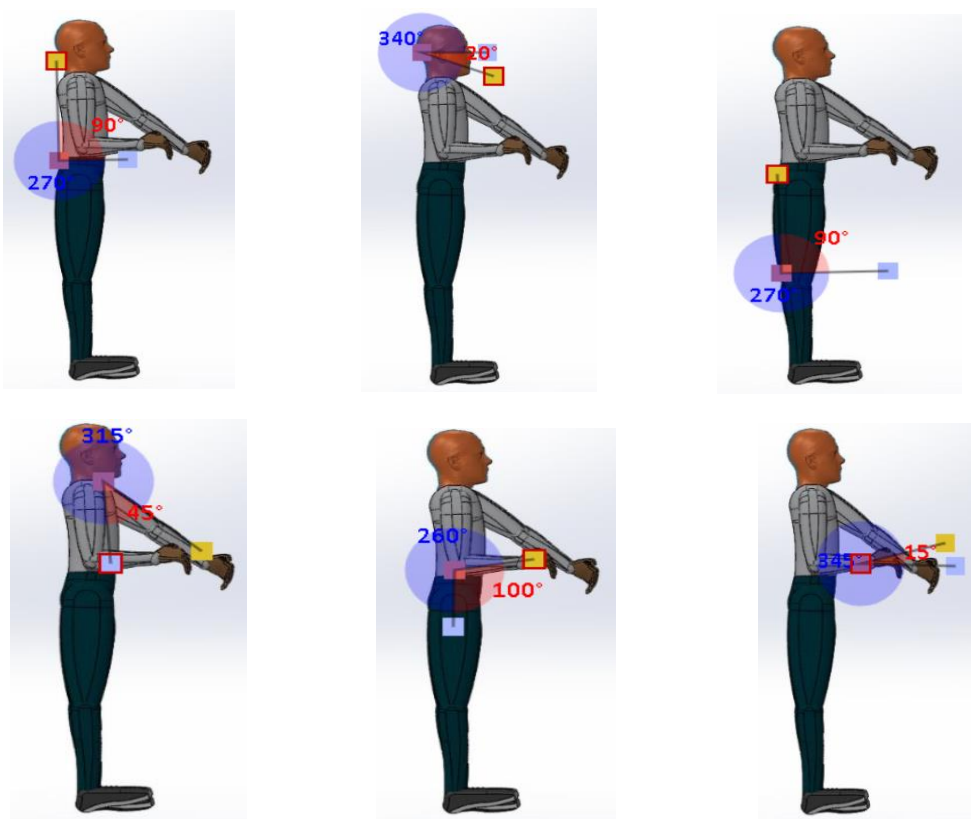


Figura 147. Grupo “A” y “B” cortado de listones

Fuente: Elaboración propia

Tabla 129. Puntuación del grupo “A” y “B”

Grupo “A”	Grupo “B”
Tronco: 1+1=2	Brazo: 2-1=1
Cuello: 1+1=2	Antebrazo: 1
Piernas: 1+1=2	Muñeca: 1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Se muestra la puntuación de la etapa de cortado con un valor de 5, representa el nivel de riesgo medio.

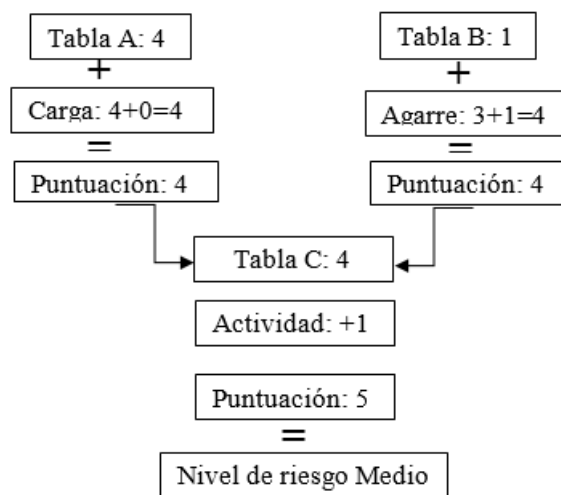


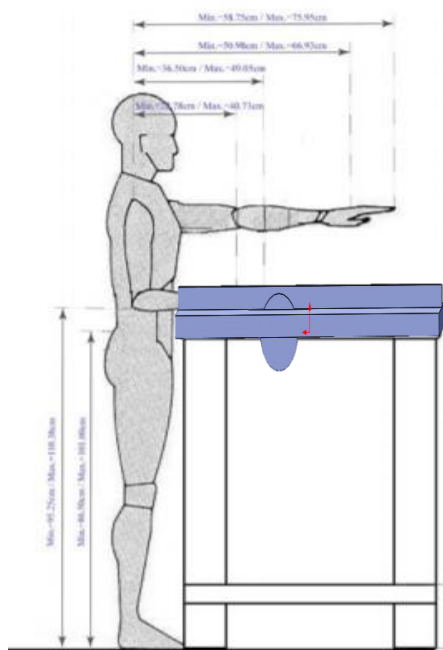
Figura 148. Puntuación final

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Asimismo, se presenta la ficha metodológica contiene los estándares de ejecución de actividades en base a los principios de ergonomía de acuerdo Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos.

Tabla 130. Ficha metodológica puesto de cortado

Puesto/Postura	Cortado/De pie			Código de actividad	01
Resultado método	Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación	
REBA	5	2	Medio	Necesario	
Dimensionamiento del puesto de trabajo	Estándares de ejecución de actividades				



Método de trabajo

- Mantener espalda recta, hombros atrás y abajo.
- No inclinar el cuello más de 20 grados.
- Mantener el soporte bilateral con un espacio libre de 23 cm de altura y 21 cm de profundidad de espacio.
- El antebrazo entre los niveles de 60° y 100°. Asimismo, una posición neutral, flexión o extensión entre 0°-15°, evitar torsión.

Recomendaciones adicionales

- Realizar pausas activas conformes en la planificación.
- Mantener la mesa de corte con la altura regulable
- Mantener el área ordenada y limpia
- Usar siempre los equipos de protección personal

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

❖ Puesto de cepillado

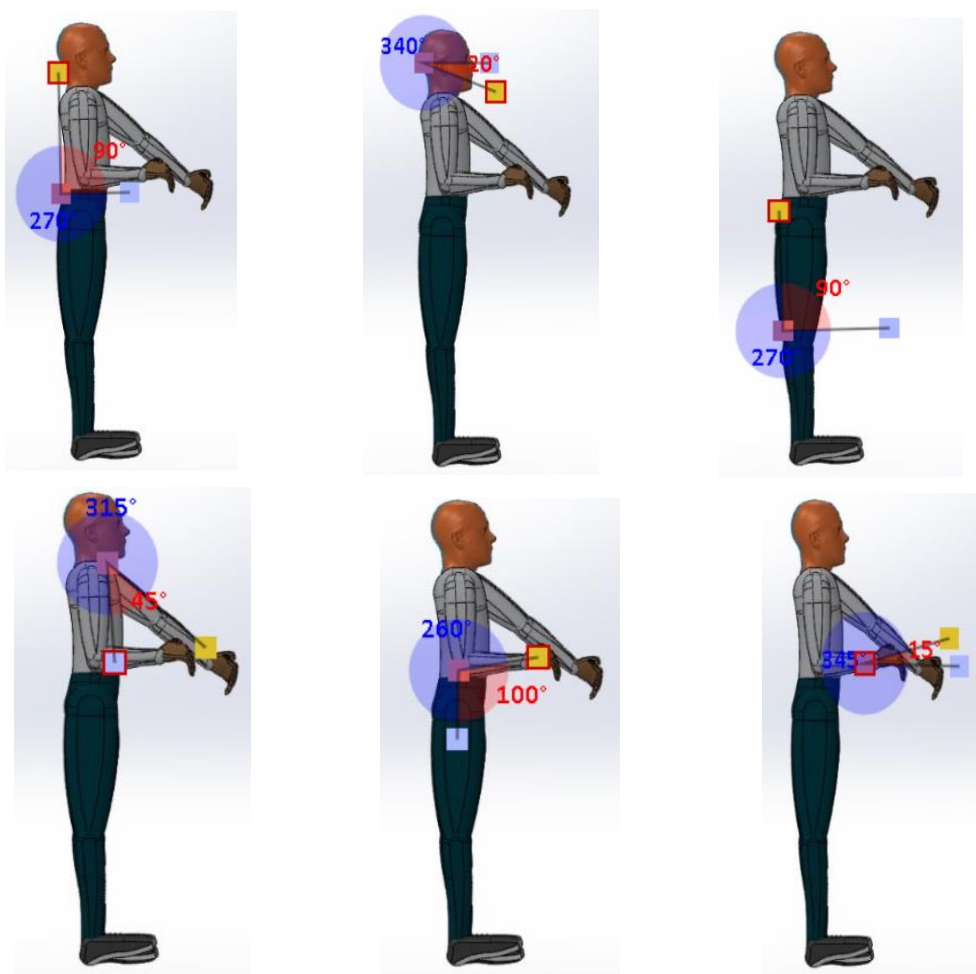


Figura 149. Grupo "A" y "B" cepillado

Fuente: Elaboración propia

Tabla 131. Puntuación del grupo "A" y "B"

Grupo "A"	Grupo "B"
Tronco: 1+1=2	Brazo: 2-1=1
Cuello: 1+1=2	Antebrazo: 1
Piernas: 1+1=2	Muñeca: 1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Se muestra la puntuación de la etapa de cepillado con un valor de 5, representa el nivel de riesgo medio.

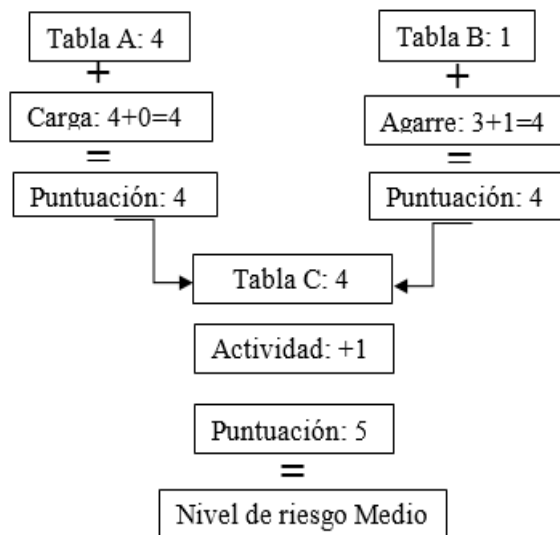


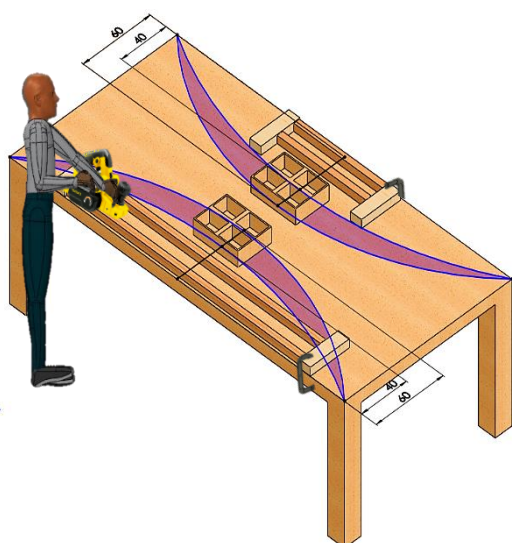
Figura 150. Puntuación final

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Asimismo, se presenta la ficha metodológica, contiene los estándares de ejecución de actividades en base a los principios de ergonomía de acuerdo Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos.

Tabla 132. Ficha metodológica puesto de cepillado

Puesto/Postura	Cortado/De pie		Código de actividad	01
Resultado método	Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
REBA	5	2	Medio	Necesario
Dimensionamiento del puesto de trabajo	Estándares de ejecución de actividades			



Método de trabajo

- Mantener espalda recta, hombros atrás y abajo.
- No inclinar el cuello más de 20 grados.
- Mantener el soporte bilateral con un espacio libre de 23 cm de altura y 21 cm de profundidad de espacio.
- El antebrazo entre los niveles de 60° y 100°. Asimismo una posición neutral, flexión o extensión entre 0°- 15°, evitar torsión.
- Altura recomendada de 90 cm y 120 cm de espacio que permite movimientos necesarios.

Recomendaciones adicionales

- Realizar pausas activas conformes en la planificación.
- Mantener el área ordenada y limpia
- Usar siempre los equipos de protección personal

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

❖ Puesto de ensamble

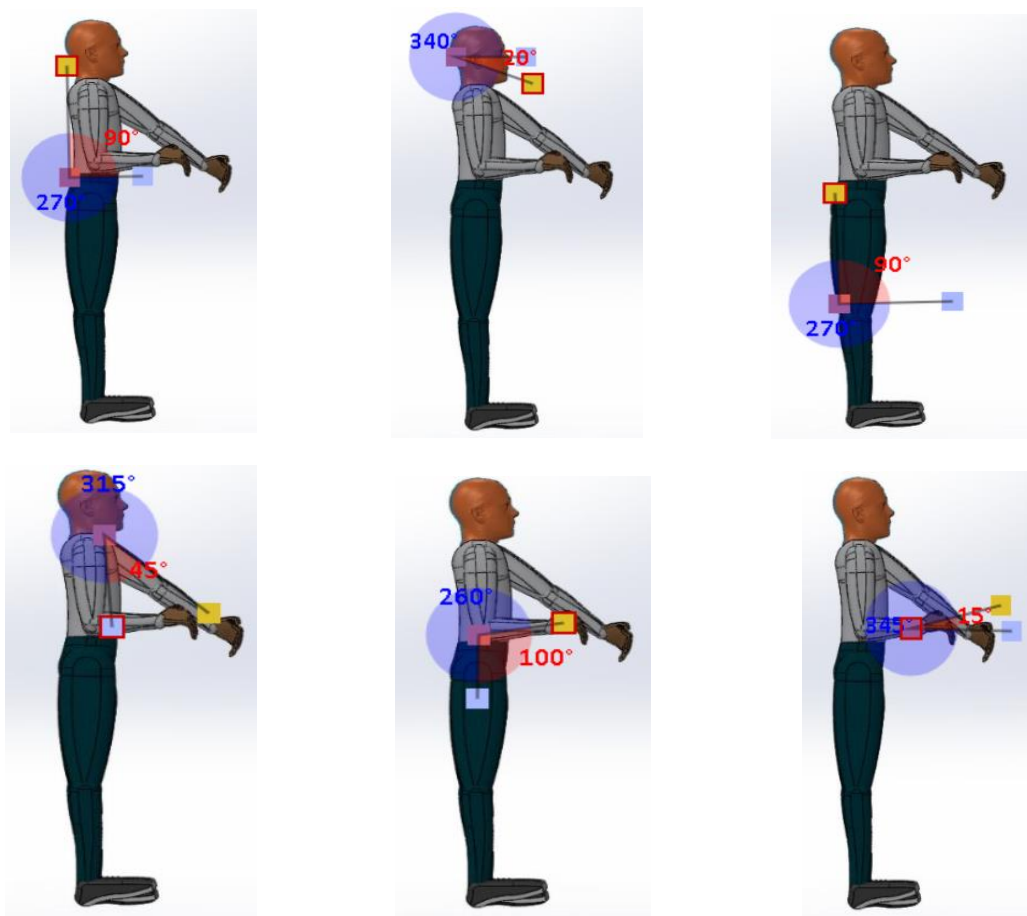


Figura 151. Grupo “A” y “B” ensamble

Fuente: Elaboración propia

Tabla 133. Puntuación del grupo “A” y “B”

Grupo “A”	Grupo “B”
Tronco: 1+1=2	Brazo: 2-1=1
Cuello: 1+1=2	Antebrazo: 1
Piernas: 1+1=2	Muñeca: 1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Se muestra la puntuación de la etapa de ensamble con un valor de 5, representa el nivel de riesgo medio.

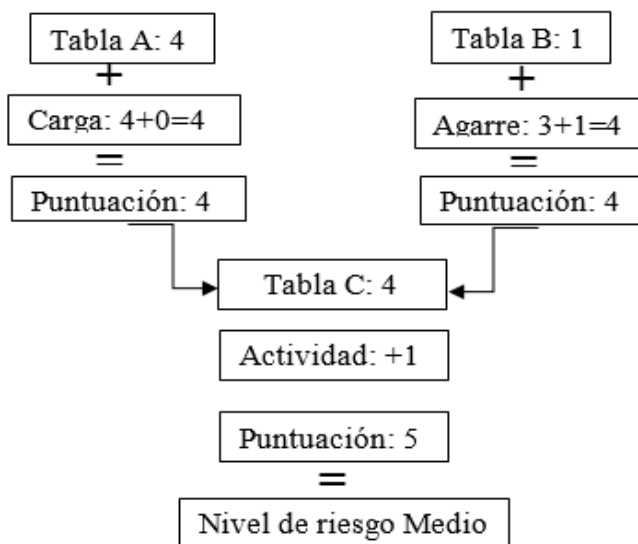


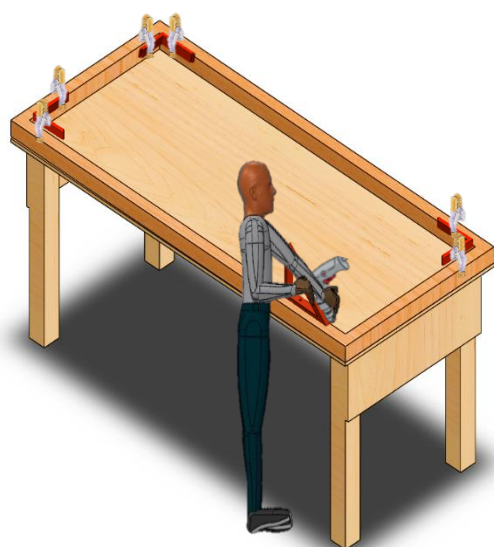
Figura 152. Puntuación final

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Asimismo, se presenta la ficha metodológica, contiene los estándares de ejecución de actividades en base a los principios de ergonomía de acuerdo Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos.

Tabla 134. Ficha metodológica puesto de ensamble

Puesto/Postura	Cortado/De pie			Código de actividad	01
Resultado método	Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación	
REBA	5	2	Medio	Necesario	
Dimensionamiento del puesto de trabajo	Estándares de ejecución de actividades				



- Método de trabajo
- b) Mantener espalda recta, hombros atrás y abajo.
 - c) No inclinar el cuello más de 20 grados.
 - d) Mantener el soporte bilateral con un espacio libre de 23 cm de altura y 21 cm de profundidad de espacio.
 - e) El antebrazo entre los niveles de 60° y 100°. Asimismo, una posición neutral, flexión o extensión entre 0°- 15°, evitar torsión.
 - f) Altura recomendada de 90 cm y 120 cm de espacio que permite movimientos necesarios.

Recomendaciones adicionales

- g) Realizar pausas activas conformes en la planificación.
- h) Mantener el área ordenada y limpia
- i) Usar siempre los equipos de protección personal

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

❖ Etapa de fresado-lijado

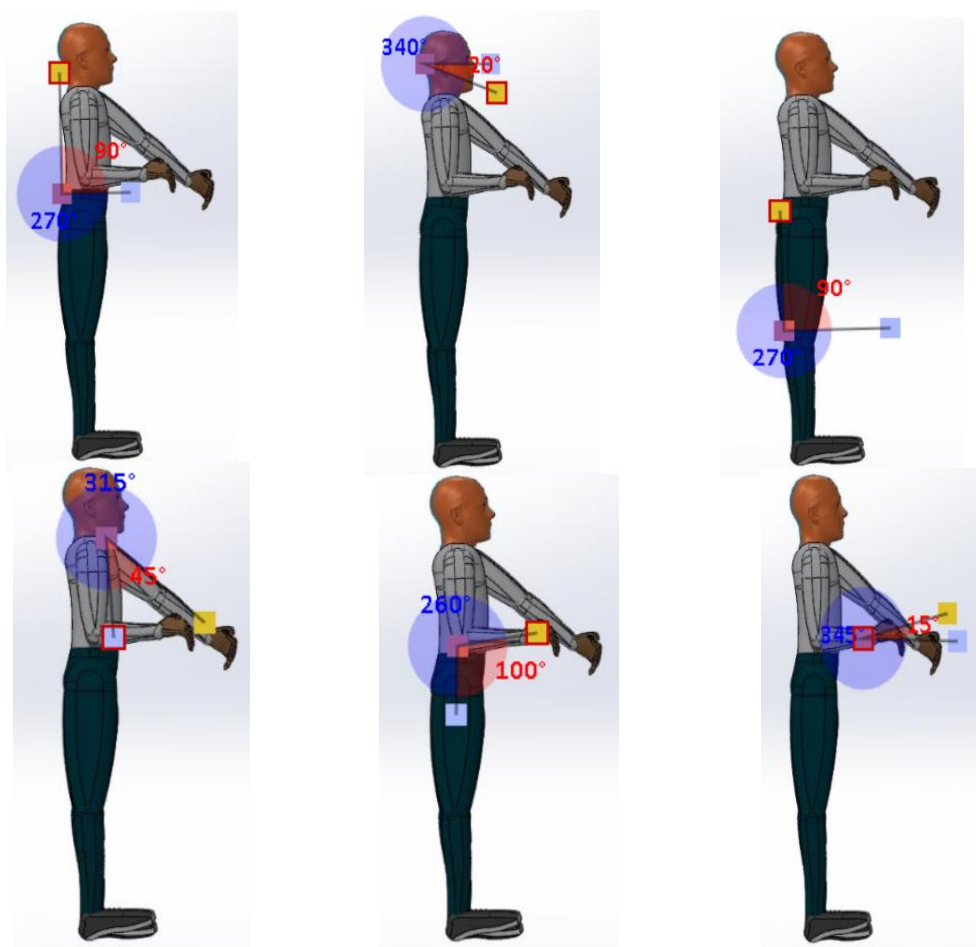


Figura 153. Grupo "A" y "B"

Fuente: Elaboración propia

Tabla 135. Puntuación del grupo "A" y "B"

Grupo "A"	Grupo "B"
Tronco: 1+1=2	Brazo: 2-1=1
Cuello: 1+1=2	Antebrazo: 1
Piernas: 1+1=2	Muñeca: 1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Se muestra la puntuación de la etapa de fresado con un valor de 4, representa el nivel de riesgo medio.

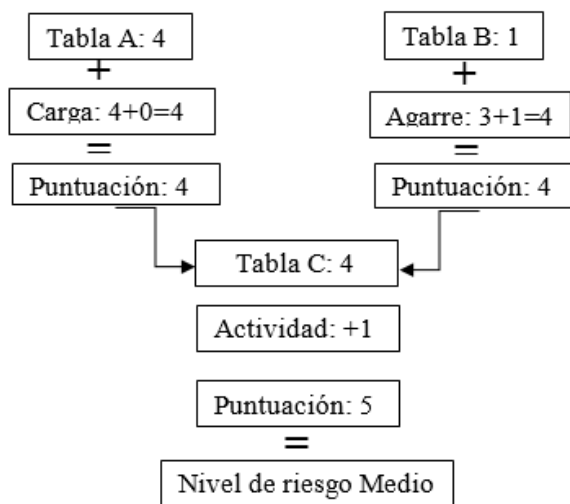


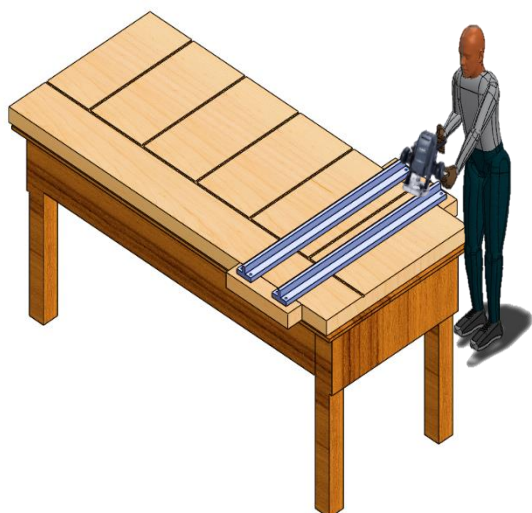
Figura 154. Puntuación final

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Asimismo, se presenta la ficha metodológica, contiene los estándares de ejecución de actividades en base a los principios de ergonomía de acuerdo Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos.

Tabla 136. Ficha metodológica puesto de fresado-lijado

Puesto/Postura	Cortado/De pie			Código de actividad	01
Resultado método	Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación	
REBA	4	2	Medio	Necesario	
Dimensionamiento del puesto de trabajo	Estándares de ejecución de actividades				



Método de trabajo

- d) Mantener espalda recta, hombros atrás y abajo.
- e) No inclinar el cuello más de 20 grados.
- f) Mantener el soporte bilateral con un espacio libre de 23 cm de altura y 21 cm de profundidad de espacio.
- g) El antebrazo entre los niveles de 60° y 100°. Asimismo, una posición neutral, flexión o extensión entre 0°- 15°, evitar torsión.
- h) Altura recomendada de 90 cm y 120 cm de espacio que permite movimientos necesarios.

Recomendaciones adicionales

- i) Realizar pausas activas conformes en la planificación.
- j) Mantener el área ordenada y limpia
- k) Usar siempre los equipos de protección personal

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

✓ Lijado

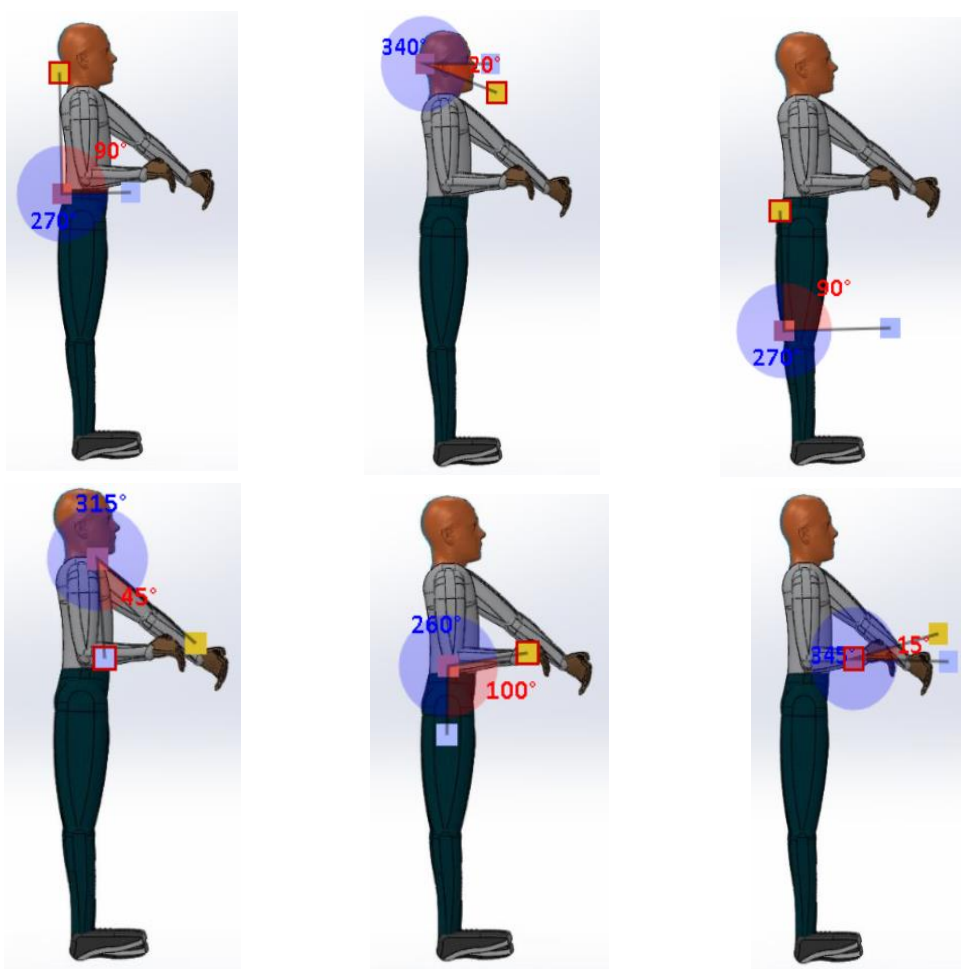


Figura 155. Grupo "A" y "B"

Fuente: Elaboración propia

Tabla 137. Puntuación del grupo "A" y "B"

Grupo "A"	Grupo "B"
Tronco: 1+1=2	Brazo: 2-1=1
Cuello: 1+1=2	Antebrazo: 1
Piernas: 1+1=2	Muñeca: 1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Se muestra la puntuación de la etapa de lijado con un valor de 5, representa el nivel de riesgo medio.

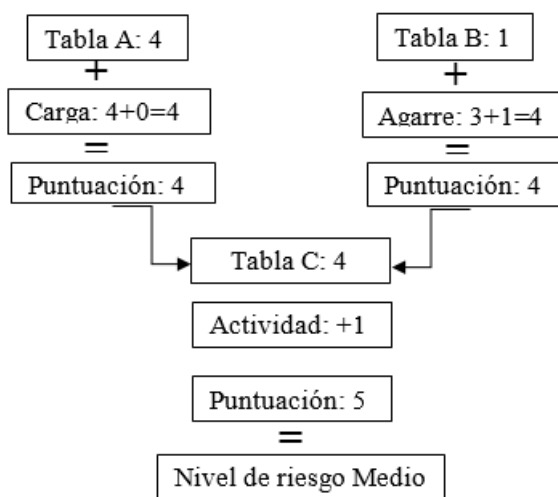


Figura 156. Puntuación final

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Asimismo, se presenta la ficha metodológica, contiene los estándares de ejecución de actividades en base a los principios de ergonomía de acuerdo Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos.

Tabla 138. Ficha metodológica puesto de fresado-lijado

Puesto/Postura	Cortado/De pie	Código de actividad	01	
Resultado método	Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
REBA	5	2	Medio	Necesario
Dimensionamiento del puesto de trabajo	Estándares de ejecución de actividades			Método de trabajo
	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener espalda recta, hombros atrás y abajo. - No inclinar el cuello más de 20 grados. - Mantener el soporte bilateral con un espacio libre de 23 cm de altura y 21 cm de profundidad de espacio. - El antebrazo entre los niveles de 60° y 100°. Asimismo, una posición neutral, flexión o extensión entre 0°- 15°, evitar torsión. - Altura recomendada de 90 cm y 120 cm de espacio que permite movimientos necesarios. 			
	Recomendaciones adicionales			
	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar pausas activas conformes en la planificación. - Mantener el área ordenada y limpia - Usar siempre los equipos de protección personal 			



Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

❖ Puesto de pintado-lacado

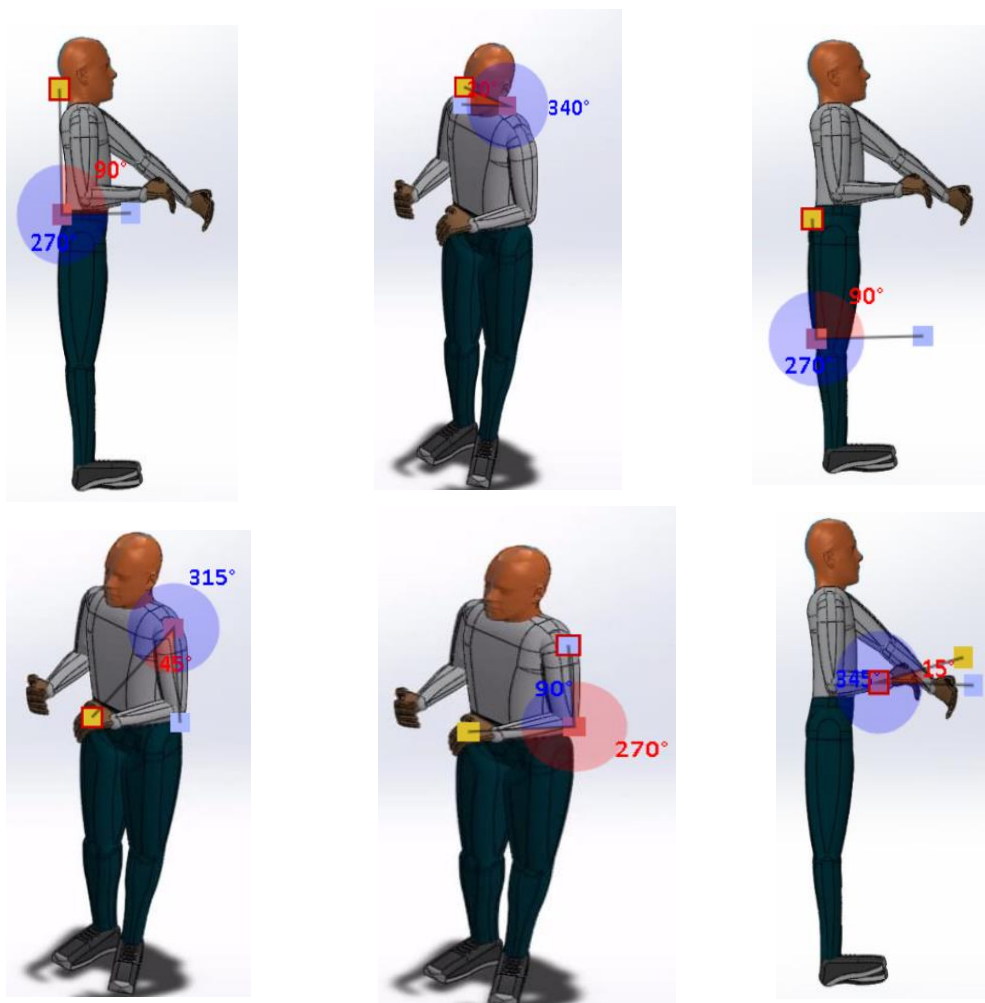


Figura 157. Grupo “A” y “B”

Fuente: Elaboración propia

Tabla 139. Puntuación del grupo “A” y “B”

Grupo “A”	Grupo “B”
Tronco: 1+1=2	Brazo: 2-1=1
Cuello: 1+1=2	Antebrazo: 1
Piernas: 1+1=2	Muñeca: 1

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Se muestra la puntuación de la etapa de pintado-lacado con un valor de 5, representa el nivel de riesgo medio.

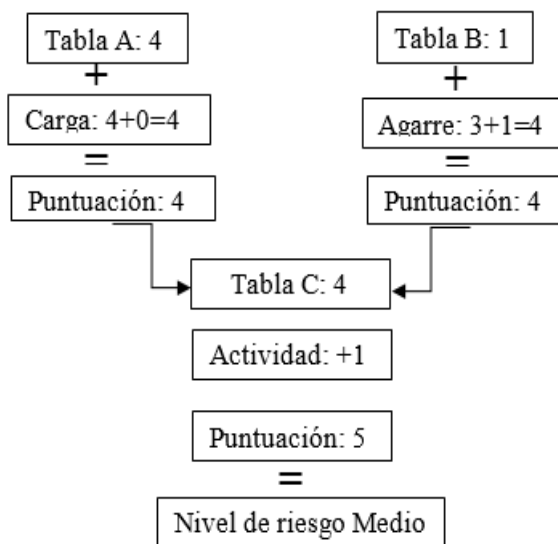


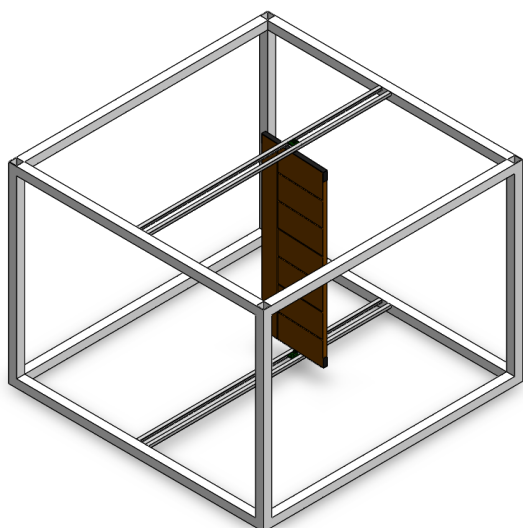
Figura 158. Puntuación final

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Asimismo, se presenta la ficha metodológica, contiene los estándares de ejecución de actividades en base a los principios de ergonomía de acuerdo Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos.

Tabla 140. Ficha metodológica puesto de pintado-lacado

Puesto/Postura	Cortado/De pie			Código de actividad	01
Resultado método	Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación	
REBA	5	2	Medio	Necesario	
Dimensionamiento del puesto de trabajo	Estándares de ejecución de actividades				



Método de trabajo

- Mantener espalda recta, hombros atrás y abajo.
- No inclinar el cuello más de 20 grados.
- Mantener el soporte bilateral con un espacio libre de 23 cm de altura y 21 cm de profundidad de espacio.
- El antebrazo entre los niveles de 60° y 100°. Asimismo, una posición neutral, flexión o extensión entre 0°- 15°, evitar torsión.
- Altura recomendada de 90 cm y 120 cm de espacio que permite movimientos necesarios.

Recomendaciones adicionales

- Realizar pausas activas conformes en la planificación.
- Mantener el área ordenada y limpia.
- Usar siempre los equipos de protección personal.

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

Ante ello, se presenta la tabla 141 el resumen de los nuevos valores de la evaluación del método REBA.

Tabla 141. Resumen de nuevos valores del REBA

Puesto de trabajo	Operación	Puntuación fina	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1	Cortado de listones	5	3	Medio	Necesario
1	Cortado de planchas	4	2	Medio	Necesario
2	Cepillado	5	3	Medio	Necesario
3	Ensamble	5	2	Medio	Necesario
4	Fresado	5	2	Medio	Necesario
4	Lijado	5	3	Medio	Necesario
5	Pintado-Lacado	5	3	Medio	Necesario

Fuente: Elaboración propia. En base a ERGONAUTAS

De acuerdo con los nuevos valores del REBA tras las mejoras se obtienen un valor promedio de 5, representado con un nivel de riesgo medio. De acorde a ello se puede comparar los valores de la investigación de Saavedra, Marín y Palacios [10] en la cual su puntuación de nivel de riesgos bajo de 7 a 3, donde se puede deducir que el método de análisis ergonómico en conjunto al diseño del puesto nos da una visión amplia de la reducción de dolencias músculo esqueléticas por posturas inadecuada. Por último, se presenta la figura 159 la variación de los valores actuales y después de la mejora.

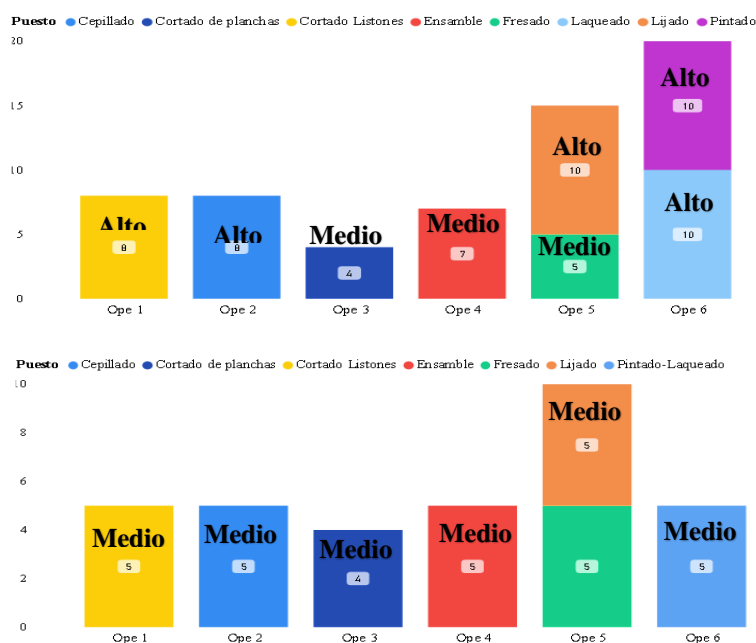


Figura 159. Comparación del REBA actual y con la mejora
Fuente: Elaboración propia

Se calcula los indicadores de riesgos disergonómicos en los puestos de trabajo.

- Posturas incómodas o forzadas

% Cantidad de puesto de trabajo con riesgo disergonómicos por posturas forzadas

$$= \left(\frac{\text{Puesto de trabajo con riesgo disergonómicos por posturas forzadas}}{\text{Número de etapas totales}} \right) \times 100$$

% Cantidad de etapas del proceso productivo con riesgo por posturas forzadas

$$= \frac{0}{5} \times 100 = 0\%$$

Las etapas del proceso productivo no presentan riesgos disergonómicos representativos por posturas forzadas.

3.10.3 Comparación de indicadores

En la tabla 142 se presenta la Comparación entre los valores actuales y nuevos indicadores de productividad, así como el porcentaje de la mejora.

Tabla 142. Comparación de indicadores (antes y de después de la mejora)

Ítems	Medición	Indicador actual	Nuevo indicador	% de mejora
1	Productividad de mano de obra	2,67 unidades/operario	3,3 unidades/operario	25%
2	Eficiencia económica	S/ 1,13	S/ 1,22	7,37 %

Fuente: Elaboración propia

Asimismo, se presenta la comparación de actuales y nuevos indicadores de las causas de la baja productividad.

Tabla 143. Comparación de indicadores de las causas de baja productividad

Ítems	Medición	Indicador actual	Nuevo indicador
1	% cantidad de puestos de trabajo con riesgos disergonómicos por posturas incomodad o forzadas	100%	0%
2	Puntuación de nivel de riesgo por posturas inadecuadas	Alto: Valor de 8	Medio: Valor de 5

Fuente: Elaboración propia

3.11 Análisis costo-beneficio

Se determinará los costos de la inversión inicial, se requiere para llevar a cabo la propuesta, a continuación, se describen a detalle

3.11.1 Costo de la inversión

a) Apoyo ergonómico

Se necesitan herramientas mecánicas ergonómicas, que permitan reducir lesiones músculo esqueléticos. Ver tabla 144

Tabla 144. Costo de apoyo ergonómico-herramientas mecánicas

Apoyos ergonómicos	Cantidad (Ud.)	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Cepillo eléctrico STANLEY	1	290	290
Lijadora excéntrica Gex	1	390	390
Eje direccionamiento	2	17,5	35
Pistola de pintura-lacado Einhell TLC-SY+2	1	572	572
contenedores			
Pistola de calor STANLEY	1	370	370
Elemento "L"	4	7	28
Elemento "Δ"	1	7	7
Mesa de trabajo	2	110	220
Total (S/)			S/ 1 912

Fuente: Sodimac Perú Oriente S.A.C

b) Equipos de protección personal

Los operarios deben contar con equipos de protección personal adecuados para el lugar de trabajo asignado. Ver tabla 145

Tabla 145. Costo por equipos de protección personal

Equipos de protección personal	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total(S/)
Casco de seguridad 3M	5	16, 5	82, 5
Lentes de seguridad 3M-Mod I-604	6	30	180
Protectores auditivos 3M	6	40	240
Mascarilla de seguridad	288	48, 5	13 968
Guantes de seguridad	6	15	90
Guantes de pintor-lacado	12	10	120
Vestimenta de seguridad	12	55	660
Mascarilla de pintor-lacado	1	280	280
Total (S/)			S/ 15 620,5

Fuente: Sodimac Perú Oriente S.A.C

c) Capacitaciones

Se puede apreciar que el monto que se invertirá en temas de capacitación es elevado pero el beneficio será significativo con relación a fomentar una cultura de prevención en el entorno laboral. Ver tabla 146

Tabla 146. Costo por capacitaciones

Temas	Responsable	Tiempo de duración	Costo total (S/)
Identificación de peligros y riesgos en los puestos de trabajo		5h	250
Metodología 5S y Uso adecuado de los equipos de protección personal		5h	250
Acondicionamiento de herramientas mecánica y adaptación de puestos de trabajo	Ing. Seguridad industrial	5h	250
Posturas ergonómicas y primeros auxilios		5h	250
Total (S/)			S/ 5 000

Fuente: Elaboración propia

d) Costo de materiales para la estructura y elementos del puesto pintado-lacado

Se presenta todos los elementos y el material particular para poder elaborarlo, referente en la tabla 147 y se puede apreciar los componentes de ventilación en la tabla 148.

Tabla 147. Costo de la estructura y elementos del puesto de pintado-lacado

Componentes estructura	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Materiales de elementos			
Chumacera de pared de 2"	4	56	224
Tubo de SCH (40) 2" x 6m	1	83	83
Plancha LAC de 1/4" x1200x1400mm	1	288,27	288,27
Abrazaderas tipo "F"	4	62,80	251,20
Materiales de la estructura			
Canal "C" de 1/4" x 6m	1	96,79	96,79
Tubo cuadrado LAC de 1/4"x 6m	6	160	S/960
Electrodo	10 kg	13,47	134,70
Plástico de polietileno 3mx10m	2	34	68
Bobina de papel Kraft	12	30	360
Total (S/)			S/ 2 465,96

Fuente: Casa blanca

Tabla 148. Costo de elementos de ventilación

Componentes estructura	Cantidad	Costo unitario (S/)	Costo total (S/)
Extractor de aire	1	270	270
Filtro de fibra de vidrio	1	210	210
Total			S/ 480

Fuente: Sodimac Perú Oriente S.A.C

Asimismo, se presenta el costo de acondicionamiento se consideran los trabajadores que se van a contratar para realizar instalaciones de estructuras metálicas. Ver tabla 149

Tabla 149. Costo de acondicionamiento

Operario	Cantidad	Costo por día(S/)	Costo total (S/)
Soldador	1	57,69	230,76
Ayudante de soldador	3	38,46	461, 52
Total			S/ 692, 28

Fuente: Elaboración propia

Se puede visualizar el monto total, se invertirá en relación apoyo de herramientas ergonómicas, equipos de protección personal, capacitación del personal y componentes de la estructura. Ver tabla 150

Tabla 150. Costo de la inversión total

Ítem	Costo total (S/)
Costo de apoyo de herramientas mecánicas	1 802
Costo de equipos de protección personal	15 620,50
Costo de capacitaciones	5 000
Costo de estructura de cabina y componentes	3 638, 24
Total (S/)	S/ 26 170, 74

Fuente: Elaboración propia

e) Costo de mano de obra

Determinado por el sueldo mensual, la empresa paga a los trabajadores, tal como se muestra en la tabla 151.

Tabla 151. Costo de mano de obra

Número de operarios	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Operario 1	5 400	5 400	5 400	5 400	5 400
Operario 2	5 760	5 760	5 760	5 760	5 760
Operario 3	5 760	5 760	5 760	5 760	5 760
Operario 4	5 760	5 760	5 760	5 760	5 760
Operario 5	5 760	5 760	5 760	5 760	5 760
Operario 6	5 760	5 760	5 760	5 760	5 760
Total (S/)	S/ 34 200	S/ 34 200	S/ 34 200	S/ 34 200	S/ 34 200

Fuente: Elaboración propia. En base a datos de la empresa

f) Costo de materia prima

Se asume de manera unitaria la cantidad de materia prima que se necesita fabricar el producto en estudio. Ver tabla 152

Tabla 152. Costo de materia prima

Materiales e insumos	Precio unitario(S/)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Planchas	75	17 850	19 500	21 075	22 650	24 300
Listones	14	3 332	3 640	3 934	4 228	4 536
Laca	25	5 950	6 500	7 025	7 550	8 100
Tapacantos	5	1 190	1 300	1 405	1 510	1 620
Disolvente	25	5 950	6 500	7 025	7 550	8 100
Yeso	4,50	1 071	1 170	1 264,5	1 359	1 458
Clavos	3,50	833	910	983,5	1 057	1 134
Ocre Baycolor	20	4 760	5 200	5 620	6 040	6 480
Pegamento	8	1 904	2 080	2 248	2 416	2 592
Total (S/)	S/ 180	S/42 840	S/46 860	S/50 580	S/54 360	S/58 320

Fuente: Elaboración propia. En base a datos de la empresa

g) Gastos administrativos

Tabla 153. Gastos administrativos

Ítems	Año1	Año2	Año3	Año4	Año 5
Consumo de energía eléctrica (S/)	6 721,57	6 721,57	6 721,57	6 721,57	6 721,57
Otros gastos(S/)	1 500	1 500	1 500	1 500	1 500
Total (S/)	S/ 8 221,57	S/ 8 221,57	S/ 8 221,57	S/ 8 221,57	S/ 8 221,57

Fuente: Elaboración propia. En base a datos de la empresa

h) Ingreso de la empresa

Se tomará en cuenta con los datos de la demanda histórica y se realiza una proyección basada en cinco años, el método será de proyección lineal. Ver tabla 154 y 155

Tabla 154. Datos para la proyección lineal

X	Y	XY	X ²	Y ²
1	137	137	1	18 769
2	148	296	4	21 904
3	172	516	9	29 584
4	190	760	16	36 100
5	223	1 115	25	49 729
15	870	2 824	55	156 086
a (109,8)	b (21,4)	Y (109 8+21,4x)	R (0,9638)	

Fuente: Elaboración propia. En base a datos de la empresa

Tabla 155. Proyección lineal de las puertas

Año	Cantidad	Precio unitario (S/)	Costo total (S/)
N°1	238	420	99 960
N°2	260	420	109 200
N°3	281	420	118 020
N°4	302	420	126 840
N°5	324	420	136 080

Fuente: Elaboración propia. En base a datos de la empresa

a) Futuras pérdidas económicas con relación a multas

A continuación, en la tabla 156 se muestra las faltas identificadas con referencia a multas futuras de SUNAFIL, tomando en cuenta el índice de multa de 0,59. **Ver anexo 7**

Tabla 156. Pérdidas económicas futuras en relación con multas

Descripción	Gravedad de infracción	Tipo de riesgo	UIT 2020	Índice de multa	Importe de sanción (S/)
No llevar a cabo evaluación de riesgos y controles periódicos de las condiciones de trabajos y de actividades de los trabajadores	Grave	Ergonómico		0,59	2 537
Incumplimiento de las disposiciones relacionadas con SST en lugares de trabajo, herramientas, maquinas, riesgos ergonómicos.	Grave	Ergonómico	4 300	0,59	2 537
Falta de orden y limpieza	Grave	Ergonómico		0,59	2 537
Falta de implemento de seguridad en los trabajadores	Grave	Ergonómico		0,59	2 537
Falta de capacitación	Grave	Ergonómico		0,59	2 537
Pérdida total (S/)					S/ 12 685

Fuente: Elaboración propia. En base a DS N°015-2017 TR

El total de pérdidas económicas futuras para la empresa está en relación con el no tomar en cuenta los problemas de las condiciones laborales.

3.11.2 Flujo de caja económico

A continuación, se realiza el flujo económico proyectando los ingresos y egresos para los próximos años en base a la propuesta.

Tabla 157. Flujo de caja económico

Flujo de caja económico

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<u>Inversión</u>						
Capital propio	S/ 26 170, 74					
Imprevistos (5%)	S/ 1 308, 54					
Total, Inversión	S/ 27 479,28					
<u>INGRESOS</u>						
Ventas		S/ 99 960	S/ 109 200	S/ 118 020	S/ 126 840	S/ 136 080
TOTAL, INGRESOS		S/ 99 960	S/ 109 200	S/ 118 020	S/ 126 840	S/ 136 080
<u>EGRESOS</u>						
Costos de producción		S/ 42 840	S/ 46 800	S/ 50 580	S/ 54,360	S/ 58 320
Costos de mano de obra		S/ 34 200	S/ 34 200	S/ 34 200	S/ 34,200	S/ 34 200
Gastos administrativos		S/ 6 721,57	S/ 6 721, 57	S/ 6 721, 57	S/ 6 721, 57	S/ 6 721,57
Otros gastos		S/ 1 500	S/ 1 500	S/ 1 500	S/ 1 500	S/ 1 500
TOTAL, DE EGRESOS		S/ 85 261, 57	S/ 89 221, 57	S/ 93 001,57	S/ 96 781, 57	S/ 100 741, 57
UTILIDAD BRUTA		S/ 14 698, 43	S/ 19 978, 43	S/ 25 018, 43	S/ 30 058, 43	S/ 35 338, 43
IMPUESTO A LA RENTA (30%)		S/ 4 409,53	S/ 5 993, 53	S/ 7 505, 53	S/ 9 017, 53	S/ 10 601, 53
FLUJO NETO	-S/ 27 479,28	S/ 10 288, 90	S/ 13 984,90	S/ 17 512, 90	S/ 21 040,90	S/ 24 736,90
FLUJO ACUMULADA	-S/ 27 479,28	-S/ 17 190,38	-S/ 3 205,48	S/ 14 307,43	S/ 35 348,33	S/ 60 085,23

Fuente: Elaboración propia

Se realiza la evaluación económica con los indicadores de valor actual neto, asimismo se calcula la tasa interna de retorno, será el valor que indique si la propuesta es rentable o no, por último, se presenta el período de recuperación.

Tabla 158. Evaluación económica

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	(S/)	(S/)	(S/)	(S/)	(S/)	(S/)
FCE	27 479,28	10 288,90	13 984,90	17 512,90	21 040,90	24 736,90

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 159 se obtiene los siguientes indicadores ya mencionados, resaltando el beneficio costo.

Tabla 159. Indicadores económicos

Indicadores	Valor
Valor de flujo neto	S/ 34 038,05
Tasa interna de retorno	46 %
Índice de rentabilidad o razón beneficio/costo	2,3

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que el VAN es un valor positivo, el TIR es del 47 % indica que la propuesta es rentable, así como el beneficio costo resalta que, por cada sol invertido, se tendrá una ganancia de 1,3.

A continuación, se presenta el período de recuperación de la inversión

Tabla 160. Período de recuperación

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	(S/)	(S/)	(S/)	(S/)	(S/)	(S/)
FCE	-27 040,71	10 288,90	13 984,90	17 512,90	21 040,90	24 736,90
FCA	-27 040,71	-16 751,81	-2 766,91	14 745,99	35 785,69	60 523,79
Período del último flujo de caja acumulada negativo					2	
ABS del último flujo de caja acumulada					3 205,48	
Flujo de caja valor del siguiente período					17 512,90	
PRI					2,17	

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la tabla 160 el período de recuperación es de 2 años 1 mes y 25 días.

IV. Conclusiones

1. En esta investigación se diseñó los puestos de trabajo ergonómicos, logrando aumentar la productividad de mano de obra en un 25 %.

2. En el diagnóstico del proceso se obtuvo una productividad de mano de obra 2,67 unidades/operario y un cuello de botella de 31,5 minutos. En el análisis ergonómico utilizando el método REBA se obtuvo que los puestos de cortado de listones, cepillado, pintado y lacado no son los adecuados, ya que cuenta con riesgos disergonómicos por posturas forzadas con un nivel de riesgo alto y una puntuación promedio de 8.

3. Se diseñó los puestos de trabajo con los criterios ergonómicos de las normativas nacionales e internacionales. De igual forma se complementó con el uso de equipos de protección personal, la metodología 5s, capacitación al personal, pausas activas y la adecuada distribución de círculo de trabajo con la metodología SLP, en la cual contribuyó en el aumento de la productividad de mano de obra en un 25 %, la reducción del nivel de riesgo en los puestos de trabajo de “Alto” a “Medio” con una puntuación promedio de 5.

4. Finalmente mediante un análisis costo–beneficio se estableció que la propuesta cuenta con una inversión de S/ 27 479,28 en la cual se dieron valores como el VAN positivo de S/ 34 038,05 y un TIR del 46%. De igual manera un B/C de 2,3 por lo cual se concluye que el proyecto es factible para la empresa.

V. Recomendaciones

Analizar los movimientos repetitivos con la metodología Check List Ocra en las operaciones de lijado, pintado y lacado con el criterio de evaluación de diez horas donde ejerza como complemento para el método REBA.

Extender el estudio respecto al nivel de iluminación, ruido y evaluación de partículas de melamina para realizar la comparación con los valores máximos permisibles establecidos por las normativas nacionales e internacionales.

Elaborar estudios de impacto ambiental para generar el aprovechamiento de los residuos de melamina.

Involucrar a los operarios en más capacitaciones en temas ergonómicos y de mejora continua para fomentar un adecuado ambiente de trabajado.

VI. Referencias

- [1] Organización Internacional del Trabajo, «Seguridad y Salud en el Centro del Futuro del Trabajo,» ISBN, Ginebra, 2019.
- [2] Organización Internacional del Trabajo, «Organización Internacional Del Trabajo,» 2018. [En línea]. Disponible en: https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_071435/lang--es/index.htm. [Accedido: 23 Marzo 2020].
- [3] Instituto de Biomecánica de Valencia , «IVB,» Enero 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.ibv.org/wp-content/uploads/2020/01/QEC_madera.pdf. [Accedido: 7 Mayo 2020].
- [4] C. White, «THE BENT OF TAU BETA PI,» 2008. [En línea]. Disponible en: <https://www.tbp.org/pubs/features/Su08>. [Accedido: 12 Setiembre 2020].
- [5] Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, «Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo,» [En línea]. Disponible en: https://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/CNSST/guia_autodiagnostico_ergonomia_centrocomerciales.pdf. [Accedido: 12 Setiembre 2020].
- [6] Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, «Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo,» Diciembre 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtpe/informes-publicaciones/425843-boletin-estadistico-mensual-edicion-diciembre-2019>. [Accedido: 23 Marzo 2020].
- [7] Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral, «Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral,» 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.sunafil.gob.pe/estadistica.html>. [Accedido: 23 Marzo 2020].
- [8] S. Duarte-dos Santos, A. Pereira-Moro y L. Ensslin, «State of the art of ergonomic costs as criterion for evaluating and improving organizational performance in industry,» *DYNA*, vol. 82, n° 191, pp. 163-170, 2015.
- [9] R. Salazar, «Diseño y contrucción de un cámara de secado de pintura express para piezas automotrices para el mejoramiento de la productividad de la empresa FIXAUTO de la ciudad de Ambato,» Agosto 2017. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26810>. [Accedido: 16 Octubre 2020].

- [10] L. Saavedra, V. Marín y C. Palacios, «Diseño de un plan de acción para reducir la carga física biomecánica en empresas del sector del calzado del Valle del Cauca,» *Revista UIS Ingenierías*, vol. 17, nº 2, pp. 241-252, 2018.
- [11] M. Violer Lozano, H. Agudelo Marmol y Y. González Dória, «Aplicación del método de diseño para manufactureray ensamblaje a un vehículo de tracción humana de tres ruedas como alternativa de transporte en la ciudad de Montería,» *INGENIERÍA*, vol. 1, nº 24, pp. 109-123, 2018.
- [12] D. Trisusanto, B. Choirul y A. Kristanto, «Design of ergonomic work facilities on assembly station of mozaic stone for increasing work productivity,» *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, vol. 25, nº 1, pp. 1-11, 2020.
- [13] J. Cañas, *Ergonomía en los sistemas de trabajo*, Granada: Blanca Impresores S.L, 2011.
- [14] CONFEMADERA, «Guía para la mejora de las condiciones ergonómicas en puestos de trabajo del sector de la madera y el mueble,» Fundación para la prevención de riesgos laborales, Madrid, 2012.
- [15] Ministerio de Trabajo Y Promoción del Empleo, «Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómicos,» 2008. [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/mtpe/normas-legales/394457-375-2008-tr>. [Accedido: 24 Marzo 2020].
- [16] Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, «INSST,» 2003. [En línea]. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_601.pdf/2989c14f-2280-4eef-9cb7-f195366352ba. [Accedido: 8 Mayo 2020].
- [17] R. Ricardo, *Ergonomía en el diseño y la producción industrial*, Buenos Aires: Nobuko, 2007.
- [18] P. Mondelo, E. Joan y P. Barrau, *Ergonomía Diseño de puesto de trabajo*, Barcelona: UPC, 1998.
- [19] R. Madrid y J. Cañas, *Ergonomía*, Granada: Ergonomia Cognitiva, 2015.
- [20] C. Ramirez Cavassa, *Ergonomía y productividad*, Mexico: Limusa, 2013.
- [21] L. Cuatrecasas Arbós, *Organización de la producción y dirección de operaciones*, Madrid: Dias de Santos, 2011.
- [22] R. Muther y K. Hagañas, *Plant Layout Systematic*, Kansas City: Management and Industrial Research Publications, 1980.

- [23] SUNAFIL, «SUNAFIL,» 2011. [En línea]. Disponible en: <https://www.sunafil.gob.pe/noticias/item/387-ley-n-29783-de-seguridad-y-salud-en-el-trabajo.html>. [Accedido: 2 Mayo 2020].
- [24] Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, «MINAGRI,» [En línea]. Disponible en: <https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/seguridad-y-salud/reglamento-ley29783.pdf>. [Accedido: 8 Mayo 2020].
- [25] INACAL, «INACAL,» [En línea]. Disponible en: <https://www.indecopi.gob.pe/documents/20182/143803/so.pdf>.
- [26] Ministerio de Trabajo e Inmigración, «Instituto Nacional De Seguridad E Higiene En El Trabajo,» Agosto 2006. [En línea]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/375272/Aplicaci%C3%B3n+del+RD+286-2006+sobre+ruido>. [Accedido: 25 Septiembre 2020].
- [27] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Vivienda,» 2006. [En línea]. Disponible en: <https://ww3.vivienda.gob.pe/ejes/vivienda-y-urbanismo/documentos/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>. [Accedido: 28 Septiembre 2020].
- [28] Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo, «INSST,» 2006. [En línea]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/502617/Normasproteccionrespiratoria.pdf/cde4de48-b3c4-4e11-b755-3713586ed0b8>. [Accedido: 28 Septiembre 2020].
- [29] A. Palomino y J. Sánchez, Norma OHSAS 18001 Aplicación Práctica, Madrid: Laborprex Editorial, 2006.
- [30] UNE, «UNE Normalización,» 2008. [En línea]. Disponible en: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0040724>. [Accedido: 28 Septiembre 2020].
- [31] DASSAULT SYTEMES, «SOLIDWORKS,» [En línea]. Disponible en: <https://www.solidworks.com/es>. [Accedido: 8 MAYO 2020].
- [32] AUTODESK, «Latinoamericana Autodesk,» [En línea]. Disponible en: <https://latinoamerica.autodesk.com/>. [Accedido: 8 Mayo 2020].
- [33] A. Ferrari y M. Russo, «MICROSFT,» 2016 06 16. [En línea]. Disponible en: https://docs.microsoft.com/es-es/archive/blogs/microsoft_press/free-ebook-introducing-microsoft-power-bi. [Accedido: 25 Septiembre 2020].

- [34] Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, «MTPE,» 14 Marzo 2013. [En línea]. Disponible en: http://www.trabajo.gob.pe/archivos/file/SNIL/normas/2013-03-15_050-2013-TR_2843.pdf. [Accedido: 2 Setiembre 2020].
- [35] B. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería Industrial Métodos y estándares y diseño del trabajo, México: McGrawHill Educacion, 2009.
- [36] Universidad Politécnica De Valencia, «Ergonautas,» 2006. [En línea]. Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php>. [Accedido: 25 Marzo 2020].
- [37] J. Farroñan, «Repositorio USAT,» 2019. [En línea]. Disponible en: http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2000/1/TL_Farro%C3%B1anGarciaJoseLuis.pdf. [Accedido: 26 Septiembre 2020].
- [38] R. Salazar , «Repositorio UTA,» 10 Agosto 2017. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26810>. [Accedido: 28 Septiembre 2020].
- [39] Organización Internacional del Trabajo, «Organización Internacional del Trabajo,» Octubre 2010. [En línea]. Disponible en: https://www.oitinterfor.org/sites/default/files/manual_5s.pdf. [Accedido: 6 Octubre 2020].

VII. Anexos

❖ Anexo 1

Tabla Toma de tiempos

Partes	Actividades	Muestra y Tiempos (min)					Tiempo promedio	
		M1	M2	M3	M4	M5		
Perfiles de madera	Recepción de MP e inspección	2,8	3,2	3	3	2,8	3,0	
	Señalado e inspección	3,8	4,8	5,5	5	5	4,8	
	Transporte la sierra eléctrica	0,12	0,1	0,12	0,13	0,17	0,13	
	Cortado	9	9,8	10	11	9	9,8	
	Transporte a la mesa de cepillado	0,07	0,09	0,08	0,08	0,06	0,08	
	Cepillado	8	7	10	9	9	8,6	
	Verificar cepillado	3	2	2	3	3	2,6	
	Transporte a la mesa de ensamble	0,10	0,12	0,11	0,13	0,11	0,11	
	Bases de MDF	Recepción de MP e inspección	3	3,2	3	3	3	3,0
		Señalado e inspección	5,8	4,5	5,2	5,5	4,8	5,2
Transporte a la mesa de trabajo SC		0,13	0,16	0,15	0,14	0,11	0,14	
Cortado		11,8	10	12,5	12	11	11,5	
Espera		9	9,3	10	9	8,4	9,1	
Transporte a la mesa de ensamble		0,11	0,13	0,13	0,14	0,13	0,13	
Ensamble		16	17	16,6	16	17	16,5	
Sujeción		15	17	15	16	15	15,6	
Cepillado N°2		5	5	6	6	6	5,6	
Pegado		6	5	4	5	6	5,2	
Clavado		4	5	4	4	5	4,4	
Transporte a la mesa de fresado		0,07	0,06	0,13	0,07	0,12	0,09	
Señalado		2	3	2,2	2	3	2,4	
Fresado		16	14	16	17	16	15,8	
Sellado 1		5,2	6	5,5	5	4	5,1	
Lijado		14	11,5	13,5	14	14	13,4	
Transporte a la mesa de pintado		0,15	0,16	0,14	0,15	0,13	0,15	
Pintado Frontal		9,5	10	9	9,5	9,6	9,5	
Transporte al área de secado		0,09	0,06	0,09	0,1	0,06	0,08	
Secado N°1		8,8	10	8	9,8	10	9,3	
Transporte a la mesa de pintado		0,08	0,07	0,1	0,08	0,07	0,08	
Pintado Posterior		10	11	8,8	9,4	8,5	9,5	
Transporte al área de secado		0,07	0,06	0,08	0,09	0,08	0,08	
Secado N°2	9,5	10	9,3	8,5	9	9,3		
Transporte la mesa de pintado	0,09	0,08	0,07	0,08	0,06	0,08		
Lacado 8 veces	32	31,6	30	32	32	31,5		
Transporte al área de secado	0,07	0,09	0,07	0,08	0,1	0,08		
Secado N°3	28	30	26	28	30	28,4		
Total						240,41		

❖ Anexo 2

Tabla Costo de mano de obra

Mes	Producción (unidad/mes)	Tiempo requerido (días/mes)	costo de mano de obra (Soles/día)	costo de mano de obra total (Soles/ mes)
Enero	17	25	108	2 700
Febrero	18	25	108	2 700
Marzo	16	25	108	2 700
Abril	17	25	108	2 700
Mayo	15	25	108	2 700
Junio	16	25	108	2 700
Julio	15	25	108	2 700
Agosto	17	25	108	2 700
Setiembre	16	25	108	2 700
Octubre	16	25	108	2 700
Noviembre	16	25	108	2 700
Diciembre	11	25	108	2 700
Total (S/)	190	300	1296	S/32 400

Fuente: Datos de la empresa

Tabla Costo de materia prima

Materiales e insumos	Costo total (S/)
Planchas	75
listones	14
Laca	25
Tapacantos	5
Disolvente	25
Yeso	4,5
Clavos	3,5
Ocre Baycolor rojo	20
Pegamento	8
Total (S/)	S/ 180

Fuente: Datos de la empresa

Tabla Costo de materia prima

Mes	Producción (unidad/mes)	Costo de materia prima (Soles /mes)
Enero	17	3 060
Febrero	18	3 240
Marzo	16	2 880
Abril	17	3 060
Mayo	15	2 700
Junio	16	2 880
Julio	15	2 700
Agosto	17	3 060
Setiembre	16	2 880
Octubre	16	2 880
Noviembre	16	2 880
Diciembre	11	1 980
Total (S/)	190	S/ 34 200

Fuente: Datos de la empresa

Tabla Cálculos de ingresos por ventas

Mes	Producción mensual (unidad / mes)	Precio de venta (soles / unidad)	Ingreso por ventas (soles / mes)
Enero	17	420	7 140
Febrero	18	420	7 560
Marzo	16	420	6 720
Abril	17	420	7 140
Mayo	15	420	6 300
Junio	16	420	6 720
Julio	15	420	6 300
Agosto	17	420	7 140
Setiembre	16	420	6 720
Octubre	16	420	6 720
Noviembre	16	420	6 720
Diciembre	11	420	4 620
Total (S/)			S/ 79 800

Fuente: Datos de la empresa

Tabla Resumen de recursos utilizados

Resumen de recursos utilizados 2019	
Recursos empleados	Anual
Materia prima	S/ 34 200
Mano de obra directa	S/ 32 400
CIF(Energía)	S/ 4 179,24
Total (S/)	S/ 70 779,24

Fuente: Datos de la empresa

❖ Anexo 3

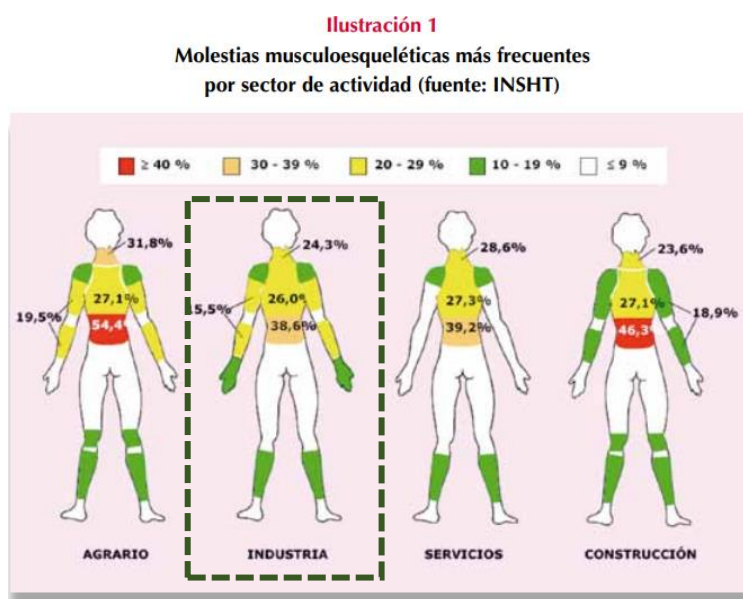


Figura Molestias músculo esqueléticas más frecuentes por sector de actividad

Fuente: INSHT

Tabla 4
Molestias musculoesqueléticas más frecuentes por rama de actividad (fuente: INSHT)

Datos en %	Agricultura, ganadería, caza y pesca	Ind. Manufacturera y extractiva	Ind. Química	Metal	Otras Industrias	Construcción	Comercio, Hostelería	Transporte y Comunicaciones	Interm. Financieras, Act. Inmobiliarias, Serv. empresariales	Administración pública y Educación	Act. Sanitarias y veterinarias, Servicios sociales	Otras actividades sociales y personales
Bajo espalda	54,4	41,1	29,1	38,0	38,9	46,3	35,9	47,5	38,7	37,3	49,6	38,4
Nuca/Cuello	31,8	27,2	28,4	24,9	18,7	23,6	22,7	35,4	31,9	32,9	34,4	24,6
Alto espalda	27,1	28,3	18,2	27,2	24,1	27,1	22,3	31,3	30,7	27,6	32,4	28,7
Brazos/antebrazos	19,5	15,7	17,0	20,0	9,8	18,9	10,3	8,8	7,5	5,7	12,2	13,2
Hombros	10,9	11,3	13,8	11,5	9,2	11,4	8,8	11,8	9,1	10,7	12,5	9,3
Piernas	15,5	14,0	17,3	10,4	5,7	12,0	25,5	11,9	7,6	9,8	12,6	13,4
NINGUNA	18,4	21,9	20,6	23,6	33,8	23,1	26,5	22,2	30,8	32,6	20,1	28,3

Figura Molestias músculo esqueléticas más frecuentes por rama de actividad

Tabla 9
Identificación de riesgos en el centro de trabajo según rama de actividad (fuente: INSHT)

Datos en %	Agricultura, ganadería, caza y pesca	Ind. Manufacturera y extractiva	Ind. Química	Metal	Otras Industrias	Construcción	Comercio, Hostelería	Transporte y Comunicaciones	Interm. Financieras, Act. Inmobiliarias, Serv. empresariales	Administración pública y Educación	Act. Sanitarias y veterinarias; Servicios sociales	Otras actividades sociales y personales
Accidente de trabajo	41,8	46,5	42,8	60,1	60,8	68,2	37,7	43,0	18,7	27,5	34,7	22,2
Enfermedades producidas por agentes físicos, químicos o biológicos	7,2	7,6	13,5	8,4	9,7	5,8	1,4	0,6	0,9	6,0	25,0	5,2
Problemas musculoesqueléticos asociados a posturas, esfuerzos o moviminetos	43,5	35,3	37,7	44,6	47,3	47,5	32,0	39,3	36,0	33,4	38,7	41,8
Estrés, depresión, ansiedad	7,2	11,9	12,6	8,3	9,5	5,3	9,1	29,5	21,5	31,3	22,7	17,8
Otros	0,2	1,8	4,7	1,7	2,7	2,3	1,7	1,7	2,5	10,4	13,6	2,0
NS/NC	1,0	2,2	2,2	1,2	1,4	0,2	0,1	0,5	0,1	2,4	0,0	0,3
NINGUNA	35,8	34,9	37,5	28,3	21,7	20,4	47,5	38,7	47,1	37,2	32,4	47,4

Base: Total de centros de trabajo (N= 5.146)
 Pregunta de respuesta múltiple

Figura Identificación de riesgos en el centro de trabajo según rama de actividad

Fuente: INSHT

Tabla 10
No identificación de riesgos en el centro de trabajo según rama de actividad (fuente: INSHT)

Datos en %	Agricultura, ganadería, caza y pesca	Ind. Manufacturera y extractiva	Ind. Química	Metal	Otras Industrias	Construcción	Comercio, Hostelería	Transporte y Comunicaciones	Interm. Financieras, Act. Inmobiliarias, Serv. empresariales	Administración pública y Educación	Act. Sanitarias y veterinarias; Servicios sociales	Otras actividades sociales y personales
NO Accidentes de trabajo	57,2	51,3	55,0	38,7	37,8	31,5	62,2	56,5	81,2	70,1	65,2	77,5
NO Enfermedades producidas por agentes físicos, químicos o biológicos	91,8	90,3	84,3	90,4	88,9	93,9	98,5	98,9	99,0	91,6	74,9	94,5
NO Problemas musculoesqueléticos asociados a posturas, esfuerzos o moviminetos	55,5	62,6	60,2	54,3	51,3	52,2	68,0	60,2	63,8	64,2	61,3	57,9
NO Estrés, depresión, ansiedad	91,8	86,0	85,2	90,5	89,1	94,5	90,8	70,0	78,4	66,3	77,2	81,9

Base: Total de centros de trabajo (N= 5.146)
 Pregunta de respuesta múltiple

Es por todo ello que la necesidad de analizar los factores de riesgo ergonómicos (organizacionales, físicos y mentales) presentes en puestos de trabajo del sector metal, parece una apuesta vital por las mejoras de las condiciones de trabajo. Y no sólo por lo que pueden suponer a la hora de reducir la incidencia en los trabajadores de lesiones o estados mentales indeseables, si no también por la importancia que a nivel organizacional supondría como ventaja competitiva de mercado.

Figura No identificación de riesgos en el centro de trabajo según rama de actividad

Fuente: INSHT

Tabla 7
Factores que marcan la estrategia de negocio actual de la empresa
según rama de actividad de la empresa (fuente: INSHT).

Datos en %	Agricultura, ganadería, caza y pesca	Ind. Manufacturera y extractiva	Ind. Química	Metal	Otras Industrias	Construcción	Comercio, Hostelería	Transporte y Comunicaciones	Interm. Financieras, Act. Inmobiliarias, Serv. empresariales	Administración pública y Educación	Act. Sanitarias y veterinarias; Servicios sociales	Otras actividades sociales y personales
Aumentar la productividad	32,2	42,0	31,4	38,8	41,0	39,5	47,7	43,2	42,5	20,9	18,6	34,0
Mejorar la calidad del producto o servicio	34,2	26,6	29,4	25,7	24,9	22,9	23,6	23,2	27,3	48,2	43,4	34,0
Desarrollo de nuevos productos o servicios	5,4	9,2	7,8	8,7	8,4	7,4	6,1	4,1	9,4	7,2	5,5	9,9
Reducción de los costes de mano de obra	7,4	6,9	5,9	4,9	4,2	8,3	1,6	10,0	4,4	1,4	3,4	1,5
Reducción de los costes de producción o distribución	7,4	6,9	11,8	5,3	5,7	6,6	4,9	2,3	3,6	2,9	4,1	1,7
Mejorar la gestión de la prevención de riesgos laborales	2,0	3,3	2,0	8,3	4,2	3,8	4,0	6,8	0,8	4,3	4,8	6,1
Mejorar la imagen de la empresa	5,9	3,3	5,9	4,4	2,7	3,9	4,5	2,3	6,6	4,7	6,2	4,4
Impulsar la tareas de investigación, desarrollo e innovación	1,5	0,3	2,0	2,4	0,8	1,1	3,4	1,4	3,6	2,2	3,4	2,9
Mayor compromiso con la sostenibilidad medioambiental	2,0	0,0	2,0	0,5	1,1	1,9	1,0	3,6	0,4	1,8	2,1	1,3
Otra	-	0,7	0,0	0,0	3,4	1,9	1,4	1,4	0,1	2,9	1,4	1,3
NC	2,0	1,0	2,0	1,0	3,4	2,7	1,8	1,8	1,3	3,6	6,9	2,9
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

■ Base: Total de centros de trabajo (N= 5.146)

Figura Factores que marcan la estrategia de negocio actual de la empresa según rama de actividad de la empresa

Fuente: INSHT

❖ **Anexo 4**

Para establecer el nivel de probabilidad (NP)

Del daño se debe tener en cuenta el nivel de deficiencia detectado y si las medidas de control son adecuadas según la escala:

BAJA	El daño ocurrirá raras veces.
MEDIA	El daño ocurrirá en algunas ocasiones.
ALTA	El daño ocurrirá siempre o casi siempre.

Figura Nivel de probabilidad

Fuente: Formato referencial de acuerdo en el reglamento de la Ley N°29783, ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por el D.S N° 005-2012-TR

El nivel de riesgo se determina juntando la probabilidad con la consecuencia de daño, según la matriz:

Valorización del riesgo, con el valor de riesgo hallado y comparando con el valor tolerable, se realiza un juicio sobre la tolerabilidad del riesgo.

NIVEL DE RIESGO	INTERPRETACIÓN / SIGNIFICADO
Intolerable 25 – 36	No se debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.
Importante 17 - 24	No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.
Moderado 9 - 16	Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un período determinado. Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas (mortal o muy graves), se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control.
Tolerable 5 - 8	No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.
Trivial 4	No se necesita adoptar ninguna acción.

Figura Nivel de riesgo

Fuente: Formato referencial de acuerdo en el reglamento de la Ley N°29783, ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por el D.S N° 005-2012-TR

		CONSECUENCIA		
		LIGERAMENTE DAÑINO	DAÑINO	EXTREMADAMENTE DAÑINO
PROBABILIDAD	BAJA	Trivial 4	Tolerable 5 - 8	Moderado 9 - 16
	MEDIA	Tolerable 5 - 8	Moderado 9 - 16	Importante 17 - 24
	ALTA	Moderado 9 - 16	Importante 17 - 24	Intolerable 25 - 36

Figura Probabilidad –Consecuencia

Fuente: Formato referencial de acuerdo en el reglamento de la Ley N°29783, ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por el D.S N° 005-2012-T

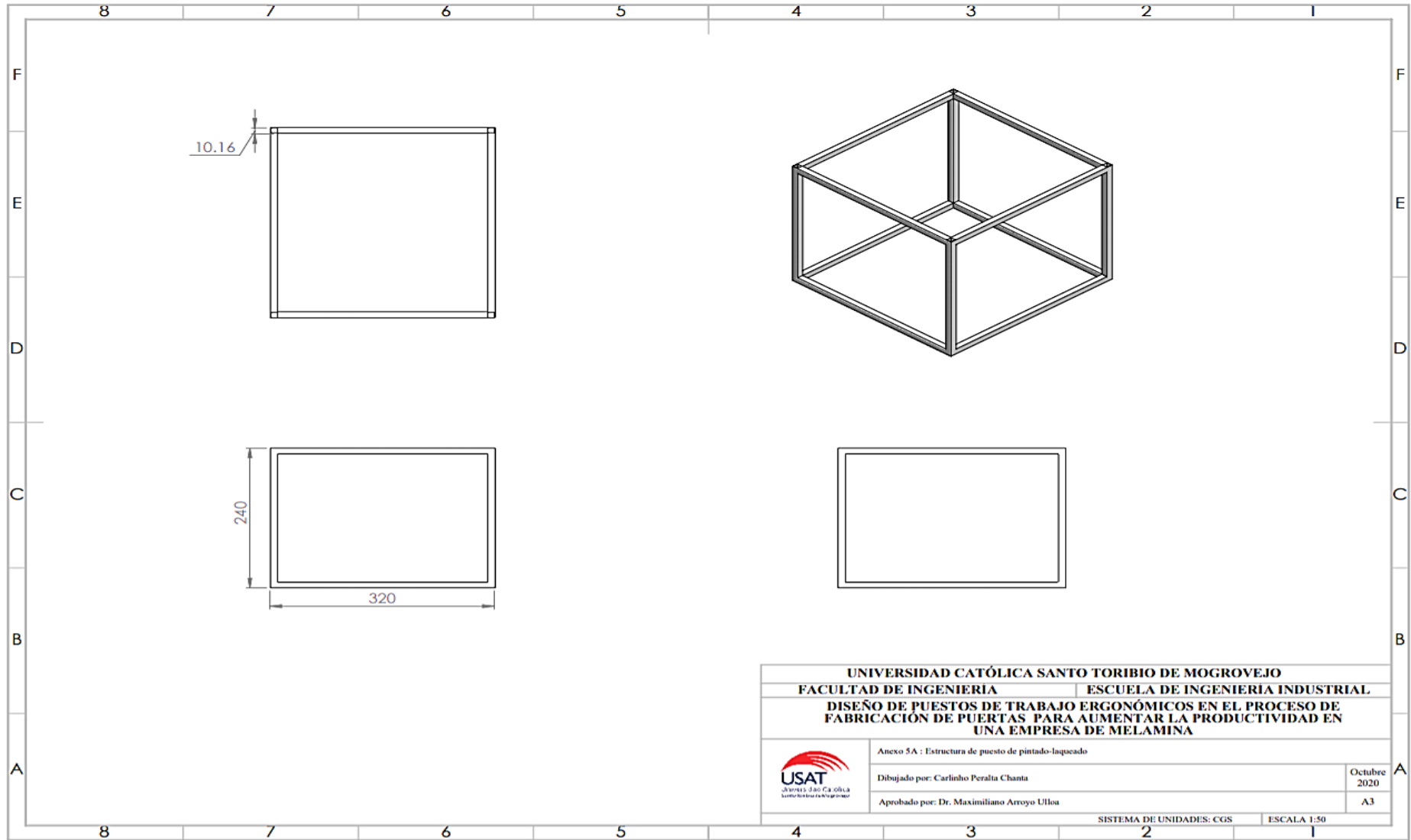
INDICE	PROBABILIDAD				SEVERIDAD (consecuencia)	ESTIMACION DEL NIVEL RIESGO	
	Personas expuestas	Procedimientos Existentes	Capacitación	Exposición al riesgo		GRADO DE RIESGO	PUNTAJE
1	DE 1 A 3	Existen son satisfactorios y suficientes	Personal entrenado. Conoce el peligro y lo previene	Al menos una vez al año (s)	Lesión sin incapacidad (S)	Trivial (T)	4
				Esporadicamente (SO)	Discomfort / Incomodidad (SO)	Tolerable (TO)	De 5 a 8
2	DE 4 A 12	Existen parcialmente y no son satisfactorios o suficientes	Personal parcialmente entrenado, conoce el peligro pero no toma acciones de control	Al menos una vez al mes (S)	Lesión con incapacidad temporal (S)	Moderado (M)	De 9 a 16
				Eventualmente (SO)	Daño a la salud reversible	Importante (IM)	De 17 a 24
3	MAS DE 12	No existen	Personal no entrenado, no conoce el peligro, no toma acciones de control	Al menos una vez al día (S)	Lesión con incapacidad permanente (S)	Intolerable (IT)	De 25 a 36
				Permanentemente (SO)	Daño a la salud irreversible		

Figura Probabilidad-Severidad-Estimación del nivel riesgo

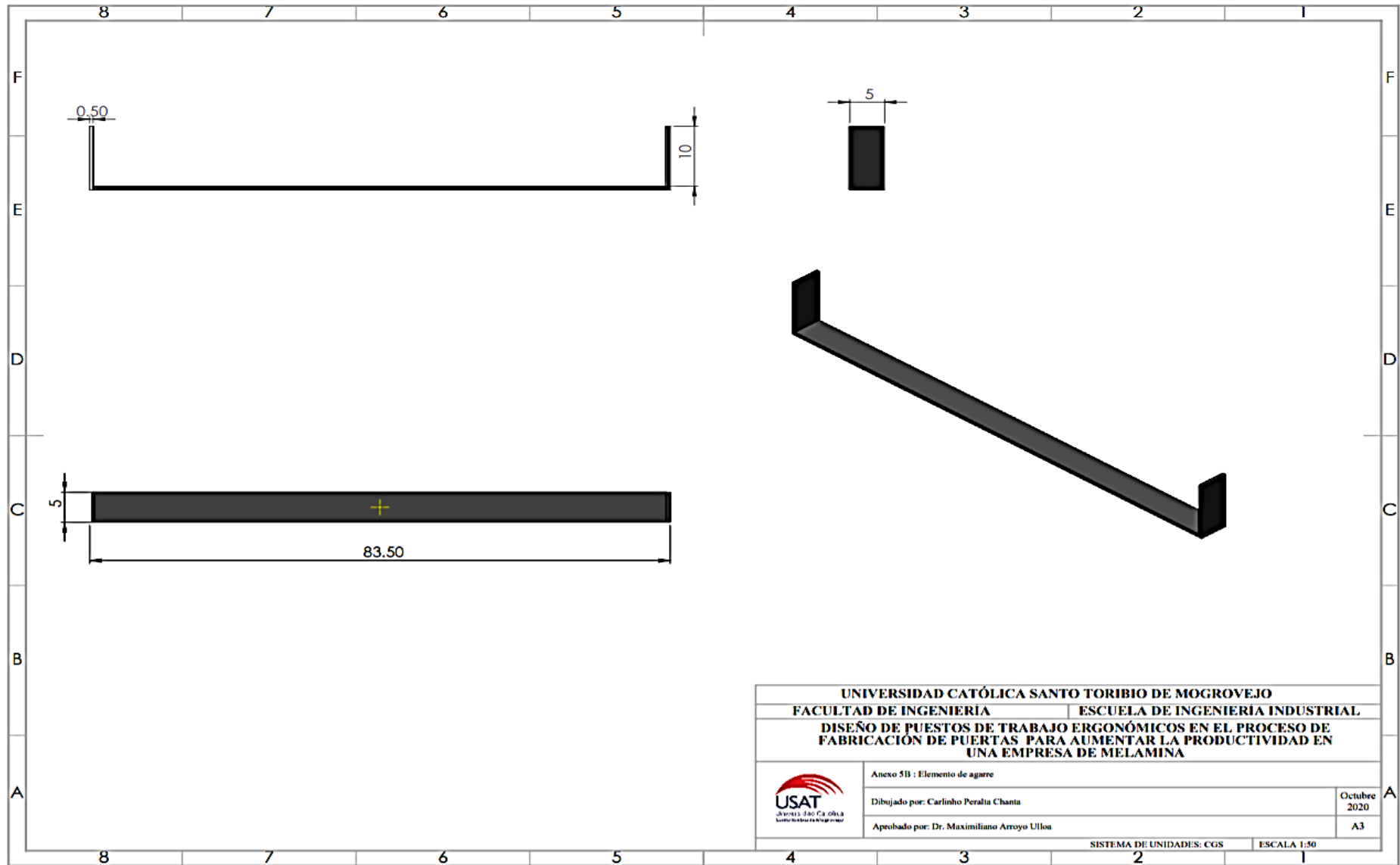
Fuente: Formato referencial de acuerdo en el reglamento de la Ley N°29783, ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, aprobado por el D.S N° 005-2012-TR

❖ Anexo 5

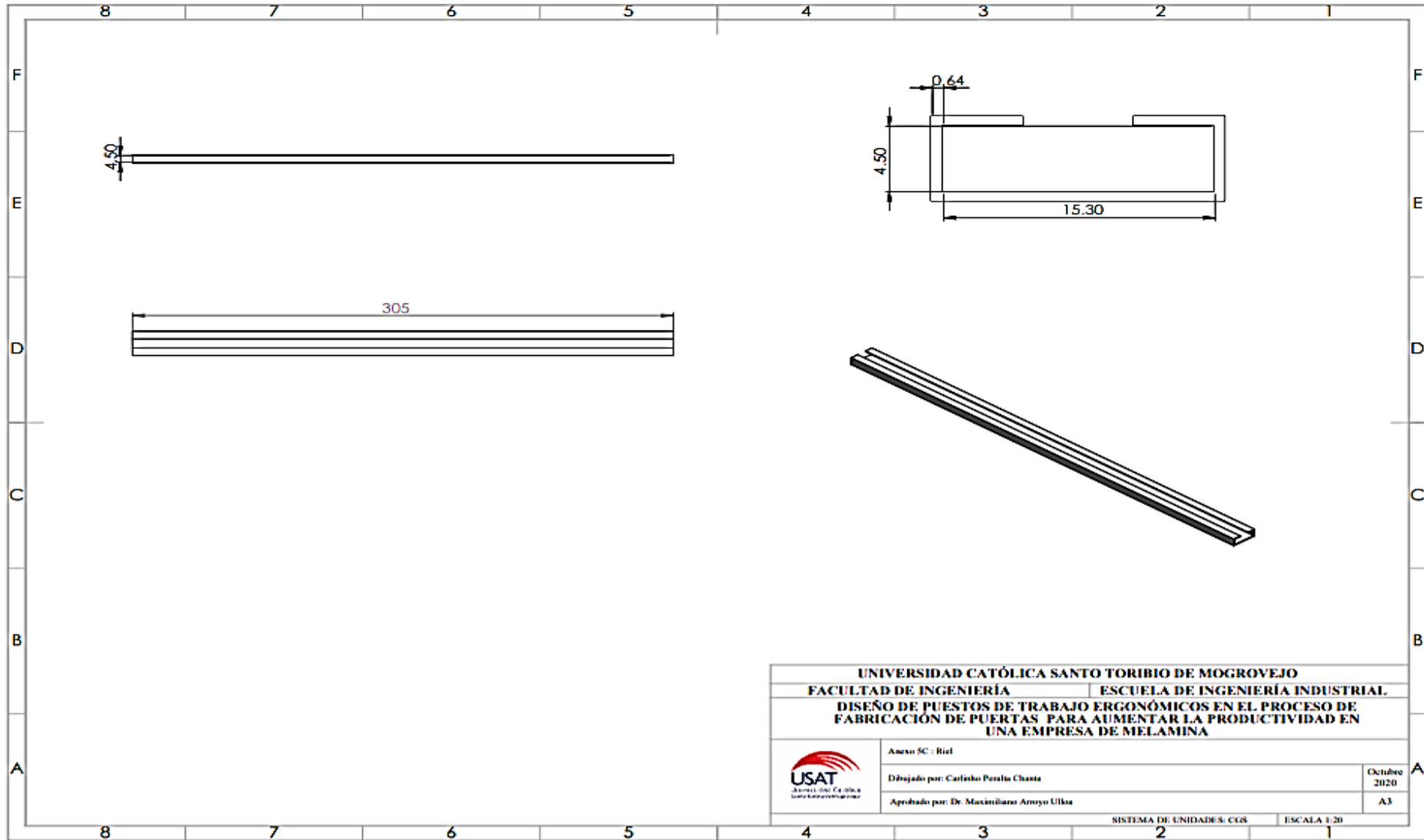
Anexo 5A



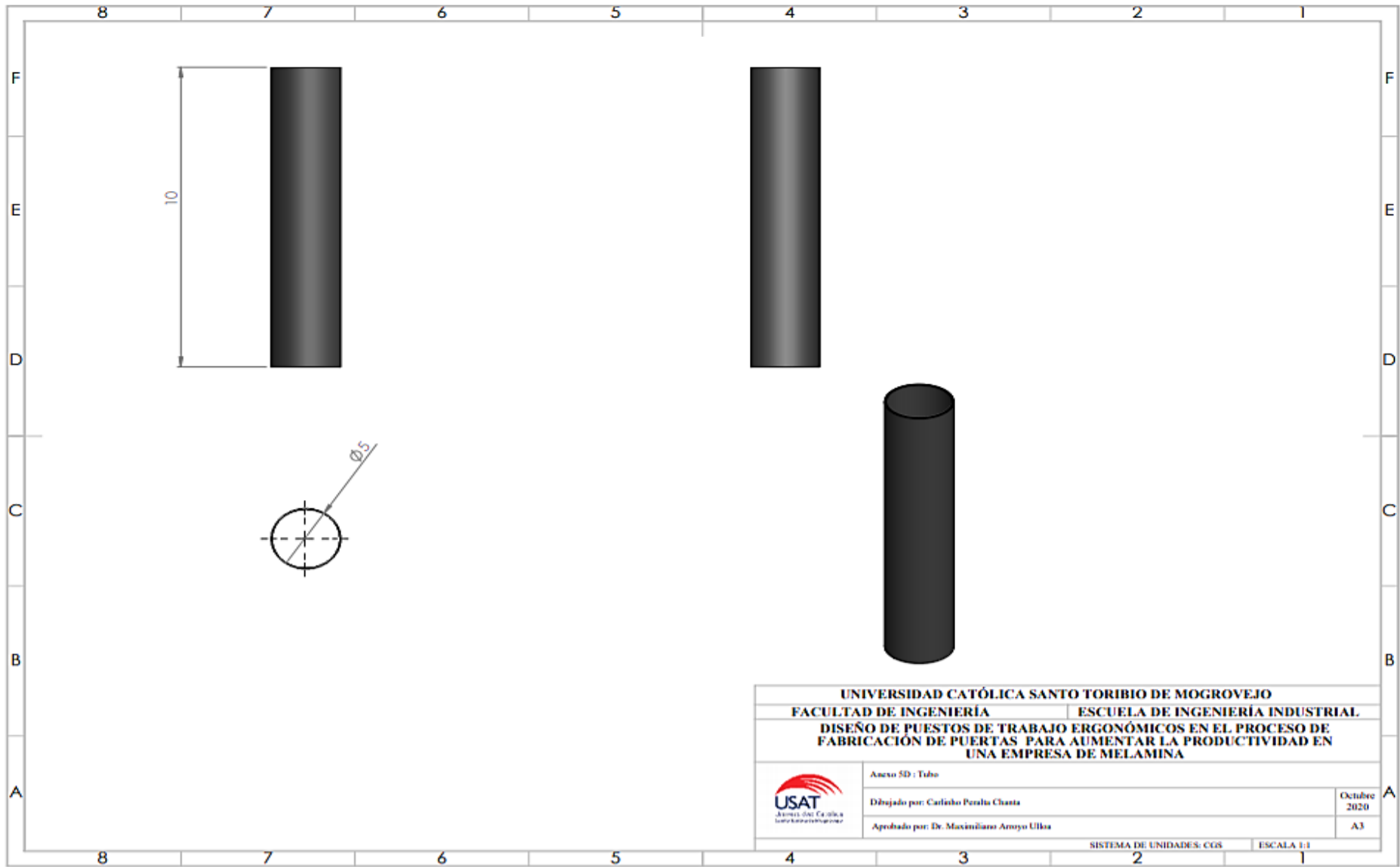
Anexo 5B



Anexo 5C

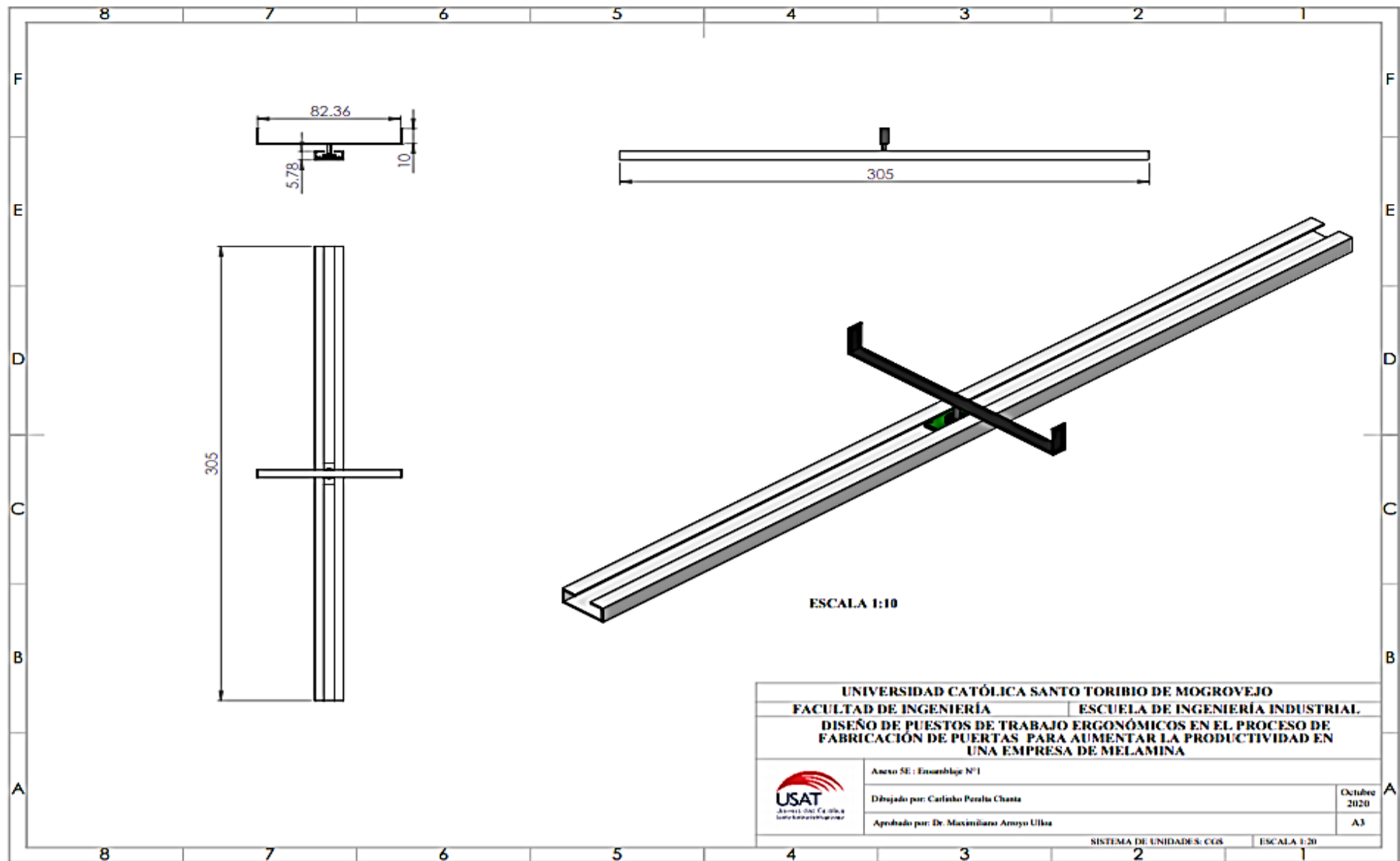


Anexo 5D

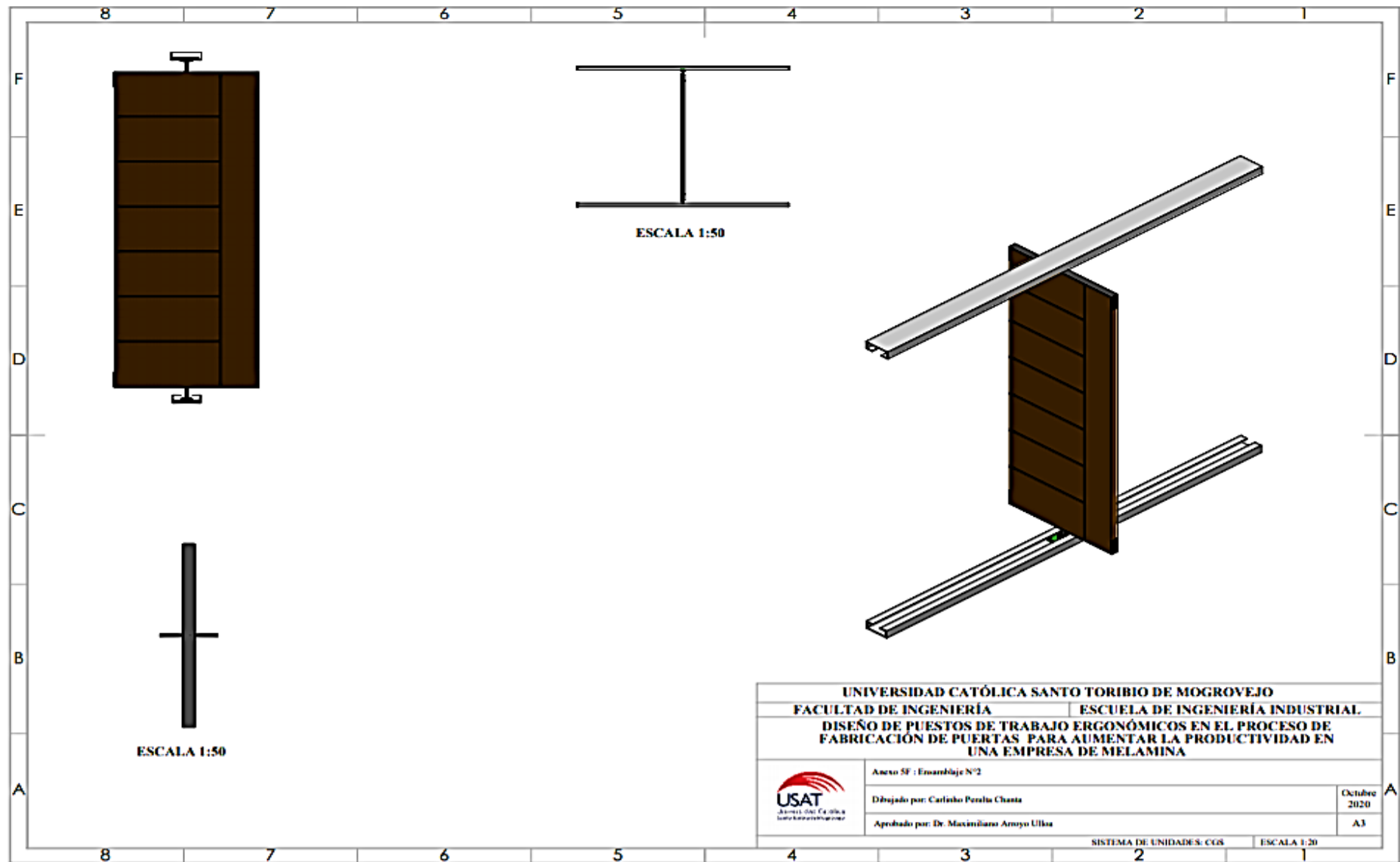


UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO ERGONÓMICOS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PUERTAS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE MELAMINA	
Anexo 5D : Tubo	
Dibujado por: Cañicho Peralta Chanta	
Aprobado por: Dr. Maximiliano Arroyo Ulloa	
Octubre 2020	
A3	
SISTEMA DE UNIDADES: CGS ESCALA 1:1	

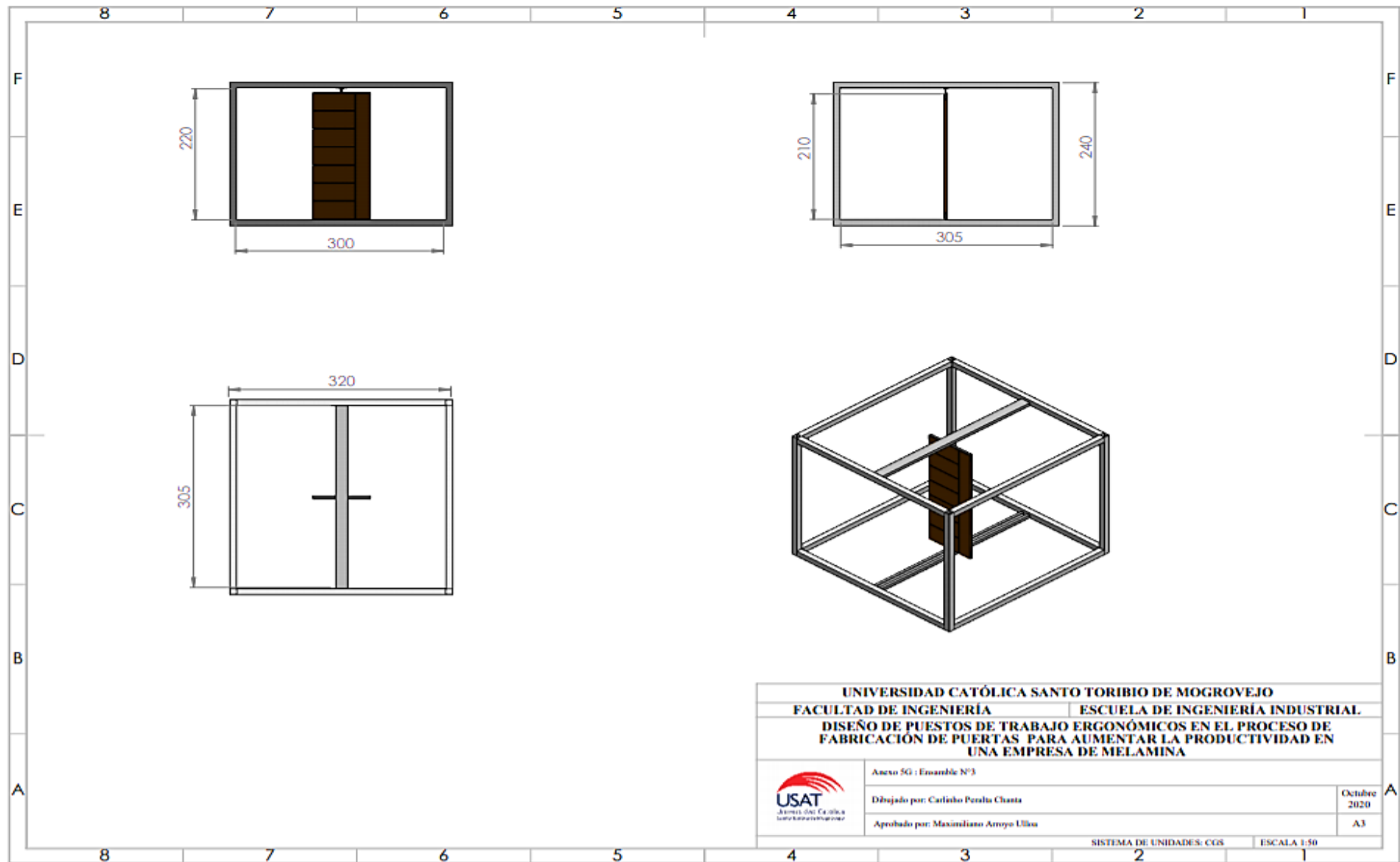
Anexo 5E



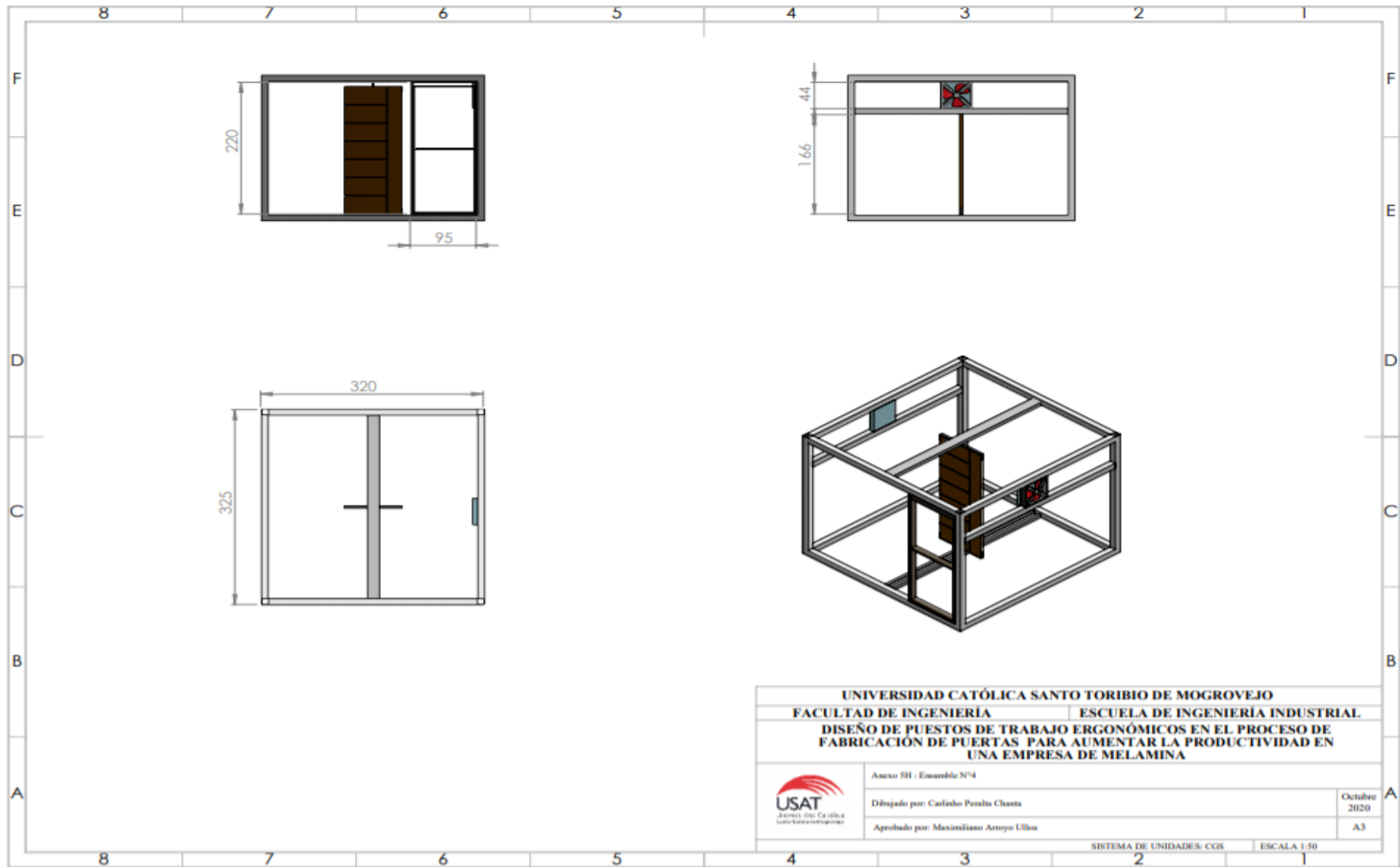
Anexo 5F



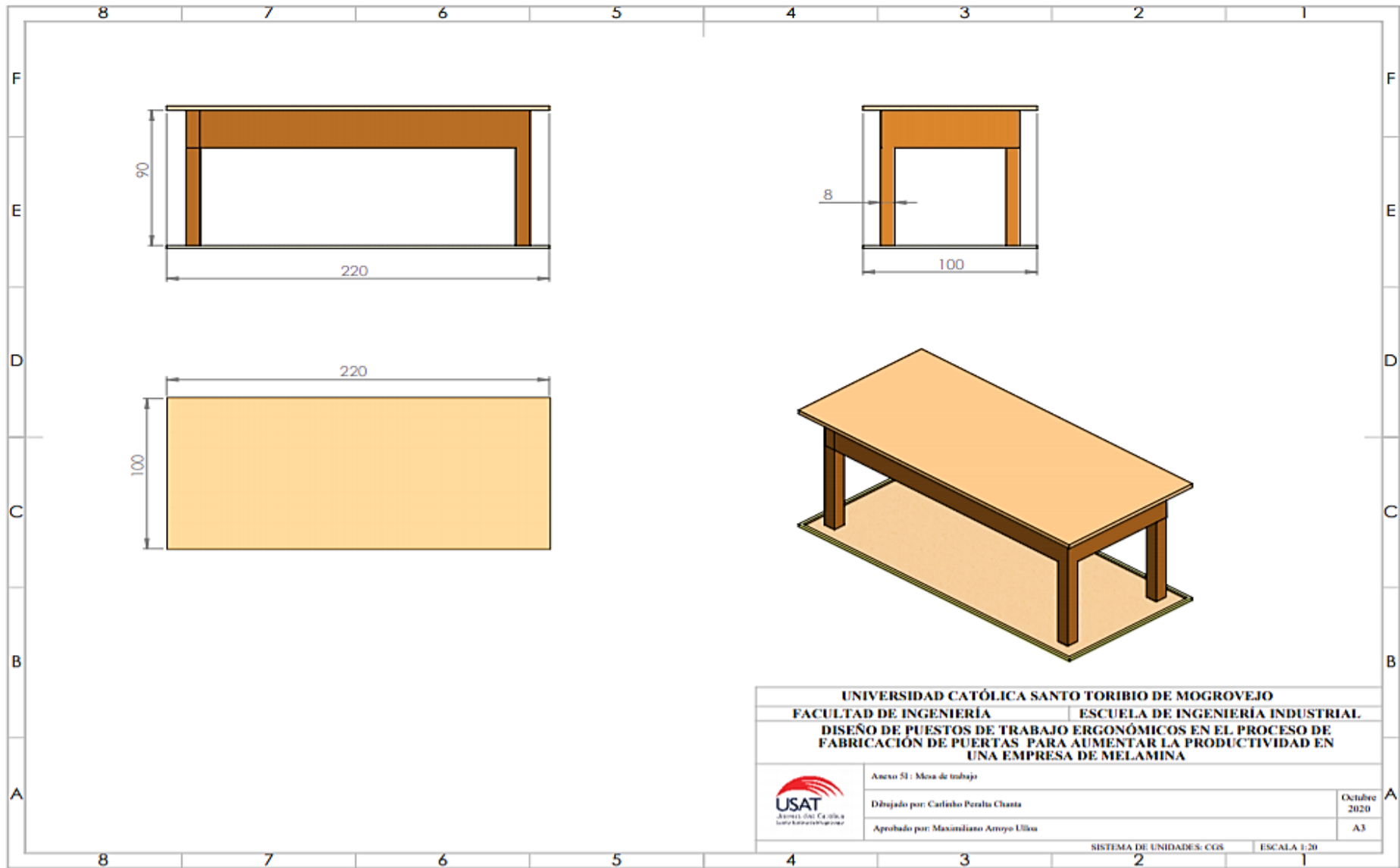
Anexo 5G




Anexo 5H



Anexo 5I



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	
FACULTAD DE INGENIERÍA	ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO ERGONÓMICOS EN EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE PUERTAS PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN UNA EMPRESA DE MELAMINA	
 <p>USAT Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo</p>	Anexo 5I: Mesa de trabajo
	Dibujado por: Carlino Peralta Chanta
	Aprobado por: Maximiliano Arroyo Ulloa
SISTEMA DE UNIDADES: CGS ESCALA 1:20	
Octubre 2020 A3	

❖ Anexo 6

AISLA PERÚ

AISLAMIENTOS TÉRMICOS Y ACÚSTICOS

27 AÑOS

Atención oficina ventas:
Lunes a Viernes 8:30 am a 5:30 pm / Sábado 8:30 am a 1:30 pm

Atención almacén:
Lunes a Viernes 8:30 am a 5:15 pm / Sábado 8:30 am a 1:15 pm

CATÁLOGO DE AISLAMIENTOS PARA LA INDUSTRIA Y LA EDIFICACIÓN

Valido desde el 1 enero del 2020

Paneles de lana de vidrio



Los paneles pueden ser habilitados a solicitud del cliente con papel Foil de Aluminio Fsk, Foil de Polipropileno o Velo Negro en una o ambas caras.

En muros, techos y divisiones de cines, auditorios, salas de grabación, salones de estudio y en todo lugar en donde se requiera una buena atenuación

Figura Paneles de lana de vidrio

Fuente: Catalogo AISLA PERÚ

❖ Anexo 7

el Decreto Supremo N° 019-2006-TR, los que quedan redactados de la siguiente manera:

"Artículo 47.- Criterios de graduación de las sanciones

47.1 Las sanciones por la comisión de las infracciones a que se refiere la Ley y el presente reglamento se determinan atendiendo a los criterios generales previstos en el artículo 38 de la Ley, y los antecedentes del sujeto infractor referidos al cumplimiento de las normas sociolaborales.

47.2 En la imposición de sanciones por infracciones de seguridad y salud en el trabajo se tomarán en cuenta los siguientes criterios:

47.3 Adicionalmente a los criterios antes señalados, la determinación de la sanción debe estar acorde con los principios de razonabilidad y proporcionalidad establecidos en el numeral 3 del artículo 246 del Texto Único Ordenado de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, aprobado por el Decreto Supremo N° 006-2017-JUS.

Artículo 48.- Cuantía y aplicación de las sanciones

48.1 El cálculo del monto de las sanciones se determina en base a la siguiente tabla:

Microempresa										
Gravedad de la infracción	Número de trabajadores afectados									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 y más
Leves	0.045	0.05	0.07	0.08	0.09	0.11	0.14	0.16	0.18	0.23
Graves	0.11	0.14	0.16	0.18	0.20	0.25	0.29	0.34	0.38	0.45
Muy grave	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.41	0.47	0.54	0.61	0.68
Pequeña empresa										
Gravedad de la infracción	Número de trabajadores afectados									
	1 a 5	6 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60	61 a 70	71 a 99	100 y más
Leves	0.09	0.14	0.18	0.23	0.32	0.45	0.61	0.83	1.01	2.25
Graves	0.45	0.59	0.77	0.97	1.26	1.62	2.09	2.43	2.81	4.50
Muy grave	0.77	0.99	1.28	1.64	2.14	2.75	3.56	4.32	4.95	7.65
No MYPE										
Gravedad de la infracción	Número de trabajadores afectados									
	1 a 10	11 a 25	26 a 50	51 a 100	101 a 200	201 a 300	301 a 400	401 a 500	501 a 999	1,000 y más
Leves	0.23	0.77	1.10	2.03	2.70	3.24	4.61	6.62	9.45	13.50
Graves	1.35	3.38	4.50	5.63	6.75	9.00	11.25	15.75	18.00	22.50
Muy grave	2.25	4.50	6.75	9.90	12.15	15.75	20.25	27.00	36.00	45.00

El Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo revisa esta tabla con una periodicidad de dos (2) años. Las multas se expresan en Unidades Impositivas Tributarias (UIT). Las escalas de multas previstas para las microempresas y pequeñas empresas, definidas según la ley que las regula, contemplan la reducción del cincuenta por ciento (50%) establecida en el tercer párrafo del

Este límite no es aplicable en los supuestos contemplados en los incisos 48.1-B, 48.1-C y 48.1-D. En ningún caso las multas podrán tener un valor inferior a:

a) En el caso de la microempresa, al valor previsto

Figura Aplicación de sanciones por infracciones de seguridad y salud en el trabajo.DS N-1015-2017 TR

Fuente: Diario el Peruano

❖ Anexo 8

Factores de riesgo disergonómico	
Posturas incomodas o forzadas	Las manos por encima de la cabeza (*) Codos por encima del hombro (*) Espalda inclinada hacia adelante más de 30 grados (*) Espalda en extensión más de 30 grados (*) Cuello doblado / girado más de 30 grados (*) Estando sentado, espalda inclinada hacia adelante más de 30 grados (*) Estando sentado, espalda girada o lateralizada más de 30 grados (*) De cuclillas (*) De rodillas (*) (*) Más de 2 horas en total por día
Levantamiento de carga frecuente	40 KG. una vez / día (*) 25 KG. más de doce veces / hora (*) 5 KG más de dos veces / minuto (*) Menos de 3 Kg. Mas de cuatro veces / min. (*) (*) Durante más de 2 horas por día
Esfuerzo de manos y muñecas	Si se manipula y sujeta en pinza un objeto de más de 1 Kg. (*) Si las muñecas están flexionadas, en extensión, giradas o lateralizadas haciendo un agarre de fuerza (*). Si se ejecuta la acción de atornillar de forma intensa (*) (*) Más de 2 horas por día.
Movimientos repetitivos con alta frecuencia	El trabajador repite el mismo movimiento muscular más de 4 veces/min. Durante más de 2 horas por día. En los siguientes grupos musculares: Cuello, hombros, codos, muñecas, manos,
Impacto repetido	usando manos o rodillas como un martillo más de 10 veces por hora, más de 2 horas por día
Vibración de brazo-mano de moderada a alta	Nivel moderado: mas 30 min./día. nivel alto: mas 2horas/día

Figura Factores de riesgos disergonómicos

Fuente: Norma básica de ergonomía y de procedimiento de evaluación de riesgos disergonómicos

❖ Anexo 9



Características técnicas

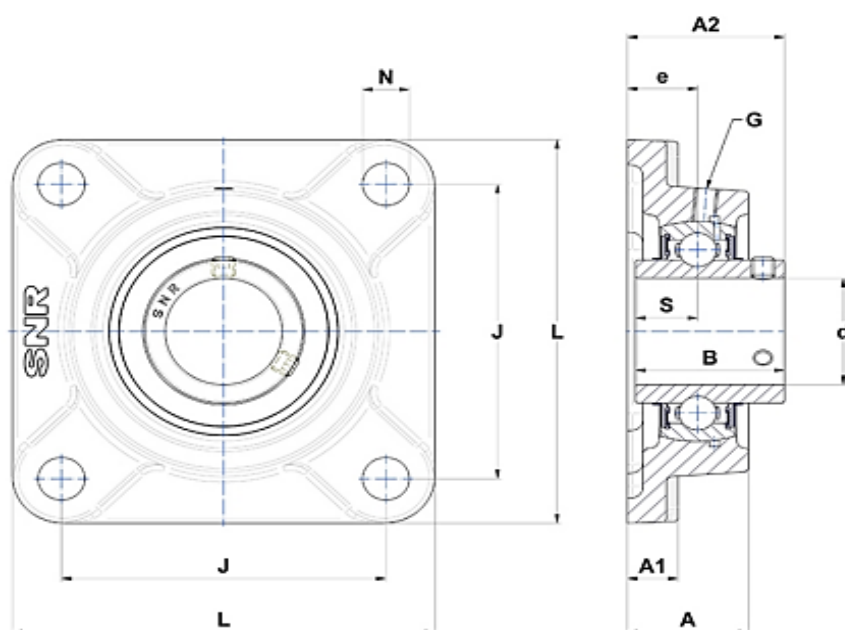
UCF.210

Brida

cuerpo de fundición, rodamiento inserto de bolas de contacto radial, con tornillo de fijación, junta de estanqueidad con arandela de obturación



Visual



Características técnicas

B	51,6 mm
A	40 mm
A1	16 mm
A2	54,6 mm
d	50 mm
e	22 mm
G	M6x1
J	111 mm
L	143 mm
N	16mm
s1	25,8 mm
S	19 mm

Figura Características técnicas de UCF.210

Fuente: NTN.SNR

❖ Anexo 10



Figura Jerarquía de control de riesgos

Fuente: Instituto de seguridad y bienestar laboral

❖ Anexo 11



Figura Daños ocasionados al trabajador

❖ Anexo 12



Figura Otros productos

❖ Anexo 13

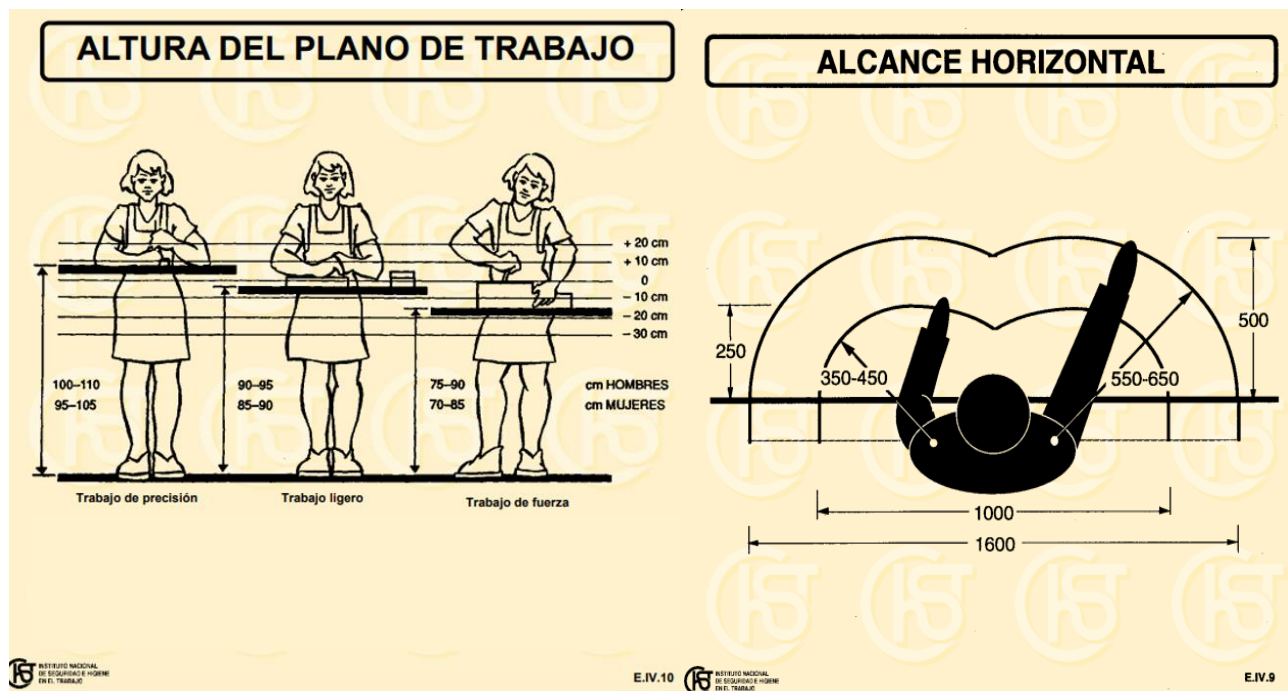


Figura Otras medidas ergonómicas

Fuente: Instituto Nacional De Seguridad E Higiene En El Trabajo

❖ Anexo 14

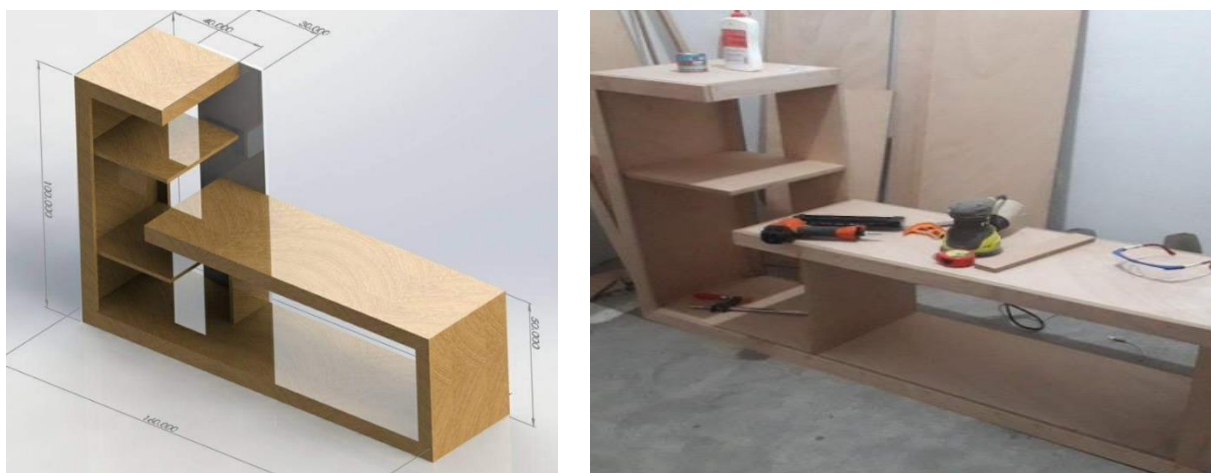


Figura Diseños en SolidWorks

❖ Anexo 15

$$NPS = 10 \times \text{Log}_{10} \left(10^{\frac{X_1}{10}} + 10^{\frac{X_2}{10}} + 10^{\frac{X_3}{10}} + \dots \right)$$

Tabla de suma de niveles sonoros

SUMA DE NIVELES SONOROS				
X1	X2	X3	X4	X5
98	80	90	98	90
6309573445	100000000	1000000000	6309573445	1000000000

NPS = 101,68

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido

ZONAS DE APLICACIÓN	VALORES EXPRESADOS	
	EN L_{AeqT}	
	HORARIO DIURNO	HORARIO NOCTURNO
Zona de Protección Especial	50	40
Zona Residencial	60	50
Zona Comercial	70	60
Zona Industrial	80	70

Figura Estand arares nacionales de calidad ambiental para el ruido

Fuente: Decreto supremo N° 085-2003

Cálculo de nivel de ruido atenuado (NRA): 101,68 – NRR

Cálculo de nivel de ruido atenuado (NRA): 101,68 – 23: **78,67**

❖ Anexo 16

