

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



**Diseño de puestos de trabajo para incrementar la productividad en el
proceso productivo de la empresa de Calzado Scarletty E.I.R.L.**

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

AUTOR

Edwin Alan Gamarra Reyes

ASESOR

Joselito Sanchez Perez

<https://orcid.org/0000-0002-1525-8149>

Chiclayo, 2021

**Diseño de puestos de trabajo para incrementar la
productividad en el proceso productivo de la empresa de
Calzado Scarlett E.I.R.L.**

PRESENTADA POR

Edwin Alan Gamarra Reyes

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

Sonia Mirtha Salazar Zegarra

SECRETARIO

Joselito Sanchez Perez

VOCAL

A mi familia, mis padres y hermanos,
que siempre creyeron en mí.

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo por la formación otorgada. Al Mgtr. Joselito Sánchez Pérez por su asesoría brindada. A la Mgtr. María Luisa Espinoza García Urrutia por su apoyo moral. A Luis Guillermo Dávila Aguirre por permitirme realizar mi investigación de tesis en su empresa.

Índice

Resumen	23
Abstract.....	24
I. Introducción.....	25
II. Marco teorico	27
2.1. Antecedentes:.....	27
2.2. Bases teórico científicas:	28
2.2.1. Ergonomía.....	28
2.2.2. Puestos de trabajo	28
2.2.3. Diseño de puesto de trabajo.....	30
2.2.4. Productividad.....	31
2.2.5. Evaluación de riesgos Ergonómicos	31
2.2.5.1. Método REBA.....	31
III. Resultados	35
3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa	35
3.1.1. La empresa.....	35
3.2. Descripción del sistema productivo actual	36
3.2.1. Productos	36
3.2.2. Recursos del sistema productivo	37
3.2.3. Equipos y herramientas.....	38
3.2.4. Descripción del proceso productivo	39
3.2.5. Análisis del sistema productivo	42
3.2.5.1. Diagrama de Operaciones del proceso	43
3.2.5.2. Diagrama bimanual de las operaciones	45
3.2.5.3. Diagrama de análisis del proceso	54
3.2.5.4. Indicadores actuales de producción y productividad.....	58
3.3. Identificación de problemas en el puesto de trabajo.....	77
3.3.1. Causa 1: Inadecuada distribución del lugar de trabajo	79
3.3.1.1. Distribución en el área de Corte	79
3.3.1.2. Distribución en el área de Lijado.....	81
3.3.1.3. Distribución en el área de Montado.....	84
3.3.1.4. Distribución en el área de empaçado.....	93
3.3.2. Causa 2: Posturas inadecuadas	99
3.3.2.1. Postura en la etapa de corte	99
3.3.2.2. Postura en la etapa de Lijado.....	108
3.3.2.3. Postura en la etapa de montado	116
3.3.2.4. Etapa de empaçado.....	126

3.3.3. Causa 3: Iluminación deficiente	134
3.4. Propuesta de mejora.....	139
3.4.1. Mejora 1: Posturas de trabajo	142
3.4.1.1. Etapa de corte	147
3.4.1.2. Etapa de lijado	153
3.4.1.3. Etapa de Montado.....	160
3.4.1.4. Etapa de empaçado	168
3.4.2. Mejora 2: Distribución en el área de trabajo	175
3.4.2.1. Propuesta del área de corte	176
3.4.2.2. Propuesta del área de Lijado.....	180
3.4.2.3. Propuesta del área de Montado.....	184
3.4.2.4. Propuesta del área de envasado	193
3.4.3. Mejora 3: Iluminación	212
3.4.3.1. Área de Cortado.....	218
3.4.3.2. Área de Lijado	222
3.4.3.3. Área de Montado	226
3.4.3.4. Área de empaçado	230
3.4.4. Uso de Equipos de protección personal.....	240
3.4.4.1. Protección de las manos	240
3.4.4.2. Protección de ojos.....	245
3.4.4.3. Protección respiratoria.....	245
3.5. Análisis después de la propuesta	247
3.6. Análisis costo beneficio	256
3.6.1. Beneficio.....	256
3.6.2. Inversión en la propuesta de mejora	257
3.6.3. Préstamo	260
IV. Conclusiones	263
V. Recomendaciones	264
VI. Referencias	265
VII. Anexos.....	268

Lista de tablas

Tabla 1. Productos de la empresa “Calzados Scarlettty E.I.R.L.”	36
Tabla 2. Información general de los materiales.....	37
Tabla 3. Información general de los operarios.	37
Tabla 4. Información general los equipos	38
Tabla 5. Información general de las herramientas.....	38
Tabla 6. Diagrama bimanual operario de cortado	46
Tabla 7. Diagrama bimanual operario de lijado	47
Tabla 8. Diagrama bimanual de operario de Montado 1 	48
Tabla 9. Diagrama bimanual de operario de Montado 1	49
Tabla 10. Diagrama bimanual de operario de Montado 1 (Montado final de plantilla + tira)	50
Tabla 11. Diagrama bimanual de operario de Montado 1 (Montado final).....	51
Tabla 12. Diagrama bimanual de operario de Envasado.....	52
Tabla 13. Diagrama bimanual de operario de Envasado.....	53
Tabla 14. Tiempo promedio en la actividad de corte	54
Tabla 15. Tiempo promedio en la actividad de lijado	55
Tabla 16. Tiempo promedio en la actividad de montado	55
Tabla 17. Tiempo promedio en la actividad de empacado	56
Tabla 18. Tiempo promedio por estación de trabajo (min)	56
Tabla 19. Cursograma analítico del proceso de fabricación de la sandalia.....	57
Tabla 20. Tiempo promedio mensual de la producción (febrero 2019)	59
Tabla 21. Tiempo promedio mensual de la producción (marzo 2019).....	59
Tabla 22. Tiempo promedio mensual de la producción (abril 2019)	60
Tabla 23. Tiempo promedio mensual de la producción (mayo 2019).....	60
Tabla 24. Comparación entre los indicadores actuales de la empresa.....	61
Tabla 25. Producción mensual del año 2019, de Calzados Scarlettty E.R.I.L	62
Tabla 26. Costo de materia prima para la producción de sandalias para damas	62
Tabla 27. Costo mensual de la materia prima para la producción de sandalias del año 2019	63
Tabla 28. Costo por operario de las diferentes áreas de producción	63
Tabla 29. Tiempo requerido para la producción mensual de sandalias para damas en el año 2019	64

Tabla 30.Costo mensual de la mano de obra para el montado de sandalias para damas del año 2019.	65
Tabla 31.Costo mensual en mano de obra de otros procesos, para la producción de sandalias para dama del año 2019.	66
Tabla 32.Costo mensual de la mano de obra para la producción de sandalias del año 2019.	67
Tabla 33.Tiempo de uso de los equipos eléctricos en el área de producción	68
Tabla 34.Costos indirectos de la producción de sandalias del año 2019.....	68
Tabla 35.Costo total de producción del año 2019, de las sandalias para damas de la Calzados Scarletty E.R.I.L	69
Tabla 36. Ingresos en ventas mensuales del año 2019, en la producción de de sandalias para damas	70
Tabla 37. Rendimiento promedio en el área de montado (Febrero 2019).....	71
Tabla 38. Rendimiento promedio en el área armado (Marzo 2019).....	71
Tabla 39. Rendimiento promedio en el área montado (Abril 2019).....	72
Tabla 40. Rendimiento promedio en el área montado (Mayo 2019).....	72
Tabla 41.Tiempos promedio real y tiempo esperado	75
Tabla 42.Utilidades no percibidas por la demanda no atendida de Calzado Scarletty E.I.R.L. en el año 2019	76
Tabla 43. Disposición de elementos para el operario en el área de cortado.....	81
Tabla 44. Disposición de elementos para el operario en el área de lijado.....	83
Tabla 45. Herramientas utilizadas por cada actividad realizada en el área de montado	85
Tabla 46. Disposición de piezas a procesar para los operarios en el área de montado ..	88
Tabla 47. Disposición de herramientas para los operarios en el área de montado	89
Tabla 48. Disposición de equipos para los operarios en el área de montado	90
Tabla 49. Cursograma de actividades de los operarios del área de montaje 1	92
Tabla 50. Disposición de piezas a procesar para el operario en el área de empaclado ...	96
Tabla 51. Disposición de los elementos para los operarios en cada puesto de trabajo ..	97
Tabla 52. Puntuación de los miembros del grupo A.....	102
Tabla 53.Puntuación de cada miembro del grupo B del área de corte	105
Tabla 54. Puntuación final del Grupo A y B de la etapa de corte	106
Tabla 55.Puntuación de cada miembro del grupo A en la etapa de lijado	110
Tabla 56. Puntuación de los miembros del grupo B en la etapa de lijado.....	113
Tabla 57.Puntuación final de los grupos A y B, en la etapa de lijado.....	114

Tabla 58. Puntuación de los miembros del grupo A en la etapa de montaje.....	119
Tabla 59. Puntuación de cada miembro del grupo B en la etapa de montaje.....	123
Tabla 60. Puntuación final de los grupos A y B, en la etapa de montaje	124
Tabla 61. Puntuación de los miembros del grupo A en la etapa de empaquetado	129
Tabla 62. Puntuación de cada miembro del grupo B en la etapa de empaquetado.....	131
Tabla 63. Puntuación final del Grupo A y B, en la etapa de empaquetado	132
Tabla 64. Cuadro resumen del nivel de riesgo en los distintos puestos de trabajo	133
Tabla 65. Nivel de riesgo de iluminación actual	138
Tabla 66. Talla alcanzada por la población peruana adulta masculina para el 2005....	139
Tabla 67. Talla alcanzada por la población peruana adulta femenina para el 2005	139
Tabla 68. Aplicación del método de Drillis a las estaturas consideradas para el diseño	141
Tabla 69. Ajuste en la mesa de trabajo por área.....	142
Tabla 70. Resumen de la evaluación REBA de la actividad de corte	147
Tabla 71. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo A.....	147
Tabla 72. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo B	150
Tabla 73. Resumen de la puntuación REBA de la actividad de corte.....	152
Tabla 74. Resumen de los resultados de la evaluación REBA de la actividad de lijado.	153
Tabla 75. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo A de la actividad de lijado.....	154
Tabla 76. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo B de la actividad de lijado.....	157
Tabla 77. Resumen de la puntuación REBA de la actividad de lijado.....	159
Tabla 78. Resumen de la evaluación REBA de la actividad de montaje	160
Tabla 79. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo A de la actividad de montaje.....	161
Tabla 80. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo B, en la actividad de montaje.....	164
Tabla 81. Resumen de la puntuación REBA de la actividad de montaje.....	167
Tabla 82. Resumen de la evaluación REBA de la actividad de envasado.....	168
Tabla 83. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo A de la actividad de montaje.....	168

Tabla 84. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo B, en la actividad de envasado.....	171
Tabla 85. Resumen de la puntuación REBA de la actividad de envasado	173
Tabla 86. Comparación entre la situación actual y propuesta, de nivel de actuación ..	174
Tabla 87. Relación entre la estura y la altura de codo establecida	176
Tabla 88. Alcance de elementos para el operario en el área de corte.....	179
Tabla 89. Altura máxima y mínima del pedestal.....	180
Tabla 90. Alcance de elementos para el operario en el área de lijado, para el uso del disco para pulir 1	182
Tabla 91. Alcance de elementos para el operario en el área de lijado, para el uso del disco para pulir 2	183
Tabla 92. Altura máxima y mínima de la mesa de montado propuesta.....	184
Tabla 93. Alcance de elementos para el operario, montado 1	186
Tabla 94. Alcance de elementos para el operario, montado 2.....	187
Tabla 95. Alcance de elementos para el operario, montado 3.....	188
Tabla 96. Alcance de elementos para el operario, prensado	189
Tabla 97. Cursograma actual de la nueva propuesta, para el área de montado	192
Tabla 98. Comparación entre tiempo actual y propuesto	192
Tabla 99. Altura máxima y mínima de la mesa de envasado propuesta.....	193
Tabla 100. Alcance de elementos para el operario, alistado	195
Tabla 101. Alcance de elementos para el operario en el carrito de calzado.....	196
Tabla 102. Alcance de elementos para el operario, envasado	197
Tabla 103. Alcance de elementos para el operario, empacado.....	198
Tabla 104. Condiciones necesarias de una silla por puesto de trabajo.....	200
Tabla 105. Características disponibles de la silla de pie WS 913	200
Tabla 106. Características disponibles de la silla semisentado Semisititting.....	201
Tabla 107. Nueva disposición de los elementos para los operarios en cada puesto de trabajo	202
Tabla 108. Comparación entre porcentaje actual y propuesto.....	203
Tabla 109. Iluminancia aplicada según la Norma Técnica EM. 010.....	212
Tabla 110. Dimensiones de cada área de trabajo.....	213
Tabla 111. Datos generales de la luminaria de 2900 lúmenes.....	216
Tabla 112. Datos generales de la luminaria de 3400 lúmenes.....	217
Tabla 113. Factores de reflexión del ambiente de cortado	219

Tabla 114. Datos requeridos para la aplicación del método lúmenes en la estación de cortado	220
Tabla 115.Resultados del Dialux en el área de Corte.....	221
Tabla 116.Factores de reflexión del ambiente de lijado.....	223
Tabla 117. Datos requeridos para la aplicación del método lúmenes en la estación de lijado	224
Tabla 118.Resultados del Dialux en el área de lijado.....	225
Tabla 119.Factores de reflexión del ambiente de montado.....	227
Tabla 120. Datos requeridos para la aplicación del método lúmenes en la estación de montado	228
Tabla 121.Resultados del Dialux en el área de montado.....	229
Tabla 122.Factores de reflexión del ambiente de empacado.....	231
Tabla 123. Datos requeridos para la aplicación del método lúmenes en la estación de empacado	232
Tabla 124.Resultados del Dialux en el área de empacado	234
Tabla 125.Datos generales de la luminaria de 1500 lúmenes.....	235
Tabla 126.Resultado lumínico del Dealux de ambos corredores (lux).....	236
Tabla 127. Altura del plano visual según la altura y área.....	237
Tabla 128.UGR calculado por Dialux	237
Tabla 129.Resultados de intensidad lumínica media en los puestos de trabajo	238
Tabla 130.Medidas preventivas por actividad.....	240
Tabla 131. Tipo de protección mecánica requerido en cada actividad.....	240
Tabla 132.Ficha técnica de los guantes de protección mecánica	241
Tabla 133.Código de protección para las actividades realizadas	242
Tabla 134.Ficha técnica de los guantes de protección química.....	243
Tabla 135.Código de protección química por actividad.....	243
Tabla 136. Ficha técnica de los guantes de protección térmica.....	244
Tabla 137. Ficha técnica de las gafas de seguridad.....	245
Tabla 138. Ficha técnica del respirador de seguridad	245
Tabla 139.Resumen de los EPP seleccionados para cada actividad realizada	246
Tabla 140. Elementos de bioseguridad en general	246
Tabla 141. Tiempo esperado por la producción de un lote de 12 pares de calzado después de la propuesta	247

Tabla 142. Costo mensual de la materia prima para la producción de sandalias del año 2019	248
Tabla 143. Tiempo requerido para la producción mensual de sandalias para damas en el año 2019 en el área de montado	249
Tabla 144. Costo mensual de la mano de obra para el montado de sandalias para damas del año 2019.	250
Tabla 145. Costo mensual en mano de obra de otros procesos, para la producción de sandalias para dama del año 2019.	251
Tabla 146. Costo mensual de la mano de obra para la producción de sandalias del año 2019.	252
Tabla 147. Potencia eléctrica de la nueva luminaria propuesta.....	252
Tabla 148. Costos indirectos de la producción de sandalias del año 2019.....	253
Tabla 149. Costo total de producción del año 2019, de las sandalias para damas de la Calzados Scarlett E.R.I.L	253
Tabla 150. Ingresos en ventas mensuales del año 2019, en la producción de de sandalias para damas	254
Tabla 151. Indicadores de producción y productividad, después de la propuesta.....	255
Tabla 152. Indicadores que causan baja productividad después de la propuesta	255
Tabla 153. Comparación de indicadores de producción y productividad, actuales y nuevos.....	256
Tabla 154. Comparación de indicadores que causan baja productividad, actuales y después de la propuesta	256
Tabla 155. Beneficios económicos de atender la demanda anual, en la fabricación de sandalias para damas	257
Tabla 156. Inversión en módulos para la distribución de los puestos de trabajo	257
Tabla 157. Inversión en sillas ergonómicas para la mejora de posturas de los operarios en los puestos de trabajo.....	258
Tabla 158. Inversión en luminaria para reducir la fatiga visual en los puestos de trabajo	258
Tabla 159. Inversión en equipo de protección personal	259
Tabla 160. Inversión en equipo de bioseguridad.....	259
Tabla 161. Resumen de la inversión total.....	260
Tabla 162. Cuota fija anual del préstamo	260
Tabla 163. Evaluación costo-Beneficio.....	261

Lista de figuras

Figura 1. Vistas de los límites máximos del área de trabajo	29
Figura 2. Evaluación y puntuación del grupo A.....	32
Figura 3. Evaluación y puntuación del grupo B.....	33
Figura 4. Tabla para la puntuación C.	33
Figura 5. Nivel de actuación según la puntuación final obtenida.....	34
Figura 6. Mapa de la ubicación de Calzados Scarletty E.I.R.L.....	35
Figura 7. Partes de un calzado	36
Figura 8. Equipos utilizados en Calzados Scarletty E.R.I.L.....	38
Figura 9. Operación de corte	39
Figura 10. Operación de lijado o perfilado.....	40
Figura 11. Operación de Montado.....	40
Figura 12. Operación compresión del calzado	41
Figura 13. Operación empacada	41
Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de fabricación del calzado para damas en la empresa “Calzados Scarletty E.R.I.L.”	42
Figura 15. Diagrama de operaciones del proceso de corte de las piezas.....	43
Figura 16. Diagrama de operaciones del proceso de la fabricación de sandalias.....	45
Figura 17. Tiempo promedio del ensamblado (febrero 2019).....	73
Figura 18. Tiempo promedio del ensamblado (marzo 2019)	73
Figura 19. Tiempo promedio del ensamblado (abril 2019).....	74
Figura 20. Tiempo promedio del ensamblado (mayo 2019)	74
Figura 21. Tiempos promedio real y tiempo esperado	75
Figura 22. Distribución de áreas de empresa Calzado Scarletty E.I.R.L.	77
Figura 23. Distribución de los elementos de trabajo en el área de producción.....	77
Figura 24. Plano de la distribución actual del área de producción.....	78
Figura 25. Área de Corte	79
Figura 26. Vista perfil derecho del área de corte.....	80
Figura 27. Vista superior del área de corte.....	80
Figura 28. Área de lijado	81
Figura 29. Vista superior del área de Lijado	82
Figura 30. Vista perfil derecho del área de lijado, entrada de producción.....	82
Figura 31. Vista perfil izquierdo del área de lijado, salida de productos procesados	83

Figura 32. Área de Ensamblado calzado abierto	84
Figura 33. Estantería del área de Ensamblado calzado abierto	84
Figura 34. Ubicación de los componentes en el área de trabajo (Vista superior del área de montado 1)	86
Figura 35. Vista perfil izquierdo del área de montado 1	87
Figura 36. Límite de desplazamiento horizontal de los brazos de ambos operarios	88
Figura 37. Límite de desplazamiento del plano vertical del operario de montado.....	89
Figura 38. Diagrama de recorrido del primer operario del área de montaje 1	90
Figura 39. Diagrama de recorrido del segundo operario del área de montaje 1	91
Figura 40. Área de almacenamiento de productos ensamblados.....	91
Figura 41. Vista real del área de empacado.....	93
Figura 42. Vista superior del área de empacado.....	94
Figura 43. Vista izquierdo del área de empacado.....	94
Figura 44. Límite de desplazamiento vertical de los brazos en la mesa de trabajo, vista de perfil.....	95
Figura 45. Vista real de la distribución de los elementos en la mesa de trabajo	95
Figura 46. Límite de desplazamiento horizontal de los brazos en la mesa de trabajo, vista superior	96
Figura 47. Vista general de los ángulos de la postura en la etapa de corte	99
Figura 48. Posición del tronco en la etapa de corte	100
Figura 49. Puntuación del tronco en la etapa de corte.....	100
Figura 50. Posición del cuello en la etapa de corte	100
Figura 51. Puntuación del cuello en la etapa de corte	101
Figura 52. Posición de las piernas en la etapa de corte	101
Figura 53. Puntuación de las piernas en la etapa de corte	101
Figura 54. Puntuación inicial de grupo A de la etapa de corte.....	102
Figura 55. Puntuación de la carga en la etapa de corte.....	102
Figura 56. Posición del brazo en la etapa de corte	103
Figura 57. Puntuación del brazo en la etapa de corte	103
Figura 58. Abducción de los brazos en la actividad de corte	103
Figura 59. Modificación de la puntuación del brazo en la etapa de corte	104
Figura 60. Posición del antebrazo en la etapa de corte.....	104
Figura 61. Puntuación del antebrazo en la etapa de corte	104
Figura 62. Puntuación de la muñeca en la etapa de corte.....	105

Figura 63. Puntuación inicial de grupo B en la etapa de corte	105
Figura 64. Puntuación del tipo de agarre en la etapa de corte	106
Figura 65. Puntuación inicial C, en la etapa de corte	106
Figura 66. Puntuación del tipo de actividad muscular en la etapa de corte.....	107
Figura 67. . Nivel de actuación del área de Corte.....	107
Figura 68. Vista general de los ángulos de la postura en la etapa de lijado	108
Figura 69. Posición del tronco en la etapa de lijado.....	108
Figura 70. Puntuación del tronco en la etapa de lijado.....	109
Figura 71. Posición del cuello en la etapa de lijado	109
Figura 72. Puntuación del cuello en la etapa de lijado	109
Figura 73.Posición de las piernas en la etapa de lijado	110
Figura 74.Puntuación de las piernas en el área de lijado.....	110
Figura 75. Puntuación inicial de grupo A en la etapa de lijado.....	110
Figura 76. Puntuación de la carga en la etapa de lijado	111
Figura 77.Posición del brazo en la etapa de lijado	111
Figura 78. Puntuación del brazo en la etapa de lijado	111
Figura 79.Posición del antebrazo en la etapa de lijado.....	112
Figura 80. Puntuación del antebrazo en la etapa de lijado	112
Figura 81.Posición de la muñeca al realizar la tarea de lijado	112
Figura 82. Puntuación de la muñeca en la etapa de lijado.....	113
Figura 83. : Incremento de la puntuación de la muñeca en la etapa de lijado.....	113
Figura 84. Puntuación inicial de grupo B, en la etapa de lijado.....	113
Figura 85. Puntuación del tipo de agarre en la etapa de lijado.....	114
Figura 86.Puntuación inicial C, en la etapa de lijado	114
Figura 87.Puntuación del tipo de actividad muscular, en la etapa de lijado.....	115
Figura 88. Nivel de actuación en la etapa de lijado.....	115
Figura 89. Operarios en actividad de ensamblado de calzado abierto.....	116
Figura 90.Posición del tronco en la etapa de montado	117
Figura 91. Puntuación del tronco en la etapa de montado.....	117
Figura 92.Posición del cuello en la etapa de montado	117
Figura 93. Puntuación del cuello en la etapa de montado	118
Figura 94.Posición de las piernas en la etapa de montado	118
Figura 95. Puntuación de las piernas en la etapa de montado	118
Figura 96.Puntuación inicial de grupo A en la etapa de montado.....	119

Figura 97. Posición de fuerza en la actividad de armado	119
Figura 98. Puntuación de la carga en la etapa de montado.....	120
Figura 99. Posición del brazo en la etapa de montado	120
Figura 100. Puntuación del brazo en la etapa de montado	120
Figura 101. Posición del brazo en la actividad de armado	121
Figura 102. Incremento en la puntuación del brazo en la etapa de montado	121
Figura 103. Posición del antebrazo en la etapa de corte.....	121
Figura 104. Puntuación del antebrazo en la etapa de montado	121
Figura 105. Posición de la muñeca al realizar la tarea de montado.....	122
Figura 106. Puntuación de la muñeca en la etapa de montado.....	122
Figura 107. Incremento de la puntuación de la muñeca en la etapa de montado	122
Figura 108. Puntuación inicial de grupo B en la etapa de montado	123
Figura 109. Posición del tipo de agarre para la etapa de montado	123
Figura 110. Puntuación del tipo de agarre en la etapa de montado	124
Figura 111. Puntuación inicial C, en la etapa de armado	124
Figura 112. Puntuación del tipo de actividad muscular, en la etapa de montado.....	125
Figura 113. Nivel de actuación del área de montado	125
Figura 114. Operarios del área de empacado.	126
Figura 115. Posición del tronco en la etapa de empacado.....	127
Figura 116. Puntuación del tronco en la etapa de empacado.....	127
Figura 117. Posición del cuello en la etapa de empacado	127
Figura 118. Puntuación del cuello en la etapa de empacado	128
Figura 119. Posición de las piernas en la etapa de empacado	128
Figura 120. Puntuación de las piernas en la etapa de empacado.....	128
Figura 121. Puntuación inicial de grupo A en la etapa de empacado.....	129
Figura 122. Puntuación de la carga en la etapa de empacado	129
Figura 123. Posición del brazo en la etapa de empacado	130
Figura 124. Puntuación del brazo en la etapa de empacado.....	130
Figura 125. Posición del antebrazo en la etapa de empacado	130
Figura 126. Puntuación del antebrazo en la etapa de empacado	131
Figura 127. Puntuación de la muñeca en la etapa de empacado.....	131
Figura 128. Puntuación inicial de grupo B en la etapa de empacado.....	131
Figura 129. Puntuación del tipo de agarre en la etapa de empacado.....	132
Figura 130. Puntuación inicial C en la etapa de empacado	132

Figura 131. Puntuación del tipo de actividad muscular en la etapa de empaclado	133
Figura 132. Nivel de actuación del área de montado	133
Figura 133. Iluminación utilizada en la Calzado Scarletty E.I.R.L.....	134
Figura 134. Croquis de los puntos de medias lux del área de corte	136
Figura 135. Croquis de los puntos de medias lux del área de lijado	136
Figura 136. Croquis de los puntos de medias lux del área montado	137
Figura 137. Croquis de los puntos de medias lux del área envasado	137
Figura 138. Dimensiones antropométricas según el método de Drillis y Contini.....	140
Figura 139. Nivel de la zona de trabajo.....	141
Figura 140. Nivel de actuación según el resultado final de la evaluación REBA, en un escenario ideal	143
Figura 141. Escenarios posibles donde el resultado inicial C es 1	143
Figura 142. Escenarios posibles donde el resultado inicial del Grupo A es 1.....	143
Figura 143. Escenarios posibles donde el resultado inicial del Grupo B es 1.....	144
Figura 144. Vista lateral del campo de visualización.....	144
Figura 145. Vista lateral de los ángulos estudiados por Keegan JJ. en su investigación	145
Figura 146. Alturas que debiera tener la silla según los requisitos establecidos.....	146
Figura 147. Alturas que debiera tener el reposapiés cuando el asiento no está inclinado	146
Figura 148. Puntuación del tronco de la actividad de corte.....	148
Figura 149. Puntuación de las piernas de la actividad de corte.....	148
Figura 150. Modificación en la puntuación de las piernas de la actividad de corte.....	148
Figura 151. Puntuación del cuello de la actividad de corte.....	149
Figura 152. Nueva Postura del operario en el área de corte, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo A.....	149
Figura 153. Puntuación de la carga manejada en la etapa de corte	149
Figura 154. Puntuación del brazo de la actividad de corte.....	150
Figura 155. Modificación de la puntuación del brazo de la actividad de corte.....	150
Figura 156. Puntuación del antebrazo de la actividad de corte	151
Figura 157. Puntuación de la muñeca de la actividad de corte.....	151
Figura 158. Nueva Postura del operario en el área de corte, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo B.....	151
Figura 159. Puntuación del tipo de agarre de la actividad de corte.....	152

Figura 160. Puntuación del tipo de actividad en la etapa de corte	153
Figura 161. Resultado del nivel de riesgo de la propuesta en la etapa de cortado.	153
Figura 162. Vista frontal y perfil de los discos del esmeril.....	154
Figura 163. Puntuación del tronco de la actividad de lijado.	154
Figura 164. Puntuación de las piernas de la actividad de lijado.....	155
Figura 165. Modificación en la puntuación de la pierna en la actividad de lijado.....	155
Figura 166. Puntuación del cuello de la actividad de lijado.....	155
Figura 167. Puntuación de la carga manejada en la etapa de lijado	156
Figura 168. Nueva Postura del operario en el área de lijado, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo A.....	156
Figura 169. Puntuación del brazo de la actividad de lijado.....	157
Figura 170. Puntuación del antebrazo de la actividad de lijado.	157
Figura 171. . Puntuación de la muñeca de la actividad de lijado.	158
Figura 172. Incremento de la puntuación de la muñeca en la actividad de lijado.....	158
Figura 173. Nueva Postura del operario en el área de lijado, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo B.....	158
Figura 174. Puntuación del tipo de agarre en la actividad de lijado.....	159
Figura 175. Puntuación del tipo de actividad en la etapa de lijado.	160
Figura 176. Resultado del nivel de riesgo de la propuesta en la etapa de lijado.	160
Figura 177. Puntuación del tronco de la actividad de montado.....	161
Figura 178.Puntuación de las piernas de la actividad de montado.....	162
Figura 179. Modificación en la puntuación de las piernas de la actividad de montado	162
Figura 180. Puntuación del cuello de la actividad de montado.....	162
Figura 181. Nueva Postura del operario en el área de montado, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo A.	163
Figura 182. Posición de montado de horma y suela.....	163
Figura 183. Puntuación de la carga manejada en la etapa de montado	164
Figura 184. Puntuación del brazo de la actividad de montado.....	164
Figura 185. Modificación de la puntuación del brazo de la actividad de montado.....	165
Figura 186. Puntuación del antebrazo de la actividad de montado	165
Figura 187. Puntuación de la muñeca de la actividad de montado.....	165
Figura 188. Nueva Postura del operario en el área de montado con los ángulos de flexión de los miembros del grupo B.....	166
Figura 189.Puntuación del tipo de agarre de la actividad de montado.....	166

Figura 190. Puntuación del tipo de actividad en la etapa de montaje	167
Figura 191.Resultado del nivel de riesgo de la propuesta en la etapa de montaje.	167
Figura 192.Puntuación del tronco de la actividad de envasado.....	169
Figura 193.Puntuación de las piernas de la actividad de envasado.....	169
Figura 194.Modificación en la puntuación de las piernas de la actividad de envasado	169
Figura 195.Puntuación del cuello de la actividad de envasado	170
Figura 196. Nueva Postura del operario en el área de envasado, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo A.	170
Figura 197.. Puntuación de la carga manejada en la etapa de envasado	171
Figura 198.Puntuación del brazo de la actividad de envasado	171
Figura 199.Puntuación del antebrazo de la actividad de envasado	172
Figura 200.Puntuación de la muñeca de la actividad de envasado.....	172
Figura 201. Nueva Postura del operario en el área de envasado con los ángulos de flexión de los miembros del grupo B.....	172
Figura 202.Puntuación del tipo de agarre de la actividad de envasado	173
Figura 203.Puntuación del tipo de actividad en la etapa de envasado	174
Figura 204.Resultado del nivel de riesgo de la propuesta en la etapa de envasado.	174
Figura 205. Distancia del codo al piso según la postura propuesta.....	175
Figura 206. Desplazamiento horizontal máximo de la persona de baja estatura.....	176
Figura 207.Vista de perfil de la mesa de trabajo del área de corte.....	177
Figura 208. Vista perfil de la altura mínima y máxima frontal del tablero de trabajo .	177
Figura 209.Diagrama de bloques del flujo de materiales de la actividad de corte	178
Figura 210.Distribución de área de corte propuesto.....	178
Figura 211. Vista horizontal del desplazamiento de la nueva estación de corte	179
Figura 212. Vista vertical del desplazamiento de la nueva estación de corte	179
Figura 213. Distancia entre la altura de la zona de trabajo y la altura del esmeril.....	180
Figura 214. Altura mínima y máxima del pedestal	181
Figura 215. Diagrama de bloques del flujo de materiales de la actividad de lijado.....	181
Figura 216.Distribución de área de lijado propuesto.....	181
Figura 217. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación de lijado, para el uso del disco 1.....	182
Figura 218. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación de lijado, para el uso del disco 2.....	183
Figura 219. Vista frontal de la nueva estación de lijado	184

Figura 220. Diagrama de bloques del flujo de materiales de la actividad de montado	185
Figura 221. Distribución del área de montado propuesto.....	185
Figura 222. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación, montado 1	186
Figura 223. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación, montado 2.....	187
Figura 224. Vista perfil del desplazamiento de la nueva estación, montado 2.....	188
Figura 225. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación, montado 3	189
Figura 226. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación, prensado.....	190
Figura 227. Diseño de estante de entrada y salida, del área de montado	191
Figura 228. Vista superior del área de montado con los 2 puestos de trabajo	191
Figura 229. Diagrama de bloques del flujo de materiales de la actividad de envasado	193
Figura 230. Distribución del área de envasado propuesto.....	194
Figura 231. Vista superior del desplazamiento en el armado de cajas	194
Figura 232. Vista superior del desplazamiento en el preparado de calzados.....	195
Figura 233. Vista perfil del carrito transportador de calzados.	196
Figura 234. Vista superior del desplazamiento en la actividad de envasado	197
Figura 235. Vista superior del desplazamiento en la actividad de empacado, sin visualizar la repisa.	198
Figura 236. Puntos ergonómicos para la elección de una silla.....	199
Figura 237. Desplazamiento de una silla en cada puesto de trabajo	199
Figura 238. Silla de pie con respaldo WS 913	200
Figura 239. Silla semisentado Semisitting	201
Figura 240. Plano de la distribución propuesta del área de producción.	204
Figura 241. Diseño de pedestal para el esmeril en el área de lijado.....	205
Figura 242. Diseño de estantería del área de lijado.....	206
Figura 243. Diseño de estantería móvil del área de lijado.....	207
Figura 244. Diseño de mesa de trabajo del área de montado.	208
Figura 245. Diseño de estantería del área de montado.	209
Figura 246. Diseño de mesa de trabajo del área de empacado.	210
Figura 247. Diseño de estantería móvil del área de empacado.	211
Figura 242. Zonas de alumbrado por el nivel de iluminación.....	212
Figura 243. Formula del método lúmenes	212
Figura 244. Valores del coeficiente de mantenimiento según el ambiente	213
Figura 245. Valores del coeficiente de reflexión según el ambiente.....	213
Figura 246. Altura del plano de trabajo al plano de iluminación	214

Figura 247. Vista vertical de la pared que separa cada puesto de trabajo	214
Figura 248. Nivel máximo del plano de la luminaria	215
Figura 249. Angulo de apertura de la luminaria	215
Figura 250. Luminaria escogida	216
Figura 251. Tabla de factor de utilización de la luminaria de 2900 lm	217
Figura 252. Tabla de factor de utilización de la luminaria de 3400 lm	218
Figura 253. Dimensiones horizontales del área de corte	219
Figura 254. Distribución adecuada de iluminarias del área de cortado	221
Figura 255. Intensidad lumínica en los diferentes puntos del área de corte	222
Figura 256. Dimensiones horizontales del área de lijado	222
Figura 257. Distribución adecuada de iluminarias de la nueva área de lijado	225
Figura 258. Intensidad lumínica en los diferentes puntos del área de lijado	226
Figura 259. Dimensiones horizontales del área de montado	227
Figura 260. Distribución adecuada de iluminarias de la nueva área de montado	229
Figura 261. Intensidad lumínica en los diferentes puntos del área de Montado	230
Figura 262. Dimensiones horizontales del área de empacado	231
Figura 263. Distribución adecuada de luminarias en la nueva área de empacado	233
Figura 264. Intensidad lumínica en los diferentes puntos del área de empacado	234
Figura 265. Áreas iluminadas de circulación	235
Figura 266. Intensidad lumínica en distintos puntos del Corredor área 2	236
Figura 267. Nueva distribución de las luminarias en el área de producción	238
Figura 274. Plano de la distribución actual del área de producción	239
Figura 268. Nivel de rendimiento según la norma EN388	241
Figura 269. Protección química específica según EN ISO 374-1	242
Figura 270. Nivel de rendimiento según la norma EN407	244

Lista de anexos

Anexo 1. Análisis del número de observaciones en el proceso.....	268
Anexo 2. Detalles de sillas ergonómicas giratorias, escogidas para la propuesta.	269
Anexo 3. Norma legal, para iluminación en interiores.....	270
Anexo 4. Catalogo virtual de Philips.....	271
Anexo 5. Simulación lumínica 3D con el software Dialux.....	272
Anexo 6. catálogo de guantes de protección	273
Anexo 7. Norma legal de multas.	274

Resumen

El presente trabajo de investigación, está realizada en la empresa Calzados SCARLETTY E.I.R.L. con la intención de mejorar las condiciones de trabajo, y de este modo incrementar su productividad; el cual, partiendo de un estudio de tiempo y movimientos, se consiguió indicadores de la misma, en unas 3,5 docenas de pares/día. Luego se evaluaron las condiciones de trabajo en cada puesto, de los aspectos más relevantes, como la postura tomada por el operario, en el que solo el 50% tenía un nivel de riesgo bajo, o la disposición de los elementos a un 47% de conformidad, y finalmente la iluminación a un 0% de lo establecido por la norma.

Para la propuesta de diseño se tuvo en cuenta las dimensiones antropométricas en un rango de una población de 140 a 169 metros de estatura, se determinó la altura de la zona y área de trabajo correspondiente, adaptando las condiciones ya antes mencionadas a un nivel de cumplimiento de 100% respectivamente, para adicionalmente proponer la implementación de equipos de seguridad. Se compararon los indicadores de productividad actuales con la esperada después de la mejora, obteniendo un incremento de 24%, para después verificar si lo propuesto es económicamente rentable en comparación a beneficios que obtendría; con un VAN de S/. 344 218 y un TIR de 537%.

Palabras claves: Antropometría, puesto de trabajo y ergonomía.

Abstract

The present research work is carried out in the company Calzados SCARLETTY E.I.R.L. with the intention of improving working conditions, and thus increasing their productivity; which, based on a study of time and movements, indicators of the same were obtained, in about 3.5 dozen pairs / day. Then the working conditions in each position were evaluated, of the most relevant aspects, such as the position taken by the operator, in which only 50% had a low risk level, or the disposition of the elements at 47% of compliance, and finally lighting to 0% of what is established by the standard.

For the design proposal, the anthropometric dimensions were taken into account in a range of a population of 140 to 169 meters tall, the height of the zone and corresponding work area were determined, adapting the aforementioned conditions to a level of compliance. 100% respectively, to additionally propose the implementation of security equipment. The current productivity indicators were compared with that expected after the improvement, obtaining an increase of 24%, to later verify if the proposal is economically profitable compared to the benefits it would obtain; with a NPV of S /. 344 218 and an IRR of 537%.

Keywords: Anthropometry, workstation and ergonomics

I. Introducción

En la actualidad, muchas empresas no consideran las condiciones físicas de trabajo como factor de rendimiento, por consiguiente, descuidan por completo dichas causas, las cuales puede traer problemas a largo como a corto plazo. En el Perú, dichas condiciones está regulado por la Ley 29783¹, la cual establece las normas mínimas para la prevención de los riesgos laborales.

La empresa Scarletty E.I.R.L. dedicada a la fabricación de calzado, ubicada en la región de Lambayeque, ofrece al mercado diferente tipo de producto, entre ellos zapatos y sandalias para damas, de esta última se centrará la investigación. Entre sus principales problemas esta las condiciones físicas laborales en la que los operarios ejercen sus actividades, tales como la mala postura derivadas de un mal diseño de mesa de trabajo, la distribución de sus elementos de ayuda y la deficiente iluminación, afectando a la productividad y la economía de la empresa.

Ya desde un previo análisis musculo-esqueléticos de los puestos de trabajo, por el método de evaluación REBA², se evidencio un nivel medio de actuación en las áreas de lijado y armado de calzado, esta última afectando la productividad por ser el cuello de botella (pares/horas), reduciéndola en el transcurso del día a un 37,3% en el primer operario, y a un 35,8% en el segundo, resultado de la fatiga de realizar sus actividades. Como consecuencia de ello la empresa deja de producir 22 pares de calzados diariamente, que resulta 27 178 soles anuales, en pérdidas económicas.

Frente a lo descrito anteriormente surge la pregunta: ¿En qué medida el diseño de puestos de trabajo en el proceso productivo de la empresa de “Calzado Scarletty E.I.R.L.” incrementará la productividad?

La investigación definió como objetivo general diseñar puestos de trabajos en el proceso productivo para incrementar la productividad. A si mismo se estableció los siguientes objetivos específicos: Realizar un diagnóstico situacional actual del proceso

¹ Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.

² REBA, Rapid Entire Body Assessment.

productivo, elaborar un diseño de los puestos de trabajo que incremente la productividad y finalmente realizar un análisis costo-beneficio de la propuesta.

Para finalizar, el presente trabajo busca con el desarrollo de la propuesta, en el marco de la salud ocupacional, que los trabajadores no se verán afectado por las actuales condiciones físicas de los puestos de trabajo, y así de este modo no se vea reflejado en la productividad y su rentabilidad. Al mismo tiempo se espera que servirá como material de consulta para otras empresas y futuras investigaciones.

II. Marco teórico

2.1. Antecedentes:

En el 2017, C. Sánchez et al. [1], en la investigación **“Evaluación de los factores de Riesgos Músculo-Esqueléticos en área de montaje de Calzado”** hace uso de evaluaciones ergonómica como el OWAS y RULA, con el fin de diagnosticar la situación actual de los puestos de trabajo del área de montaje de la empresa de Calzado Calzafer. Para que esto sea posible se levantó información de 18 puestos de trabajo, a través de fotos y videos, que evidenciaban al detalle como realiza sus actividades. Dichos resultados obtenido indicaron que en muchos de los casos se generaban trastorno musculo-esqueléticos, el cual requerían de correcciones inmediatas.

En el 2017, C. Espín y R. Vélez [2], en la investigación **“Evaluación de factores de riesgo ergonómico y su incidencia en la salud de los trabajadores del taller de mantenimiento de motores de combustión interna de una empresa de prestación de servicios petroleros”** expone la realización de evaluaciones ergonómicas en dicho taller, para la cual se hizo uso de métodos como NIOSH , REBA y la matriz de evaluación de factores de riesgos INSHT (usado en España), con el fin de prevenir afecciones musculo-esqueléticas graves. Dichos resultados obtenido indicaron que había un alto nivel de riesgos en lesiones, el cual demandaba una pronta actuación.

En el 2017, Rafael Oribe [3], en su investigación **“Estudio ergonómico de puestos de producción en una cooperativa hortofrutícola”** propone el rediseño de los puestos de trabajo de una cooperativa dedicada a la exportación de frutas envasadas, ubicada en provincia de Valencia, para evitar los riesgos disergonomicos. Para ello, hizo uso de método como el REBA, RULA y NIOSH, en las diferentes líneas de producción, en el periodo de verano, teniendo como resultado del primer método, un nivel 2 de riesgo medio, el cual indica una necesaria actuación.

En el 2015, Pedro Morillas [4], en su investigación **“Evaluación ergonómica de las actividades del fraccionamiento de alimentos en el área de almacén del programa social – La Libertad”** propone la evaluación ergonómica de las actividades realizadas, a fin de determinar los riesgos en la salud en los trabajadores, para la cual se hizo uso de test ergonómicos como JSI, OWAS y REBA, información levantada de 35

trabajadores de dicha área. Los resultados permitieron apreciar que muchas de las tareas no son seguras por la duración de esfuerzo (Test JSI), que las posturas adoptadas por los trabajadores son dañinas para el sistema musco-esquelético (OWAS) y que se necesita una actuación correctiva inmediata (Test REBA).

En el 2015, L. Téllez et al. [5], en la investigación **“Diseño de puesto de trabajo para la fabricación de eslingas de cable de acero”** propone la implementación de puestos de trabajo que facilite las actividades de los trabajadores para dicho proceso productivo, para ello se recolecto datos, a través de entrevistas fotografías y videos, en un periodo de 12 meses, evaluación que fue posible por el método REBA, cuyo resultado fue de una puntuación final 11, un nivel de acción y riesgo, muy alto, que requiere de una actuación correctiva inmediata.

2.2. Bases teórico científicas:

2.2.1. Ergonomía

Como ciencia del trabajo humano, la ergonomía, busca adecuar el entorno al hombre, a sus características físicas, psicológicas y sociales, para generar bienestar y satisfacción [6]. Según Rescalvo, la ergonomía en un enfoque laboral se puede clasificar en 2 áreas: la dirigida al estudio de las condiciones técnicas de trabajo (ingeniería de puestos) y la dirigida al estudio de condiciones biológicas y humanas [7].

2.2.2. Puestos de trabajo

Se define como puesto de trabajo al espacio destinado a la realización de una serie actividades productivas, haciendo uso del medio puesto a disposición según los resultados que se desea obtener, para ello debe ser necesario [8]:

- Determinar la secuencia de trabajo.
- Determinar los medios necesarios para cada secuencia de trabajo.
- Obtener los tiempos que requiere para cada actividad.

Son cuatro los aspectos que se deben considerar en un puesto de trabajo [6]:

- a. Posturas, las cuales no deben ser de tiempo prolongado, ni mucho menos generar mucho esfuerzo.

- b. Movimientos, de preferencia no forzados, iguales o repetitivos, pues pueden causar lesiones.
- c. Visibilidad, a todos los objetos o herramientas, dispuesto a observación para evitar que el trabajador adopte posturas nocivas.
- d. Ambiente físico, que aumente el rendimiento y confort, controlando aspectos como: el ruido, iluminación, ventilación, temperatura y vibración.

2.2.2.1. Límite del área de trabajo.

Con el fin de facilitar las actividades laborales se debe tener cuenta la ubicación del operario mientras ejecuta su trabajo. Sea sentado o parado; frente a una mesa, maquinaria o escritorio, si sus movimientos exceden el área máxima hará que el tronco del cuerpo haga operaciones repetitivas y agotadoras, es por ello que dentro de este límite debe estar localizado todas la piezas y herramientas necesarias. La Figura 1 nos muestra los planos horizontales y verticales que sirven de guías para ubicación de los materiales, herramientas o controles. [9]

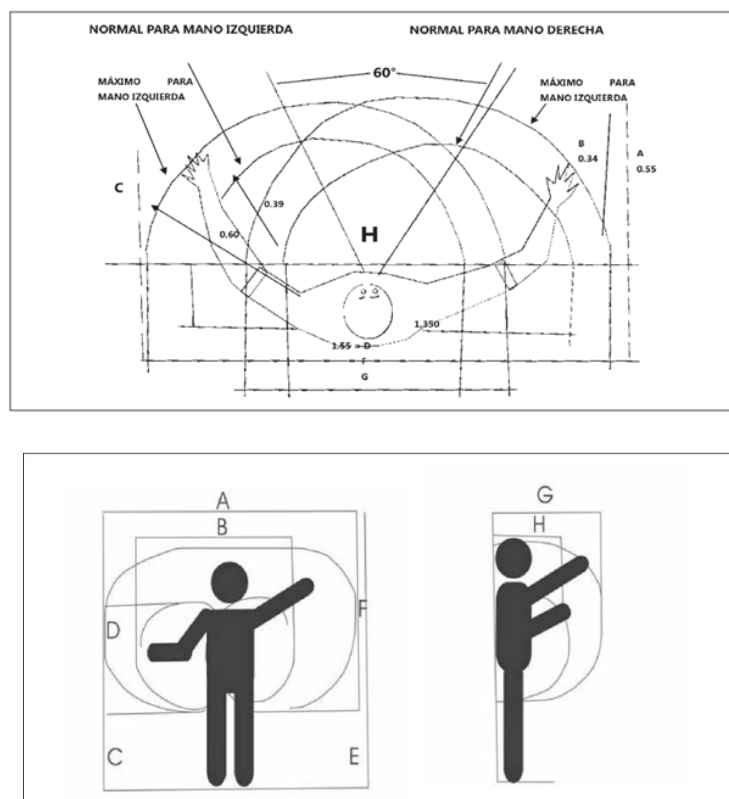


Figura 1. Vistas de los límites máximos del área de trabajo

Fuente: Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos. [9]

2.2.2.2. Estudio del Movimiento.

Según Niebel, es el análisis de los movimientos corporales empleado en la realización de tareas, cuyo propósito es eliminar o reducir movimientos ineficientes [10]. Para este análisis se debe tener en cuenta los siguientes conceptos [8]:

- a. Necesidad. Determinar si los movimientos son o no necesarios para la operación.
- b. Secuencia. Un cambio de orden de la secuencia de operaciones puede beneficiar en el ahorro de movimiento.
- c. Combinación. De operaciones para reducir movimientos innecesarios.
- d. Simplificación. De las instalaciones y herramientas, mejorándola o cambiándola.

2.2.3. Diseño de puesto de trabajo

Es la adecuación de los espacios físicos de trabajo a los requerimientos cinético-operacionales de las personas que lo ocupa [7]. Dichos requerimientos toman en consideración, el fácil uso de los medios, la rapidez de las operaciones y la precisión de trabajo [8].

2.2.3.1. Principio del diseño de puesto de trabajo

Con la finalidad de lograr que el sistema de trabajo sea más confortable y seguro, según Rescalvo [7], existe 3 principios a seguir:

a. Principio general

Como punto de partida de todos los diseños se considera a la persona como prioridad, adaptar el puesto de trabajo según sus requerimientos, para aumentar su seguridad y bienestar.

b. Principio antropomórfico y biomecánico

Se debe tener en cuenta las dimensiones estáticas y dinámicas de las personas, evitando posiciones anormales o inclinadas, poniendo a disponibilidad para su manipulación todas las piezas y herramientas, dentro del límite de trabajo para sus miembros superiores e inferiores.

c. Principio relacionado con el puesto de trabajo.

Puesto que son muchas las situaciones que se dan en el espacio de trabajo, solo se mencionara las más relevantes:

- Se debe elegir la altura del plano de trabajo, ya sea una mesa o máquina, con la intención de que la parte superior del cuerpo este ligeramente inclinada hacia adelante.

- Se debe definir la distancia entre los objetos y los ojos, según la dificultad visual de la tarea realizada.
- Se debe considerar la seguridad del espacio de trabajo según las normas legales y técnicas reconocidas.

2.2.4. Productividad.

Es un indicador que nos sirve como referencia para medir el grado de rendimiento con que se empleamos los recursos disponibles para alcanzar un producto predeterminado, siendo uno de estos recursos el total de horas trabajadas para lograrlo.

$$Productividad = \frac{Unidades\ Producidas}{Horas - hombres\ empleadas}$$

Uno de los elementos que influyen en la productividad es el factor humano, y sus análisis y estudio permanente permite la mejora de su desempeño, cuya fase son las siguientes [8]:

- A priori, determinar las condiciones físicas y mentales para el operario, así como también conocimiento y experiencia por el puesto de trabajo.
- A posteriori, verificar en el operario, el desempeño y el esfuerzo realizado como consecuencia de la presión al realizar las actividades laborales.

2.2.5. Evaluación de riesgos Ergonómicos

Existen una multitud de métodos de evaluación que permitirán reconocer y evaluar los factores de riesgos dentro de un puesto de trabajo, que en base a los resultados se planteara un rediseño que lo reduzca [11].

2.2.5.1. Método REBA

Es una herramienta de análisis postural para actividades que implica cambios inesperados de postura como consecuencia del manejo de carga inestable o impredecible, el cual previene de riesgos músculo-esquelético, indicando el nivel de acción y la urgencia de la intervención [11].

Para su evaluación se debe tomar en cuenta posturas relevantes, bien por sus repeticiones o por su falta de seguridad, para ello se debe registrar por medio de videos o fotografías, tanto al lado derecho e izquierdo del trabajador, dividiendo la evaluación en dos grupos:

- Grupo A: correspondiente a las posturas del tronco, cuello y piernas (Figura 2)
- Grupo B: correspondiente a las posturas de los miembros superiores (brazo, antebrazo y muñeca) (Figura 3)

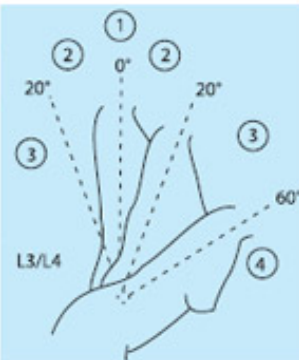
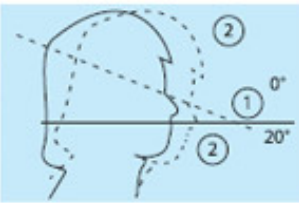
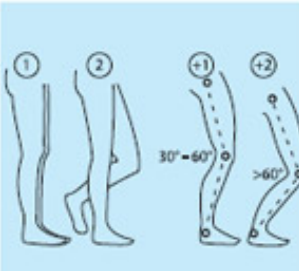
GRUPO A			
TRONCO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
Erguido	1		
0° - 20° flexión 0° - 20° extensión	2	Añadir	
20° - 60° flexión >20° extensión	3	+ 1 si hay torsión o inclinación lateral	
>60° flexión	4		
CUELLO			
Movimiento	Puntuación	Corrección	
0 - 20° flexión	1	Añadir	
20° flexión o extensión	4	+ 1 si hay torsión o inclinación lateral	
PIERNAS			
Posición	Puntuación	Corrección	
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 3 y 60°	
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	+ 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)	

Figura 2. Evaluación y puntuación del grupo A

Fuente: Revista HSEC [12]

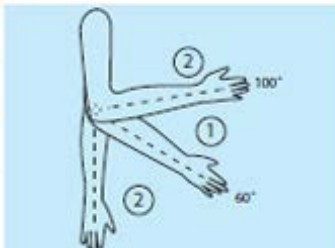
GRUPO B					
BRAZOS			MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección	Movimiento	Puntuación	Corrección
0° - 20° flexión / extensión	1	Añadir	0° - 15° flexión / extensión	1	
>20° extensión 21° - 45° flexión	2	+ 1 si hay abducción o rotación	>15° flexión / extensión	2	
46° - 90° flexión	3	+ 1 elevación del hombro			Corrección
>90° flexión	4	- 1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad			Añadir + 1 si hay torsión o desviación lateral
ANTEBRAZO					
Movimiento	Puntuación				
60° - 100° flexión	1				
<60° flexión >100° flexión	2				
					

Figura 3. Evaluación y puntuación del grupo B.

Fuente: Revista HSEC [12]

De estos 2 grupos se obtendrá puntuaciones A y B, para obtener una puntuación C, mediante consulta de la tabla de la Figura 4, que dependiendo de la actividad muscular desarrollada se obtendrá una puntuación final, con un nivel de riesgo y actuación (Figura 5).

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
Actividad	+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 4. Tabla para la puntuación C.

Fuente: Ergoibv [13]

Puntuación Final	Nivel de acción	Nivel de riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria la actuación
2-3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
4-7	2	Medio	Es necesaria la actuación
8-10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11-15	4	Muy Alto	Es necesaria la actuación de inmediato

Figura 5. Nivel de actuación según la puntuación final obtenida

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo [11]

III. Resultados

3.1. Diagnóstico de la situación actual de la empresa

3.1.1. La empresa

Nombre de la empresa: Calzados Scarletty E.I.R.L.

Dirección: Calle Jhonson Nro. 721 P.J. Urrunaga- José Leonardo Ortiz – Chiclayo - Lambayeque

RUC: 20539085515

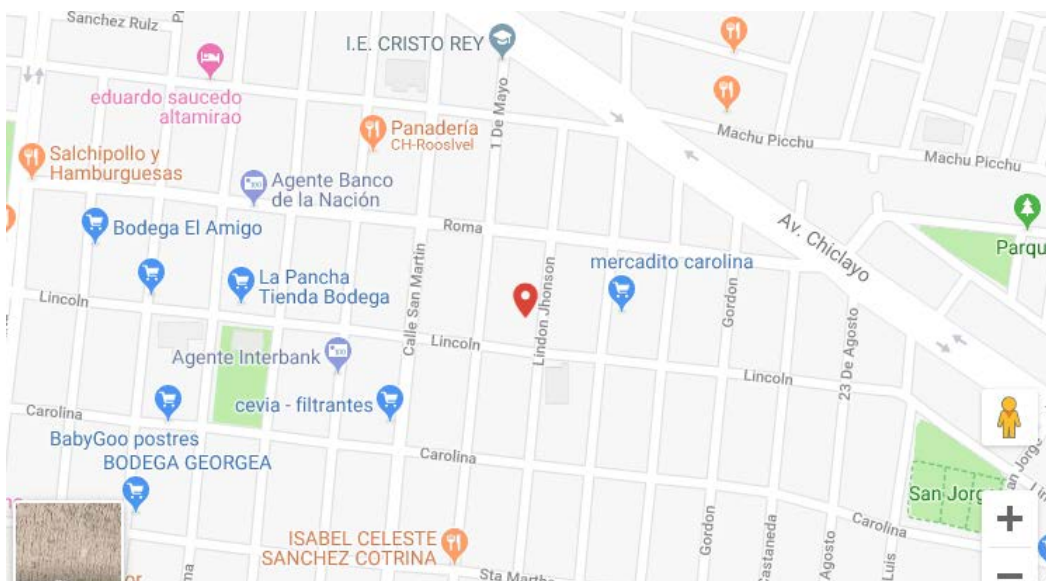


Figura 6. Mapa de la ubicación de Calzados Scarletty E.I.R.L..

Fuente: Google Maps

La empresa, con más de 5 años de experiencia, está dedicada a la fabricación de todo tipo de calzado, cuyo proceso productivo en su mayoría es de manera manual. Cuenta con 7 trabajadores, cumpliendo jornadas laborales de 48 horas semanales. Actualmente todas las áreas de trabajo de la empresa están distribuidas de forma empírica, y no están adecuadas ergonómicamente para sus actividades.

La presente investigación se enfocará en realizar un estudio ergonómico en los puestos de trabajo del área productiva.

3.2.Descripción del sistema productivo actual

3.2.1. Productos

Scarletty E.I.R.L.. se dedica a la fabricación de calzado de todo tipo, cuyo diseño varía de acuerdo a la temporadas o tendencia del momento, influyendo en el tipo de material que se use. Podemos clasificar los productos en 2 tipos: calzado abierto y cerrado, en su mayoría para damas (Tabla 1), cada una con sus respectivas áreas de montaje.

Tabla 1. Productos de la empresa “Calzados Scarletty E.I.R.L..”

PRODUCTOS	DESCRIPCION	IMAGEN
SANDALIAS PARA DAMA	Calzado abierto que en su mayoría está conformado por tiras y una correa.	
ZAPATOS PARA DAMA	Calzado cerrado que a diferencia de la anterior, cubre gran parte del pie.	

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

Todo calzado, sea cual sea el diseño, como se observa en la figura 6, está conformado de 3 partes principales: capellada, plantilla y suela.

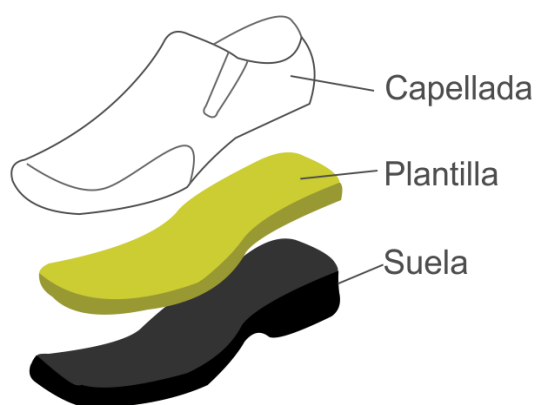


Figura 7. Partes de un calzado

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

3.2.2. Recursos del sistema productivo

a. Materiales e insumos

Los materiales son diversos (cuero y suela de PVC), esto dependerá al diseño a fabricar; en cuanto a los insumos, para la unión de piezas se suele usar: hilos, clavos y adhesivos; y tintes para su acabado, en caso lo requiera.

Tabla 2. Información general de los materiales

Materiales	Tipos
Directos	Tela o Cuero Suela de PVC
Indirectos	Etiquetas Caja de cartón
Insumos	Hilo Pegamento Tinte o Barniz

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

b. Mano de obra

Calzados Scarletty cuenta con 7 trabajadores, de las cuales como se observa en la Tabla 3, la gran mayoría está en la etapa de armado, divididos en 2 líneas de producción, el primero para calzado cerrado y el segundo para calzado abierto; cumpliendo jornadas laborales de 48 horas semanales.

Tabla 3. Información general de los operarios.

ETAPA	OPERARIO	EDAD	FORMACION	Tiempo en la empresa	
Corte	Op1	25	Secundaria	3 años	
Lijado	Op2	24	Secundaria	2 años	
Montado	A1	Op3	25	Secundaria	1 año y medio
		Op4	27	Secundaria	1 año
	A2	Op5	24	Secundaria	1 año
		Op6	21	Secundaria	1 año, 2 meses
Empacado	Op7	20	Secundaria	5 años	

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

3.2.3. Equipos y herramientas

Como se observa en la Tabla 4 y Figura 8, se requiere más de un equipo en el área de armado.

Tabla 4. Información general los equipos

Área de planta	Equipo	Cantidad	Tipo
Lijado	Esmeril	1	De banco
	Horno reactivador	2	Standart
Montado	Hornilla	2	Eléctrica
	Prensa neumática	2	De una bolsa

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.



Figura 8. Equipos utilizados en Calzados Scarletty E.R.I.L

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

En cuanto a las herramientas, al igual que los equipos, la mayoría se encuentra en el área de montado.

Tabla 5. Información general de las herramientas

Área de trabajo	Herramientas
Corte	Navaja
	Molde
Montado	Horma
	Alicate
	Martillo
	Paleta
Envasado	Escobilla

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

3.2.4. Descripción del proceso productivo

La empresa trabaja 6 días a la semana, y su remuneración es por destajo. Cuenta con 4 áreas divididos por actividades de trabajo, que serán descritos a continuación:

- a. Cortado: En esta área se cortan el cuero y otros materiales que darán forma a la capellada y a la plantilla, acuerdo al diseño requerido, que luego serán cosidos.

La empresa no cuenta con el área de aparado, puesto que la tercerizan, los cuales se encargarán de la costura de las piezas cortadas (Figura 9)



Figura 9. Operación de corte

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

- b. Lijado: En esta área se pulirá todas inconformidades sobrantes de las piezas cosidas, como también el de perfilar la planta antes del proceso de armado o ensamblado (Figura 10).



Figura 10. Operación de lijado o perfilado

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

- c. Armado: A través de un molde de madera se unirá todas las piezas, comenzando con la fijación de la plantilla por medios de clavos, que luego serán retirado después que la capellana sea adherida a la plantilla con pegamento, para finalmente ser unido a la suela. La empresa cuenta con 2 áreas de ensamblado o montaje (Figura 11).



Figura 11. Operación de Montado

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

- d. Prensado: Para reforzar el ensamblado el calzado se somete a una cámara de compresión (Figura 12).



Figura 12. Operación compresión del calzado

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

- e. Empacado: El responsable de esta área hará una inspección del producto terminado, luego envasa en bolsas y empacará en sus respectivas cajas, que suelo serán almacenados y trasladados en por grupo de 12 unidades (Figura 13).



Figura 13. Operación empacada

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

3.2.5. Análisis del sistema productivo

A continuación, describiremos el sistema productivo de la empresa, caracterizado por ser intermitente por lotes, el cual, junto con el análisis de los problemas, nos dará una visión más clara a la hora de proponer una mejora.

2.2.5.2. Diagrama de bloques

Gráficamente en la Figura 14 , a través del diagrama de flujos, observamos la secuencia del proceso de fabricación del calzado para damas, con sus entradas y salidas en cada una de ellas.

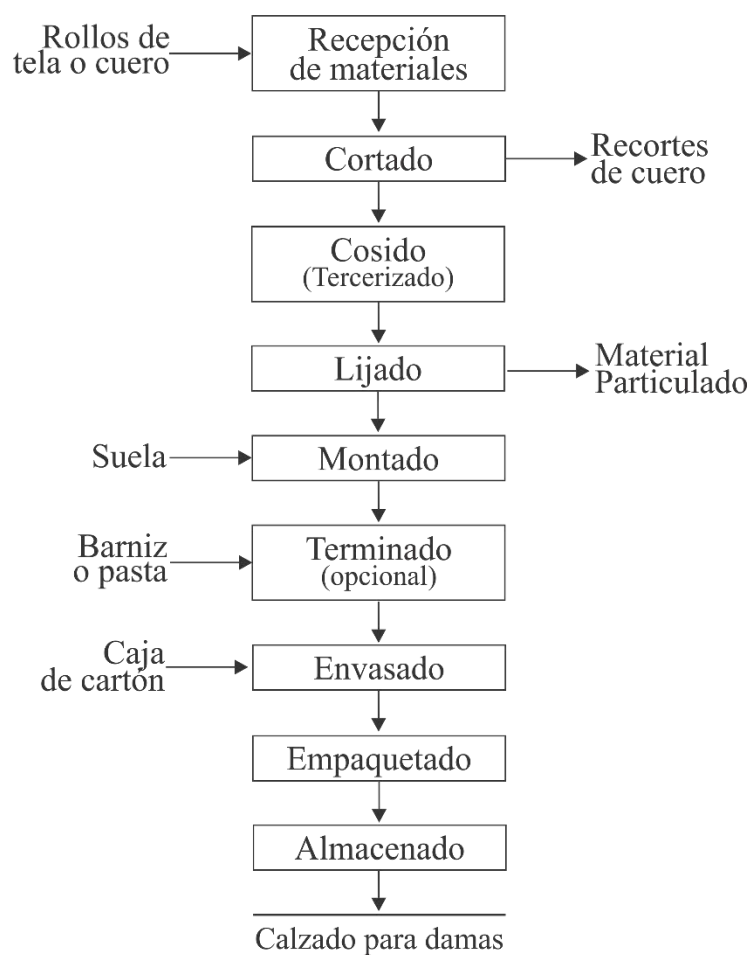
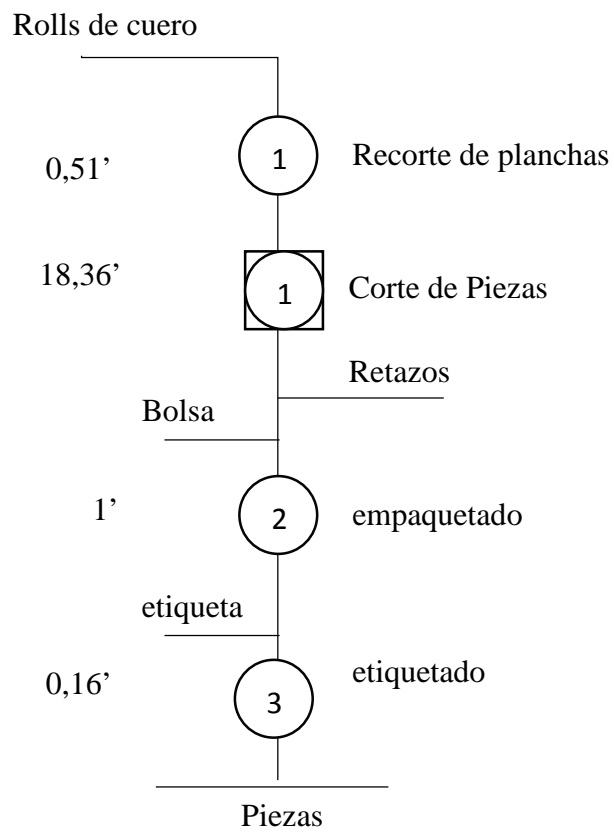


Figura 14. Diagrama de flujo del proceso de fabricación del calzado para damas en la empresa “Calzados Scarletty E.R.I.L.”

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L

3.2.5.1. Diagrama de Operaciones del proceso

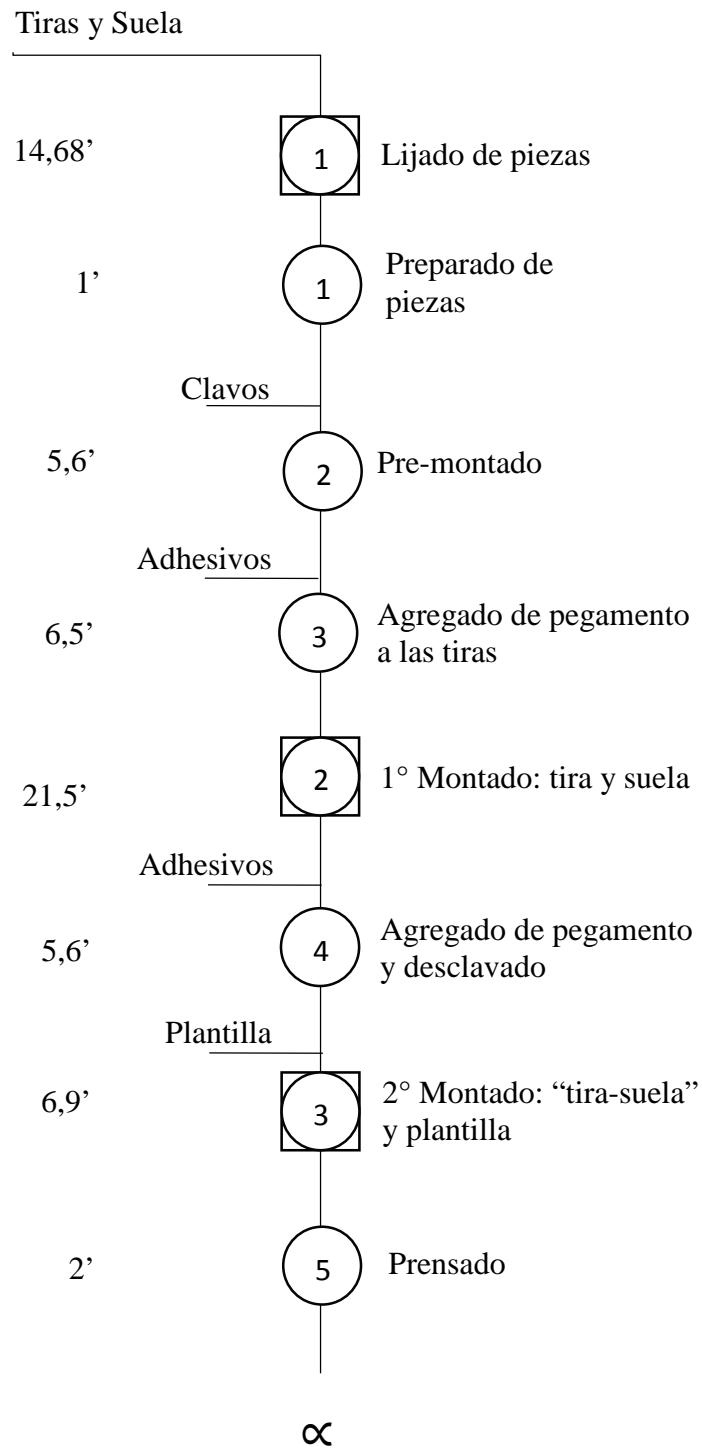
De manera más detallada podemos observar en la Figura 15 y Figura 16, las actividades secuenciales para la fabricación de sandalias para damas.

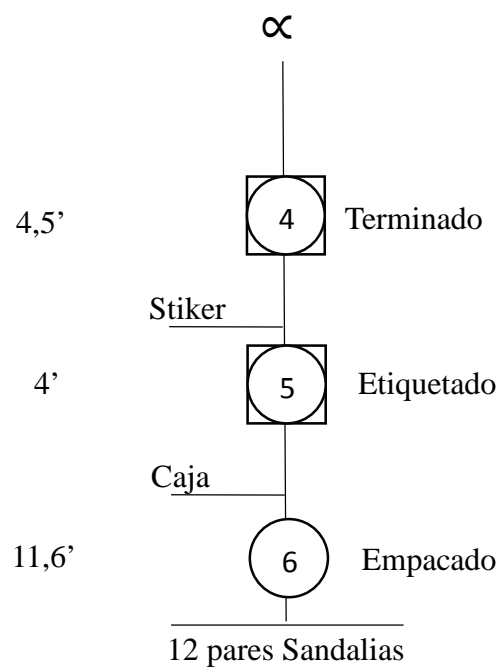


Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	3	2.16
Combinado	1	18

Figura 15. Diagrama de operaciones del proceso de corte de las piezas

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L.





Actividad	Cantidad	Tiempo (min)
Operación	6	24,2
Combinado	5	51.58


Figura 16. Diagrama de operaciones del proceso de la fabricación de sandalias

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

3.2.5.2. Diagrama bimanual de las operaciones

A continuación, se detallará las principales actividades de trabajo descritas por medio del diagrama bimanual. Esto servirá más adelante como referencia para la propuesta en el nuevo diseño de puesto de trabajo.


Tabla 6. Diagrama bimanual operario de cortado

Diagrama bimanual actual											
DIAGRAMA N °1											
Operación	Cortado										
Lugar	SCARLETTY E.I.R.L..										
Operario	Operario de cortado										
Compuesto por:	Alan Gamarra										
Descripción Mano izquierda	○	⇨	D	▽	□	○	⇨	D	▽	□	Descripción Mano Derecha
Extiende el cuero en la mesa	x					x					Extiende el cuero en la mesa
Coge el molde				x					x		Coge la cuchilla
Posicionar el molde en el cuero	x					x					Corta lo bordes con la cuchilla
Retira el molde		x						x			Esperar a recoger las piezas
Recoge la pieza cortada	x						x				Recoger la pieza costada
Deja el pieza cortado al lado izquierdo		x						x			Esperar a volver a coger el cuchillo

Resumen		
Método	IZQ	DER
Operaciones	3	2
Transportes	2	1
Esperas	0	2
Coger	1	1
Inspecciones	0	0
Total	6	6

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.


Tabla 7. Diagrama bimanual operario de lijado

Diagrama bimanual actual											
DIAGRAMA N °1											
Operación	Lijado										
Lugar	SCARLETTY E.I.R.L..										
Operario	Operario de lijado										
Compuesto por:	Alan Gamarra										
Descripción Mano izquierda	○	➡	◐	▽	□	○	➡	◐	▽	□	Descripción Mano Derecha
						x					Enciende la maquina
Recoge la pieza ubicada en el suelo				x							
Acerca la pieza al esmeril		x						x			Esperar a acomodar la pieza
Acomoda la pieza mientras lo lija	x					x					Acomoda la pieza mientras lo lija
Sostiene la pieza mientras lo inspecciona					x					X1	Sostiene la pieza mientras lo inspecciona
Espera a recoger otra pieza del suelo			x				x				Deja la pieza lijada

Resumen		
Método	IZQ	DER
Operaciones	1	2
Transportes	1	1
Esperas	1	1
Coger	1	0
Inspecciones	1	1
Total	5	5

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.


Tabla 8. Diagrama bimanual de operario de Montado 1 |

Diagrama bimanual actual											
DIAGRAMA N °1											
Operación	Agregado de pegamento a la tira										
Lugar	SCARLETTY E.I.R.L..										
Operario	Operario Montado 1										
Compuesto por:	Alan Gamarra										
Descripción Mano izquierda	○	➡	⊖	▽	□	○	➡	⊖	▽	□	Descripción Mano Derecha
Coger las tiras				x							
Sostiene las puntas de las tiras			x						x		Coger la paleta de pegamento
Acomodar las puntas de las tiras					x	x					Agrega el pegamento
Almacena la tira con pegamento		x						x			Esperar con la paleta a la siguiente tira

Resumen		
Método	IZQ	DER
Operaciones	0	1
Transportes	1	0
Esperas	1	1
Coger	1	1
Inspecciones	1	0
Total	4	3

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.


Tabla 9. Diagrama bimanual de operario de Montado 1

Diagrama bimanual actual											
DIAGRAMA N °1											
Operación	Unión previa de plantilla y tira										
Lugar	SCARLETTY E.I.R.L..										
Operario	Operario Montado 1										
Compuesto por:	Alan Gamarra										
Descripción Mano izquierda	○	➡	D	▽	□	○	➡	D	▽	□	Descripción Mano Derecha
Coger la plantilla				x					x		Coger la tira
Mantener la plantilla estática	x					x					Meter la una tira al agujero de la plantilla
Esperar con la pieza unida			x						x		Cojo el alicate
Mantener estática la pieza unida	x					x					Fijo la tira principal con alicate
Ubico en la mesa las piezas unidas		x						x			Espera a coger otra tira

Resumen		
Método	IZQ	DER
Operaciones	0	1
Transportes	1	0
Esperas	0	1
Coger	2	1
Inspecciones	1	0
Total	4	3


Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

Tabla 10. Diagrama bimanual de operario de Montado 1 (Montado final de plantilla + tira)

DIAGRAMA N °1		Diagrama bimanual actual									
Operación	Montado final de plantilla + tira										
Lugar	SCARLETTY E.I.R.L..										
Operario	Operario Montado										
Compuesto por:	Alan Gamarra										
Descripción Mano izquierda	○	➡	D	▽	□	○	➡	D	▽	□	Descripción Mano Derecha
Cojo la Horma				x					x		Cojo la pieza "plantilla+Tira"
Monta la" plantilla+tira" a la horma	x					x					Monta la plantilla +tira a la horma
Posiciona la horma entre las piernas		x					x				Posiciona la horma entre las piernas
Coge el clavo				x					x		Coge el martillo
Sujeta el clavo			x			x					Fija la plantilla con un martilleo
Acerca la horma a la hornilla eléctrica		x					x				Acerca la horma a la hornilla eléctrica
Acomodar cada punta	x					x					Calienta cada punta de las tiras
Esperar con la horma montada			x						x		Coge el alicate
Mantener estática horma montada	x					x					Fija las tiras secundarias
Esperar con la horma montada			x						x		Coge el martillo
Mantener estática horma montada	x					x					Retira el clavo
Esperar con la horma montada			x						x		Coge la paleta de pegamento
Acomodar la horma montada					x	x					Agrega pegamento a la platilla
Ubica la horma montada en la mesa		x							x		Espera a coger otra "plantilla+tira"


Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

Tabla 11. Diagrama bimanual de operario de Montado 1 (Montado final)

Diagrama bimanual actual											
DIAGRAMA N °1											
Operación	2° Montado										
Lugar	SCARLETTY E.I.R.L..										
Operario	Operario Montado										
Compuesto por:	Alan Gamarra										
Descripción Mano izquierda	○	➡	D	▽	□	○	➡	D	▽	□	Descripción Mano Derecha
Coger la horma montada				x					x		Coger la plantilla
Mete la horma al horno reactivador		x					x				Mete la plantilla al horno reactivador
Saca la horma montada del horno		x					x				Saca la plantilla del horno
Acercar la horma a la hornilla	x								x		Sujeta la plantilla
Mantener estática la horma	x					x					Une la plantilla a la horma (plantilla + tira)
Sujeta la horma (suela + tira + plantilla)				x					x		Coge el martillo
Mantener estática la horma (suela + tira + plantilla)	x					x					Fija la unión con martilleos


Resumen		
Método	IZQ	DER
Operaciones	3	2
Transportes	2	2
Esperas	0	0
Coger	2	3
Inspecciones	0	0
Total	7	7

Tabla 12. Diagrama bimanual de operario de Envasado

Diagrama bimanual actual											
DIAGRAMA N °1											
Operación	Etiquetado										
Lugar	SCARLETTY E.I.R.L..										
Operario	Operario de envasado										
Compuesto por:	Alan Gamarra										
Descripción Mano izquierda	○	➡	D	▽	□	○	➡	D	▽	□	Descripción Mano Derecha
							x				Ubicar el calzado en la mesa
Coger el sticker			x		x						Retirar la sticker de su protector
Sostener el calzado			x						x		Sostener el sticker
Sostener el calzado			x		x						Adherir el sticker al calzado
Ubicar el calzado en la mesa		x						x			Esperar a coger otro sticker

Resumen		
Método	IZQ	DER
Operaciones	0	2
Transportes	1	1
Esperas	0	1
Coger	3	1
Inspecciones	0	0
Total	4	5

Tabla 13. Diagrama bimanual de operario de Envasado

Diagrama bimanual actual													
DIAGRAMA N °1													
Operación	Envasado												
Lugar	SCARLETTY E.I.R.L..												
Operario	Operario de envasado												
Compuesto por:	Alan Gamarra												
Descripción Mano izquierda		○	➡	D	▽	□	○	➡	D	▽	□	Descripción Mano Derecha	
								x				Ubicar la caja sobre la mesa	
Coger el par de calzado					x				x			Esperar para acomodar el calzado	
Acomodar el calzado dentro de la caja		x					x					Acomodar el calzado dentro de la caja	
Esperar a ubicar la caja				x			x					Colocar la tapa encima de la caja	
Ubicar la caja al costado de la mesa			x					x				Ubicar la caja al costado de la mesa	

Resumen		
Método	IZQ	DER
Operaciones	1	2
Transportes	1	1
Esperas	1	1
Coger	1	1
Inspecciones	0	0
Total	4	5

3.2.5.3. Diagrama de análisis del proceso

A continuación, a través de un DAP haremos una descripción breve de las actividades en el desarrollo de la fabricación de calzado abierto y sus respectivos tiempos.

Para el cálculo de los tiempos promedios se hizo uso del método estadístico, el cual consiste en tomar una muestra preliminar para saber el número de observaciones que hubieran sido suficientes, siendo calculado a través de la siguiente formula [14]:

$$N = \left[\frac{\frac{2}{E} \sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}}{\sum x} \right]^2$$

N= Número de observaciones requeridas

E= Error admisible (5%)

x= Valor de las observaciones

n= Numero de observaciones preliminares

Con la aplicación de los resultados de dicho método con un nivel de confianza del 95% y error admisible de 5%, detallados en el *Anexo 1*, se obtuvo un promedio de tiempo de 5 periodos, que se describirán a continuación, desde la Tabla 14 a la Tabla 16:

a. Etapa de corte

Tabla 14. Tiempo promedio en la actividad de corte

ACTIVIDADES	Tiempo promedio (min/docena)					Tiempo Promedio (min/docena)
	Ciclos					
	1	2	3	4	5	
Traslado de las planchas	0,83	0,75	0,78	0,76	0,82	0,79
Cortado de planchas	0,58	0,53	0,48	0,47	0,5	0,51
Corte de piezas	18,3	17,2	17,8	20,1	18,4	18,36
Empacado y etiquetado de piezas	1,25	1,03	1,2	1,08	1,22	1,16
Tiempo total						20,82

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L

b. Etapa de lijado

Tabla 15. Tiempo promedio en la actividad de lijado

ACTIVIDADES	Tiempo promedio (min/docena)					Tiempo Promedio (min/docena)
	Ciclos					
	1	2	3	4	5	
Traslado de piezas armadas	0,22	0,28	0,23	0,2	0,25	0,24
Lijado de suela	5,36	6,12	5,2	6,92	6,16	5,95
Lijado de tira	6,2	5,888	6,52	6,08	5,88	6,11
Preparar piezas para el área de montado	1,03	0,95	1,05	0,9	1,02	0,99
Traslado Material al área de montado	0,12	0,13	0,12	0,15	0,13	0,13
Tiempo total						13,42

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

c. Etapa de montado

Tabla 16. Tiempo promedio en la actividad de montado

ACTIVIDADES	Tiempo promedio (min/docena)					Tiempo Promedio (min/docena)
	Ciclos					
	1	2	3	4	5	
Pre-montado (tira +plantilla)	5,7	5,3	5,2	5,5	5,6	5,46
Agregado de pegamento a tira	6,2	6,3	6,1	6,1	6,5	6,24
1° montado (tira + plantilla)	20,9	21,3	21,8	21,1	21,5	21,32
Agregado de pegamento a la plantilla	6,1	5,4	6,3	5,2	5,1	5,62
2° Montado (Tira + suela +plantilla)	6,9	6,8	7,1	6,3	6,7	6,76
Caminar hacia prensa	1,3	1,5	1,2	1,3	1,5	1,36
Prensado	2	2	2	2	2	2
Caminar al área de montaje	1,3	1,5	1,2	1,3	1,5	1,36
Terminar	4,2	4,7	4,3	5,1	4,3	4,52
Traslado a estantería	0,23	0,28	0,21	0,28	0,23	0,24
Tiempo total						54,88

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

d. Etapa de empaçado

Tabla 17. Tiempo promedio en la actividad de empaçado

ACTIVIDADES	Tiempo promedio (min/docena)					Tiempo Promedio (min/docena)
	Ciclos					
	1	2	3	4	5	
Trasladar a la mesa de empaçado	0,33	0,27	0,33	0,27	0,4	0,32
Etiquetado	9,2	7,6	10	9,6	8,8	9,04
Envasado	9,2	7,6	10	9,6	8,8	9,04
Empacado	0,32	0,29	0,33	0,3	0,28	0,31
Traslado a almacén	0,83	0,75	0,78	0,76	0,82	0,79
Tiempo total						19,49

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

De los datos obtenidos en las diferentes etapas, obtenemos la Tabla 18, el cual muestra el tiempo promedio por estación de trabajo, descrito de manera detallada en el cursograma de la Tabla 19.

Tabla 18. Tiempo promedio por estación de trabajo (min)

Área	Tiempo promedio (min)
Cortado	20,82
Lijado	13,42
Montado	54,88
Empacado	20,49
Total	109,61

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

Tabla 19. Cursograma analítico del proceso de fabricación de la sandalia

Área	Actividades	Símbolos					Tiempo promedio (min/docena)
		○	◻	➔	◻	▽	
Corte	Almacenado de materia prima					x	-
	Traslado de las planchas			x			0,79
	Cortado de planchas	x					0,51
	Corte de piezas	x					18,36
	Empacado y etiquetado de piezas	x					1,16
Lijado	Traslado de piezas armadas			x			0,24
	Lijado de suela		x				5,95
	Lijado de tira		x				6,11
	Preparar piezas para el área de montado	x					0,99
	Traslado Material al área de montado			x			0,13
Montado	Pre-montado (tira +plantilla)		x				5,46
	Agregado de pegamento a tira	x					6,24
	1° montado (tira + plantilla)		x				21,32
	Agregado de pegamento a la plantilla	x					5,62
	2° Montado (Tira + suela +plantilla)		x				6,76
	Caminar hacia prensa			x			1,36
	Prensado	x					2
	Caminar al área de montaje			x			1,36
	Terminar		x				4,52
	Traslado a estantería			x			0,24
Empacado	Almacenado en estantería				x		1
	Trasladar a la mesa de empacado			x			0,32
	Etiquetado		x				9,04
	Envasado	x					9,04
	Empacado	x					0,31
	Traslado a almacén			x			0,79
	Almacenado de productos terminados					x	-
Total							109,61

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

3.2.5.4. Indicadores actuales de producción y productividad

De la Tabla 19, tenemos los siguientes indicadores de la producción y productividad de la fabricación de una docena de pares de calzado para damas.

❖ **Indicador de producción teórica**

- **Cuello de botella**

Como podemos observar en la Tabla 18, el tiempo que transcurre en completar un lote en cada área de trabajo, el cuello de botella estaría en la estación de montado, con 54,88 minutos /docena.

$$\text{Cuello de botella} = \frac{54,88 \text{ minutos}}{\text{docena}}$$

- **Tiempo ciclo**

De este modo, el tiempo que transcurre en fabricar un lote a otro, es de 54,9 minutos por cada docena de par de sandalias.

$$\text{Tiempo ciclo} = \frac{54,88 \text{ minutos}}{\text{docena}}$$

- **Producción teórica**

Con un cuello de botella de 54,88 min/docena, y un tiempo base de 480 min/días, se tiene una producción teórica de 105 pares/día, un equivalente a 227 docenas de sandalias al mes.

$$\text{Produccion} = \frac{\text{Tiempo base}}{\text{Tiempo ciclo}}$$

$$\text{Producción} = \frac{480 \text{ min/día}}{54,88 \text{ min/docena}}$$

$$\text{Producción} = 105 \text{ pares/día}$$

❖ **Indicador de productividad teórica**

Considerando que la etapa de montado es la más importante, pues que es la que mayor tiempo toma en terminar un lote, la productividad teórica de mano de obra en esa estación de trabajo es de **4.4 docenas/días-operario**.

$$\text{Productividad Teorica} = \frac{8,75 \text{ docena/día}}{2 \text{ operarios}}$$

Productividad Teórica = 4,4 docenas/días-operario

❖ Indicadores reales de producción y productividad

Teniendo como base la producción y productividad teórica, tenemos que compararlo con indicadores reales, el cual será posible con la data histórica de la empresa, obtenidos entre el periodo de febrero a mayo del 2019, el cual se muestra a continuación (Tabla 20 a la Tabla 23):

Tabla 20. Tiempo promedio mensual de la producción (febrero 2019)

Febrero 2019									
LOTE	semana 1		semana 2		semana 3		semana 4		Tiempo promedio (min)
	O3	O4	O3	O4	O3	O4	O3	O4	
Lote 1	52	55	51	54	51	53	52	54	53
Lote 2	52	55	54	57	52	55	52	53	54
Lote 3	57	60	58	60	58	61	54	56	58
Lote 4	66	68	69	72	67	69	66	68	68
Lote 5	70	73	71	74	72	75	71	73	72
Lote 6	79	81	78	82	81	83	79	81	81
Lote 7	88	90	87	89	91	92	88	89	89
Tiempo total promedio									475

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

Tabla 21. Tiempo promedio mensual de la producción (marzo 2019)

Marzo 2019									
LOTE	semana 1		semana 2		semana 3		semana 4		Tiempo promedio (min)
	O3	O4	O3	O4	O3	O4	O3	O4	
Lote 1	52	55	51	56	52	55	53	55	54
Lote 2	55	58	53	56	55	58	53	54	55
Lote 3	59	61	58	61	59	61	55	57	59
Lote 4	70	73	67	69	70	73	67	69	70
Lote 5	73	75	71	74	72	75	72	75	73
Lote 6	80	81	79	81	79	81	78	81	80
Lote 7	89	90	88	89	87	88	87	88	88
Tiempo total promedio									479

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

Tabla 22. Tiempo promedio mensual de la producción (abril 2019)

Abril 2019									
LOTE	semana 1		semana 2		semana 3		semana 4		Tiempo promedio (min)
	O3	O4	O3	O4	O3	O4	O3	O4	
Lote 1	51	53	51	53	50	54	52	54	52
Lote 2	54	54	52	55	52	53	52	54	53
Lote 3	58	60	58	61	54	56	57	59	58
Lote 4	69	71	67	69	66	68	66	68	68
Lote 5	71	75	70	75	71	73	70	73	72
Lote 6	78	82	80	83	79	81	79	81	80
Lote 7	87	89	89	92	88	89	88	90	89
Tiempo total promedio									473

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L

Tabla 23. Tiempo promedio mensual de la producción (mayo 2019)

Mayo 2019									
LOTE	semana 1		semana 2		semana 3		semana 4		Tiempo promedio (min)
	O3	O4	O3	O4	O3	O4	O3	O4	
Lote 1	52	55	56	54	52	55	53	56	54
Lote 2	55	55	56	56	55	58	53	56	56
Lote 3	59	60	61	62	59	61	58	61	60
Lote 4	70	69	70	70	70	73	67	69	70
Lote 5	72	74	75	74	73	75	71	74	74
Lote 6	79	81	82	82	80	81	79	81	81
Lote 7	87	89	90	90	89	90	88	89	89
Tiempo total promedio									483

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L

De los datos obtenidos entre los meses de febrero a mayo del 2019, el tiempo promedio en producir 7 lotes de 12 pares de sandalias es de 477 minutos, equivalente a 85 pares de sandalias al día, y una productividad mano de obra real de 3,5 docenas/días-operario.

- **Indicador de producción real**

$$\text{Producción real} = \frac{12 \text{ pares} \times 7 \text{ lotes}}{477 \text{ minutos}} = 85 \text{ pares/día}$$

- **Indicador de productividad real**

$$\text{Productividad real} = \frac{95 \text{ pares/día}}{2 \text{ operarios}} = 3,5 \text{ docenas}/(\text{día} - \text{oper.})$$

De este modo podemos comparar los indicadores teóricos y reales, en producción y productividad, teniendo una diferencia de 20 pares/día y 1 docena/día-operario

Tabla 24. Comparación entre los indicadores actuales de la empresa

Indicadores	Teórico	Real
Producción	105 pares/día	85 pares/día
Productividad	4,4 docenas/día-operario	3,5 docenas/día-operario

- ❖ **Indicadores de productividad económica**

Tomando en cuenta la información proporcionada por la empresa en la producción del 2019 (Tabla 25), la productividad económica deriva de la siguiente ecuación:

$$\text{Productividad económica} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Costo total de producción}}$$

Donde el costo total de producción está dado por el costo de materia prima e insumos (CMP), el costo de la mano de obra (CMO) y el costo indirecto de fabricación (CIF).

$$\text{Costo total de producción} = \text{CMP} + \text{CMO} + \text{CIF}$$

En la empresa de Calzado Scarlett E.R.I.L la producción anual de sandalias para damas viene a ser 62% de su producción total (Tabla 25).

Tabla 25. Producción mensual del año 2019, de Calzados Scarlett E.R.I.L

Mes	Tipo de calzado (docena)	
	Sandalias para damas	Otros calzados
Enero	176	78
Febrero	174	72
Marzo	162	108
Abril	160	113
Mayo	172	108
Junio	156	91
Julio	144	72
Agosto	162	81
Septiembre	150	104
Octubre	179	117
Noviembre	182	135
Diciembre	180	130
Total	1997	1209
%	62%	38%

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

- Costo de materia prima (CMP)

La *Tabla 26* muestra el costo aproximado de los materiales que interviene en la fabricación de una docena de pares de sandalias para damas.

Tabla 26. Costo de materia prima para la producción de sandalias para damas

Materiales e insumos	Costo por docena (soles)
Polibadana	11
Cuero sintético	10
Suela	40
Pegamento	5
Caja de zapatos	3
Total	69

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

Con estos datos se calcula el costo mensual de materia prima del año 2019, tal como se observa en la *Tabla 27*, donde el costo total anual es de **137 793 soles/año**.

Tabla 27. Costo mensual de la materia prima para la producción de sandalias del año 2019

Mes	Producción mensual (docenas)	Costo MP (soles/mes)
Enero	176	12 144
Febrero	174	12 006
Marzo	162	11 178
Abril	160	11 040
Mayo	172	11 868
Junio	156	10 764
Julio	144	9 936
Agosto	162	11 178
Septiembre	150	10 350
Octubre	179	12 351
Noviembre	182	12 558
Diciembre	180	12 420
Total	1 997	137 793

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L

- Costo de mano de obra (CMO)

La Tabla 28 muestra el monto que se le da a cada operario por su actividad.

Tabla 28. Costo por operario de las diferentes áreas de producción

Actividad	Cuota
Corte	930 soles/mes
Lijado	930 soles/mes
Montado	1300 soles/mes
Empacado y logística	930 soles/mes
Cosido	25 soles/docena

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L

La Tabla 29 muestra el tiempo requerido para la producción mensual de sandalias para damas en el año 2019, para la actividad de montado.

Tabla 29. Tiempo requerido para la producción mensual de sandalias para damas en el año 2019

Mes	Producción mensual (unidades/mes)	Producción diaria (unidades/día)	Tiempo requerido (días/mes)
Enero	2 112	85	24,8
Febrero	2 088	85	24,6
Marzo	1 944	85	22,9
Abril	1 920	85	22,6
Mayo	2 064	85	24,3
Junio	1 872	85	22
Julio	1 728	85	20,3
Agosto	1 944	85	22,9
Septiembre	1 800	85	21,2
Octubre	2 148	85	25,3
Noviembre	2 184	85	25,7
Diciembre	2 160	85	25,4

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

La Tabla 30 muestra el costo mensual para el armado de sandalias para damas en el año 2019, siendo 58 soles el coste diario por cada operario (116 soles/día), teniendo así total de **32 703,8 soles/año**.

Tabla 30. Costo mensual de la mano de obra para el montado de sandalias para damas del año 2019.

Mes	Tiempo requerido (días/mes)	Costo de MO (soles/día)	Costo MO del montado (soles/mes)
Enero	24,8	116	2 882,3
Febrero	24,6	116	2 849,5
Marzo	22,9	116	2 653
Abril	22,6	116	2 620,2
Mayo	24,3	116	2 816,8
Junio	22	116	2 554,7
Julio	20,3	116	2 358,2
Agosto	22,9	116	2 653
Septiembre	21,2	116	2 456,5
Octubre	25,3	116	2 931,4
Noviembre	25,7	116	2 980,5
Diciembre	25,4	116	2 947,8
Total	281,9	1392	32 703,8

Fuente: Calzados Scarlettty E.R.I.L

Para los operarios del área de cortado, lijado y empacado (CLE), tiene un sueldo mínimo mensual de 930 soles/mes, y el costo para la sandalia para damas es correspondiente a un **62%** de la producción total (Tabla 25), puesto que ellos realizan sus actividades para ambas líneas de producción.

Se vio conveniente realizar este cálculo, porque sus trabajos no se limitan a procesamiento de las piezas correspondiente, sino también en actividades de compra de materiales, envío y recepción de piezas tercerizadas, o distribución y venta de los calzados producidos.

Los costos correspondientes a la costura, es de 25 soles por docena, y es realizado por personal ajenos a la empresa.

La Tabla 31 muestra el costo mensual en mano de obra para la fabricación de sandalias para damas, realizados por operarios de ambas líneas (CLE); y a su vez los costos mensuales de mano de obra por destajo (costura) .

Tabla 31. Costo mensual en mano de obra de otros procesos, para la producción de sandalias para dama del año 2019.

Mes	Producción (docena/mes)	Costo en mano de obra CLE (soles/mes)	Costo en MO por costura (soles/mes)
Enero	176	1 933,2	4 400
Febrero	174	1 973,4	4 350
Marzo	162	1 674	4 050
Abril	160	1 635,2	4 000
Mayo	172	1 713,9	4 300
Junio	156	1 762,1	3 900
Julio	144	1 860	3 600
Agosto	162	1 860	4 050
Septiembre	150	1 647,6	3 750
Octubre	179	1 687,2	4 475
Noviembre	182	1 601,8	4 550
Diciembre	180	1 620	4 500
Total	1997	20 968	49 925

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L

El costo total de la mano de obra para la fabricación de sandalias para damas, realizados por operarios de ambas líneas (CLE) es de **20 968 soles/año**, mientras en obra por costura es de **49 925 soles/año**.

Tabla 32. Costo mensual de la mano de obra para la producción de sandalias del año 2019.

Mes	Producción mensual (docenas)	Costo MO (soles/mes)
Enero	176	9 215
Febrero	174	9 173
Marzo	162	8 377
Abril	160	8 255
Mayo	172	8 831
Junio	156	8 217
Julio	144	7 818
Agosto	162	8 563
Septiembre	150	7 854
Octubre	179	9 094
Noviembre	182	9 132
Diciembre	180	9 068
Total	1 997	103 597,2

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

Con los datos obtenidos se calcula el costo total de mano de obra, incluyendo del empaçado, del año 2019, donde el costo total anual es de **103 597,2 soles/año**.

- Costo indirecto de fabricación

Los costos indirectos de fabricación es la sumatoria de los costos energéticos, impuestos y otros gastos. En cuanto a los costos energéticos, están dados por los datos de la Tabla 33, y precio contratado por la empresa, 0,4543 soles/kWh.

Tabla 33. Tiempo de uso de los equipos eléctricos en el área de producción

Equipo	Potencia eléctrica (w)	Tiempo de uso
Prensadora	60	2 min/docena
Esmeril	240	12 min/docena
Horno	300	7 h/ día
5 luminarias	225	8 h/ día

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

Como se observa en la Tabla 34, el costo indirecto de fabricación del año 2019, es de **699,2 soles**.

Tabla 34. Costos indirectos de la producción de sandalias del año 2019

Mes	Producción mensual (docenas)	CIF (soles/mes)
Enero	176	60,5
Febrero	174	60,9
Marzo	162	57,3
Abril	160	56,9
Mayo	172	58,1
Junio	156	58,1
Julio	144	58,7
Agosto	162	59,3
Septiembre	150	56,7
Octubre	179	58
Noviembre	182	57,2
Diciembre	180	57,3
Total	1 997	699,2

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

Finalmente, como se observa en la Tabla 35, el costo total de producción del año 2019, es de **241 572.6 soles**.

Tabla 35. Costo total de producción del año 2019, de las sandalias para damas de la Calzados Scarlett E.R.I.L

Recursos	Costo total en producción (soles/año)
Materia prima	137 793
Mano de obra	103 597
CIF	699,2
Total anual	242 089,4

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

De los datos obtenidos, el costo de producción unitaria de las sandalias para damas es de 10,1 soles/unidad.

$$\text{Costo de producción unitaria} = \frac{\text{Costo de producción total}}{\text{Unidades producidas}}$$

$$\text{Costo de producción unitaria} = \frac{242\,089,4 \text{ (soles/año)}}{23\,964 \text{ (unidades/año)}}$$

$$\text{Costo de producción unitaria} = 10,1 \text{ soles/unidad}$$

Puesto que el precio de venta de las sandalias para damas es de 180 soles/docena, la Tabla 36 muestra el ingreso en ventas mensuales del año 2019, cuyo total es de **35 9460 soles/año**.

Tabla 36. Ingresos en ventas mensuales del año 2019, en la producción de de sandalias para damas

Mes	Producción mensual (docena/mes)	Precio por docena	Ingresos (soles/mes)
Enero	176	180	31 680
Febrero	174	180	31 320
Marzo	162	180	29 160
Abril	160	180	28 800
Mayo	172	180	30 960
Junio	156	180	28 080
Julio	144	180	25 920
Agosto	162	180	29 160
Septiembre	150	180	27 000
Octubre	179	180	32 220
Noviembre	182	180	32 760
Diciembre	180	180	32 400
Total	1 997	2 160	359 460

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L

De este modo, la productividad económica del 2019 es de **1,49 soles** por recurso total empleado, lo que viene a ser una utilidad de S./ 0,49 por cada S./ 1,00 invertido.

$$\text{Productividad económica} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Costo total de producción}}$$

$$\text{Productividad económica} = \frac{359\,460 \text{ (soles/años)}}{242\,089,4 \text{ (soles/año)}}$$

$$\text{Productividad económica} = 1,48 \text{ soles}$$

❖ Rendimiento del área de montaje

A continuación (Tabla 37 a Tabla 40), se realizará un análisis del rendimiento de los operarios del área de montaje, en su productividad promedio en el transcurso de un día laboral.

Tabla 37. Rendimiento promedio en el área de montaje (Febrero 2019)

Actividad (Lote)	Operario 3		Operario 4		
	Tiempo promedio (min.)	Rendimiento por lote	Tiempo promedio (min.)	Rendimiento por lote	
1°	52	100%	54	54	100%
2°	53		55		
3°	58	89%	60	84%	
4°	68	69%	70	65%	
5°	71	62%	74	57%	
6°	79	47%	81	43%	
7°	88	30%	89	27%	

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

Tabla 38. Rendimiento promedio en el área armado (Marzo 2019)

Actividad (Lote)	Operario 3		Operario 4		
	Tiempo promedio (min.)	Rendimiento por lote	Tiempo promedio (min.)	Rendimiento por lote	
1°	53	100%	56	58	100%
2°	57		59		
3°	64	76%	66	72%	
4°	71	63%	74	58%	
5°	78	50%	80	46%	
6°	84	38%	86	35%	
7°	88	30%	89	28%	

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

Tabla 39. Rendimiento promedio en el área montado (Abril 2019)

Actividad (Lote)	O3		O4			
	Tiempo promedio (min.)		Rendimiento por lote	Tiempo promedio (min.)		Rendimiento por lote
1°	53	53	100%	55	55	100%
2°	54			56		
3°	58		87%	61		83%
4°	69		67%	71		63%
5°	72		61%	74		56%
6°	79		47%	81		43%
7°	88		30%	89		28%

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

Tabla 40. Rendimiento promedio en el área montado (Mayo 2019)

Actividad (Lote)	Operario 3		Operario 4			
	Tiempo promedio (min.)		Rendimiento por lote	Tiempo promedio (min.)		Rendimiento por lote
1°	53	54	100%	55	56	100%
2°	55			56		
3°	59		90%	61		90%
4°	69		72%	70		74%
5°	73		65%	74		67%
6°	80		52%	81		54%
7°	89		36%	90		39%

En promedio, a cada operario le toma más tiempo terminar un lote de 6 pares de sandalias mientras avanza el tiempo (figura 14 y 16), esto es consecuencia de la fatiga, producto de las actividades forzadas y repetitivas, necesarias para la actividad encomendada. Si observamos a detalle al operario 4, le toma más tiempo terminar su tarea, esto se debe a que tiene que caminar hacia la prensa sorbetera, el doble de distancia que el operario 3, por cada unidad de zapato

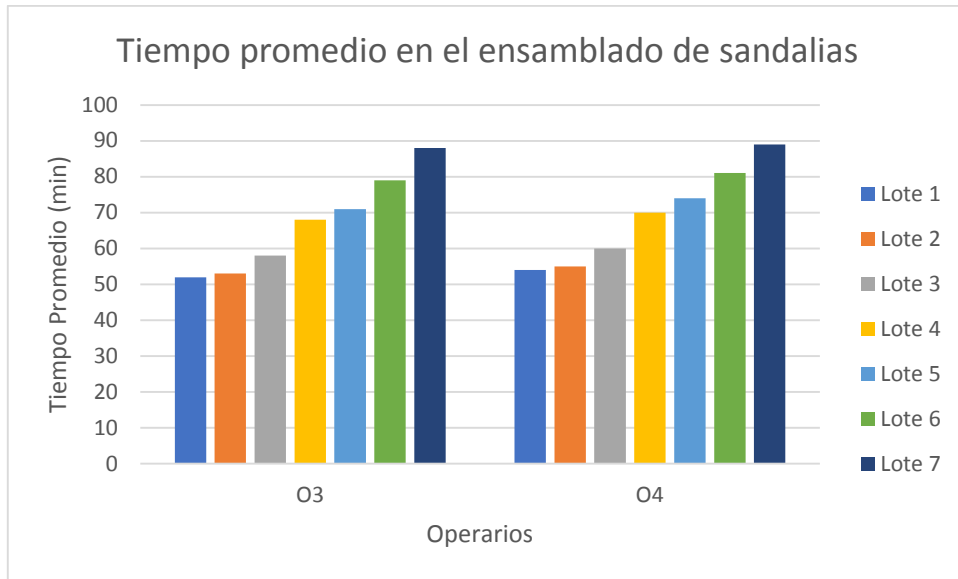


Figura 17. Tiempo promedio del ensamblado (febrero 2019)

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

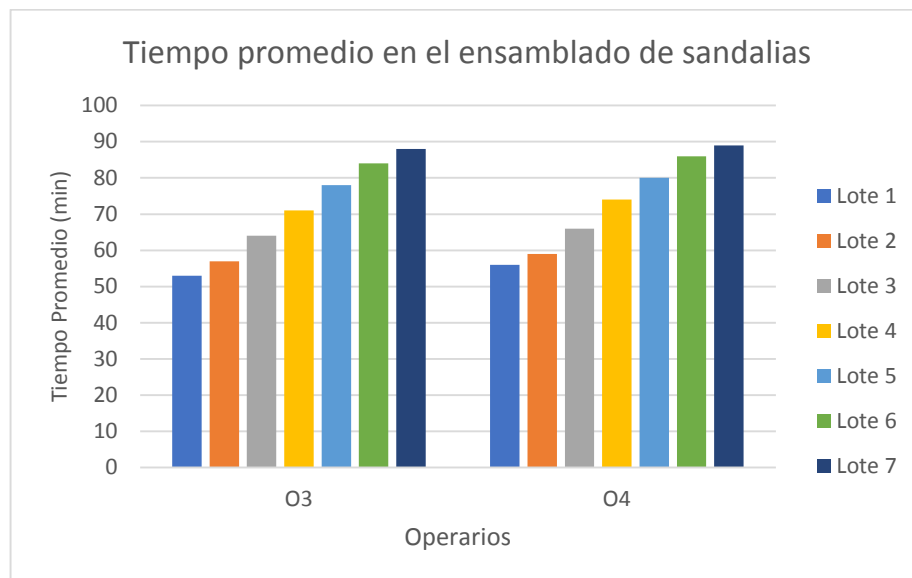


Figura 18. Tiempo promedio del ensamblado (marzo 2019)

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

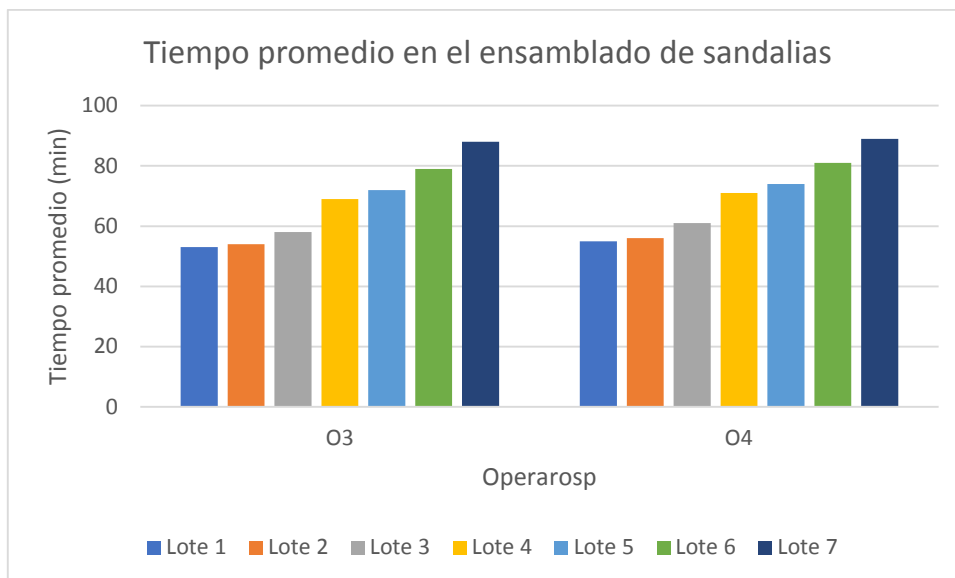


Figura 19. Tiempo promedio del ensamblado (abril 2019)

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

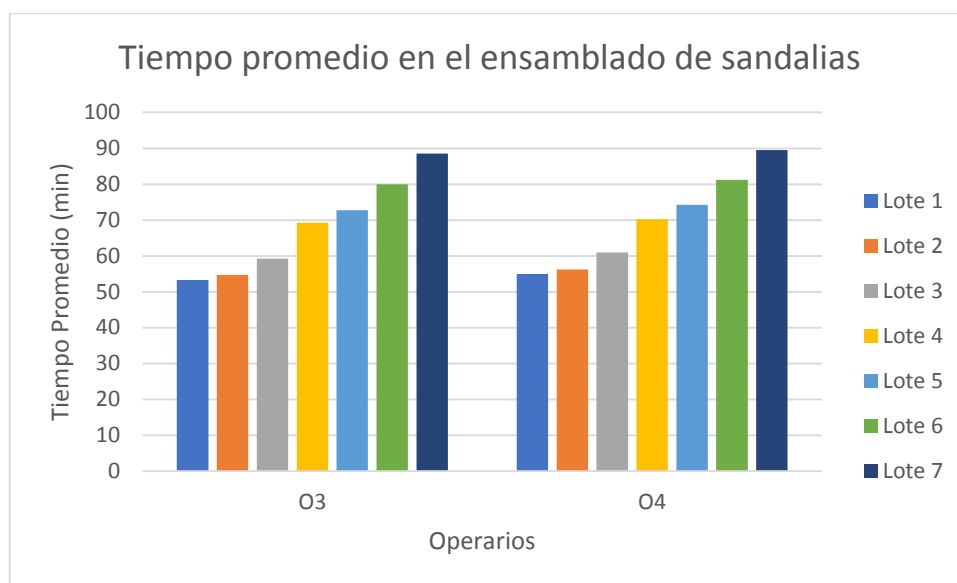


Figura 20. Tiempo promedio del ensamblado (mayo 2019)

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

Tal como observamos desde la Figura 17 a la Figura 20, la productividad promedio del operario 3 en el ensamblado de los 2 primeros lotes, es de $6,86 \frac{\text{pares}}{\text{hora*op.}}$, mientras en los 2 últimos lotes se reduce a un 37,3% , $4,3 \frac{\text{pares}}{\text{hora*op.}}$, algo similar pasa con el operario 4, que de $6,56 \frac{\text{pares}}{\text{hora*op.}}$ pasa a $4,21 \frac{\text{pares}}{\text{hora*op.}}$, teniendo una reducción en su productividad de 35,8%.

De los datos obtenidos de la empresa, la Tabla 41 muestra los tiempos promedio real por cada lote procesado, el cual se distancia del tiempo esperado a medida que transcurre la jornada laboral (Figura 21), este último es constante pues se asume que en los 2 primeros lotes aún no se siente la fatiga.

Tabla 41. Tiempos promedio real y tiempo esperado

Actividad (lote)	Tiempo real (min./lote)	Tiempo esperado (min./lote)
1°	54	54
2°	55	54
3°	59	54
4°	69	54
5°	73	54
6°	81	54
7°	89	54
Promedio	68	54

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

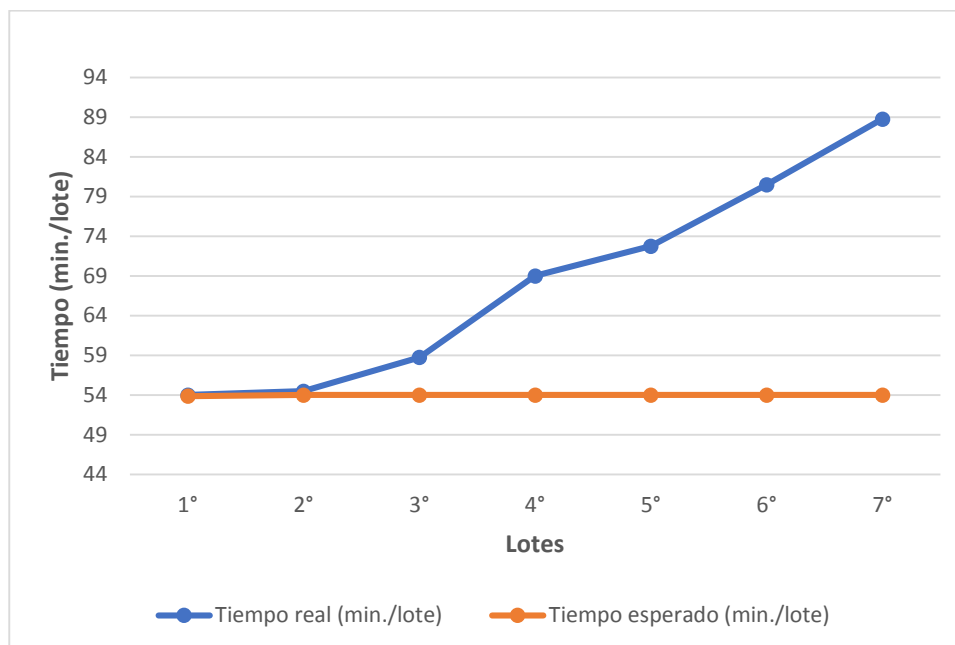


Figura 21. Tiempos promedio real y tiempo esperado

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

De la Tabla 41, podemos deducir el valor de la producción esperada, siendo esta de 8,9 docenas/día.

$$\text{Producción real} = \frac{1 \text{ docena}}{68 \text{ min.}} \times \frac{60 \text{ min.}}{\text{h}} \times \frac{8\text{h}}{\text{días}} = \mathbf{7,1 \text{ docenas/día}}$$

$$\text{Producción esperada} = \frac{1 \text{ docena}}{54 \text{ min.}} \times \frac{60 \text{ min.}}{\text{h}} \times \frac{8\text{h}}{\text{días}} = \mathbf{8,9 \text{ docenas/día}}$$

De los datos proporcionados por la empresa, la Tabla 42 muestra la demanda no atendida por mes y la utilidad no percibida, llegando a ser **29 522 soles/año**.

Tabla 42. Utilidades no percibidas por la demanda no atendida de Calzado Scarletty E.I.R.L. en el año 2019

Mes	Producción (docena/mes)	Demanda (docena/mes)	Demanda no atendida (docena/mes)	Utilidad no percibida (soles/mes)
Enero	176	216	40	2 544,4
Febrero	174	212	38	2 404,2
Marzo	162	200	38	2 433,2
Abril	160	198	38	2 436,5
Mayo	172	212	40	2 575,4
Junio	156	196	40	2 534,4
Julio	144	177	33	2 040,8
Agosto	162	202	40	2 529
Septiembre	150	190	40	2 543,5
Octubre	179	221	42	2 724,2
Noviembre	182	222	40	2 612,3
Diciembre	180	213	33	2 144,3
Total	1 997	2 459	462	29 522,2

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

3.3. Identificación de problemas en el puesto de trabajo

Actualmente toda el área de producción de la empresa está instalada de forma empírica y no son adecuadas para el operario que lo ocupa, es por esto que se debe tomar medidas de corrección, para obtener beneficios en la producción y evitar infracciones según la normativa descritas en el Anexo 7.

Toda la distribución del área de producción la podemos apreciar en la Figura 22 ,Figura 23 y en el plano A3 que se muestra a continuación.



Figura 22. Distribución de áreas de empresa Calzado Scarletty E.I.R.L..

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

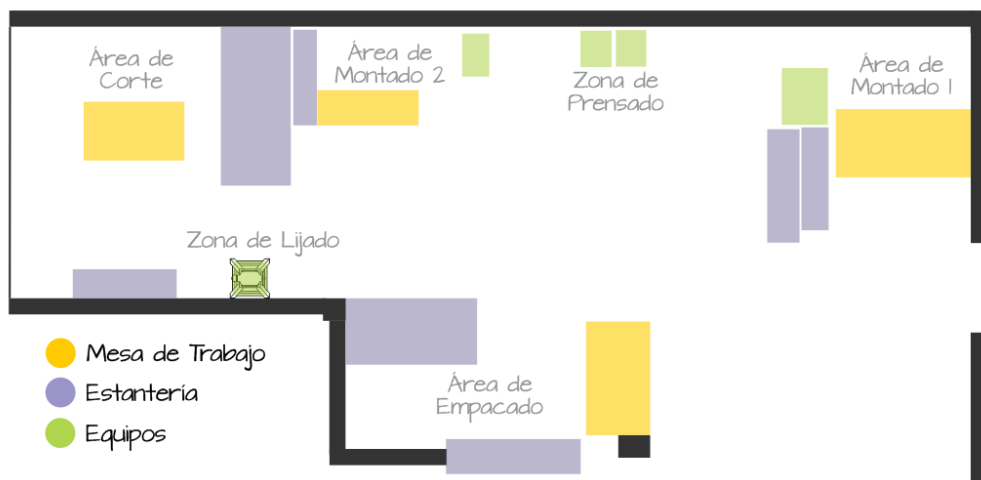
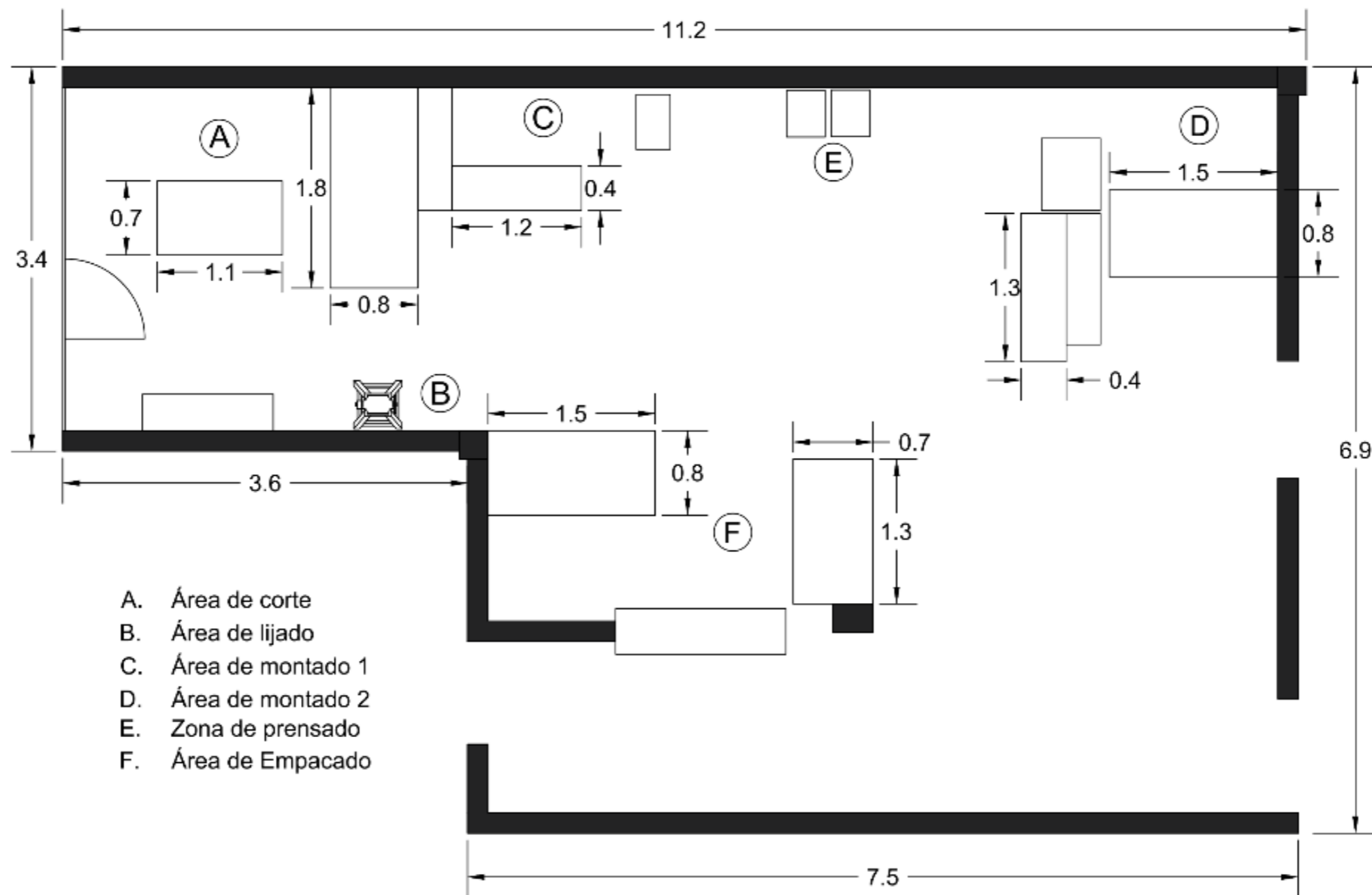


Figura 23. Distribución de los elementos de trabajo en el área de producción

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..



- A. Área de corte
- B. Área de lijado
- C. Área de montaje 1
- D. Área de montaje 2
- E. Zona de prensado
- F. Área de Empacado

Observaciones		Titulo: DISTRIBUCIÓN ACTUAL DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA DE CALZADO SCARLETTY E. I. R. L.		Código: AP1
Escala 1:40		Unidad dimensional m	Hoja N°: 1 de 1	
		USAT	ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	
			UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO	

Figura 24. Plano de la distribución actual del área de producción.

3.3.1. Causa 1: Inadecuada distribución del lugar de trabajo

- Evidencia

Por medio de estudio del proceso realizados a la empresa, anteriormente descritos, se evidenciará si existe o no, una buena distribución del lugar de trabajo.

- **Métodos**

A través de estudio de movimientos se analizará cada puesto de trabajo, haciendo uso de una **cinta métrica** para verificar si las herramientas o equipos están dentro de **la superficie máximo de trabajo** [8], tanto en el plano horizontal como vertical, teniendo en cuenta las dimensiones antropométricas del trabajador actual.

3.3.1.1. Distribución en el área de Corte

El área de corte, como se ve en la figura 19 que solo cuenta con una mesa de trabajo y una estantería donde colocar las planchas de cuero o material con el cual se va trabajar, no cuenta con un espacio donde colocar temporalmente sus herramientas. Resaltamos que no existe un orden fijo de los materiales en el área de trabajo (Figura 25).



Figura 25. Área de Corte

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

La Figura 26 y Figura 27, nos muestra la vista tanto perfil como superior del puesto de trabajo, y límites de desplazamiento del brazo a través de la mesa de trabajo.

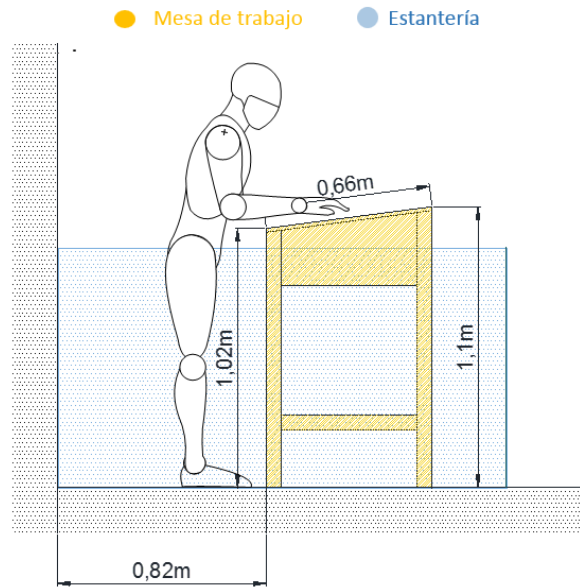


Figura 26. Vista perfil derecho del área de corte

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

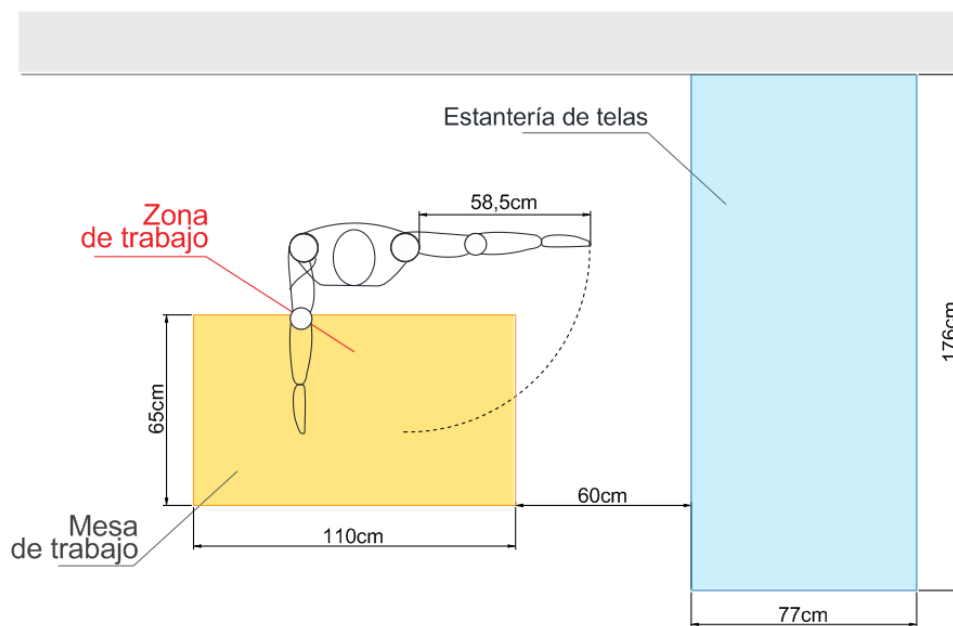


Figura 27. Vista superior del área de corte

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

En la Tabla 43, podemos observar que todos los elementos tales como el cuero y la navaja están a la disposición del operario, todo ello en un plano horizontal.

Tabla 43. Disposición de elementos para el operario en el área de cortado

Actividad	Plano de trabajo	Tipo	Distancia		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Disposición de piezas a procesar	Horizontal I	Cuero	0,35	0,59	Normal
Disposición de herramientas		Navaja	0,35	0,59	Normal

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

3.3.1.2. Distribución en el área de Lijado

No existe en si un área de lijado, dicha actividad se encuentra ubicada en pleno pasadizo (Figura 28), ubicado al frente del área de montado de 2, al costado del área de corte. La Figura 29 nos muestra una vista superior de dicha área.



Figura 28. Área de lijado

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

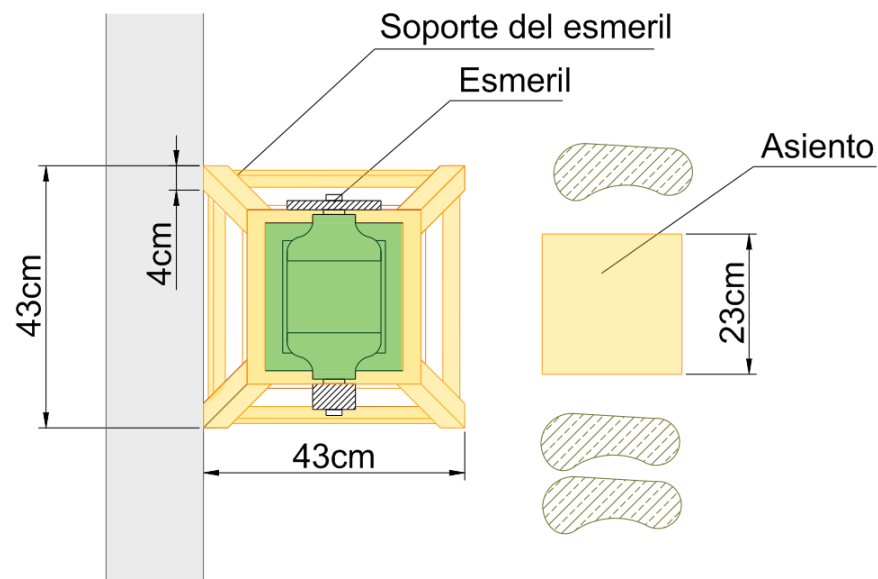


Figura 29. Vista superior del área de Lijado

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

Todos los elementos que entran y salen del proceso son ubicados en el suelo, a 57 cm del codo, superando el límite máximo de su desplazamiento (Figura 30), obligando al trabajador a inclinar el tronco del operario lateralmente (Figura 31).

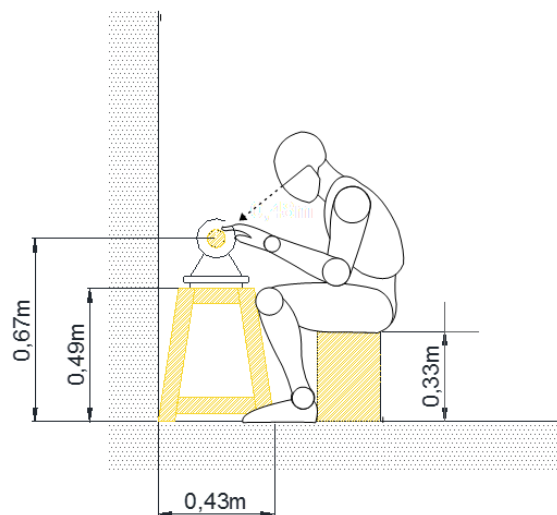


Figura 30. Vista perfil derecho del área de lijado, entrada de producción.

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

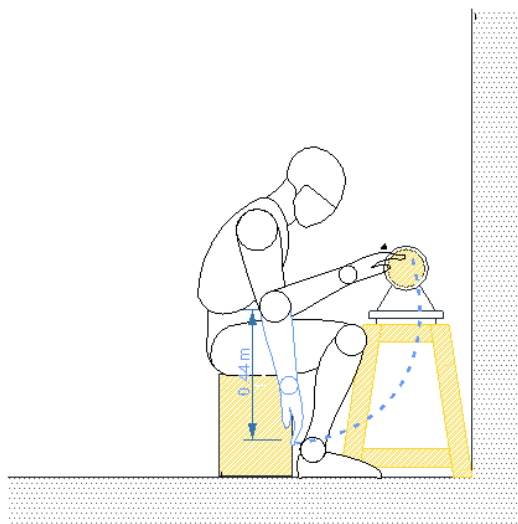


Figura 31. Vista perfil izquierdo del área de lijado, salida de productos procesados

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L.

En la Tabla 44, podemos observar que los equipos tales como el esmeril están a la disposición del operario, todo lo contrario, a las plantillas a procesar que está lejos del límite de desplazamiento de su brazo.

Tabla 44. Disposición de elementos para el operario en el área de lijado

Actividad	Plano de trabajo	Tipo	Distancia		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Disposición de piezas a procesar	Vertical	Plantilla	0,93	0,55	Excede
Disposición Equipos		Esmeril	0,48	0,55	Normal

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L.

3.3.1.3. Distribución en el área de Montado

Como se observa en la Figura 32, en el área de montado, la mesa de trabajo es compartida por 2 operarios, uno al frente del otro, no teniendo un lugar adecuado donde colocar sus herramientas, ni elementos que entran al proceso, creando un desorden tal como se observa en la Figura 33.



Figura 32. Área de Ensamblado calzado abierto

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..



Figura 33. Estantería del área de Ensamblado calzado abierto

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

En la Tabla 45, describe las herramientas y equipos utilizadas por cada actividad realizada en el área de montado, cuya distribución en el área podemos observarlo en la Figura 34.

Tabla 45. Herramientas utilizadas por cada actividad realizada en el área de montado

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	HERRAMIENTA
Montado	Clavado	Martillo
Plantilla	Desclavado	
	Agregado pegamento	Paleta
Montado de Capellada	Formado	Horno pequeño artesanal
	Ensamblado	Alicate y martillo
	Agregado pegamento	Paleta
Montado de Suela	Reactivado de pegamento	Horno reactivados
Terminado	Reforzar	Compresor

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L.

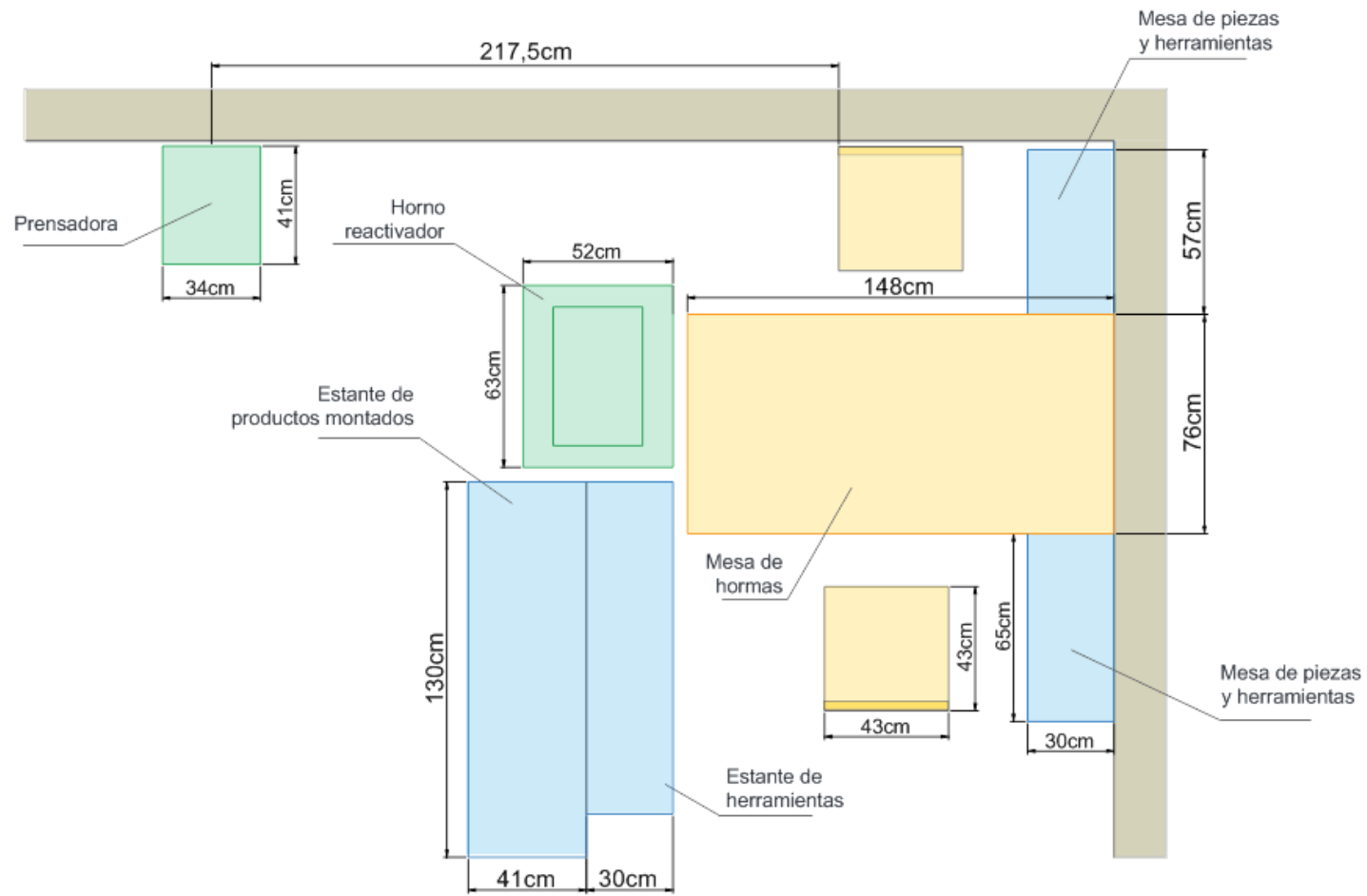


Figura 34. Ubicación de los componentes en el área de trabajo (Vista superior del área de montaje 1)

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

Los elementos descritos deben estar a disposición de cada operario lo más cercano posible. Dicha distribución se puede observar en la Figura 35 y Figura 36 con sus respectivas dimensiones. El primero nos muestra una vista superior y general, mientras que el segundo una vista de perfil y cercana a la mesa de trabajo.

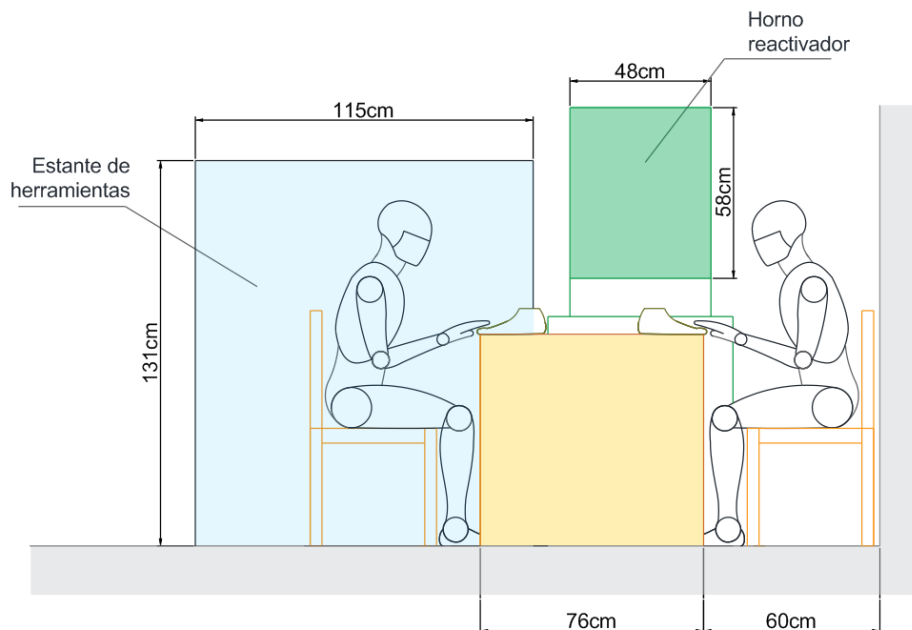


Figura 35. Vista perfil izquierdo del área de montaje 1

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L.

Para el montaje de la plantilla, capellada y suela, las herramientas y equipos deben estar dentro del límite de desplazamiento, tanto horizontal como vertical.

La Figura 36, también vemos una representación detallada los límites de desplazamientos, en donde el operario tiene a su disposición las piezas a procesar en el plano horizontal.

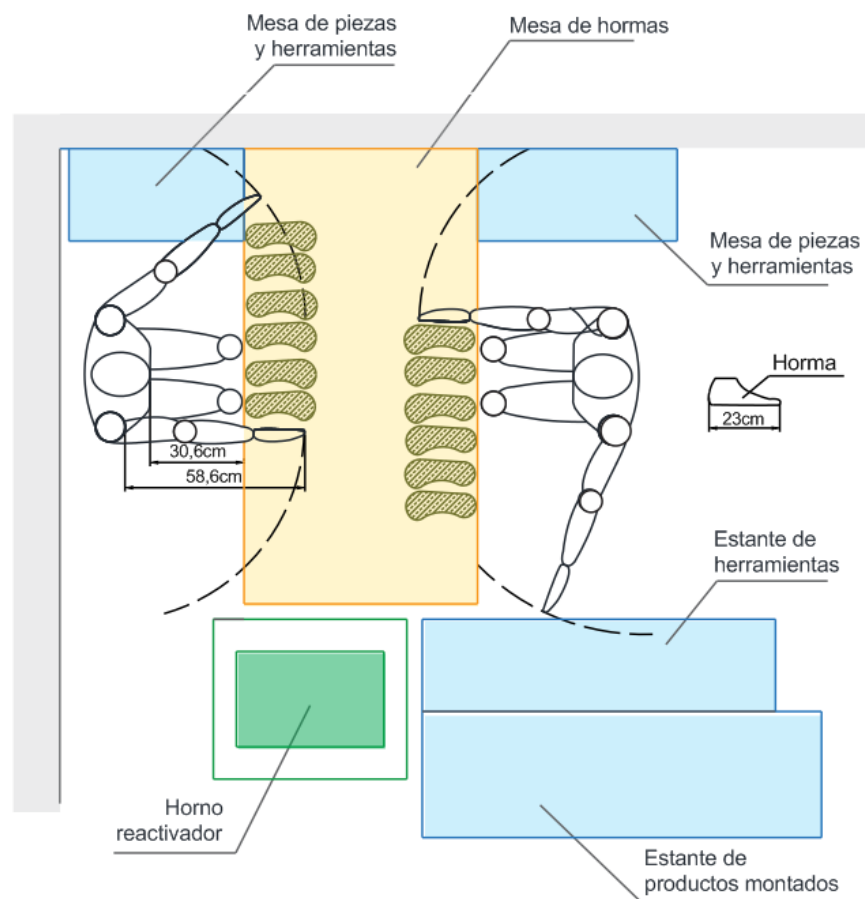


Figura 36. Límite de desplazamiento horizontal de los brazos de ambos operarios

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L.

En la Tabla 46, podemos observar que las piezas a procesar, tales como plantilla, capellada y suela, ubicados sobre una mesa al lado izquierdo del operario, se encuentran lejos de su área de desplazamiento.

Tabla 46. Disposición de piezas a procesar para los operarios en el área de montaje

Operario	Tipo	Plano de trabajo	Distancia		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
O3	General	Vertical	0,63	0,58	Excede
O4	General	Vertical	0,63	0,56	Excede

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L.

La Figura 37 no muestra un plano vertical de los desplazamientos realizados por los brazos del operario 3, para alcanzar los equipos y herramientas.

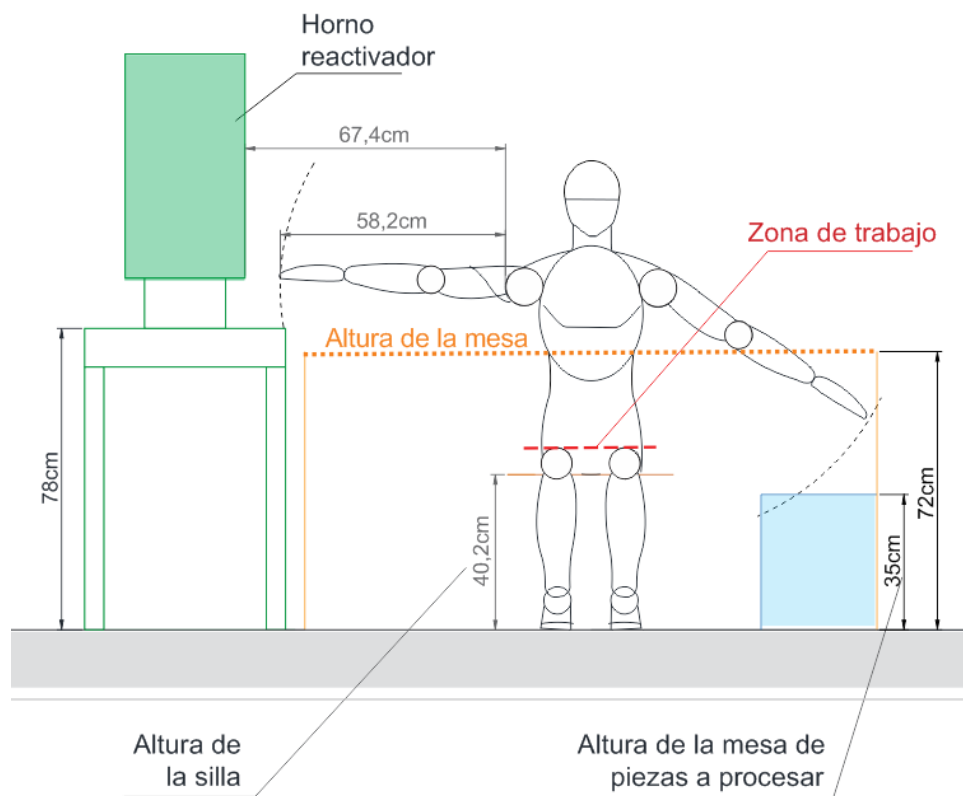


Figura 37. Límite de desplazamiento del plano vertical del operario de montaje

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

La Tabla 47 y Tabla 48, nos muestran que las herramientas para ambos operarios se encuentran a disposición, mientras en los equipos no pasa lo mismo, excediendo para ambos casos, obligando a los operarios a estirarse repetidamente durante su jornada.

Tabla 47. Disposición de herramientas para el área de montaje

Operario	Tipo	Plano de trabajo	Distancia		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
O3	General	Horizontal	0,50	0,58	Normal
O4	General	Horizontal	0,50	0,56	Normal

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

Tabla 48. Disposición de equipos para los operarios en el área de montaje

Operario	Tipo	Plano de trabajo	Distancia		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
O3	Horno	Vertical	0,72	0,58	Excede
	Prensadora	Horizontal	2,39	0,58	Excede
O4	Horno	Vertical	1,2	0,56	Excede
	Prensadora	Horizontal	5,91	0,56	Excede

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

Como se observa en la Figura 38 y Figura 39, al operario 2 le cuesta más tiempo trasladarse a la zona de prensado, debido a su ubicación. Lo más resaltante de esta área es la ubicación de la compresora sorbetera, esencial para el terminado de dicha actividad de montaje, que se encuentra a más de 2 metros de cada operario, que obliga a cada uno ir y venir en repetidas ocasiones, por cada unidad de calzado.

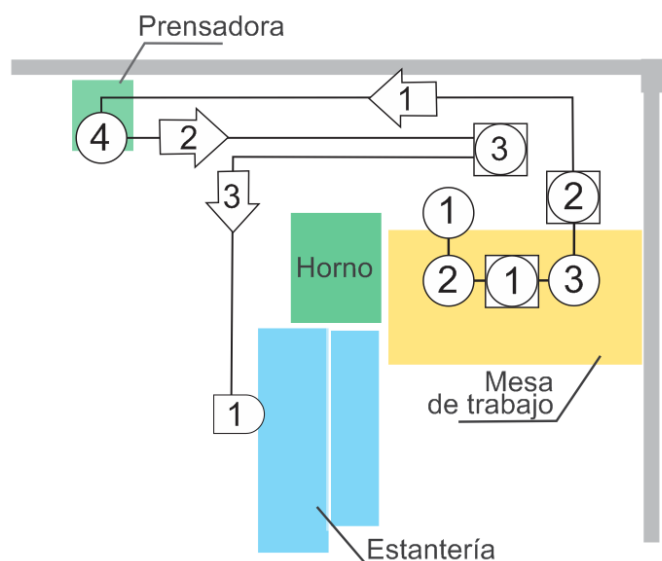


Figura 38. Diagrama de recorrido del primer operario del área de montaje 1

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

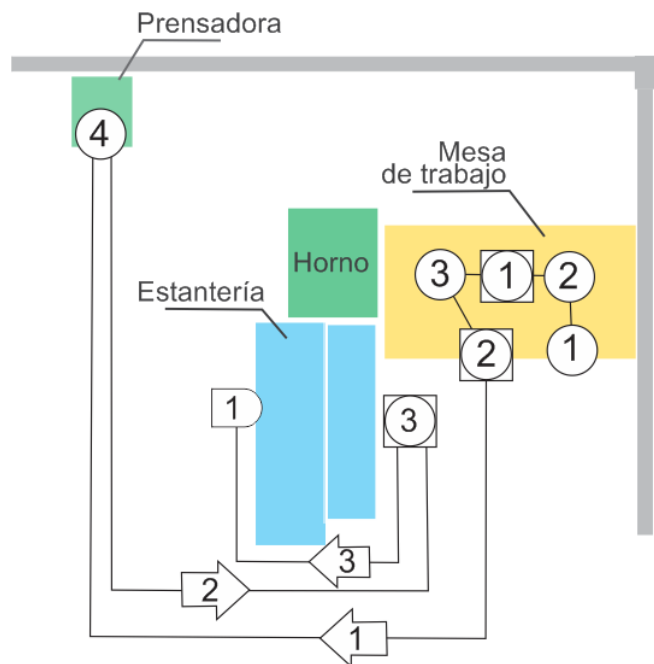


Figura 39. Diagrama de recorrido del segundo operario del área de montaje 1

Luego de completar 2 pares de sandalias el operario tiene que volver a trasladarse, para ser almacenado provisionalmente, en una estantería (Figura 40), que el encargado del área de empaquetado trasladará a su mesa de trabajo, sumando un total de 3 viajes por cada operario.



Figura 40. Área de almacenamiento de productos ensamblados

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

A continuación la Tabla 49, se muestra un diagrama de recorrido de los 2 operarios del área de montaje., seguido de un cursograma con las distancias y el tiempo promedio en que transcurre cada actividad.

Tabla 49. Cursograma de actividades de los operarios del área de montaje 1

Descripción	Operario 1		Símbolos					Operario 2		Obs.
	Tiempo promedio (min/docena)	Distancia (metros)	○	◻	→	D	▽	Tiempo promedio (min/docena)	Distancia (metros)	
Pre-montado (tira +suela)	5,56			x				5,56		
Agregado de pegamento a tira	6,5		x					6,5		
1° montado (tira + suela)	21,52			x				21,52		
Agregado de pegamento a la suela	5,62		x					5,62		
2° Montado (Tira + suela +plantilla)	6,3			x				6,3		
Caminar hacia prensa	0,6	2,39			x			1,8	5,91	12 veces
Prensado	2		x					2		
Caminar al área de montaje	0,6	2,39			x			1,8	5,91	12 veces
Terminar	4,52			x				4,52		
Traslado a estantería	0,2	3,36			x			0,2	4,27	3 veces
	54,02							56,42		

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

3.3.1.4. Distribución en el área de empackado

Esta área cuenta con una mesa de trabajo, varias estanterías para los insumos o herramientas, y está a un metro de distancia de la estantería de productos terminados derivados del área de montado (Figura 41).

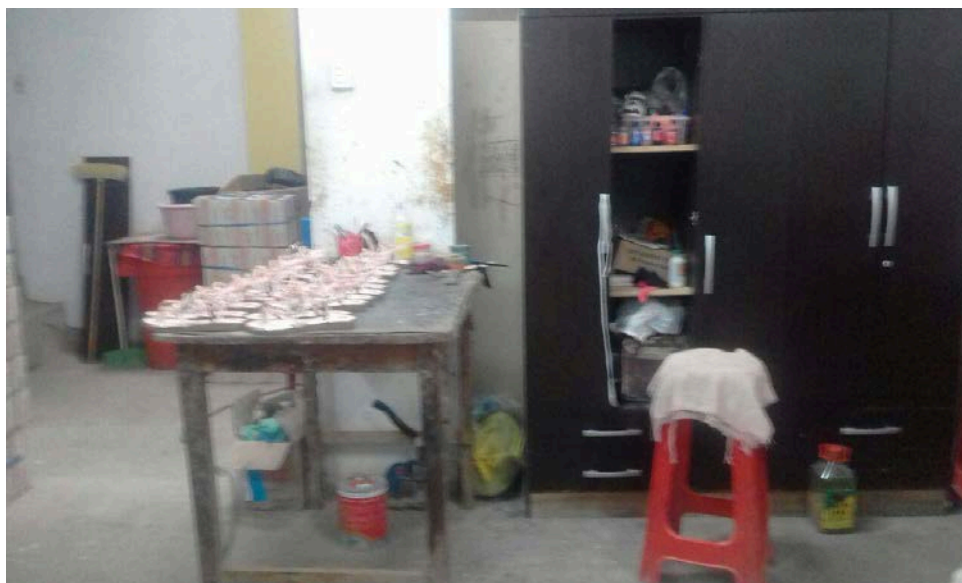


Figura 41. Vista real del área de empackado

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

La Figura 42 y Figura 43, nos muestra las dimensiones reales de dicha área , tanto desde el plano vertical como horizontal.

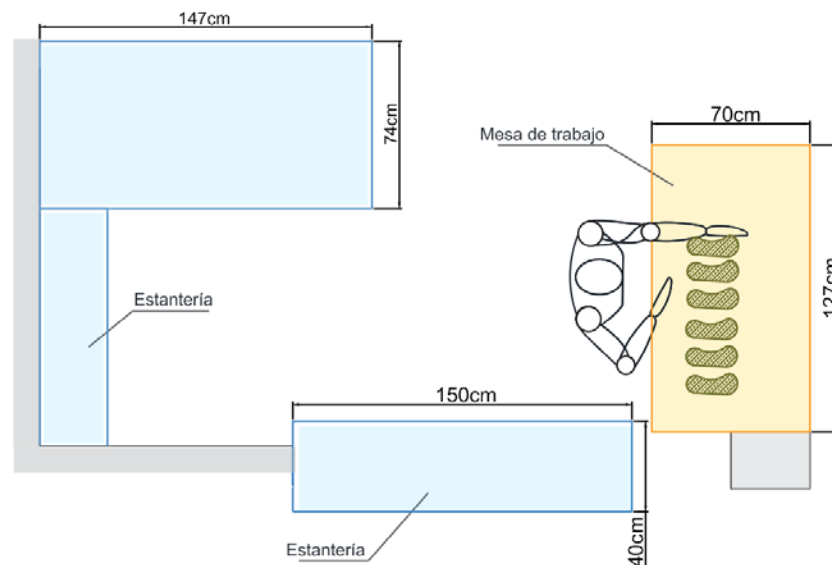


Figura 42. Vista superior del área de empaqueo

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L.

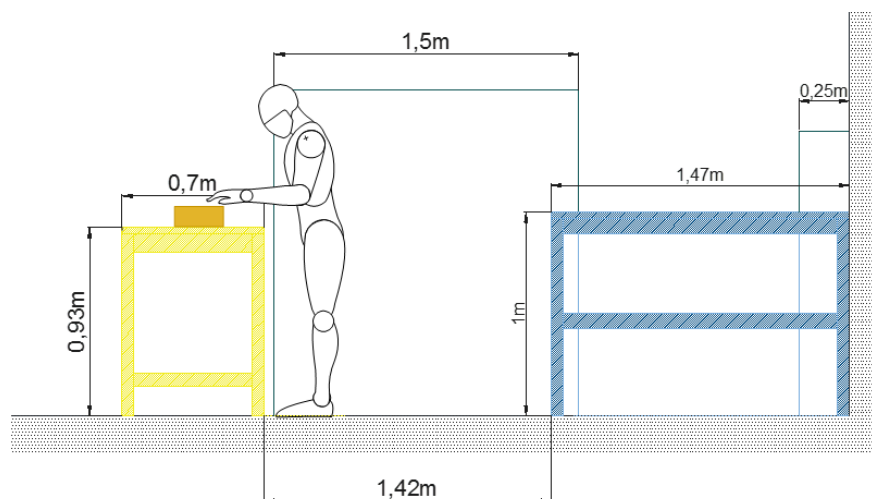


Figura 43. Vista izquierdo del área de empaqueo

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L.

En cuanto a los límites de desplazamiento realizados por el brazo del operario podemos observar que las cajas de zapatos no tienen un lugar adecuados, tal como se muestra en la Figura 44, obligando al operario a inclinarse repetidamente.

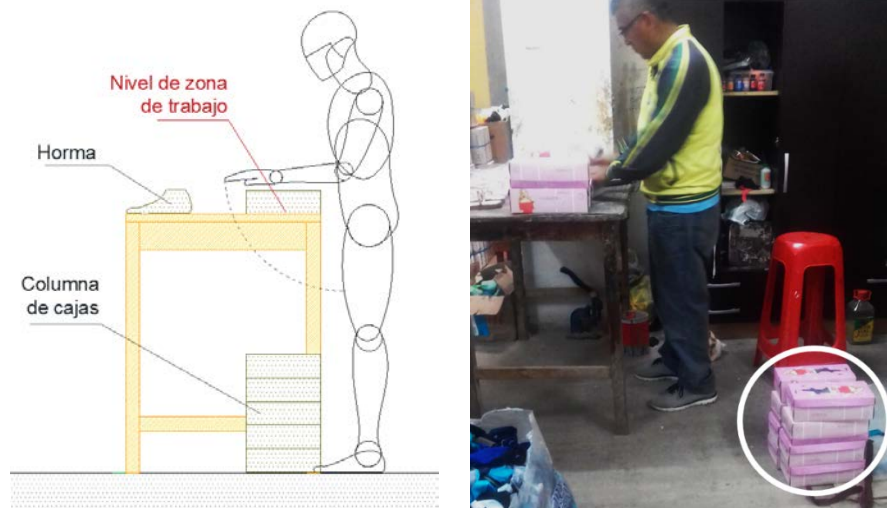


Figura 44. Límite de desplazamiento vertical de los brazos en la mesa de trabajo, vista de perfil

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L.

La Figura 45 y Figura 46, nos muestra a detalle la distribución de los elementos en un plano horizontal, tales como piezas a procesar, y sus respectivas dimensiones.



Figura 45. Vista real de la distribución de los elementos en la mesa de trabajo

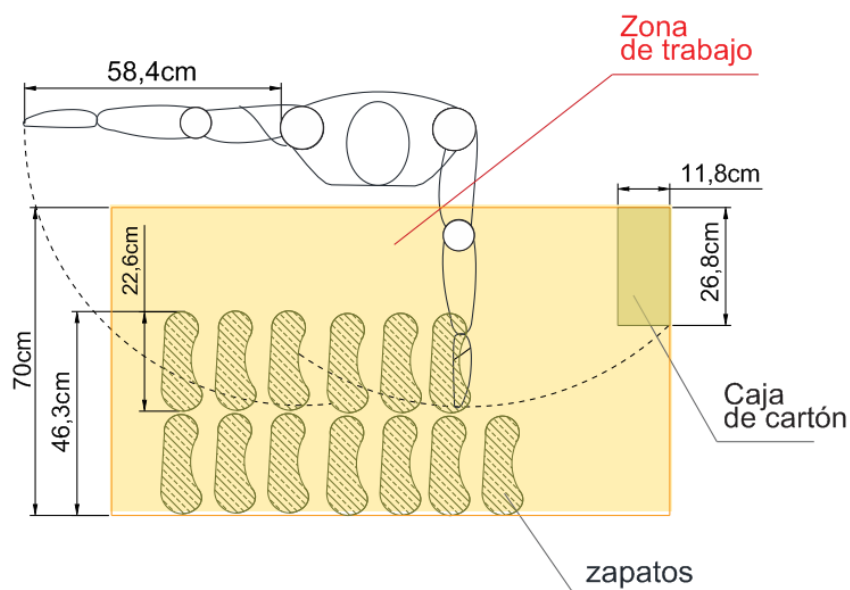


Figura 46. Límite de desplazamiento horizontal de los brazos en la mesa de trabajo, vista superior

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L.

En la Tabla 50 podemos observar la disposición de las piezas a procesar, tales como los calzados y las cajas, de esta última muy mal ubicado como se mencionó anteriormente

Tabla 50. Disposición de piezas a procesar para el operario en el área de empaclado

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Horizontal	Calzado	0,7	0,58	Excede
	Vertical	Cajas	95,5	0,58	Excede

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L.

Finalmente, la Tabla 51 nos muestra un resumen de todos los desplazamientos analizados.

Tabla 51. Disposición de los elementos para los operarios en cada puesto de trabajo

Área	Operario	Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Nivel
Cortado	O2	Piezas a procesar	Horizontal	En general	Normal
		Herramientas	Horizontal	Navaja	Normal
Lijado	O2	Piezas a procesar	Horizontal	En general	Excede
		Equipos	Horizontal	Esmeril	Normal
Montado	O3	Piezas a procesar	Horizontal	Tira, suela y plantilla	Excede
			Horizontal	Horma	Normal
	Herramientas	Vertical	Martillo, alicate y pegamento	Normal	
	Equipos	Vertical	Horno	Excede	
		Horizontal	Prensadora	Excede	
		Piezas a procesar	Horizontal	Tira, suela y plantilla	Excede
			Horizontal	Horma	Normal
	Herramientas	Vertical	Martillo, alicate y pegamento	Normal	
Empacado	O5	Equipos	Vertical	Horno	Excede
			Horizontal	Prensadora	Excede
		Piezas a procesar	Vertical	Cajas	Excede
		Herramientas	Horizontal	Calzado	Excede
			Horizontal	En general	Normal

Fuente: Cazado Scarlett E.I.R.L.

- **Indicador de puestos de trabajo con adecuada distribución**

En resumen, se tuvo en cuenta las medidas en los puestos de trabajo, y su disposición de sus diferentes elementos para realizar sus actividades, se hizo una comparación, entre la distancia real actual y la adecuada, dentro de los límites de desplazamientos del operario.

Cabe resaltar que para el estudio se tomó 3 tipos de desplazamientos, en relación a las piezas a procesar, a las herramientas y los equipos o maquinarias.

De este modo se dispone a sacar un porcentaje de desplazamiento adecuado de los elementos en el área de producción, teniendo como resultado que solo 47% de los desplazamientos analizados son adecuados.

% Número de desplazamientos con disposición adecuados de los elementos

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{Numero de desplazamiento adecuado}}{\text{Numero total de desplazamiento analizado}} \times 100 \\ &= \frac{8 \text{ desplazamientos adecuados}}{17 \text{ desplazamiento analizados}} \times 100 = 47\% \end{aligned}$$

3.3.2. Causa 2: Posturas inadecuadas

Evidencia

Como se describió anteriormente, cada puesto de trabajo no está pensado en la comodidad del operario, esto produce incomodidades producto de los movimientos repetitivos, es por ello que se analizara las posturas registradas por medio de fotografías tomadas en la empresa.

Método

Haciendo uso de fotografías, aplicaremos el método REBA [11], el cual nos indicara que puesto de trabajo tienen posturas disergonómicas más relevantes.

3.3.2.1. Postura en la etapa de corte

La actividad de corte es realizada por un solo operario, cuya actividad le obliga a estar parado por tiempo prolongado, su único riesgo es sufrir cortes en las manos (Figura 47).

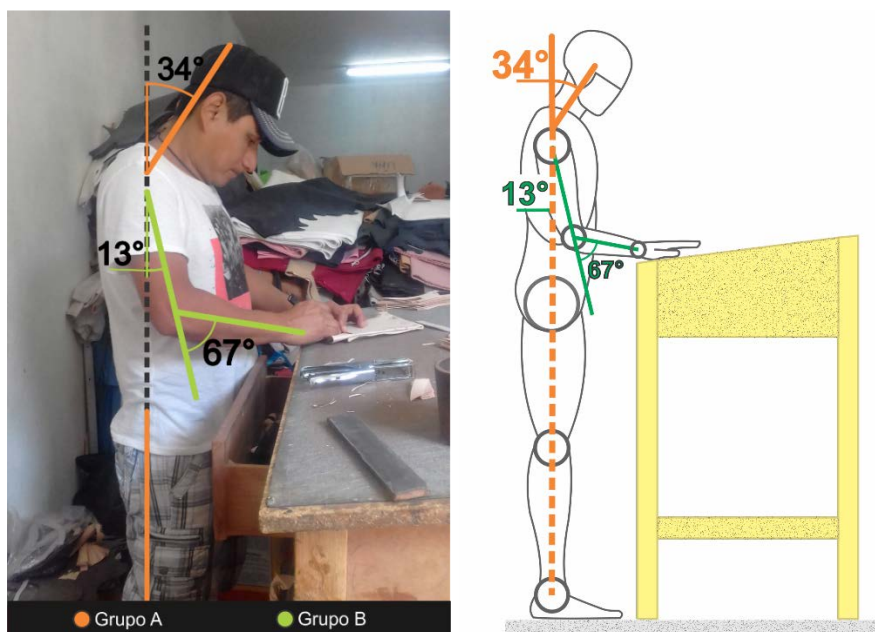


Figura 47. Vista general de los ángulos de la postura en la etapa de corte

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

- Análisis del Grupo A:

Puntuación del tronco: El operario tiene una posición erguida, sin inclinación lateral o torsión, por el cual tendría una puntuación final de 1, tal como se muestra a continuación (Figura 48 y Figura 49).

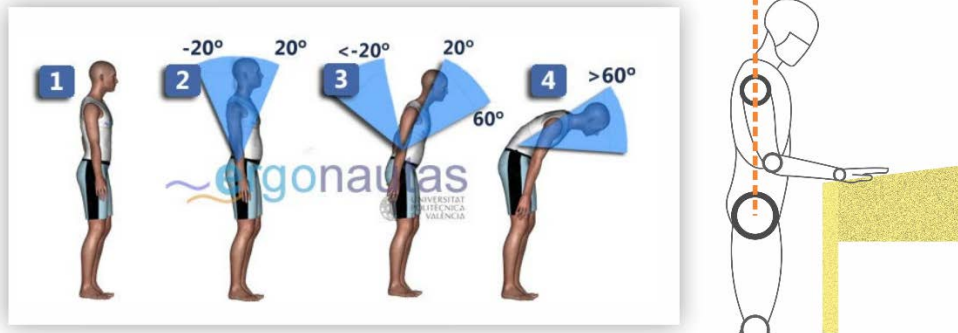


Figura 48. Posición del tronco en la etapa de corte

Puntuación	Posición del tronco
1	Erguido
2	Flexión o extensión 0° y 20°
3	Flexión entre 20° y 60° , o más 20° de extensión
4	Flexión más de 60°

Figura 49. Puntuación del tronco en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación del cuello: Se observa una flexión del cuello de 34° , sin torsión o inclinación lateral, por el cual tendría una puntuación final de 2 (Figura 50 y 50).

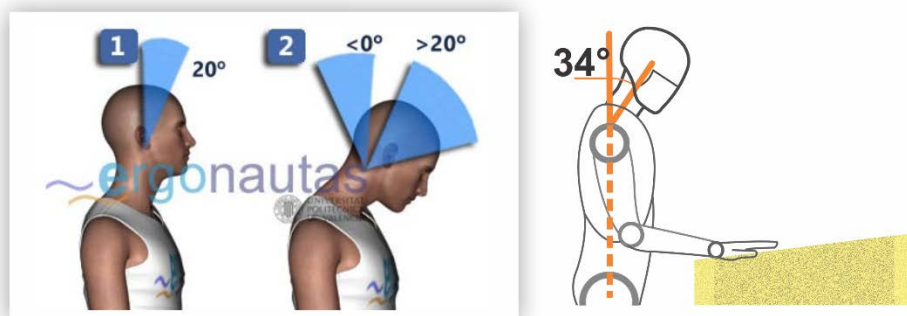


Figura 50. Posición del cuello en la etapa de corte

Puntuación	Posición del cuello
1	Flexión entre 0° y 20°
2	Flexión más de 20°

Figura 51. Puntuación del cuello en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación de las piernas: El operario se encuentra parado con soporte bilateral simétrico. Puesto que no existe flexión en ambas rodillas, la puntuación final vista en la Figura 52 y Figura 53, no se incrementa, y sería de 1.

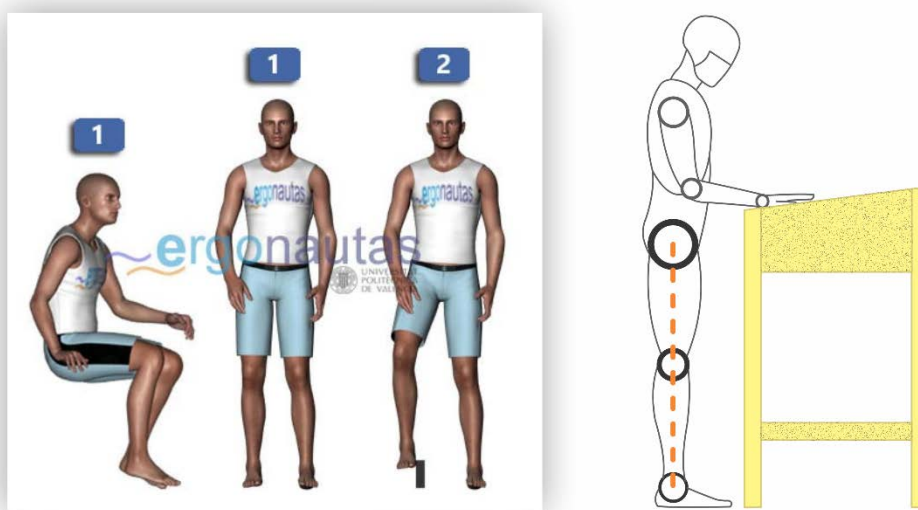


Figura 52. Posición de las piernas en la etapa de corte

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

Figura 53. Puntuación de las piernas en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La Tabla 52 muestra la puntuación de cada segmento: tronco, cuello y pierna. Haciendo uso de la tabla de puntuación del grupo A, obtenemos una puntuación inicial del grupo A de 1.

Tabla 52. Puntuación de los miembros del grupo A

Segmento	Puntuación
Tronco	1
Cuello	2
Pierna	1

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

Figura 54. Puntuación inicial de grupo A de la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

No existe incremento en la puntuación del grupo A, puesto que las piezas a procesar son menores de 5kg (Figura 55), y no se aplica fuerza bruscamente. De este modo se tiene una puntuación final, sin incremento, de 1.

Puntuación	Carga o fuerza
+0	Carga o fuerza es menor de 5 kg
+1	carga o fuerza esta entre 5 y 10 kg
+2	Carga o fuerza es mayor de 10 kg

Figura 55. Puntuación de la carga en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Análisis del Grupo B:

Puntuación del brazo: Se observa una flexión de 13°, puesto que no sobrepasa los 20° de flexión, obteniendo una puntuación de 1 (Figura 56 y 57).

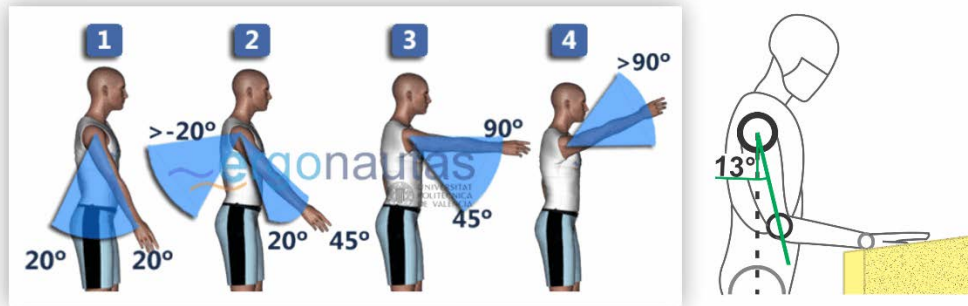


Figura 56. Posición del brazo en la etapa de corte

Puntuación	Posición del Brazo
1	Desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	Flexión entre 20° y 45°, o extensión más de 20°
3	Flexión entre 45° y 90°
4	Flexión más de 90°

Figura 57. Puntuación del brazo en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Como observamos en la Figura 58, existe un incremento de +1 (Figura 59), por presentar una rotación en uno de los brazos, en el momento de realizar los cortes.



Figura 58. Abducción de los brazos en la actividad de corte

Puntos adicionales	Posición
+1	Brazo abducido o brazo rotado
+1	Hombro elevado
-1	Existe apoyo o postura a favor de la gravedad

Figura 59. Modificación de la puntuación del brazo en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación del antebrazo: Existe flexiones entre 60° a 100° (67°), obteniendo una puntuación de 1 (Figura 60 y Figura 61).

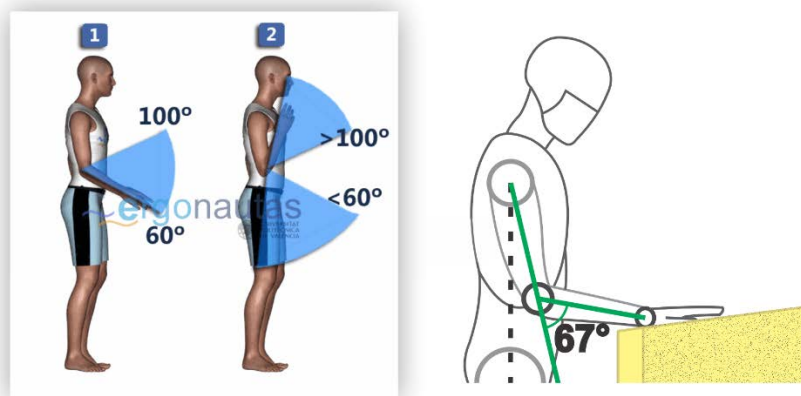


Figura 60. Posición del antebrazo en la etapa de corte

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión menos de 60° y más de 100°

Figura 61. Puntuación del antebrazo en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación de la muñeca: No presenta un ángulo de flexión que sea mayor a 15° , ni torsión o desviación lateral, correspondiendo una puntuación de 1, sin incremento (Figura 62)

Puntuación	Posición de la muñeca
1	Flexión o extensión entre 0° y 15°
2	Flexión o extensión más de 15°

Figura 62. Puntuación de la muñeca en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La Tabla 53 muestra la puntuación de cada segmento: brazo, antebrazo y muñeca. Haciendo uso de la tabla de puntuación del grupo B, obtenemos una puntuación inicial de 1 (Figura 63).

Tabla 53. Puntuación de cada miembro del grupo B del área de corte

Segmento	Puntuación
Brazo	1+1
Antebrazo	1
muñeca	1

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

Figura 63. Puntuación inicial de grupo B en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

No existe incremento en la puntuación inicial del grupo B, puesto que la calidad de agarre de las piezas a procesar es bueno (Figura 64), siendo el resultado final 1.

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

Figura 64. Puntuación del tipo de agarre en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Puntuación C

Con el resultado de análisis del grupo A (1 punto) y del grupo B (1 punto), vistos en la Tabla 54, hacemos uso de la tabla de puntuación C, obteniendo un resultado de 1 (Figura 65).

Tabla 54. Puntuación final del Grupo A y B de la etapa de corte

Grupo	Puntuación
A	1
B	1

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

Figura 65. Puntuación inicial C, en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- **Puntuación Final**

El operario se mantiene parado por más de un minuto, incrementando el resultado en 1 (Figura 66). Además, recurre al movimiento repetitivos, sumando otro punto más a la puntuación C.

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

Figura 66. Puntuación del tipo de actividad muscular en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La puntuación final es de 3, el cual corresponde, según la Figura 67, a un nivel de riesgo bajo, siendo necesaria la actuación si se ve conveniente.

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

Figura 67. . Nivel de actuación del área de Corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

3.3.2.2. Postura en la etapa de Lijado

Tal como se muestra en la Figura 68, las actividades en este puesto son realizadas por medio de un esmeril, el cual servirá para pulir los sobrantes de la planta, y la superficie de la plantilla y capellada. Resaltamos que en este puesto los materiales a trabajar están ubicados en el suelo, el cual obligara al operario inclinarse repetidamente para acceder a ellos.

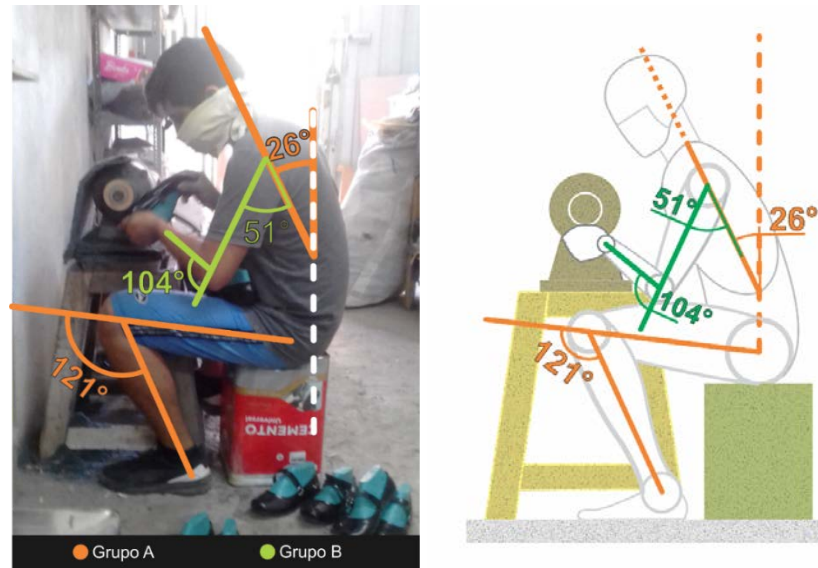


Figura 68. Vista general de los ángulos de la postura en la etapa de lijado

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

- Análisis del Grupo A:

Puntuación del tronco: El tronco del operario presenta una flexión de 26° (Figura 69), sin inclinación lateral o torsión, por el cual tendría una puntuación final de 3, tal como se muestra en la Figura 70.

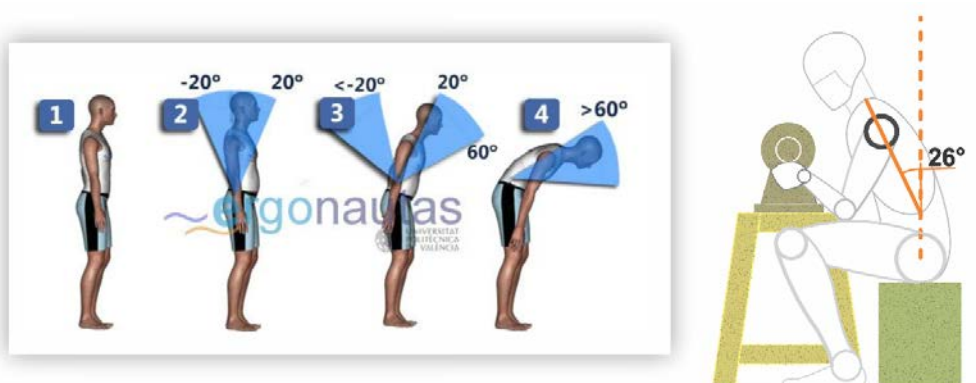


Figura 69. Posición del tronco en la etapa de lijado

Puntuación	Posición del tronco
1	Erguido
2	Flexión o extensión 0° y 20°
3	Flexión entre 20° y 60°, o más 20° de extensión
4	Flexión más de 60°

Figura 70. Puntuación del tronco en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación del cuello: No se observa una flexión del cuello, ni torsión o inclinación lateral (Figura 71) , por el cual tendría una puntuación final de 1 (Figura 72).

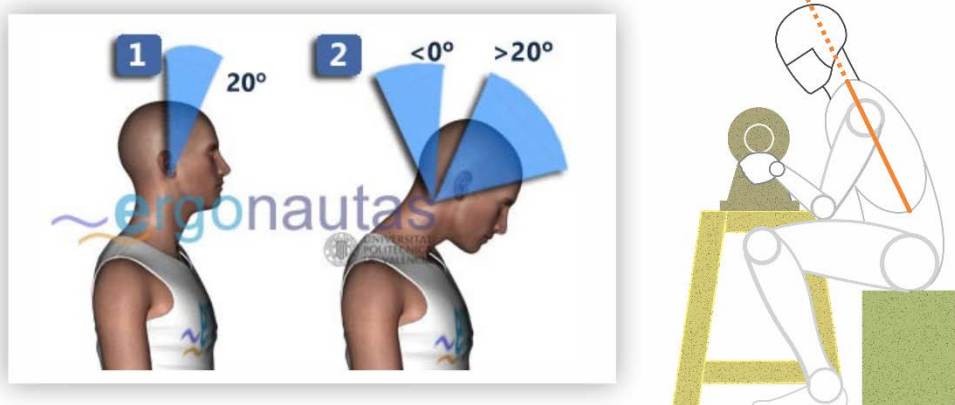


Figura 71. Posición del cuello en la etapa de lijado

Puntuación	Posición del cuello
1	Flexión entre 0°y 20°
2	Flexión más de 20°

Figura 72. Puntuación del cuello en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación de las piernas: El operario se encuentra sentado con soporte bilateral simétrico (Figura 73). Puesto que se encuentra en posición sedente, los ángulos de flexión no tiene mucha importancia, de este modo la puntuación final vista en la Figura 74 no se incrementa, y sería de 1.

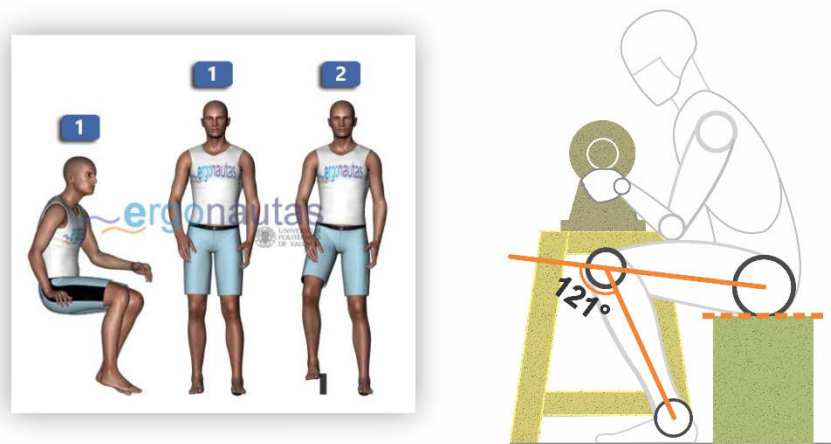


Figura 73. Posición de las piernas en la etapa de lijado

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

Figura 74. Puntuación de las piernas en el área de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La Tabla 55 muestra la puntuación de cada segmento: tronco, cuello y pierna. Haciendo uso de la tabla de puntuación inicial del grupo A (Figura 75), obtenemos 2.

Tabla 55. Puntuación de cada miembro del grupo A en la etapa de lijado

Segmento	Puntuación
Tronco	3
Cuello	1
Pierna	1

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

Figura 75. Puntuación inicial de grupo A en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

No existe incremento en la puntuación del grupo A, puesto que las piezas a procesar son menores de 5kg (Figura 76), y no se aplica fuerza bruscamente. De este modo se tiene una puntuación final, sin incremento, de 1.

Puntuación	Carga o fuerza
+0	Carga o fuerza es menor de 5 kg
+1	carga o fuerza esta entre 5 y 10 kg
+2	Carga o fuerza es mayor de 10 kg

Figura 76. Puntuación de la carga en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Análisis del Grupo B:

Puntuación del brazo: Se observa una flexión de 51° con respecto al eje del tronco (Figura 77), obteniendo una puntuación de 3 (Figura 78), sin incremento.

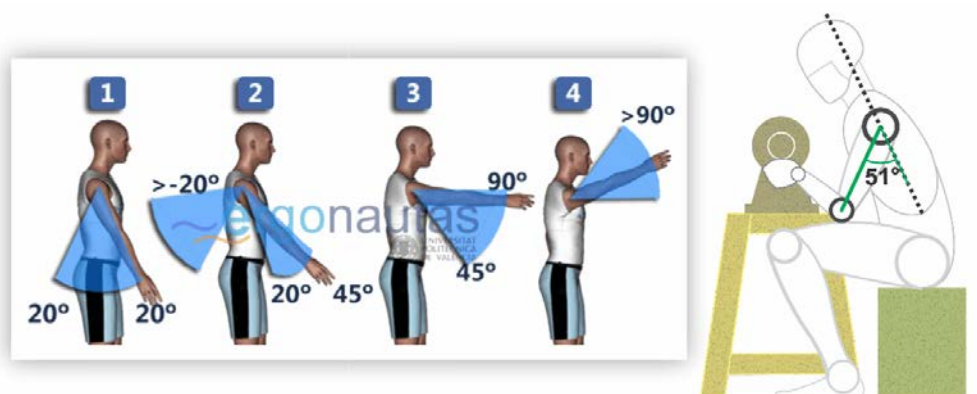


Figura 77. Posición del brazo en la etapa de lijado

Puntuación	Posición del Brazo
1	Desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	Flexión entre 20° y 45° , o extensión más de 20°
3	Flexión entre 45° y 90°
4	Flexión más de 90°

Figura 78. Puntuación del brazo en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación del antebrazo: se observa una de flexión mayor a 100° (Figura 79), obteniendo una puntuación de 2 (Figura 80).

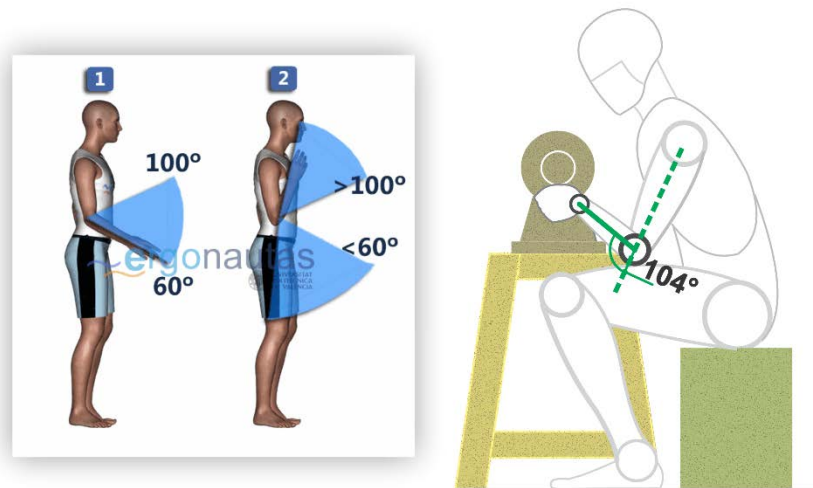


Figura 79. Posición del antebrazo en la etapa de lijado

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión menos de 60° y más de 100°

Figura 80. Puntuación del antebrazo en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación de la muñeca: En la Figura 81 no se observa que presenta un ángulo de flexión que sea mayor a 15°, pero si existe una torsión de una de las muñecas, correspondiendo según la Figura 82, una puntuación de 1, +1 de incremento (Figura 83).



Figura 81. Posición de la muñeca al realizar la tarea de lijado

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

Puntuación	Posición de la muñeca
1	Flexión o extensión entre 0° y 15°
2	Flexión o extensión más de 15°

Figura 82. Puntuación de la muñeca en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación	Posición
+1	Torsión o desviación lateral

Figura 83. : Incremento de la puntuación de la muñeca en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La Tabla 56 muestra la puntuación de cada segmento: brazo, antebrazo y muñeca. Haciendo uso de tabla puntuación inicial del grupo B, obtenemos un resultado de 5 (Figura 84).

Tabla 56. Puntuación de los miembros del grupo B en la etapa de lijado

Segmento	Puntuación
Brazo	3
Antebrazo	2
muñeca	1+1

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

Figura 84. Puntuación inicial de grupo B, en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

No existe incremento en la puntuación inicial del grupo B, puesto que la calidad de agarre de las piezas a procesar es bueno (Figura 85), siendo el resultado final 5.

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

Figura 85. Puntuación del tipo de agarre en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Puntuación C

Con el resultado de análisis del grupo A (2 punto) y del grupo B (5 punto), vistos en la Tabla 57.

Tabla 57. Puntuación final de los grupos A y B, en la etapa de lijado

Grupo	Puntuación
A	2
B	5

Haciendo uso de la tabla de puntuación inicial C, obtenemos un resultado de 4 (Figura 86).

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

Figura 86. Puntuación inicial C, en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- **Puntuación Final**

El operario se mantiene en estado sedente por más de un minuto en un asiento improvisado, incrementando el resultado en 1 (Figura 87). Además, recurre al movimiento repetitivos en la actividad de lijado, sumando otro punto más a la puntuación C.

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

Figura 87. Puntuación del tipo de actividad muscular, en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La puntuación final es de 6, el cual corresponde, según la Figura 88 a un nivel de riesgo medio, siendo necesaria la actuación.

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

Figura 88. Nivel de actuación en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

3.3.2.3. Postura en la etapa de montaje

Existe 2 áreas de ensamblado, con un par de operarios en cada una, la primera es para la fabricación de calzado abierto y la segunda para calzado cerrado. Nos centraremos en la primera puesto que es la de mayor demanda.

Cada operario se encargará de ensamblar la plantilla, la capellada y la suela, en ese orden, en un molde (horma) que simula la forma del pie, en lotes de 6 pares

Finalmente, para reforzar el ensamblado, el calzado es golpeado con un martillo y luego de ello, sometido a presión en una prensa sorbetera. No está de más resaltar que la posición de cada herramienta o maquinaria en esta área, dificulta la actividad laboral en mucho de los casos. A continuación, se hará un análisis de la postura más relevante (Figura 89).

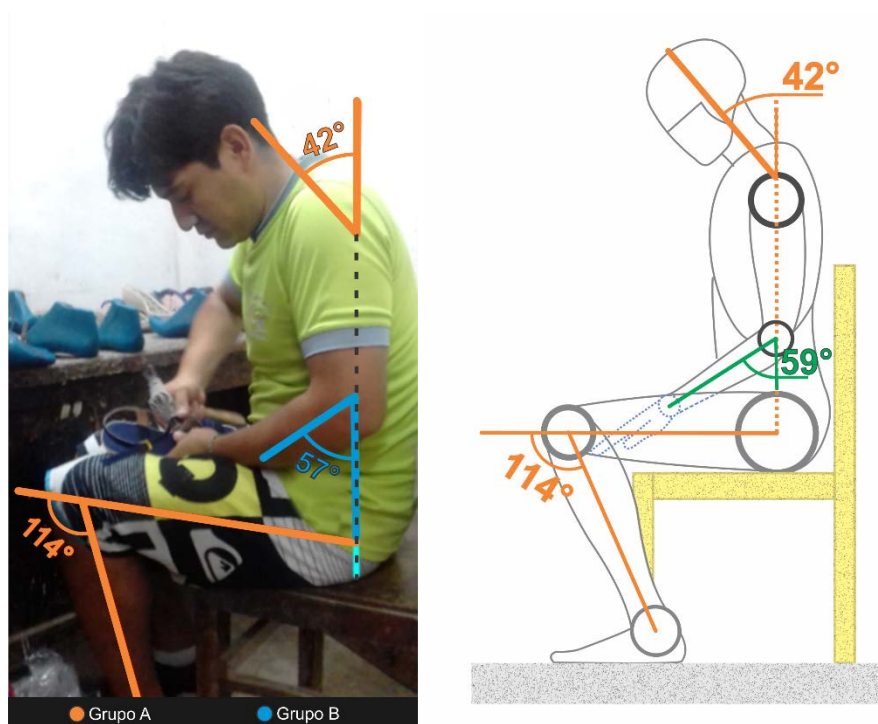


Figura 89. Operarios en actividad de ensamblado de calzado abierto

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

- Análisis del Grupo A:

Puntuación del tronco: El tronco del operario está erguido (Figura 90), sin inclinación lateral o torsión, por el cual tendría una puntuación final de 1, tal como se muestra en la Figura 91.

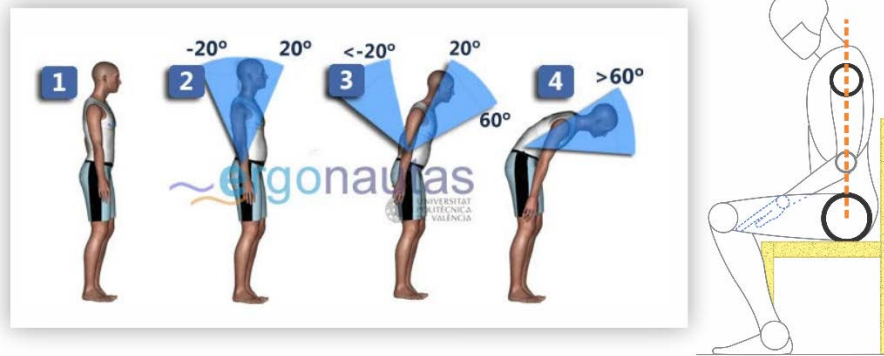


Figura 90. Posición del tronco en la etapa de montaje

Puntuación	Posición del tronco
1	Erguido
2	Flexión o extensión 0° y 20°
3	Flexión entre 20° y 60° , o más 20° de extensión
4	Flexión más de 60°

Figura 91. Puntuación del tronco en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación del cuello: se observa una flexión de 42° (Figura 92), ni torsión o inclinación lateral, por el cual tendría una puntuación final de 2 (Figura 93)

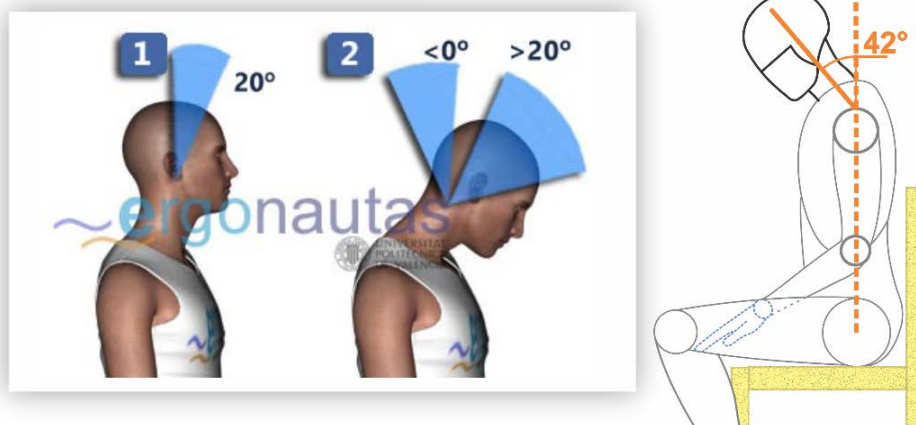


Figura 92. Posición del cuello en la etapa de montaje

Puntuación	Posición del cuello
1	Flexión entre 0° y 20°
2	Flexión más de 20°

Figura 93. Puntuación del cuello en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación de las piernas: El operario se encuentra sentado con soporte bilateral simétrico (Figura 94). Puesto que se encuentra en posición sedente, los ángulos de flexión no tiene mucha importancia, de este modo la puntuación final vista en la Figura 95 no se incrementa, y sería de 1.

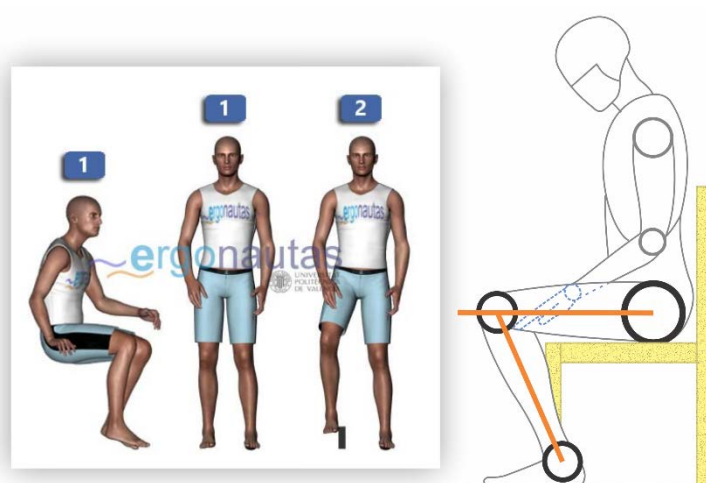


Figura 94. Posición de las piernas en la etapa de montaje

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

Figura 95. Puntuación de las piernas en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La Tabla 58 muestra la puntuación de cada segmento: tronco, cuello y piernas. Haciendo uso de la tabla de puntuación inicial del grupo A, obteniendo un resultado de 2 (Figura 96).

Tabla 58. Puntuación de los miembros del grupo A en la etapa de montaje

Segmento	Puntuación
Tronco	1
Cuello	2
Pierna	1

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

Figura 96. Puntuación inicial de grupo A en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Existe incremento en la puntuación del grupo A (Figura 97), puesto que se aplica fuerza bruscamente. De este modo hay un incremento +1 (Figura 98), teniendo una puntuación final de 2.



Figura 97. Posición de fuerza en la actividad de armado

Puntuación	Carga o fuerza
+1	Fuerza aplicada bruscamente

Figura 98. Puntuación de la carga en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Análisis del Grupo B:

Puntuación del brazo: No se observa una flexión con respecto al eje del tronco (Figura 99), obteniendo una puntuación de 1 (Figura 100)

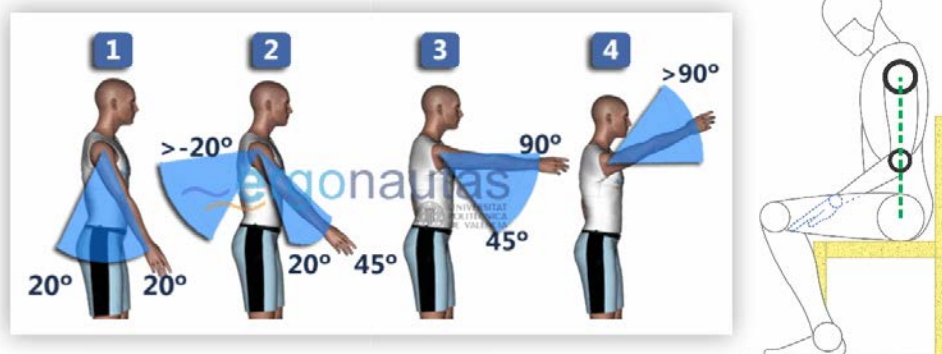


Figura 99. Posición del brazo en la etapa de montaje

Puntuación	Posición del Brazo
1	Desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	Flexión entre 20° y 45°, o extensión más de 20°
3	Flexión entre 45° y 90°
4	Flexión más de 90°

Figura 100. Puntuación del brazo en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Existe un incremento en la puntuación del brazo de +1, Figura 102, puesto que este se encuentra abducido, tal como se muestra en la Figura 101.



Figura 101. Posición del brazo en la actividad de armado

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

Figura 102. Incremento en la puntuación del brazo en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación del antebrazo: se observa una de flexión menor de 60° (Figura 103), obteniendo una puntuación de 2 (Figura 104).

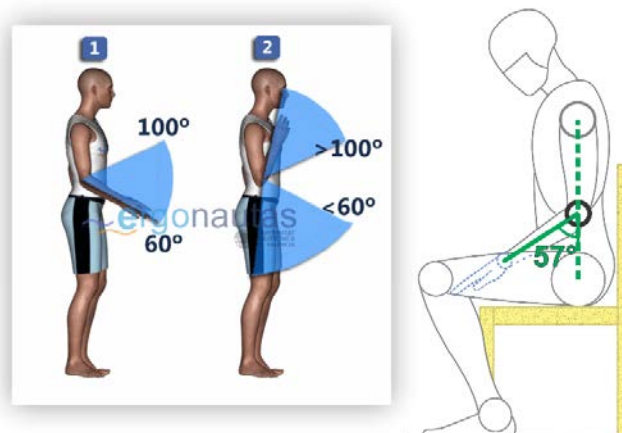


Figura 103. Posición del antebrazo en la etapa de corte

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión menos de 60° y más de 100°

Figura 104. Puntuación del antebrazo en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación de la muñeca: En la Figura 105 no se observa que presenta un ángulo de flexión que sea mayor a 15° , pero si existe una torsión de una de las muñecas, correspondiendo según la Figura 106 una puntuación de 1, +1 de incremento (Figura 107).



Figura 105. Posición de la muñeca al realizar la tarea de montaje

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

Puntuación	Posición de la muñeca
1	Flexión o extensión entre 0° y 15°
2	Flexión o extensión más de 15°

Figura 106. Puntuación de la muñeca en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación	Posición
+1	Torsión o desviación lateral

Figura 107. Incremento de la puntuación de la muñeca en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La Tabla 59 muestra la puntuación de cada segmento: brazo, antebrazo y muñeca. Haciendo uso de la tabla de puntuación inicial del grupo B, se tiene un resultado de 3 (Figura 108).

Tabla 59. Puntuación de cada miembro del grupo B en la etapa de montaje

Segmento	Puntuación
Brazo	1+1
Antebrazo	2
Muñeca	1+1

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

Figura 108. Puntuación inicial de grupo B en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Existe un incremento en la puntuación inicial del grupo B, puesto que el agarre es posible pero no aceptable (Figura 109), incluso utilizando las piernas como punto de apoyo para armar el calzado, siendo el resultado final 5 (Figura 110).

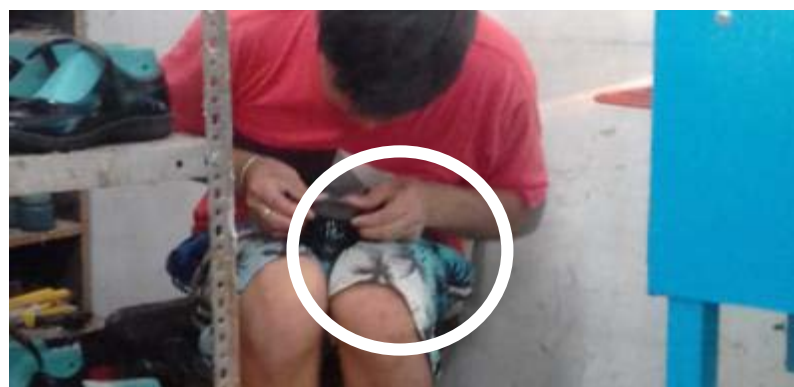


Figura 109. Posición del tipo de agarre para la etapa de montaje

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

Figura 110. Puntuación del tipo de agarre en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Puntuación C

Visto en la Tabla 60, el resultado de análisis del grupo A y B, es de 2 y 5 respectivamente, hacemos uso de la tabla de puntuación inicial C, se obtiene un resultado de 4 (Figura 111).

Tabla 60. Puntuación final de los grupos A y B, en la etapa de montaje

Grupo	Puntuación
A	1+1
B	3+2

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

Figura 111. Puntuación inicial C, en la etapa de armado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Puntuación Final

El operario se mantiene en estado sedente por más de un minuto en un asiento improvisado, incrementando el resultado en 1 (Figura 112). Además, recurre al

movimiento repetitivos en la actividad de armado, sumando otro punto más a la puntuación C.

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

Figura 112. Puntuación del tipo de actividad muscular, en la etapa de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La puntuación final es de 6, el cual corresponde, según la Figura 113, a un nivel de riesgo medio, siendo necesaria la actuación.

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

Figura 113. Nivel de actuación del área de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

3.3.2.4. Etapa de empaçado.

Luego de ser ensamblado, el calzado es desmontado del molde, y llevado al área de empaçado, son colocados en una repisa (Figura 114), perteneciente a cada operario para poder medir su progreso en el transcurso del día. Luego será inspeccionado, etiquetado, envasado y empaçado en una caja a su medida.

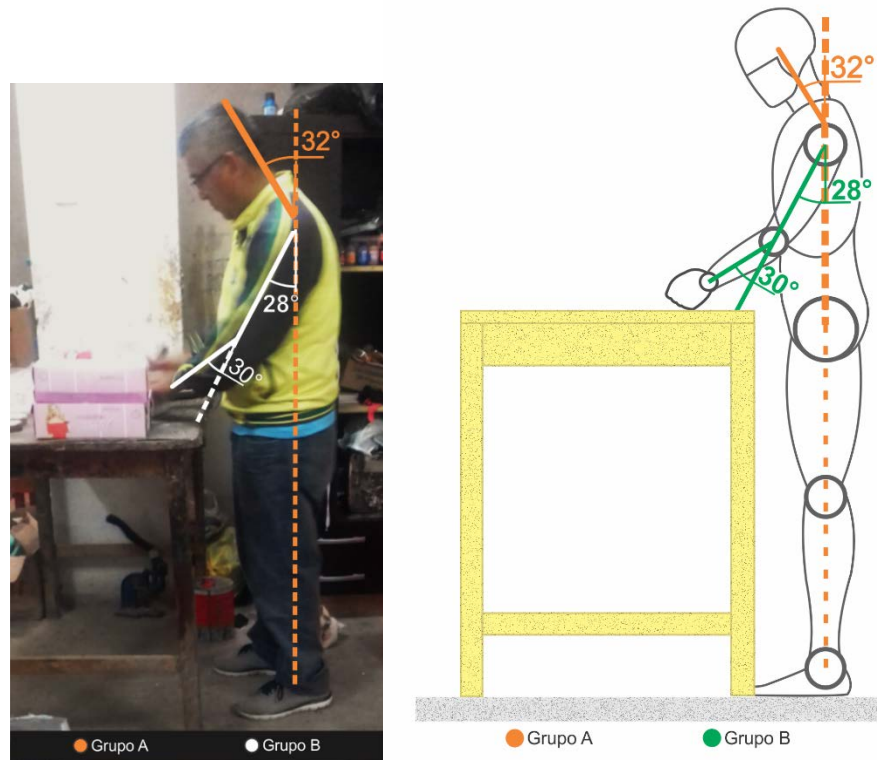


Figura 114. Operarios del área de empaçado.

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

- Análisis del Grupo A:

Puntuación del tronco: El operario tiene una posición erguida, sin inclinación lateral o torsión (Figura 115), por el cual tendría una puntuación final de 1, tal como se muestra en la Figura 116.

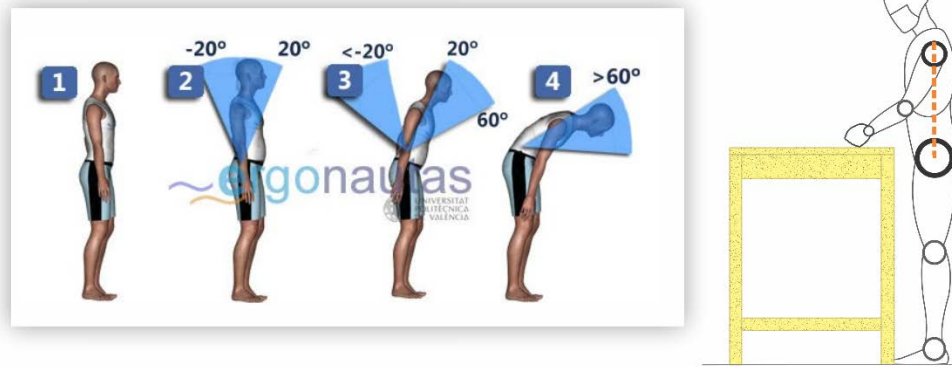


Figura 115. Posición del tronco en la etapa de empaclado

Puntuación	Posición del tronco
1	Erguido
2	Flexión o extensión 0° y 20°
3	Flexión entre 20° y 60° , o más 20° de extensión
4	Flexión más de 60°

Figura 116. Puntuación del tronco en la etapa de empaclado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación del cuello: Se observa una flexión del cuello de 32° , sin torsión o inclinación lateral (Figura 117), por el cual tendría una puntuación final de 2 (Figura 118).



Figura 117. Posición del cuello en la etapa de empaclado

Puntuación	Posición del cuello
1	Flexión entre 0° y 20°
2	Flexión más de 20°

Figura 118. Puntuación del cuello en la etapa de empaclado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación de las piernas: El operario se encuentra parado con soporte bilateral simétrico (Figura 119). Puesto que no existe flexión en ambas rodillas, la puntuación final vista en la Figura 120 no se incrementa, y sería de 1.

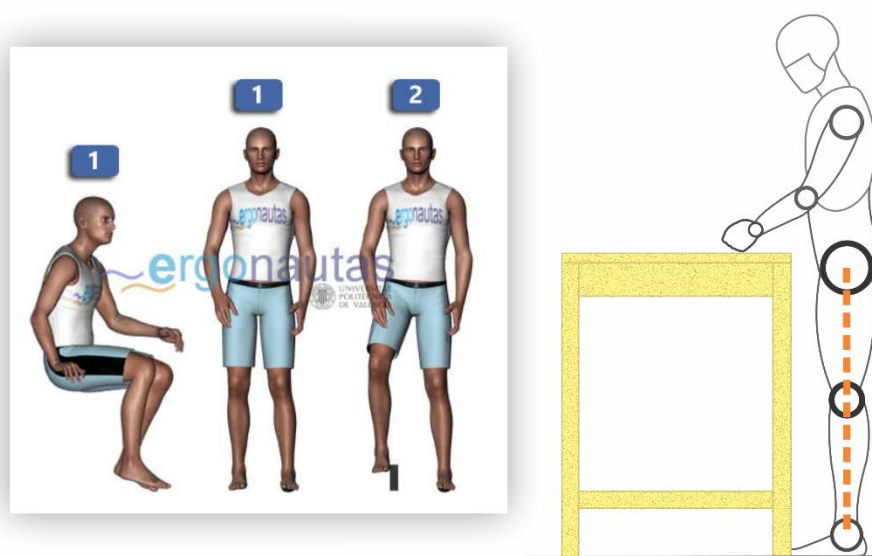


Figura 119. Posición de las piernas en la etapa de empaclado

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

Figura 120. Puntuación de las piernas en la etapa de empaclado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La Tabla 61 muestra la puntuación de cada segmento: tronco, cuello y pierna. Haciendo uso de la tabla de puntuación inicial del grupo A, obtenemos de resultado 1 (Figura 121).

Tabla 61. Puntuación de los miembros del grupo A en la etapa de empaçado

Segmento	Puntuación
Tronco	1
Cuello	2
Pierna	1

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

Figura 121. Puntuación inicial de grupo A en la etapa de empaçado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

No existe incremento en la puntuación del grupo A, puesto que las piezas a procesar son menores de 5kg (Figura 122), y no se aplica fuerza bruscamente. De este modo se tiene una puntuación final, sin incremento, de 1.

Puntuación	Carga o fuerza
+0	Carga o fuerza es menor de 5 kg
+1	carga o fuerza esta entre 5 y 10 kg
+2	Carga o fuerza es mayor de 10 kg

Figura 122. Puntuación de la carga en la etapa de empaçado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Análisis del Grupo B:

Puntuación del brazo: Se observa una flexión de 28°, puesto que sobrepasa los 20° de flexión (Figura 123), obteniendo una puntuación de 2 (Figura 124).

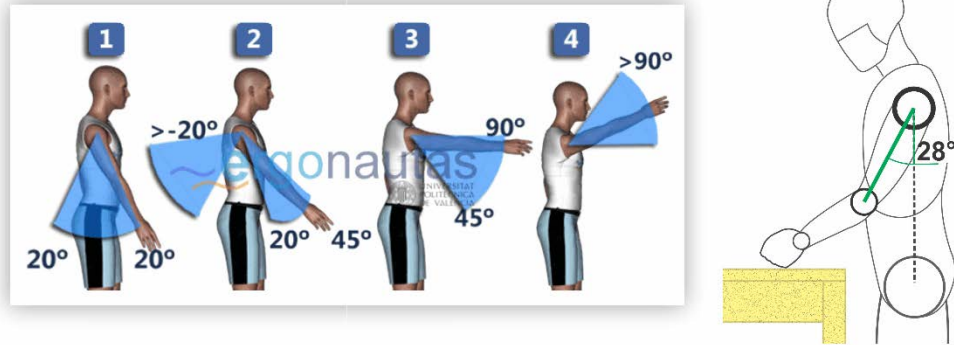


Figura 123. Posición del brazo en la etapa de empacado

Puntuación	Posición del Brazo
1	Desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	Flexión entre 20° y 45°, o extensión más de 20°
3	Flexión entre 45° y 90°
4	Flexión más de 90°

Figura 124. Puntuación del brazo en la etapa de empacado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación del antebrazo: Existe flexiones menor a 60 (Figura 125, obteniendo una puntuación de 2 (Figura 126)

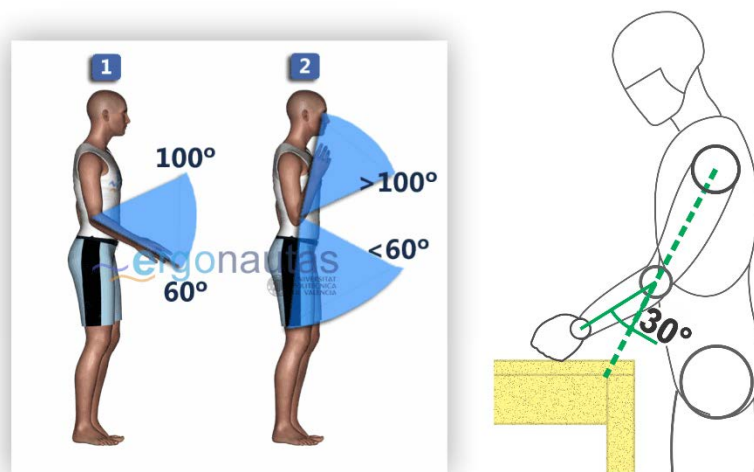


Figura 125. Posición del antebrazo en la etapa de empacado

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión menos de 60° y más de 100°

Figura 126. Puntuación del antebrazo en la etapa de empackado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación de la muñeca: No presenta un ángulo de flexión que sea mayor a 15°, ni torsión o desviación lateral, correspondiendo una puntuación de 1, sin incremento (Figura 127).

Puntuación	Posición de la muñeca
1	Flexión o extensión entre 0° y 15°
2	Flexión o extensión más de 15°

Figura 127. Puntuación de la muñeca en la etapa de empackado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La Tabla 62 muestra la puntuación de cada segmento: brazo, antebrazo y muñeca. Haciendo uso de la tabla de puntuación inicial del grupo B, se obtiene un resultado de 1 (Figura 128).

Tabla 62. Puntuación de cada miembro del grupo B en la etapa de empackado

Segmento	Puntuación
Brazo	2
Antebrazo	2
muñeca	1

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

Figura 128. Puntuación inicial de grupo B en la etapa de empackado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

No existe incremento en la puntuación inicial del grupo B, puesto que la calidad de agarre de las piezas a procesar es bueno (Figura 129), siendo el resultado final 1.

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

Figura 129. Puntuación del tipo de agarre en la etapa de empaclado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Puntuación C

Con el resultado de análisis del grupo A (1 punto) y del grupo B (1 punto), vistos en la Tabla 63, hacemos uso de la tabla de puntuación inicial C, se obtiene un resultado de 1 (Figura 130).

Tabla 63. Puntuación final del Grupo A y B, en la etapa de empaclado

Grupo	Puntuación
A	1
B	2

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

Figura 130. Puntuación inicial C en la etapa de empaclado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- **Puntuación Final**

El operario se mantiene parado por mas de un minuto, incrementando el resultado en 1 (Figura 131). Además, recurre al movimiento repetitivos en la actividad de empacado, sumando otro punto más a la puntuación C.

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

Figura 131. Puntuación del tipo de actividad muscular en la etapa de empacado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La puntuación final es de 2, el cual corresponde, según la Figura 132, a un nivel de riesgo bajo, siendo necesaria la actuación si se ve conveniente.

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

Figura 132. Nivel de actuación del área de montado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

A continuación, la Tabla 64 hace un resumen el cual muestra los diferentes niveles de riesgo de cada puesto de trabajo, con su respectiva actuación,

Tabla 64. Cuadro resumen del nivel de riesgo en los distintos puestos

Puesto de trabajo	Nivel de riesgo	Actuación
Cortado	Bajo	Puede ser necesario la actuación
Lijado	Medio	Es necesaria la actuación.
Montado	Medio	Es necesaria la actuación.
Envasado	Bajo	Puede ser necesario la actuación.

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

De los puestos analizados concluimos que de los 4 puestos solo el 50% cumplen con posturas adecuadas para el trabajador,

% *Numero de puestos que cumplen con las posturas adecuadas*

$$= \frac{\text{Puestos con posturas adecuadas}}{\text{Numero de puesto analizados analizado}} \times 100$$

$$= \frac{2}{4} \times 100 = 50\%$$

3.3.3. Causa 3: Iluminación deficiente

Para un buen desempeño laboral es necesario también contar con una iluminación adecuada en el área de trabajo, sobre todo si el trabajador tiene que estar por horas en el mismo lugar.

Evidencias

Existe un claro esfuerzo visual en la empresa Sacrletty E.I.R.L., puesto que, en casi su totalidad de sus actividades, por el ambiente de trabajo, necesitan de luz artificial (Figura 133), a excepción del área de corte, que hace uso de luz natural duran mayor parte del día. Cabe resaltar que toda la distribución de las iluminarias fue hecha en forma empírica y sin estudio previo.

A continuación, se hará una descripción de los datos levantados en la empresa, los mismo que serán comparados con la normativa vigente.



Figura 133. Iluminación utilizada en la Calzado Scarletty E.I.R.L..

Método de medición

Puesto que la normativa peruana EM.010 [15], no especifica que técnica usar, se aplicó el método de la constante del local, recomendada en el protocolo para la medición de iluminación de ambiente laboral, Resolución SRT N° 84/12 de la República Argentina [16], el cual divide el lugar de estudio en cuadrantes iguales, tomando medidas a través de un instrumento como el luxómetro.

Dicho método toma en cuenta, las dimensiones del área de trabajo, y la distancia entre la fuente de iluminación y la zona en la que se realiza las actividades; de este modo se obtiene el factor k , que redondeado al entero superior nos servirá para obtener el número mínimos de los puntos de medición N .

$$k = \frac{\text{largo} \times \text{ancho}}{\text{Altura} (\text{largo} + \text{ancho})}$$

$$(k + 2)^2 = N$$

A continuación, se determinará el nivel de iluminación promedio de cada área de trabajo, para luego compararlo con la normativa vigente.

- Área de Corte

Para el área de corte se tomó en cuenta las medidas lux a la hora que se necesita de luz artificial. Considerando las medidas del área de trabajo (0.65m x 1.1m) y la altura desde el punto de la fuente de iluminación al plano de trabajo (1.93m), la constante k es:

$$k = \frac{0.65 \times 1.1}{1.9 (0.65 + 1.1)} = 0,21 \approx 0$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (0 + 2)^2 = 4$$

De este modo se recolecta la información en 4 puntos de la zona de muestreo, como se observa en la Figura 134, teniendo un promedio de 84.25 lux.

96 lux	80 lux
86 lux	75 lux

Figura 134. Croquis de los puntos de medias lux del área de corte

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

- Área de Lijado

No existe un área delimitada del puesto de lijado, pero teniendo en cuenta la medida de la maquina esmeril, como área estática, y el área que ocupa el operario (área de gravitación), las medidas a toman suman un total de 1.28m x 0.85 m, que con junto la altura desde el punto de la fuente de iluminación al plano de trabajo (2.22 m), la constante k es:

$$k = \frac{1.28 \times 0.85}{2.22 (1.28 + 0.85)} = 0,23 \approx 0$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (0 + 2)^2 = 4$$

De este modo se recolecta la información en 4 puntos de la zona de muestreo, como se observa en la Figura 135, teniendo un promedio de 70.8 lux

73 lux	61 lux
81 lux	68 lux

Figura 135. Croquis de los puntos de medias lux del área de lijado

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

- Área de Montado

En esta zona los 2 operario comparte la misma mesa de trabajo, uno al frente del otro. Considerando las medidas del área de trabajo (0.76m x 1.48m) y la altura desde el punto de la fuente de iluminación al plano de trabajo (2.22m), la constante k es:

$$k = \frac{0.76 \times 1.48}{2.22 (0.76+1.48)} = 0,23 \approx 0$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (0 + 2)^2 = 4$$

De este modo se recolecta la información en 4 puntos de la zona de muestreo, como se observa en la Figura 136, teniendo un promedio de 129.75 lux

115 lux	122 lux
132 lux	150 lux

Figura 136. Croquis de los puntos de medias lux del área montado

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

- Área de Envasado

Considerando las medidas del área de envasado (1.27 m x 0.7m) y la altura desde el punto de la fuente de iluminación al plano de trabajo (2m), la constante k es:

$$k = \frac{1.27 \times 0.7}{2 (1.27+0.7)} = 0,23 \approx 0$$

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (0 + 2)^2 = 4$$

De este modo se recolecta la información en 4 puntos de la zona de muestreo, como se observa en la Figura 137, teniendo un promedio de 146.8 lux.

140 lux	155 lux
142 lux	150 lux

Figura 137. Croquis de los puntos de medias lux del área envasado

Fuente: Calzado Scarlett E.I.R.L..

Indicador de iluminación

Para poder conocer en qué nivel la empresa cumple con la iluminación adecuada en los puestos de trabajo se comparará con la Norma Técnica EM. 010 para una empresa de calzado [15] vista en el Anexo 3, y su nivel de riesgo actual (Tabla 65).

Tabla 65. Nivel de riesgo de iluminación actual

Puesto de trabajo	Lux actual	Lux adecuado	Nivel Riesgo
Cortado	84,25	500	Alto
Lijado	70,8	500	Alto
Montado	129,75	500	Alto
Envasado	146,8	500	Alto

Fuente: Calzado Scarletty E.I.R.L..

Queda en evidencia que en ningún puesto de trabajo de la empresa brinda la iluminación adecuada, con un nivel de riesgo visual alto.

% Número de puestos que cumplen con el nivel adecuado de iluminación

$$= \frac{\text{Numero de áreas que cumplen con el nivel}}{\text{Numero total de areas estudiadas}}$$

$$= \frac{0 \text{ área}}{5 \text{ áreas}} \times 100 = 0\%$$

3.4. Propuesta de mejora

Recordemos que el diseño viene a ser la adaptación del medio a la persona y no al contrario. Es por ello que se debe tomar en cuenta como iniciativa las dimensiones aproximadas de aquel que ocupará cierto espacio de trabajo, el cual no siempre será el mismo. Partiendo de esta premisa el diseño propuesto tiene que ser lo más ajustable posible, para ello tomaremos en cuenta las diferentes dimensiones de la población peruana (2005) [17], descritas en las Tabla 66 y Tabla 67 .

Tabla 66. Talla alcanzada por la población peruana adulta masculina para el 2005

Talla de población masculina (cm.)		
Min.	Max	%
160	169	54,5
150	159	26,7
170	179	16,2
menos	150	1,9
180	mas	0,7
Total		100

Fuente: El retardo en el crecimiento en el Perú [17]

Tabla 67. Talla alcanzada por la población peruana adulta femenina para el 2005

Talla de población femenina (cm.)		
Min.	Max	%
150	159	53,3
140	159	37,6
160	169	6,5
menos	140	2,1
170	mas	0,5
Total		100

Fuente: El retardo en el crecimiento en el Perú [17]

Método antropométrico propuesto

Sabiendo la talla poblacional adulta, pasamos a determinar las dimensiones de los diferentes segmentos del cuerpo, solo a la población de mayor representación, tanto de hombre como mujeres. Usando para ello un método de medición antropométrica sencilla, propuesto **por Drillis y Contini** [18], el cual consiste en determinar las dimensiones de los diferentes segmentos del cuerpo humano, en relación a la altura (Figura 138).

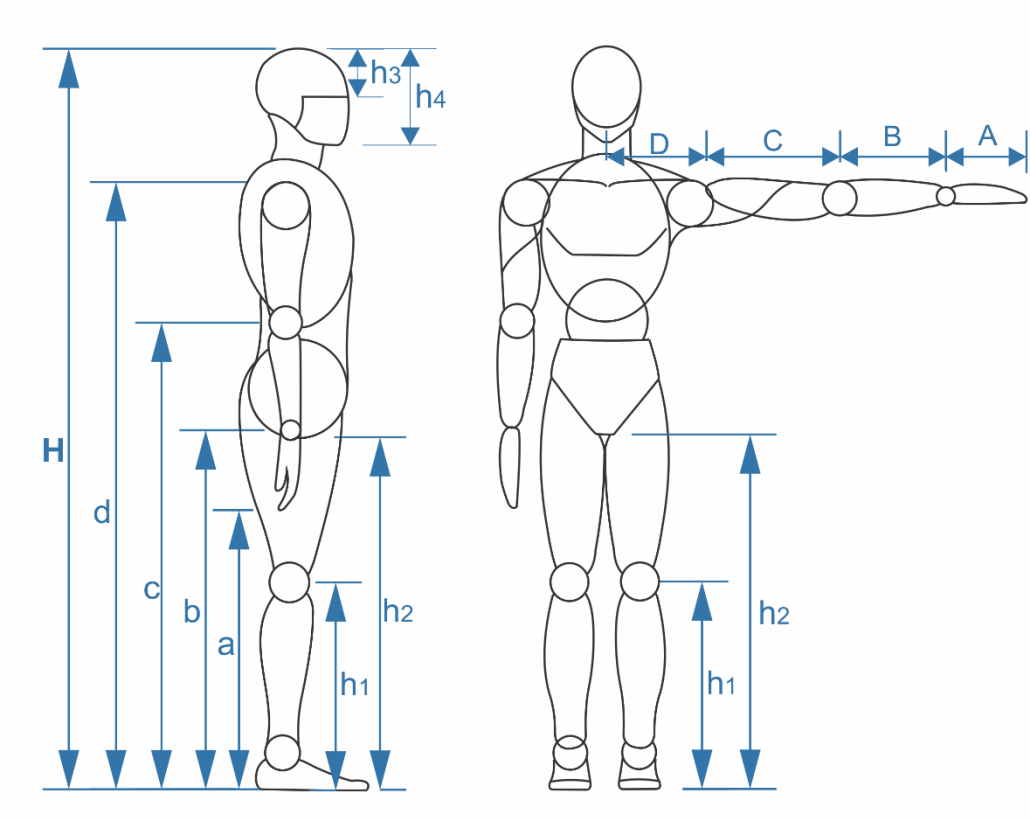


Figura 138. Dimensiones antropométricas según el método de Drillis y Contini

En nuestro diseño ajustable se tomará como referencia la dimensión de la talla más baja y alta de ambos géneros (Tabla 68). siendo para esto 140 y 169 cm de estatura.

Tabla 68. Aplicación del método de Drillis a las estaturas consideradas para el diseño

Dimensiones	Proporción	Min	Medio	Max
H	1	140	154,5	169
A	0,108	15,12	16,69	18,25
B	0,146	20,44	22,56	24,67
C	0,186	26,04	28,74	31,43
D	0,129	18,06	199,31	21,80
a	0,377	52,78	582,47	63,71
b	0,485	67,9	749,33	81,96
c	0,63	88,2	97,34	106,47
d	0,818	114,52	126,38	138,24
h1	0,285	39,9	440,33	48,16
h2	0,53	74,2	81,89	89,57
h3	0,064	8,96	9,89	10,81
h4	0,13	18,2	20,09	21,97

Superficie o zona de trabajo

Calculadas las dimensiones a trabajar, según el principio de diseño [10] primero se debe establecer la altura de la superficie de trabajo en relación a la altura del codo; luego ajustarlo en base al tipo de tarea que realizara el operario, **variando 10 cm.** más o menos, si el actividad es preciso o pesado respectivamente, quedando sin variación si es ligero, tal como se observa en la Figura 139 . Dicha valoración lo podemos observar en la Tabla 69.

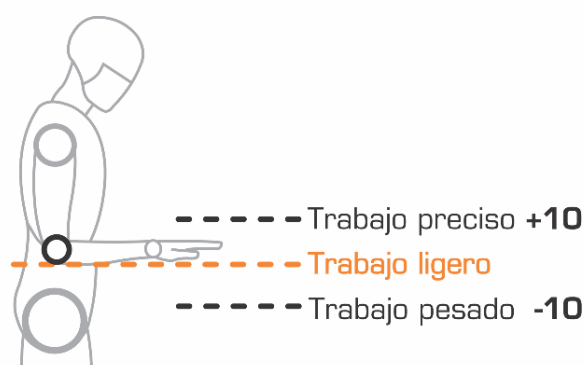


Figura 139. Nivel de la zona de trabajo

Fuente: Ingeniería industrial de Niebel [10]

Tabla 69. Ajuste en la mesa de trabajo por área

Área	Actividad	Ajuste
Corte	Preciso	+10
Lijado	Preciso	+10
Montado	Preciso	+10
Empacado	Ligero	0

De este modo podemos observar que solo el empacado es de trabajo ligero, y el resto de las actividades son de trabajo preciso.

Metodología a seguir

Ubicada zona de trabajo, para la propuesta de mejora, se determinará la postura que debe tomar el operario, seguido de la distribución de los elementos necesarios para sus actividades, y finalmente la iluminación que cumpla con los estándares establecidos.

3.4.1. Mejora 1: Posturas de trabajo

Para un mejor entendimiento de la evaluación se vio conveniente tomar como referencia la estatura promedio del rango estudiado (1,55 m), de este modo la variación no será muy significativa para las diferentes proporciones que pueda tener el operario.

Metodología

Se tiene como base de estudio, para la propuesta, el método de evaluación REBA, el cual se busca cumplir con requisitos tanto ideales como necesarios.

Postura ideal

El escenario más deseado es un nivel de riesgo inapreciable, pero esto es posible, según la Figura 140, si la puntuación final de la evaluación REBA es de 1; esto dependerá de los resultados de la evaluación del grupo A y B.

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

Figura 140. Nivel de actuación según el resultado final de la evaluación REBA, en un escenario ideal

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Para la Figura 141, solo existen 4 escenarios donde el resultado inicial C es 1, puesto que es posible que la puntuación incremente por el tipo de actividad muscular, es preferible que la puntuación en A y B, sea la más baja, es decir de 1 respectivamente.

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

Figura 141. Escenarios posibles donde el resultado inicial C es 1

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

En la evaluación de grupo A, según la Figura 142, solo existen 2 posibles escenarios donde la puntuación en el grupo A es 1, esto sin tomar en cuenta el tipo de fuerza o la carga que incremente el resultado.

Tronco	cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
1	1	2	3	4	1	2	3	5	3	3	5	
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	

Figura 142. Escenarios posibles donde el resultado inicial del Grupo A es 1

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

En la evaluación de grupo B, según la Figura 143, solo existe 3 posibles escenarios donde el resultado es 1, no tomando en cuenta el tipo de agarre que incremente el resultado.

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

Figura 143. Escenarios posibles donde el resultado inicial del Grupo B es 1

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura necesaria

Existen puntos a tener en cuenta a la hora de determinar la postura que tomara el operario, tanto en los grupos de evaluación A como B.

Para el grupo A. Según [19], la flexión del cuello está en relación al campo visual del operario con la mirada a la zona de trabajo (5° por encima de la vista y 25° por debajo con los ojos fijos), tal como se muestra en la Figura 144.

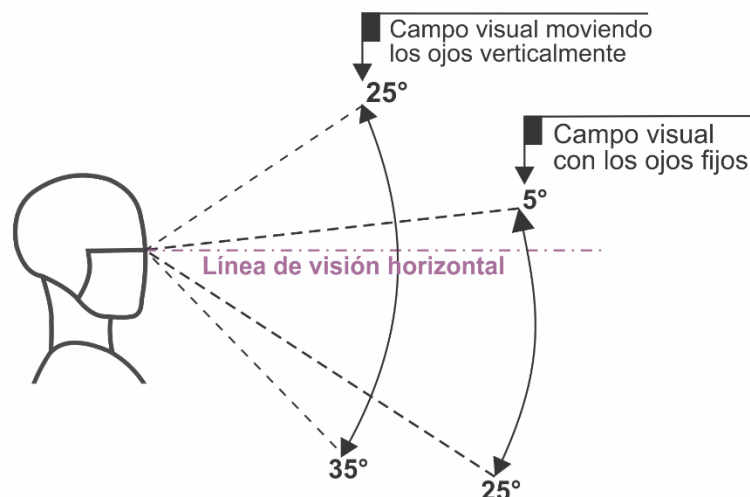


Figura 144. Vista lateral del campo de visualización

Fuente: Ergonomía 4, trabajo en oficina [19]

En el caso de las piernas, se tiene 2 puntos a considerar, el primero [8], recomienda que el operario debería cambiar de postura cada cierto tiempo, entre

sentado y parado; y el segundo [20], [21], determina basado en investigaciones, que el ángulo adecuado entre la pierna y el tronco es de 135° .

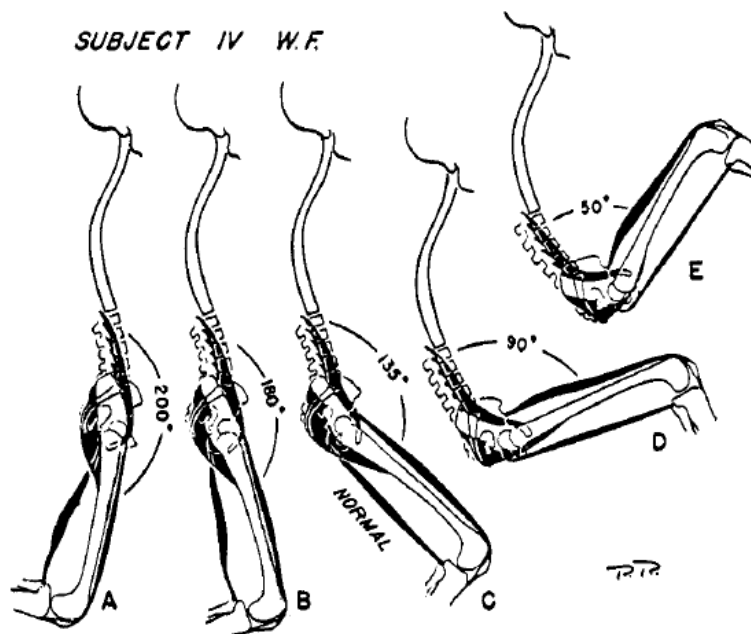


Figura 145. Vista lateral de los ángulos estudiados por Keegan JJ. en su investigación

Fuente: Alterations of the lumbar curve related to posture and seating [20]

Para el grupo B, según sea el caso se buscará en lo posible que el brazo tenga un punto donde apoyarse, mientras el antebrazo y la muñeca tendrán que acomodarse a la actividad a realizar, poniendo las manos dentro del campo visual si el trabajo manual lo requiere.

Preselección de silla

Para la elección de la silla, se tuvo en consideración los puntos descrito anteriormente, sobre todo la que permita un ángulo de 135° entre el tronco y la pierna, y que sea ajustable a las diferentes medidas del operario que haga uso de ella.

En la Figura 146, podemos observar las diferentes alturas que debería tener una silla según la estatura del operario, variando más y menos 6 cm, por encima o debajo del operario promedio, respetivamente.

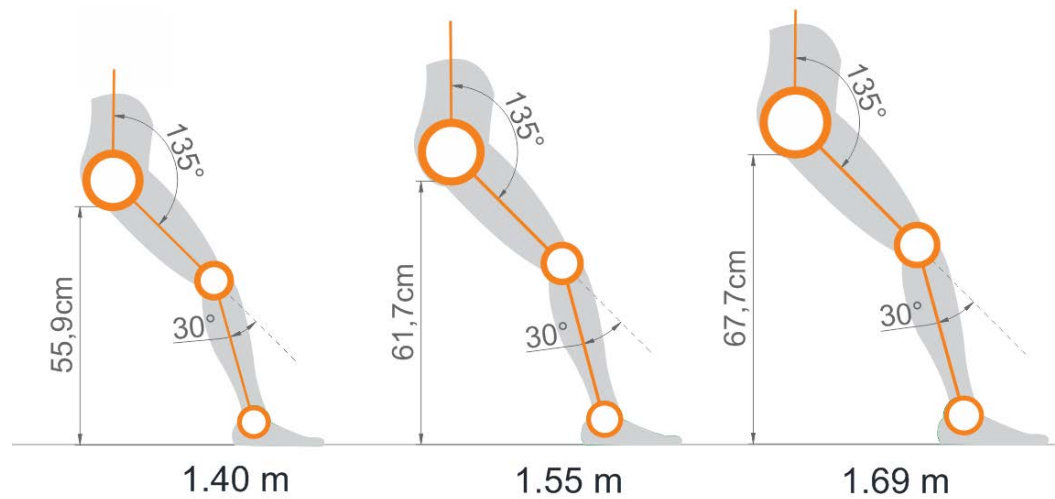


Figura 146. Alturas que debiera tener la silla según los requisitos establecidos

Del mismo modo sucede con el reposapiés (Figura 147), esencial para cuando el operario toma una postura sentado. Estos rangos son de utilidad más adelante para la elección definitiva del tipo de silla, el cual dependerá del desplazamiento horizontal del trabajador en la zona de trabajo.



Figura 147. Alturas que debiera tener el reposapiés cuando el asiento no está inclinado

A continuación, se hará el análisis REBA de cada puesto de trabajo, tanto de aquellos puestos de demandan acción de mejora, como de aquellos que no, por estar considerados en el diseño de distribución el cual se verá más adelante.

3.4.1.1. Etapa de corte

Para la mejora en la postura en la actividad de cortado se hizo uso de la Tabla 70, el cual muestra un resumen de las puntuaciones que llevaron a tener como resultado final una puntuación de 3, es decir un nivel de riesgo bajo.

Tabla 70. Resumen de la evaluación REBA de la actividad de corte

Puntuación	Grupo A			Grupo B		
	Tronco	Cuello	Pierna	Brazo	Antebrazo	Muñeca
Miembros	P. Inicial	1	2	1	1	1
	Incremento			+1 (torsión)		
Grupos	P. Inicial	1			1	
	Incremento					
Tabla C	P. Inicial				1	
	Incremento	+2: +1 permanecer estático, y +1 movimiento repetitivo				
	Resultado final	3 (Nivel de riesgo bajo)				

Antes de empezar de analizar la postura adecuada para la etapa de corte, debemos determinar el nivel de la zona de trabajo, el cual será 10 cm por encima de la altura del codo, por ser una actividad de precisión.

- Análisis del Grupo A

De la Figura 142, tenemos 2 escenarios para que la puntuación inicial A sea 1; tal como se muestra en la Tabla 71, se eligió la opción 1, por ser la puntuación más baja.

Tabla 71. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo A

Postura	Puntuación		
	Tronco	Pierna	cuello
Opción 1	1	1	1
Opción 2	1	1	2

Postura del Tronco

Según la Figura 148, la puntuación 1 es correspondiente a un tronco erguido.

Puntuación	Posición del tronco
1	Erguido
2	Flexión o extensión 0° y 20°
3	Flexión entre 20° y 60°, o más 20° de extensión
4	Flexión más de 60°

Figura 148. Puntuación del tronco de la actividad de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura de las piernas

Según la Figura 149, la puntuación 1 corresponde a un operario sentado o de pie, con soporte bilateral simétrico. Puesto que el tipo de silla preseleccionado permite que el ángulo de flexión entre la pierna y el tronco, sea de 135°, el ángulo de la rodilla no es mayor de 30°, no existiendo un incremento en la puntuación (Figura 150).

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

Figura 149. Puntuación de las piernas de la actividad de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación	Posición de la pierna
0	Flexión de la rodilla entre 0 y 30°
+1	Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°
+2	Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)

Figura 150. Modificación en la puntuación de las piernas de la actividad de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura del cuello

Según la Figura 151, la puntuación 1 es correspondiente a la flexión del cuello entre 0° y 20°, puesto que es un trabajo de precisión la visión debe estar enfocada en la zona de trabajo, será facilitado con una inclinación de la mesa de trabajo, en 19°.

Puntuación	Posición del cuello
1	Flexión entre 0° y 20°
2	Flexión más de 20°

Figura 151. Puntuación del cuello de la actividad de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

De las condiciones descritas, tenemos como resultado la postura de los miembros del grupo A, graficada en la Figura 152.

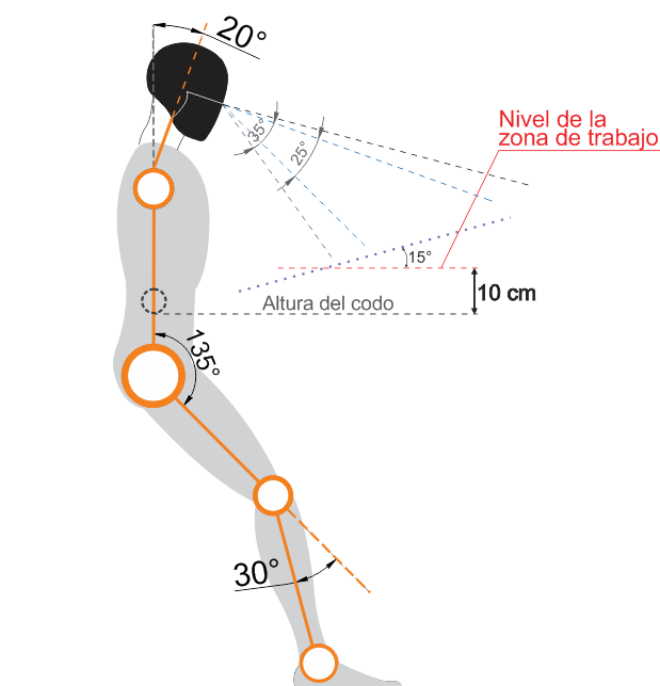


Figura 152. Nueva Postura del operario en el área de corte, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo A.

Puntuación de la carga

Como se observa en la *Figura 153* no existe un incremento en la puntuación, puesto que en la carga manejada no supera los 5 kg ni se aplica una fuerza brusca. De este modo, la puntuación final en el grupo A es de 1.

Puntuación	Carga o fuerza
+0	Carga o fuerza es menor de 5 kg
+1	carga o fuerza esta entre 5 y 10 kg
+2	Carga o fuerza es mayor de 10 kg

Figura 153. Puntuación de la carga manejada en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Análisis del grupo B

De la Figura 143, tenemos 3 escenarios para que la puntuación inicial A sea 1; tal como se muestra en la Tabla 72, se eligió la opción 2, por ser la postura que más se adapta a la postura de los miembros del grupo A.

Tabla 72. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo B

Posturas	Puntuación		
	Brazo	Antebrazo	Muñeca
Opción 1	1	1	1
Opción 2	2	1	1
Opción 3	1	2	1

Postura del brazo

Según la Figura 154, la puntuación 2 corresponde al brazo del operario con ángulo de flexión entre 20° y 45°. Puesto que existe un apoyo en la mesa de trabajo, a pesar de que los brazos necesitan estar flexionados, la puntuación se resta 1 punto, tal como no los muestra la Figura 154, teniendo una puntuación final del brazo de 1.

Puntuación	Posición del Brazo
1	Desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	Flexión entre 20° y 45°, o extensión más de 20°
3	Flexión entre 45° y 90°
4	Flexión más de 90°

Figura 154. Puntuación del brazo de la actividad de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

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

Figura 155. Modificación de la puntuación del brazo de la actividad de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura del antebrazo

Según la Figura 156, la puntuación 1 corresponde a un antebrazo flexionado entre 60° y 100° .

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión menos de 60° y más de 100°

Figura 156. Puntuación del antebrazo de la actividad de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura de la muñeca

Según la Figura 157, la puntuación 1 corresponde a una muñeca en flexión o extensión entre 0° y 15° . No hay incremento puesto que no existe torsión en la muñeca.

Puntuación	Posición de la muñeca
1	Flexión o extensión entre 0° y 15°
2	Flexión o extensión más de 15°

Figura 157. Puntuación de la muñeca de la actividad de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

De las condiciones descritas, tenemos como resultado la postura de los miembros del grupo B, graficada en la Figura 157.

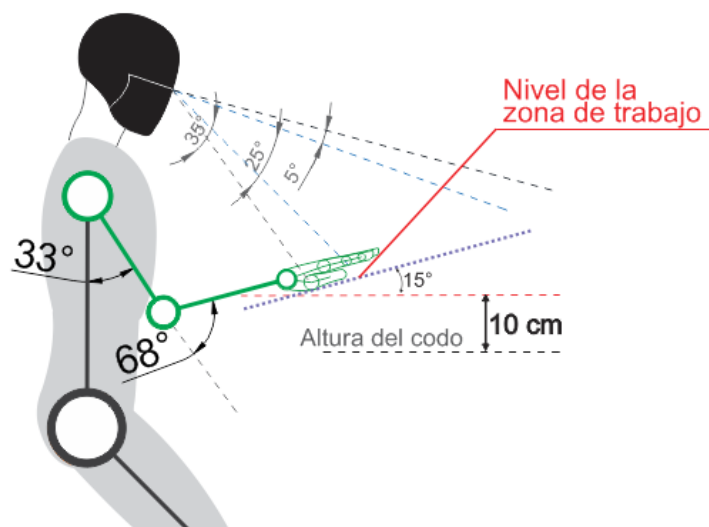


Figura 158. Nueva Postura del operario en el área de corte, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo B.

Puntuación del tipo de agarre

Como se observa en la Figura 159, no existe un incremento en la puntuación, puesto que la calidad de agarre en las piezas a procesar es buena. De este modo, la puntuación final en el grupo B es de 1

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

Figura 159. Puntuación del tipo de agarre de la actividad de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Puntuación C

La Tabla 73, resume la puntuación de las posturas de todos miembros, y su respectiva modificación.

Tabla 73. Resumen de la puntuación REBA de la actividad de corte

Puntuación	Grupo A			Grupo B			
	tronco	cuello	pierna	Brazo	Antebrazo	muñeca	
Miembros	P. Inicial	1	1	1	2	1	1
	Incremento				-1		
Grupo	P. Inicial		1			1	
	Incremento						
C	P. Inicial				1		

Para la Tabla 70, existe 2 los motivos que incrementan la puntuación final del análisis REBA en la actividad de corte, el cual gracias a la mejora se pudo eliminar el permanecer el cuerpo estático de una o más partes del cuerpo, solo incrementándose en +1, tal como se observa en la Figura 160.

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

Figura 160. Puntuación del tipo de actividad en la etapa de corte

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La puntuación final es de 2, lo que significa, según la Figura 161, que el nivel de riesgo es bajo.

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

Figura 161. Resultado del nivel de riesgo de la propuesta en la etapa de cortado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

3.4.1.2. Etapa de lijado

Con ayuda de la Tabla 74, el cual muestra un resumen de las puntuaciones que llevaron a tener como resultado final un nivel de riesgo medio; se tiene una idea de los puntos a mejorar en la postura en la actividad de cortado.

Tabla 74. Resumen de los resultados de la evaluación REBA de la actividad de lijado.

Puntuación	Grupo A			Grupo B			
	tronco	cuello	pierna	Brazo	Antebrazo	muñeca	
Miembros	P. Inicial	3	1	1	3	2	1
	Incremento						+1 (Torsión)
Grupo	P. Inicial	2			5		
	Incremento						
C	P. Inicial				1		
	Incremento	+2: +1 permanecer estático, y +1 movimiento repetitivo					
Resultado final	6 (nivel de riesgo Medio)						

Antes de empezar de analizar la postura adecuada para la etapa lijado, debemos determinar el nivel de la zona de trabajo, el cual será 10 cm por encima de la altura del codo, por ser una actividad de precisión; y con ello la distancia en la que se ubica los 2 discos para pulir del esmeril (Figura 162).

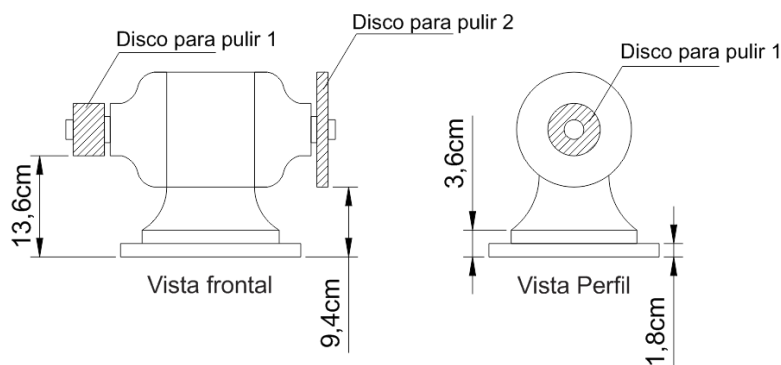


Figura 162. Vista frontal y perfil de los discos del esmeril

- Análisis del Grupo A

De la Figura 142, tenemos 2 escenarios para que la puntuación inicial A sea 1; tal como se muestra en la Tabla 75, se eligió la opción 1, por ser la puntuación más baja.

Tabla 75. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo A de la actividad de lijado.

Postura	Puntuación		
	Tronco	Pierna	cuello
Opción 1	1	1	1
Opción 2	1	1	2

Postura del Tronco

Según la Figura 163, la puntuación 1 es correspondiente a un tronco erguido.

Puntuación	Posición del tronco
1	Erguido
2	Flexión o extensión 0° y 20°
3	Flexión entre 20° y 60°, o más 20° de extensión
4	Flexión más de 60°

Figura 163. Puntuación del tronco de la actividad de lijado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura de las piernas

Según la Figura 164, la puntuación 1 corresponde a un operario sentado o de pie, con soporte bilateral simétrico. Puesto que el tipo de silla preseleccionado permite que el ángulo de flexión entre la pierna y el tronco, sea de 135° , el ángulo de la rodilla no es mayor de 30° , no existiendo un incremento en la puntuación (Figura 165).

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

Figura 164. Puntuación de las piernas de la actividad de lijado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación	Posición de la pierna
0	Flexión de la rodilla entre 0 y 30°
+1	Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°
+2	Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)

Figura 165. Modificación en la puntuación de la pierna en la actividad de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura del cuello

Según la Figura 166, la puntuación 1 es correspondiente a la flexión del cuello entre 0° y 20° , puesto que es un trabajo de precisión la visión debe estar enfocada en la zona de trabajo, será facilitado con una inclinación de la mesa de trabajo, en 19° .

Puntuación	Posición del cuello
1	Flexión entre 0° y 20°
2	Flexión más de 20°

Figura 166. Puntuación del cuello de la actividad de lijado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación de la carga

Como se observa en la Figura 167 no existe un incremento en la puntuación, puesto que en la carga manejada no supera los 5 kg ni se aplica una fuerza brusca. De este modo, la puntuación final en el grupo A es de 1.

Puntuación	Carga o fuerza
+0	Carga o fuerza es menor de 5 kg
+1	carga o fuerza esta entre 5 y 10 kg
+2	Carga o fuerza es mayor de 10 kg

Figura 167. Puntuación de la carga manejada en la etapa de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

De las condiciones descritas, tenemos como resultado la postura de los miembros del grupo A, graficada en la Figura 168.

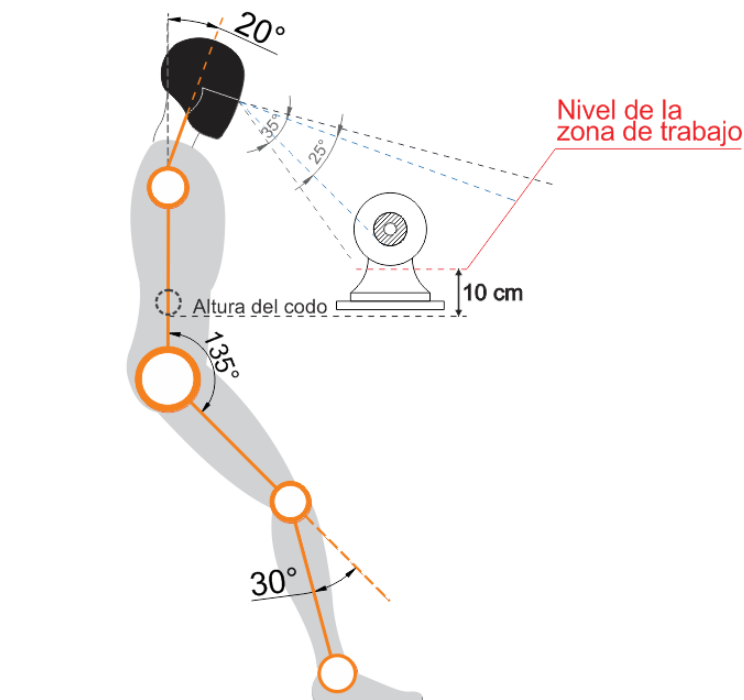


Figura 168. Nueva Postura del operario en el área de lijado, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo A.

- Análisis del grupo B

De la Figura 143, tenemos 3 escenarios para que la puntuación inicial A sea 1; tal como se muestra en la Tabla 76, se eligió la opción 1, por ser la postura que más se adapta a la postura de los miembros del grupo A.

Tabla 76. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo B de la actividad de lijado.

Posturas	Puntuación		
	Brazo	Antebrazo	Muñeca
Opción 1	1	1	1
Opción 2	2	1	1
Opción 3	1	2	1

Postura del brazo

Según la Figura 169, la puntuación 1 corresponde al brazo del operario con ángulo de flexión entre 0° y 20° . No existe incremento en la puntuación.

Puntuación	Posición del Brazo
1	Desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	Flexión entre 20° y 45° , o extensión más de 20°
3	Flexión entre 45° y 90°
4	Flexión más de 90°

Figura 169. Puntuación del brazo de la actividad de lijado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura del antebrazo

Según la Figura 170, la puntuación 1 corresponde a un antebrazo flexionado entre 60° y 100° .

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión menos de 60° y más de 100°

Figura 170. Puntuación del antebrazo de la actividad de lijado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura de la muñeca

Según la Figura 171, la puntuación 1 corresponde a una muñeca en flexión o extensión entre 0° y 15° . Existe incremento en +1 (Figura 172), puesto que hay una torsión en una de las muñecas para el agarre de la pieza a procesar, teniendo como resultado final 2.

Puntuación	Posición de la muñeca
1	Flexión o extensión entre 0° y 15°
2	Flexión o extensión más de 15°

Figura 171. . Puntuación de la muñeca de la actividad de lijado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación	Posición
+1	Torsión o desviación lateral

Figura 172. Incremento de la puntuación de la muñeca en la actividad de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

De las condiciones descritas, tenemos como resultado la postura de los miembros del grupo B, graficada en la Figura 173.

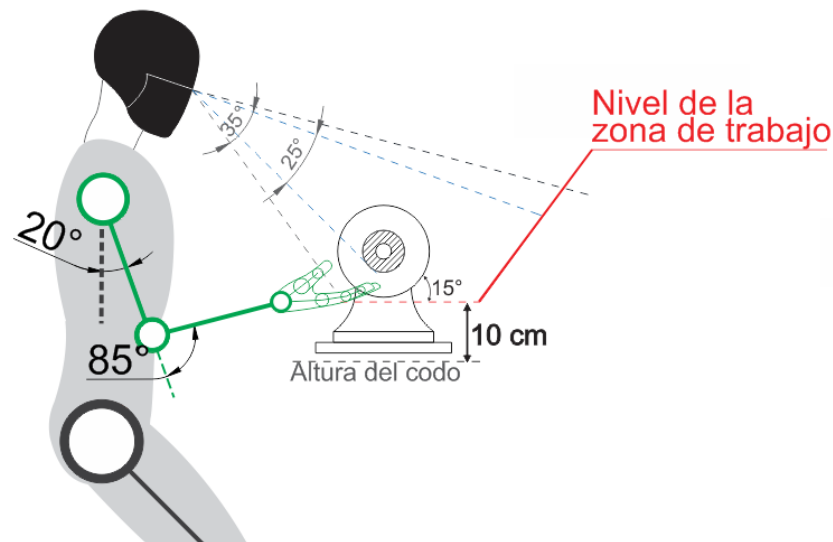


Figura 173. Nueva Postura del operario en el área de lijado, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo B.

Puntuación del tipo de agarre

Como se observa en la Figura 174, no existe un incremento en la puntuación, puesto que la calidad de agarre en las piezas a procesar es buena. De este modo, la puntuación final en el grupo B es de 2.

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

Figura 174. Puntuación del tipo de agarre en la actividad de lijado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Puntuación C

La Tabla 77, resume la puntuación de las posturas de todos miembros, y su respectiva modificación.

Tabla 77. Resumen de la puntuación REBA de la actividad de lijado

Puntuación	Grupo A			Grupo B		
	tronco	cuello	pierna	Brazo	Antebrazo	muñeca
Miembros	P. Inicial	1	1	1	1	1
	Incremento					
Grupo	P. Inicial	1			2	
	Incremento					
C	P. Inicial				1	

Para la Tabla 74, existe 2 los motivos que incrementan la puntuación final del análisis REBA en la actividad de corte, el cual gracias a la mejora se pudo eliminar el permanecer el cuerpo estático de una o más partes del cuerpo, solo incrementándose en +1, tal como se observa en la Figura 175.

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

Figura 175. Puntuación del tipo de actividad en la etapa de lijado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La puntuación final es de 2, lo que significa, según la Figura 176, que el nivel de riesgo es bajo.

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

Figura 176. Resultado del nivel de riesgo de la propuesta en la etapa de lijado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

3.4.1.3. Etapa de Montado

Para la mejora en la postura en la actividad de montado se hizo uso de la Tabla 78, el cual muestra un resumen de las puntuaciones que llevaron a tener como resultado final una puntuación de 6, es decir un nivel de riesgo medio.

Tabla 78. Resumen de la evaluación REBA de la actividad de montado

Puntuación	Grupo A			Grupo B		
	Tronco	Cuello	Pierna	Brazo	Antebrazo	Muñeca
Miembros	P. Inicial	1	2	1	2	1
	Incremento			+1 (torsión)		+1 (torsión)
Grupos	P. Inicial	1			3	
	Incremento	+1: fuerza brusca			+2: mal agarre	
Tabla C	P. Inicial	4				
	Incremento	+2: +1 permanecer estático, y +1 movimiento repetitivo				
Resultado final		6 (Nivel de riesgo medio)				

Antes de empezar de analizar la postura adecuada para la etapa de montaje, debemos determinar el nivel de la zona de trabajo, el cual será 10 cm por encima de la altura del codo, por ser una actividad de precisión.

- **Análisis del Grupo A**

De la Figura 142, tenemos 2 escenarios para que la puntuación inicial A sea 1; tal como se muestra en la Tabla 79, se eligió la opción 1, por ser la puntuación más baja.

Tabla 79. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo A de la actividad de montaje

Postura	Puntuación		
	Tronco	Pierna	cuello
Opción 1	1	1	1
Opción 2	1	1	2

Postura del Tronco

Según la Figura 177, la puntuación 1 es correspondiente a un tronco erguido.

Puntuación	Posición del tronco
1	Erguido
2	Flexión o extensión 0° y 20°
3	Flexión entre 20° y 60°, o más 20° de extensión
4	Flexión más de 60°

Figura 177. Puntuación del tronco de la actividad de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura de las piernas

Según la Figura 178, la puntuación 1 corresponde a un operario sentado o de pie, con soporte bilateral simétrico. Puesto que el tipo de silla preseleccionado permite que el ángulo de flexión entre la pierna y el tronco, sea de 135°, el ángulo de la rodilla no es mayor de 30°, no existiendo un incremento en la puntuación (Figura 179).

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

Figura 178. Puntuación de las piernas de la actividad de montado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación	Posición de la pierna
0	Flexión de la rodilla entre 0 y 30°
+1	Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°
+2	Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)

Figura 179. Modificación en la puntuación de las piernas de la actividad de montado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura del cuello

Según la Figura 180, la puntuación 1 es correspondiente a la flexión del cuello entre 0° y 20°, puesto que es un trabajo de precisión la visión debe estar enfocada en la zona de trabajo.

Puntuación	Posición del cuello
1	Flexión entre 0° y 20°
2	Flexión más de 20°

Figura 180. Puntuación del cuello de la actividad de montado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

De las condiciones descritas, tenemos como resultado la postura de los miembros del grupo A, graficada en la Figura 181.

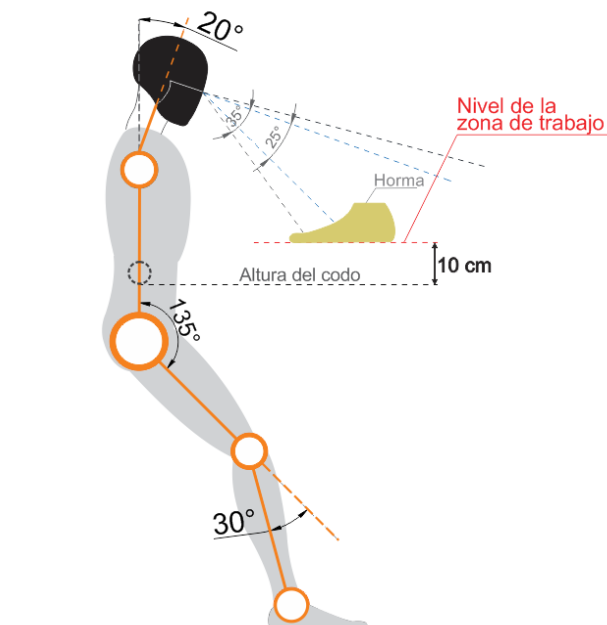


Figura 181. Nueva Postura del operario en el área de montaje, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo A.

Puntuación de la carga

Como observamos en la Figura 182, en el puesto original, se aplicaba una fuerza brusca entre las piernas y el tronco, al momento de ensamblar las piezas a la horma, esto era debido a que no existía una zona de trabajo adecuada, el cual quedaba a la altura de la pierna. La nueva propuesta le da solución al darle un nivel adecuado a 10 cm por encima del codo.



Figura 182. Posición de montaje de horma y suela

En cuando al manejo de carga no existe un incremento en la puntuación (Figura 183), pues en esta actividad no se maneja piezas mayores a 5kg. De este modo, la puntuación final en el grupo A es de 1.

Puntuación	Carga o fuerza
+0	Carga o fuerza es menor de 5 kg
+1	carga o fuerza esta entre 5 y 10 kg
+2	Carga o fuerza es mayor de 10 kg

Figura 183. Puntuación de la carga manejada en la etapa de montado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- **Análisis del grupo B**

De la Figura 143, tenemos 3 escenarios para que la puntuación inicial A sea 1; tal como se muestra en la Tabla 80, se eligió la opción 1, por ser la postura que más se adapta a la postura de los miembros del grupo A.

Tabla 80. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo B, en la actividad de montado

Posturas	Puntuación		
	Brazo	Antebrazo	Muñeca
Opción 1	1	1	1
Opción 2	2	1	1
Opción 3	1	2	1

Postura del brazo

Según la Figura 184, la puntuación 1 corresponde al brazo del operario con ángulo de flexión entre 20° y 45°. Puesto que existe un apoyo en la mesa de trabajo, a pesar de que los brazos necesitan estar flexionados, la puntuación se resta 1 punto, tal como no los muestra la Figura 185, teniendo una puntuación final del brazo de 1.

Puntuación	Posición del Brazo
1	Desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	Flexión entre 20° y 45°, o extensión más de 20°
3	Flexión entre 45° y 90°
4	Flexión más de 90°

Figura 184. Puntuación del brazo de la actividad de montado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

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

Figura 185. Modificación de la puntuación del brazo de la actividad de montado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura del antebrazo

Según la Figura 186, la puntuación 1 corresponde a un antebrazo flexionado entre 60° y 100°.

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión menos de 60° y más de 100°

Figura 186. Puntuación del antebrazo de la actividad de montado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura de la muñeca

Según la Figura 187, la puntuación 1 corresponde a una muñeca en flexión o extensión entre 0° y 15°. No hay incremento puesto que no existe torsión en la muñeca.

Puntuación	Posición de la muñeca
1	Flexión o extensión entre 0° y 15°
2	Flexión o extensión más de 15°

Figura 187. Puntuación de la muñeca de la actividad de montado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

De las condiciones descritas, tenemos como resultado la postura de los miembros del grupo B, graficada en la Figura 188.

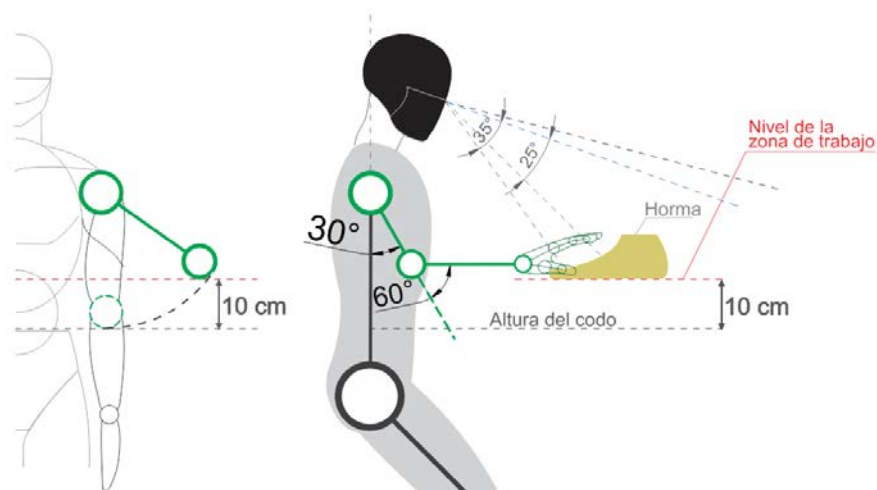


Figura 188. Nueva Postura del operario en el área de montaje con los ángulos de flexión de los miembros del grupo B.

Puntuación del tipo de agarre

Como se observa en la Figura 189, no existe un incremento en la puntuación, puesto que la calidad de agarre en las piezas a procesar es buena. De este modo, la puntuación final en el grupo B es de 1.

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

Figura 189. Puntuación del tipo de agarre de la actividad de montaje

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Puntuación C

La Tabla 81, resume la puntuación de las posturas de todos miembros, y su respectiva modificación.

Tabla 81. Resumen de la puntuación REBA de la actividad de montado

Puntuación	Grupo A			Grupo B			
	tronco	cuello	pierna	Brazo	Antebrazo	muñeca	
Miembros	P. Inicial	1	1	1	2	1	1
	Incremento				-1		
Grupo	P. Inicial		1			1	
	Incremento						
C	P. Inicial				1		

Para la Tabla 81, existe 2 los motivos que incrementan la puntuación final del análisis REBA en la actividad de montado, el cual gracias a la mejora se pudo eliminar el permanecer el cuerpo estático de una o más partes del cuerpo, solo incrementándose en +1, tal como se observa en la Figura 190.

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

Figura 190. Puntuación del tipo de actividad en la etapa de montado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La puntuación final es de 2, lo que significa, según la Figura 191, que el nivel de riesgo es bajo.

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

Figura 191. Resultado del nivel de riesgo de la propuesta en la etapa de montado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

3.4.1.4. Etapa de empaclado

Para la mejora en la postura en la actividad de envasado se hizo uso de la Tabla 82, el cual muestra un resumen de las puntuaciones que llevaron a tener como resultado final una puntuación de 2, es decir un nivel de riesgo bajo.

Tabla 82. Resumen de la evaluación REBA de la actividad de envasado

Puntuación	Grupo A			Grupo B		
	Tronco	Cuello	Pierna	Brazo	Antebrazo	Muñeca
Miembros	P. Inicial	1	2	1	2	2
	Incremento					
Grupos	P. Inicial	1			2	
	Incremento					
Tabla C	P. Inicial				1	
	Incremento				+1: movimiento repetitivo	
	Resultado final				2 (Nivel de riesgo bajo)	

Antes de empezar de analizar la postura adecuada para la etapa de envasado, debemos determinar el nivel de la zona de trabajo, el cual es a la misma altura del codo, por ser una actividad de ligera.

- Análisis del Grupo A

De la Figura 142, tenemos 2 escenarios para que la puntuación inicial A sea 1; tal como se muestra en la Tabla 83, se eligió la opción 1, por ser la puntuación más baja.

Tabla 83. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo A de la actividad de montado

Postura	Puntuación		
	Tronco	Pierna	cuello
Opción 1	1	1	1
Opción 2	1	1	2

Postura del Tronco

Según la Figura 192, la puntuación 1 es correspondiente a un tronco erguido.

Puntuación	Posición del tronco
1	Erguido
2	Flexión o extensión 0° y 20°
3	Flexión entre 20° y 60°, o más 20° de extensión
4	Flexión más de 60°

Figura 192. Puntuación del tronco de la actividad de envasado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura de las piernas

Según la Figura 193, la puntuación 1 corresponde a un operario sentado o de pie, con soporte bilateral simétrico. Puesto que el tipo de silla preseleccionado permite que el ángulo de flexión entre la pierna y el tronco, sea de 135°, el ángulo de la rodilla no es mayor de 30°, no existiendo un incremento en la puntuación (Figura 194).

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

Figura 193. Puntuación de las piernas de la actividad de envasado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Puntuación	Posición de la pierna
0	Flexión de la rodilla entre 0 y 30°
+1	Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°
+2	Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)

Figura 194. Modificación en la puntuación de las piernas de la actividad de envasado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura del cuello

Según la Figura 195, la puntuación 1 es correspondiente a la flexión del cuello entre 0° y 20°, puesto que es un trabajo de precisión la visión debe estar enfocada en la zona de trabajo.

Puntuación	Posición del cuello
1	Flexión entre 0° y 20°
2	Flexión más de 20°

Figura 195. Puntuación del cuello de la actividad de envasado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

De las condiciones descritas, tenemos como resultado la postura de los miembros del grupo A, graficada en la Figura 196.

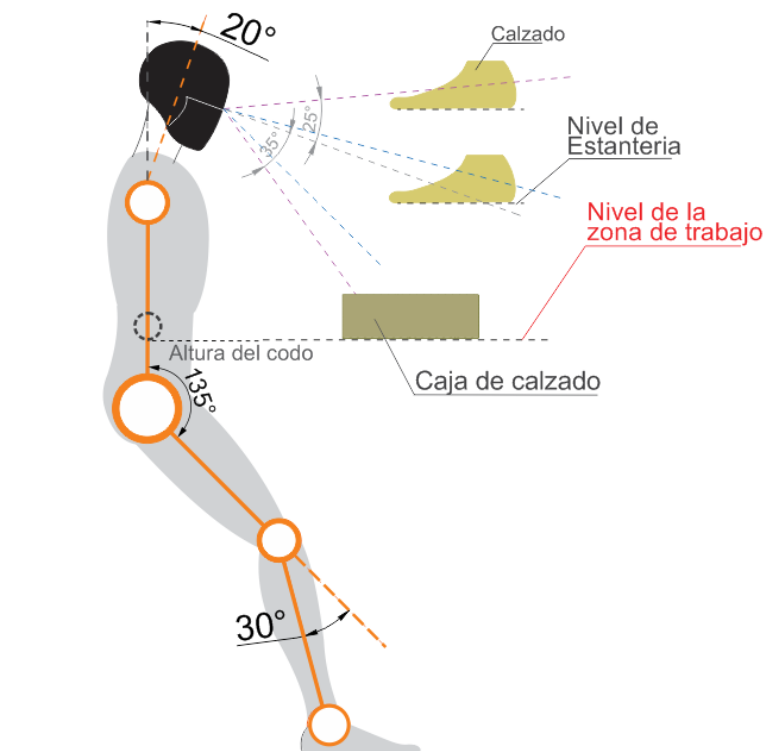


Figura 196. Nueva Postura del operario en el área de envasado, con los ángulos de flexión de los miembros del grupo A.

Puntuación de la carga

En cuando al manejo de carga no existe un incremento en la puntuación (Figura 197), pues en esta actividad no se maneja piezas mayores a 5kg. De este modo, la puntuación final en el grupo A es de 1.

Puntuación	Carga o fuerza
+0	Carga o fuerza es menor de 5 kg
+1	carga o fuerza esta entre 5 y 10 kg
+2	Carga o fuerza es mayor de 10 kg

Figura 197.. Puntuación de la carga manejada en la etapa de envasado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- **Análisis del grupo B**

De la Figura 143, tenemos 3 escenarios para que la puntuación inicial a sea 1; tal como se muestra en la Tabla 84, se eligió la opción 1, por ser la postura que más se adapta a la postura de los miembros del grupo A.

Tabla 84. Escenario posible de la puntuación inicial más baja del grupo B, en la actividad de envasado

Posturas	Puntuación		
	Brazo	Antebrazo	Muñeca
Opción 1	1	1	1
Opción 2	2	1	1
Opción 3	1	2	1

Postura del brazo

Según la Figura 198, la puntuación 1 corresponde al brazo del operario con ángulo de flexión entre 0° y 20°. No existe incremento en la puntuación.

Puntuación	Posición del Brazo
1	Desde 20° de extensión a 20° de flexión
2	Flexión entre 20° y 45°, o extensión más de 20°
3	Flexión entre 45° y 90°
4	Flexión más de 90°

Figura 198.Puntuación del brazo de la actividad de envasado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura del antebrazo

Según la Figura 199, la puntuación 1 corresponde a un antebrazo flexionado entre 60° y 100°.

Puntuación	Posición
1	Flexión entre 60° y 100°
2	Flexión menos de 60° y más de 100°

Figura 199. Puntuación del antebrazo de la actividad de envasado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Postura de la muñeca

Según la Figura 200, la puntuación 1 corresponde a una muñeca en flexión o extensión entre 0° y 15°. No hay incremento puesto que no existe torsión en la muñeca.

Puntuación	Posición de la muñeca
1	Flexión o extensión entre 0° y 15°
2	Flexión o extensión más de 15°

Figura 200. Puntuación de la muñeca de la actividad de envasado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

De las condiciones descritas, tenemos como resultado la postura de los miembros del grupo B, graficada en la Figura 201.

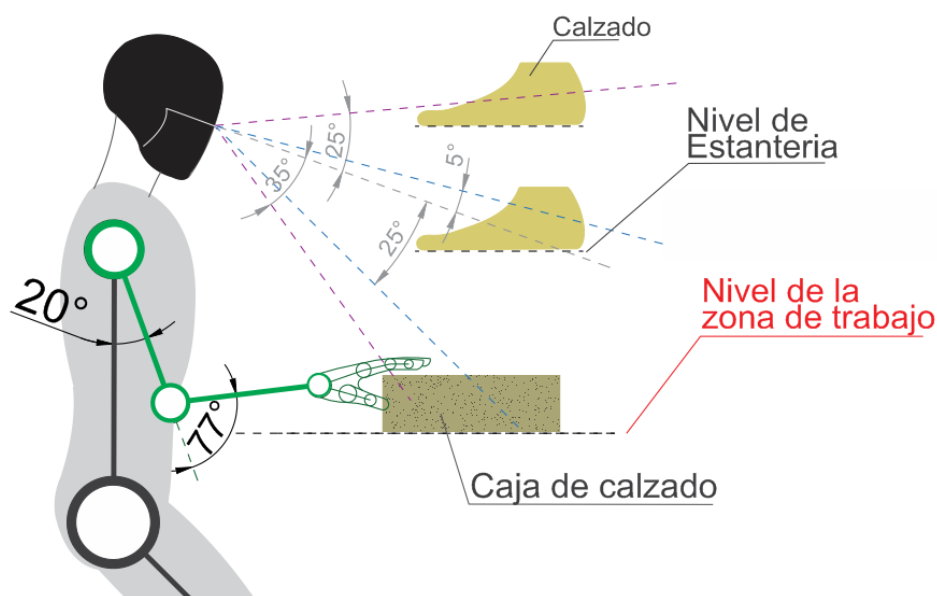


Figura 201. Nueva Postura del operario en el área de envasado con los ángulos de flexión de los miembros del grupo B.

Puntuación del tipo de agarre

Como se observa en la Figura 202, no existe un incremento en la puntuación, puesto que la calidad de agarre en las piezas a procesar es buena. De este modo, la puntuación final en el grupo B es de 1.

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

Figura 202. Puntuación del tipo de agarre de la actividad de envasado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

- Puntuación C

La Tabla 85, resume la puntuación de las posturas de todos miembros, y su respectiva modificación.

Tabla 85. Resumen de la puntuación REBA de la actividad de envasado

Puntuación	Grupo A			Grupo B		
	tronco	cuello	pierna	Brazo	Antebrazo	muñeca
Miembros	P. Inicial	1	1	1	1	1
	Incremento					
Grupo	P. Inicial	1			1	
	Incremento					
C	P. Inicial	1				

Para la Tabla 82, existe 2 los motivos que incrementan la puntuación final del análisis REBA en la actividad de envasado, el cual gracias a la mejora se pudo eliminar el permanecer el cuerpo estático de una o más partes del cuerpo, solo incrementándose en +1, tal como se observa en la Figura 203.

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

Figura 203. Puntuación del tipo de actividad en la etapa de envasado

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

La puntuación final es de 2, lo que significa, según la Figura 204, que el nivel de riesgo es bajo.

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

Figura 204. Resultado del nivel de riesgo de la propuesta en la etapa de envasado.

Fuente: Evaluación ergonómica de puestos de trabajo

Con los resultados obtenidos de las propuestas, Tabla 86, nos muestra la comparación con situación actual, el cual se redujo a condiciones que no necesitan actuación.

Tabla 86. Comparación entre la situación actual y propuesta, de nivel de actuación

Puesto de trabajo	Actual	Propuesta
Cortado	Bajo	Bajo
Lijado	Medio	Bajo
Montado	Medio	Bajo
Envasado	Bajo	Bajo
	50%	100%

Del diseño propuesto tenemos como resultado que todos cumplen con las posturas de trabajo cumplen con posturas adecuadas, pasando de un 50% a 100%

% Numero de puestos que cumplen con las posturas adecuadas

$$= \frac{\text{Puestos con posturas adecuadas}}{\text{Numero de puesto analizados analizado}} \times 100 = \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

3.4.2. Mejora 2: Distribución en el área de trabajo

Partiendo de los resultados de la evaluación anterior, podemos determinar la distribución adecuada del espacio de trabajo, y de la disposición de las herramientas o elementos a procesar.

Metodología

Para empezar, se determinará la altura del plano de trabajo para luego distribuir los elementos dentro de la estación.

Altura del plano de trabajo

Para definir la altura de la mesa se tomó como referencia la distancia del codo al suelo, a partir de la postura ya definida anteriormente, donde los glúteos descansan en el asiento.

Tal como vemos en la Figura 205, la altura del codo varía de 75,7 cm a 91,5 cm, para las estaturas de 1,4 m y 1,69m respectivamente.

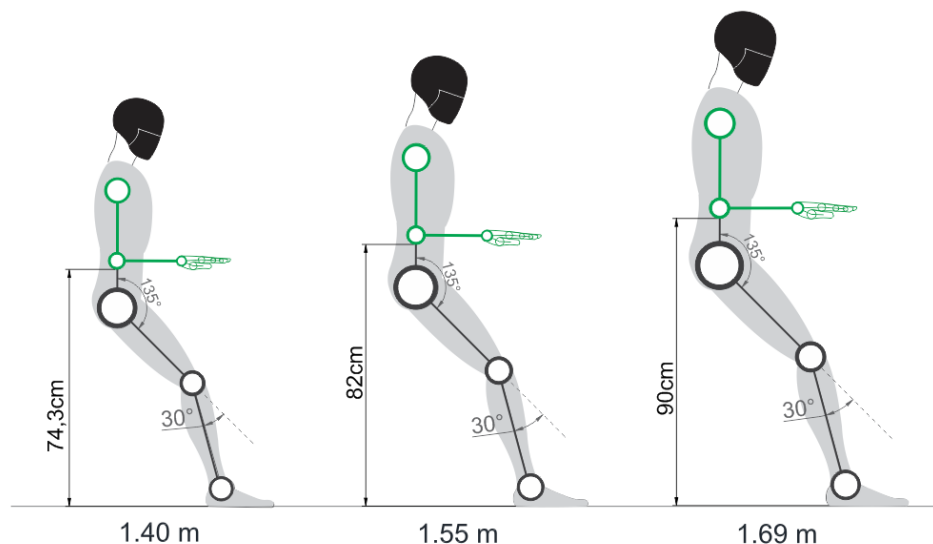


Figura 205. Distancia del codo al piso según la postura propuesta

Podemos observar en la Tabla 87 , que existe una relación de 54%, entre la estatura del operario y la altura del codo al piso, en todas las tallas estudiadas.

Tabla 87. Relación entre la estatura y la altura de codo establecida

Estatura	Altura del codo	Relación
140	74.3	53%
155	82	53%
169	90	53%

De dicha relación y del ajuste del nivel de trabajo en base al tipo de tarea realizada, se deduce la siguiente fórmula, donde H_m es la altura de la mesa, y H la altura del operario.

$$H_m = 0,53(H) + 10\text{cm} \dots (\text{Trabajo preciso})$$

$$H_m = 0,53(H) - 10\text{cm} \dots (\text{Trabajo pesado})$$

$$H_m = 0,53(H) \dots (\text{Trabajo ligero})$$

Dimensiones del área de trabajo

Para su elaboración en adelante tendremos en cuenta el desplazamiento máximo de los brazos tanto horizontal como vertical dentro del área de trabajo, de la persona de menor estatura. (Figura 206).

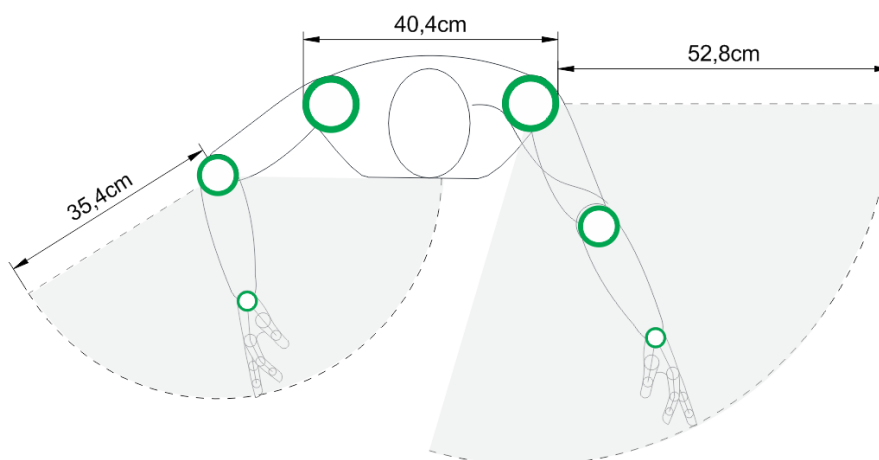


Figura 206. Desplazamiento horizontal máximo de la persona de baja estatura.

3.4.2.1. Propuesta del área de corte

Puesto que el operario en esta área tiene que poner mucha atención al cortar las piezas, el tipo de actividad es de precisión, de este modo el nivel de la zona de trabajo " x_{nzt} " debería quedar a más de 10 cm por encima del codo, siendo

posible gracias a un plano inclinado, el cual serviría de apoyo para el reposo de los brazos (Figura 207).

$$x_{nzt} = 0,53 (\text{Estatura}) + 10 \text{ cm}$$

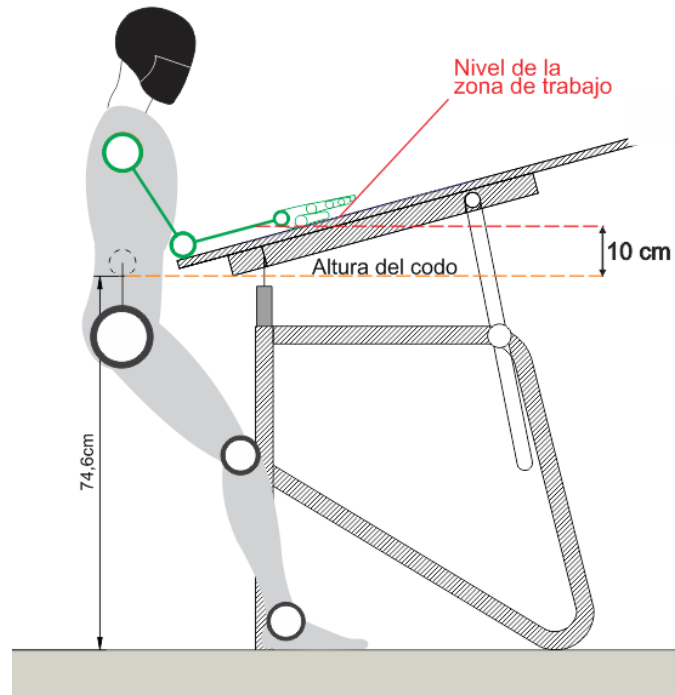


Figura 207. Vista de perfil de la mesa de trabajo del área de corte

En cuanto a las dimensiones, existe en el mercado mesas de trabajo regulables, el cual se recomienda que la altura mínima frontal del tablero no sea mayor a la altura del codo de la persona más baja (Figura 208).

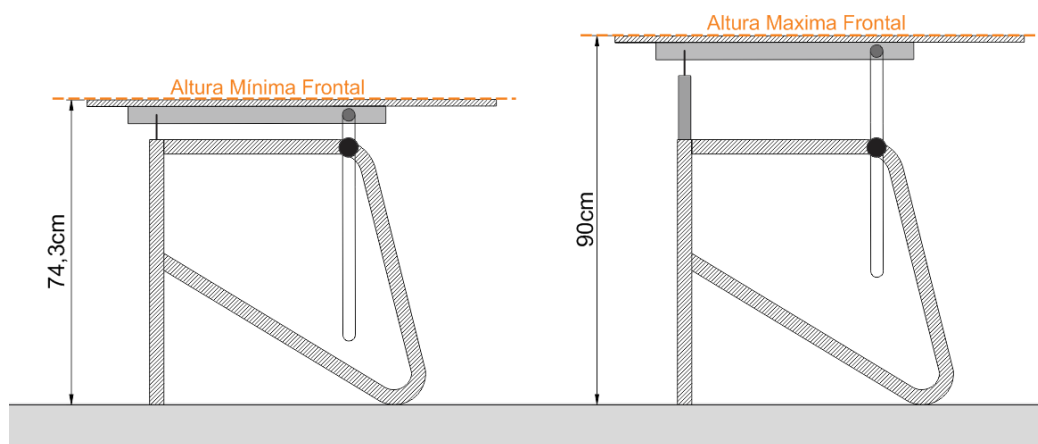


Figura 208. Vista perfil de la altura mínima y máxima frontal del tablero de trabajo

Flujo de materiales

Por el diagrama de bloques, Figura 209, se puede observar las entradas y salidas en la actividad de corte, el cual será de ayuda para determinar distribución de la estación de trabajo, tal como se muestra en la Figura 210.

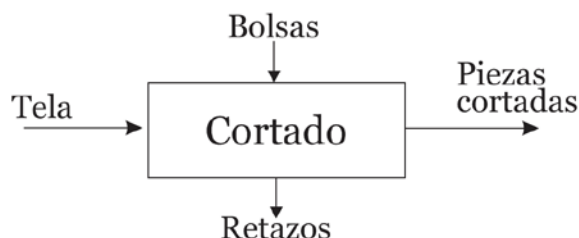


Figura 209. Diagrama de bloques del flujo de materiales de la actividad de corte

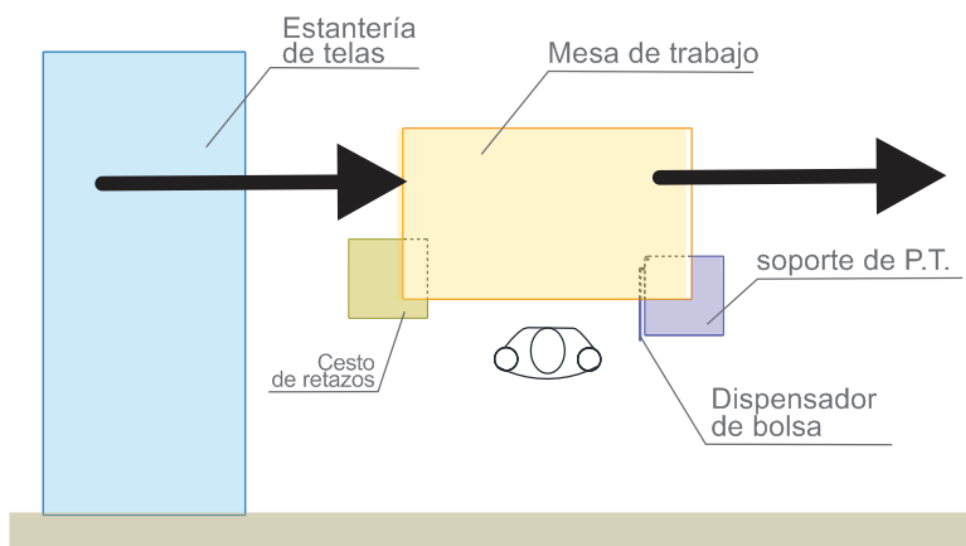


Figura 210. Distribución de área de corte propuesto

Desplazamiento en el espacio de trabajo

Determinado la distribución que tendrá el puesto de cortado, se dispone a distribuir los elementos necesarios para su actividad, por el lado izquierdo una estantería de materia prima, y por el lado derecho un soporte rotativo para colocar productos terminados, junto al dispensador de bolsas para su empaclado (Figura 211); todo dentro de la distancia esperada (53cm), que viene a ser la dimensión los brazos extendidos (Tabla 88).

Tabla 88. Alcance de elementos para el operario en el área de corte

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia (m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Horizontal	Tela y bolsa	0,50	0,53	Normal
Herramientas		Cuchilla y cesto	0,50	0,53	Normal

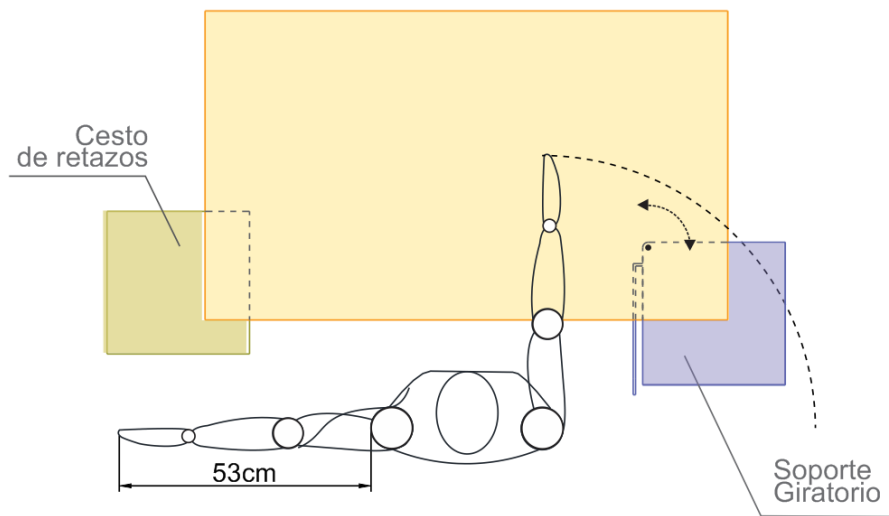


Figura 211. Vista horizontal del desplazamiento de la nueva estación de corte

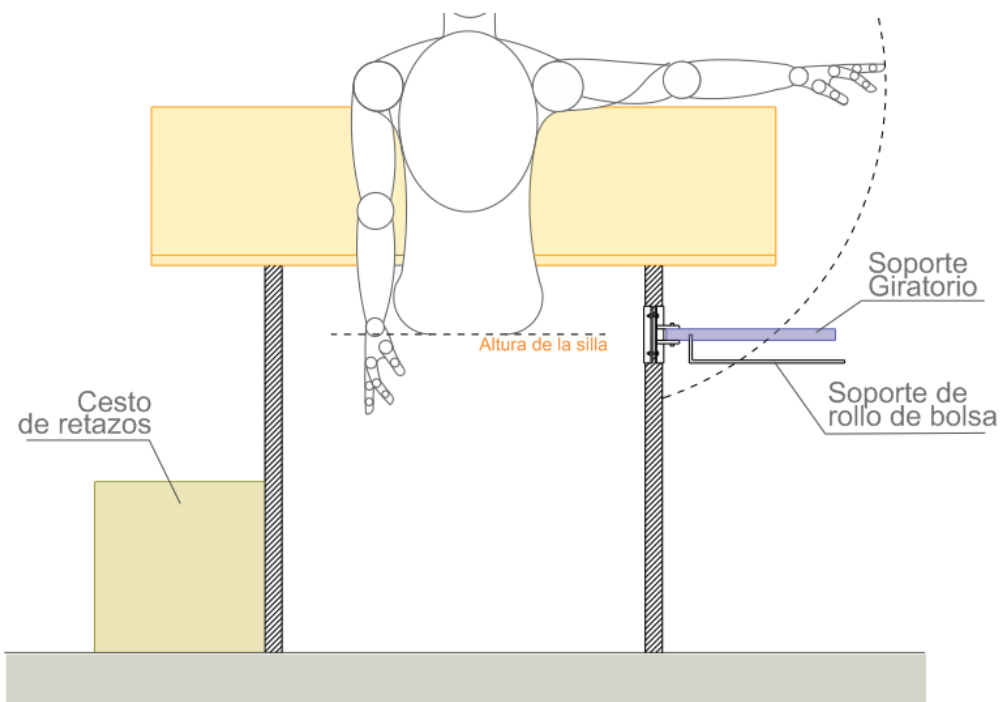


Figura 212. Vista vertical del desplazamiento de la nueva estación de corte

3.4.2.2. Propuesta del área de Lijado

Puesto que el operario tiene que poner mucha atención al pulir los contornos de las piezas, el tipo de actividad es de precisión, de este modo el nivel de la zona de trabajo “ x_{nzt} ” debería quedar a 10 cm por encima de la altura del codo, punto donde los discos del esmeril deberían realizar sus actividades.

$$x_{nzt} = 0,53 (\text{Estatura}) + 10 \text{ cm}$$

Por el tipo de maquinaria que se maneja, el esmeril debería estar sujeto a un soporte que lo mantenga estable, el mismo que debe ser ajustable. La altura “ x ” de dicho soporte, tal como se muestra en la Figura 213, está en relación a la ubicación de los discos del esmeril.

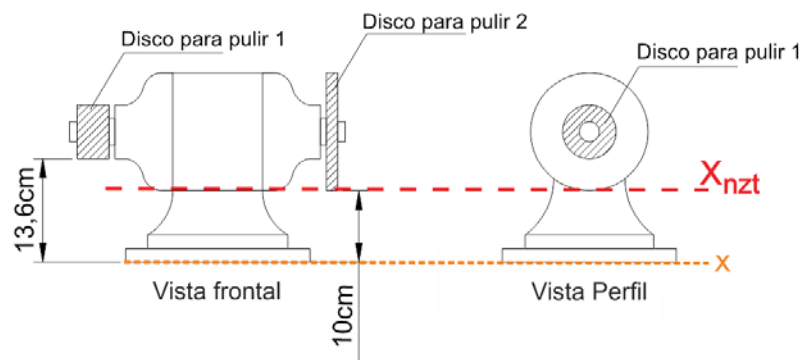


Figura 213. Distancia entre la altura de la zona de trabajo y la altura del esmeril

De este modo la altura máxima y mínima del esmeril queda determinado tal como se muestra en la Tabla 89 y , siguiendo la siguiente ecuación:

$$x = 0,53 (\text{Estatura})$$

Tabla 89. Altura máxima y mínima del pedestal

	Estatura	Altura del pedestal
Max	169	90
Medio	155	82
Min	140	74,3

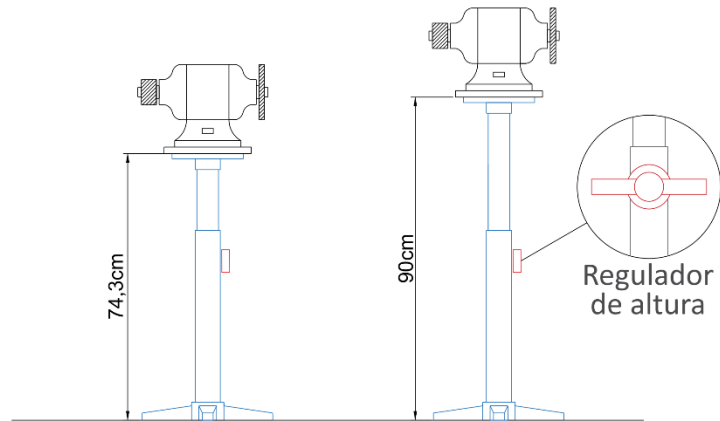


Figura 214. Altura mínima y máxima del pedestal

Flujo de materiales

Por el diagrama de bloques, Figura 215, se puede observar las entradas y salidas en la actividad de lijado, el cual será de ayuda para determinar distribución de la estación de trabajo, tal como se muestra en la Figura 216.

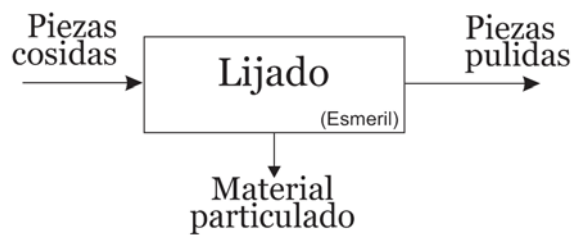


Figura 215. Diagrama de bloques del flujo de materiales de la actividad de lijado

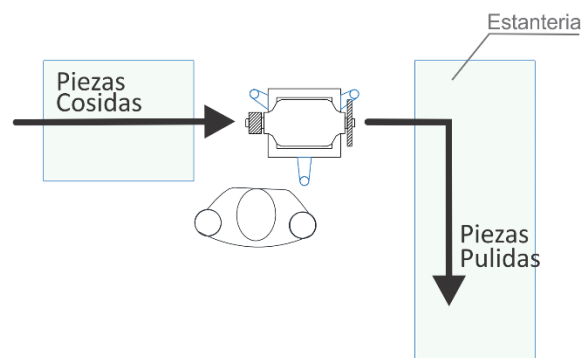


Figura 216. Distribución de área de lijado propuesto

Desplazamiento en el espacio de trabajo

Determinado la distribución que tendrá el puesto lijado, se dispone a distribuir los elementos necesarios para su actividad dentro de la distancia esperada (53cm), que viene a ser la dimensión los brazos extendidos.

El esmeril cuenta con 2 disco, cada uno para diferentes actividades. La Tabla 90, muestra la distancia del alcance de los elementos para el uso del disco 1, al lado izquierdo tenemos a disposición de las piezas pulir encima de una estantería de entrada, y al lado derecho una estantería para ubicar las piezas procesadas.

Tabla 90. Alcance de elementos para el operario en el área de lijado, para el uso del disco para pulir 1

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia (m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Horizontal	Plantilla	0,50	0,53	Normal
Equipos		Esmeril	0,50	0,53	Normal

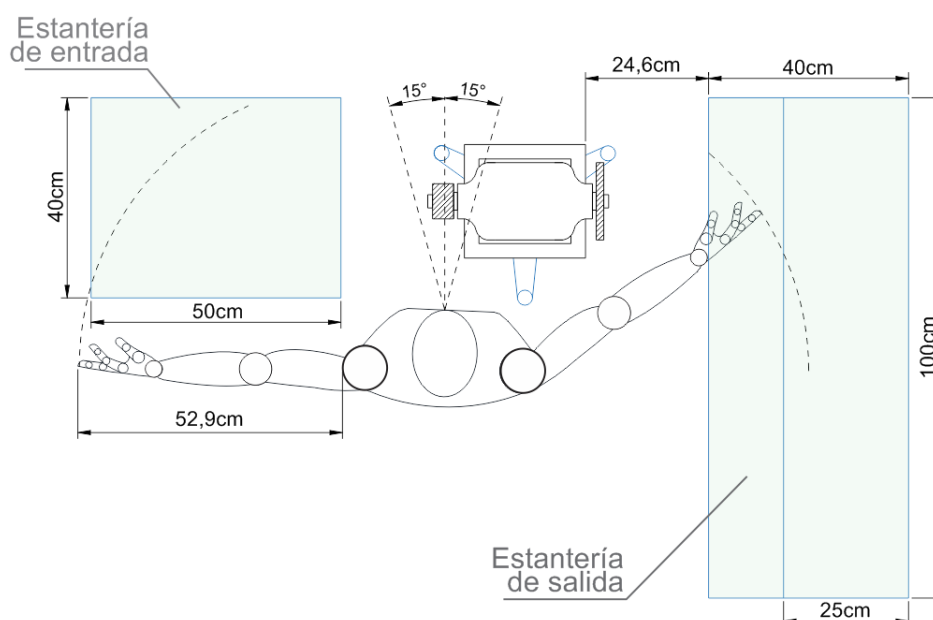


Figura 217. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación de lijado, para el uso del disco 1

La estantería de entrada es de uso móvil, puesto que al uso del disco 2, el operario se encontraría más lejos del lado izquierdo, tal como se muestra en la Figura 218. La tabla Tabla 91, muestra dicho los datos de dicho desplazamiento.

Tabla 91. Alcance de elementos para el operario en el área de lijado, para el uso del disco para pulir 2

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia(m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Horizontal	Plantilla	0,50	0,53	Normal
Equipos		Esmeril	0,50	0,53	Normal

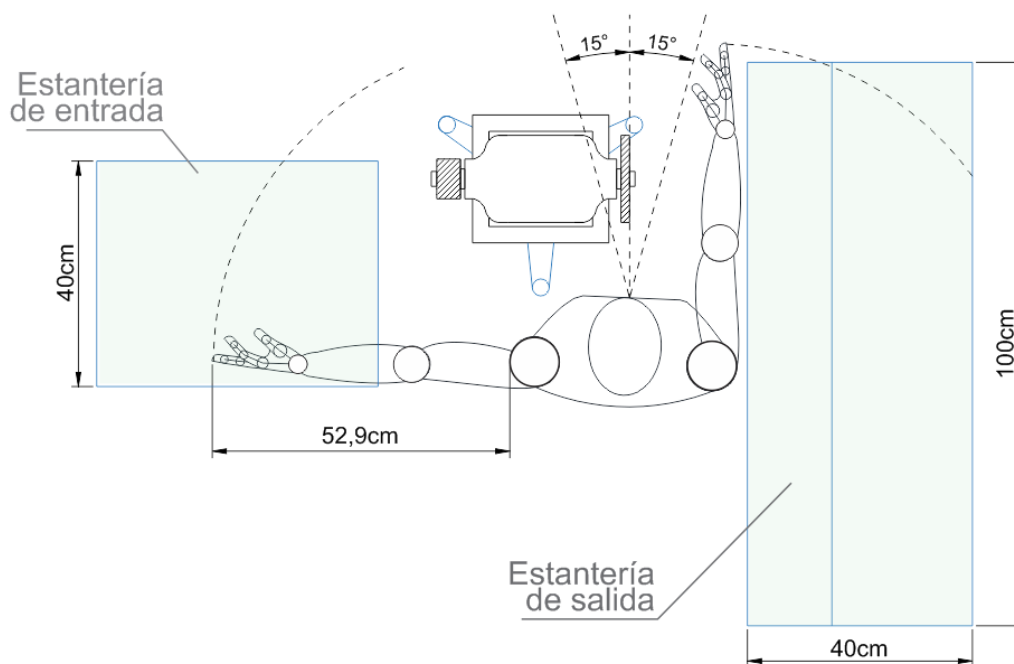


Figura 218. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación de lijado, para el uso del disco 2

La Figura 219 muestra una vista frontal del nuevo puesto de lijado, con sus respectivas dimensiones, la altura de las estanterías no son ajustables, y están al mismo nivel del codo de las dimensiones del operario promedio (Figura 205), de este modo la variación del quien lo ocupe será inapreciable, ± 8 cm.

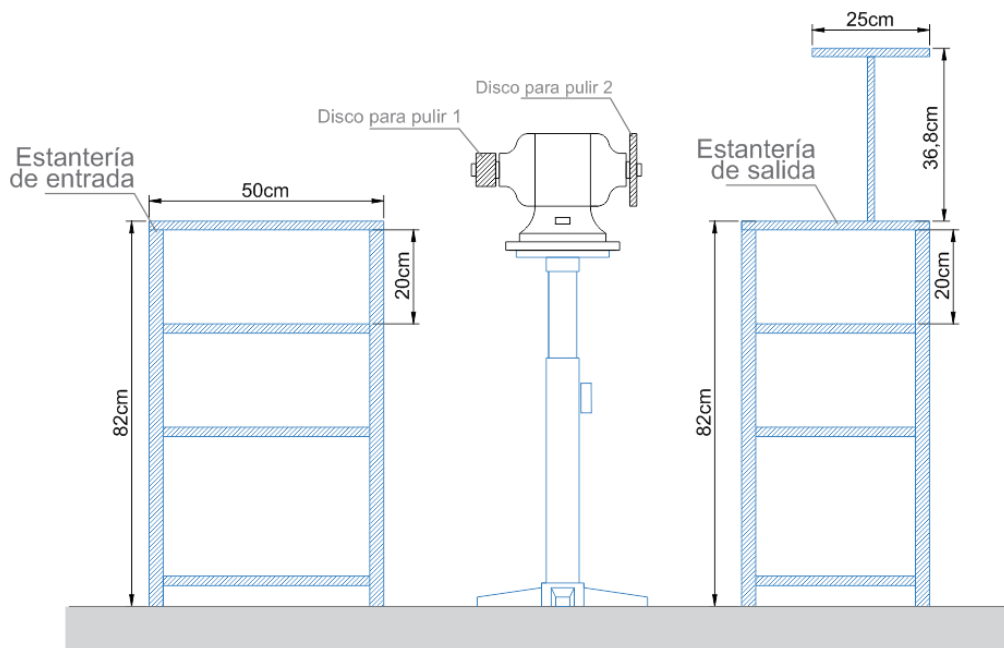


Figura 219. Vista frontal de la nueva estación de lijado

3.4.2.3. Propuesta del área de Montado

A continuación, se definirá la altura de la mesa, dicha dimensión es ajustable es por ello que se recomienda seguir la siguiente ecuación, tomando en cuenta que es un trabajo preciso, donde el operario regularmente está observando donde ensamblar las piezas.

$$\text{Altura de la mesa} = 0,53 (\text{Estatura}) + 10 \text{ cm}$$

De esto determinamos que la mesa tendrá una altura máxima de 99,6 cm y una mínima de 84,2, tal como se muestra en la Tabla 92.

Tabla 92. Altura máxima y mínima de la mesa de montaje propuesta

	Estatura (cm)	Altura de la mesa (cm)
Max	169	99,6
Medio	155	92,2
Min	140	84,2

Flujo de materiales

Por el diagrama de bloques, Figura 220, se puede observar las entradas y salidas en la actividad de montaje, el cual será de ayuda para determinar distribución de la estación de trabajo, tal como se muestra en la Figura 221.

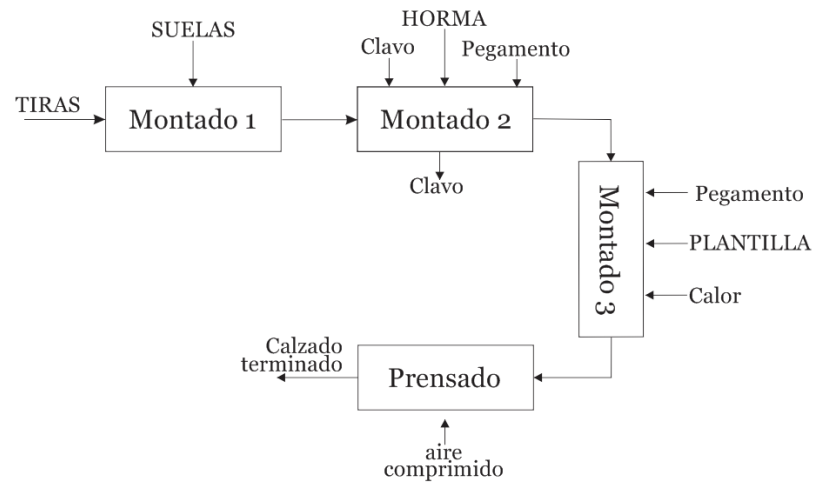


Figura 220. Diagrama de bloques del flujo de materiales de la actividad de montaje

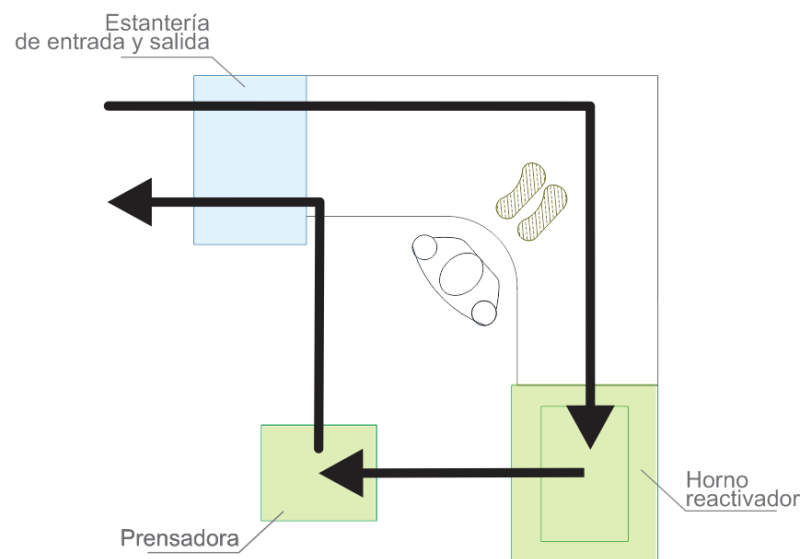


Figura 221. Distribución del área de montaje propuesto

Desplazamiento en el espacio de trabajo

Son 4 las operaciones a realizar en la estación de montaje, y se dispone a distribuir los elementos necesarios para su actividad dentro de la distancia

esperada (53cm), que viene a ser la dimensión los brazos extendidos de la persona dentro del rango de menor estatura (1,4 m).

La Tabla 93, muestra la distancia de los elementos para el montado 1, que viene a ser la unión de la tira y la suela, disponibles para el lado izquierdo de la mano (Figura 222), usando para ello el alicate como herramienta.

Tabla 93. Alcance de elementos para el operario, montado 1

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia (m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Horizontal	Tiras y suelas	0,50	0,53	Normal
Herramientas		Alicate	0,50	0,53	Normal

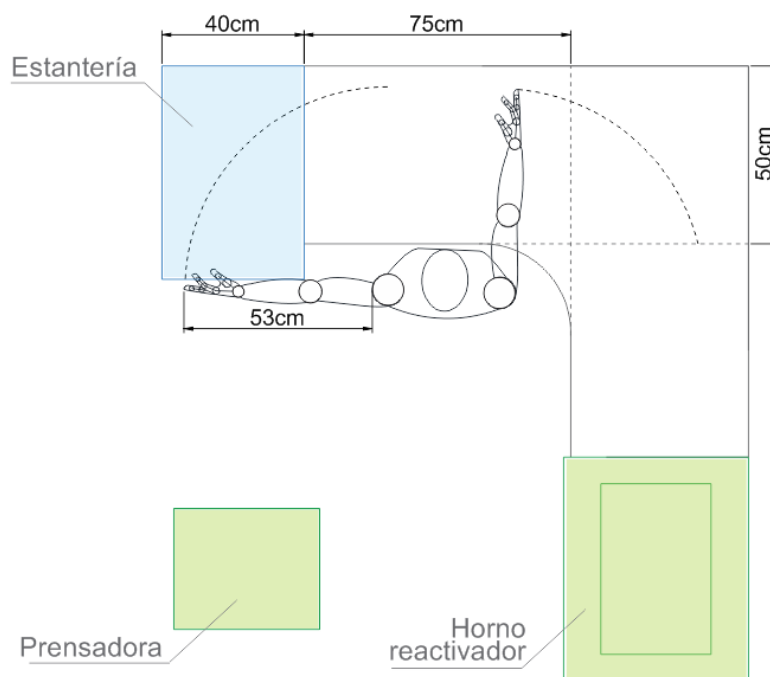


Figura 222. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación, montado 1

La Tabla 94, muestra la distancia de los elementos para el montado 2, que viene a ser la unión de horma a la tira y suela, previamente unido en el montado 1, disponibles para el lado izquierdo de la mano (Figura 223), usando para ello el alicate, martillo y pegamento como herramienta.

Tabla 94. Alcance de elementos para el operario, montado 2

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia (m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Vertical	Horma	0,38	0,53	Normal
	Horizontal	Tiras y suela	0,50	0,53	Normal
Herramientas	Horizontal	Alicate, martillo y pegamento	0,50	0,53	Normal

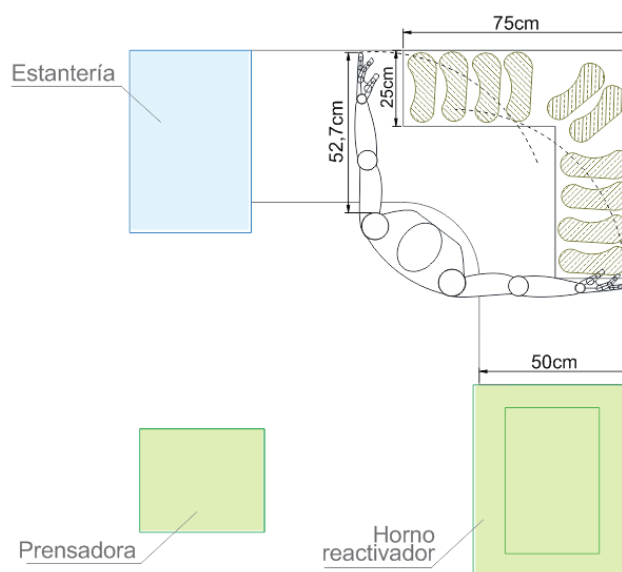


Figura 223. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación, montado 2

Como se muestra en la Figura 224, las hormas están ubicadas sobre una repisa, a 37 cm del nivel de la mesa. Dichas dimensiones están disponible al desplazamiento de ambos brazos.

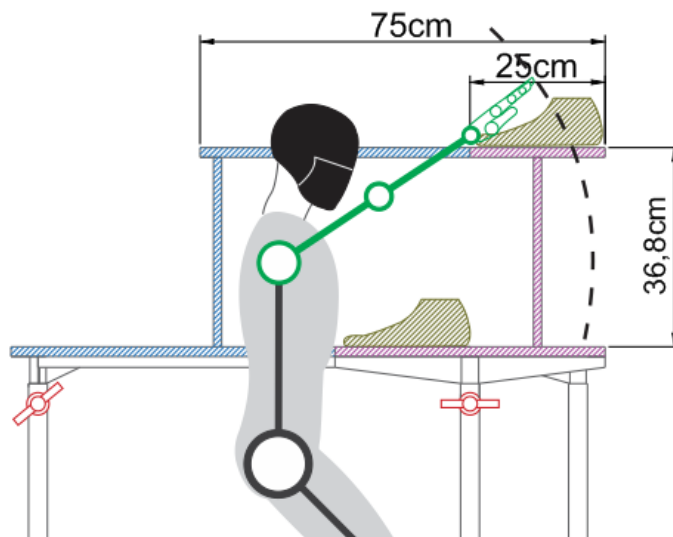


Figura 224. Vista perfil del desplazamiento de la nueva estación, montado 2

La Figura 225, muestra la distancia de los elementos para el montado 3, que viene a ser la unión de la plantilla a horma, previamente unido en el montado 1 y 2, disponibles para el lado izquierdo de la mano y frontal del operario, usando para ello las herramientas y equipos descritos en la Tabla 95, de este último (Horno reactivador) ubicado al lado derecho, y compartido con otro operario de la misma estación.

Tabla 95. Alcance de elementos para el operario, montado 3

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia (m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas	Vertical	Horma	0,38	0,53	Normal
	Horizontal	Plantilla	0,50	0,53	Normal
Herramientas	Horizontal	Pegamento y martillo	0,50	0,53	Normal
Equipos	Horizontal	Horno reactivador	0,32	0,53	Normal

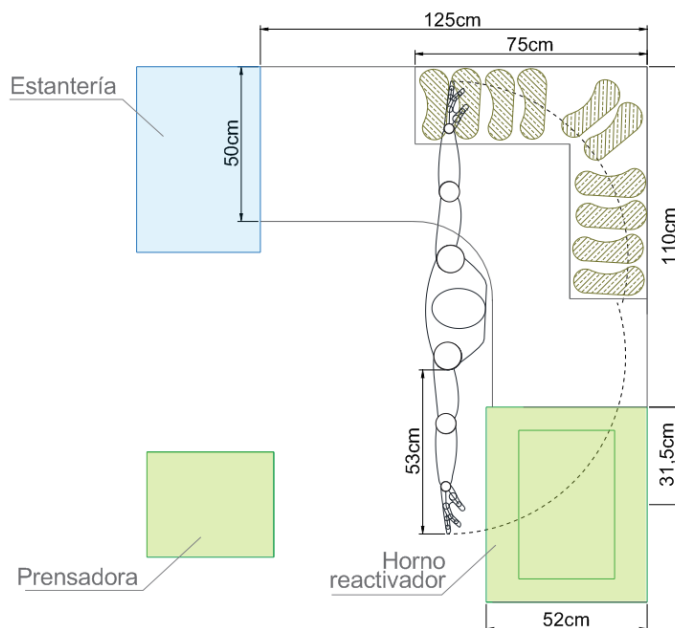


Figura 225. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación, montaje 3

Como se observa en la Figura 226, montado todas las piezas del calzado, se procede a ser prensado, maquinaria que al igual que el horno reactivador es compartido por otro operario, accediendo a él solo rotando el cuerpo, desde última posición.

Tabla 96. Alcance de elementos para el operario, prensado

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia (m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Horizontal	Calzado	0,19	0,53	Normal
Equipo		Prensador	0,13	0,53	Normal

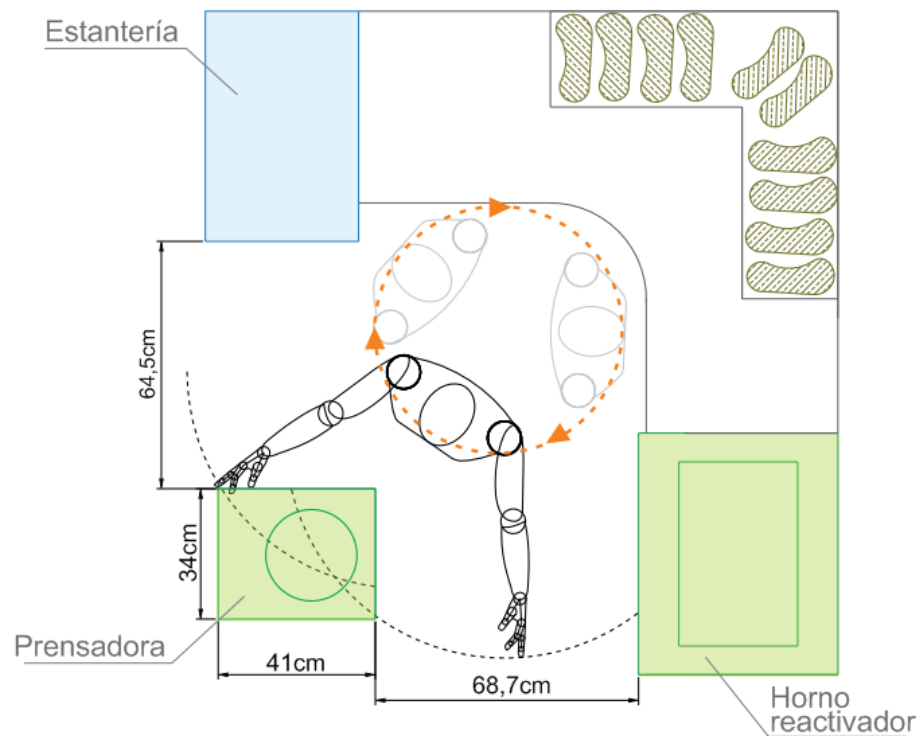


Figura 226. Vista superior del desplazamiento de la nueva estación, prensado

Se vio conveniente una estantería de entrada y salida, como se ve en la Figura 227, está diseñada para almacenar en la parte inferior las piezas traídas del área de lijado, con el espacio suficiente para una caja o cesto que lo contenga, mientras en los niveles más altos para almacenar los productos ya ensamblados, el cual serán recogidos por el operario del área de envasado, para sus dimensiones se tomó en cuenta el área que ocupa 3 pares de calzados (20 cm cada uno aproximadamente).

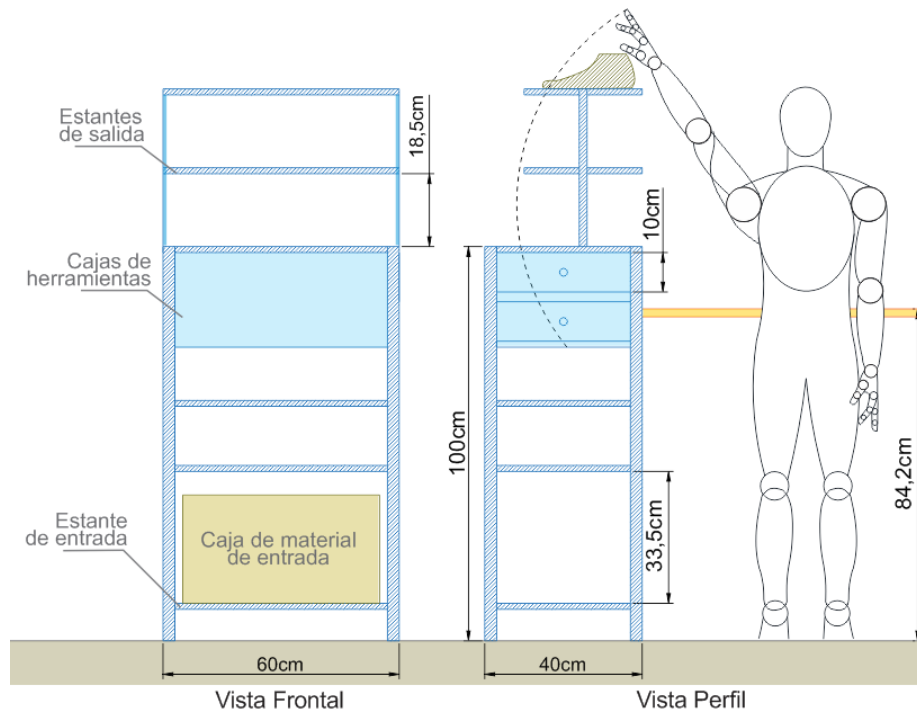


Figura 227. Diseño de estante de entrada y salida, del área de montaje

Fuente: Propia

El diseño propuesto es para los 2 puestos de trabajo del cual está conformado cada área de montaje, con las mismas dimensiones, tal como se ve en la Figura 228, en el comparten el horno reactivador y el compresor.

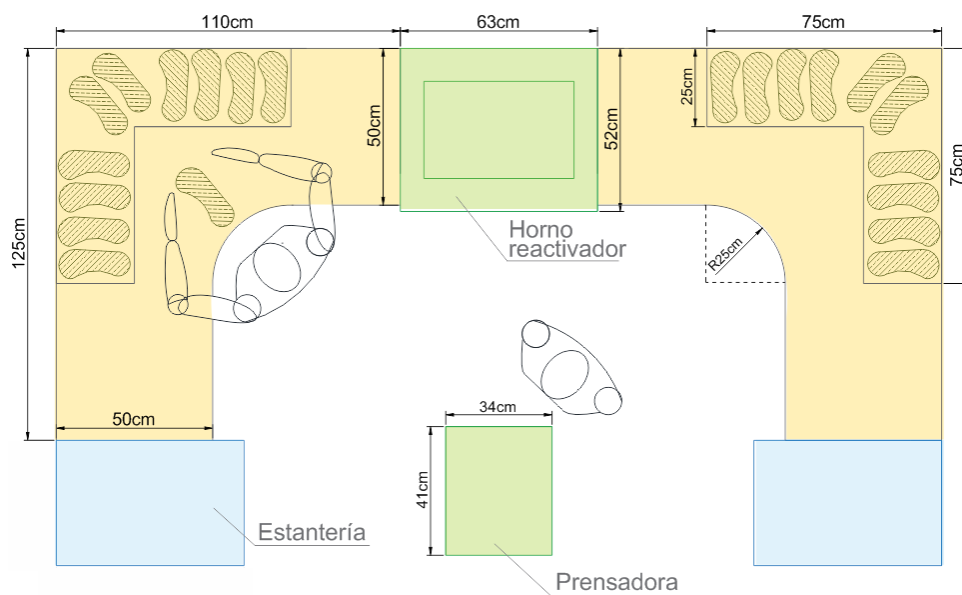


Figura 228. Vista superior del área de montaje con los 2 puestos de trabajo

Con la nueva propuesta el tiempo promedio en terminar una docena de sandalias disminuye, tal como vemos en la Tabla 97, el tiempo vario para cada operario, en un 3,4% y 7,8% respetivamente, este último por tener que caminar a mayor distancia

Tabla 97. Cursograma actual de la nueva propuesta, para el área de montado

Descripción	Símbolos					Tiempo promedio (min/docena)	
	○	◻	➡	D	▽	Operario 3	Operario 4
Pre-montado (tira +suela)		x				5,56	5,56
Agregado de pegamento a tira		x				6,5	6,5
1° montado (tira + suela)	x					21,52	21,52
Agregado de pegamento a la suela		x				5,62	5,62
2° Montado (Tira + suela +plantilla)						6,3	6,3
Caminar hacia prensa						0	0
Prensado	x					2	2
Caminar al área de montaje						0	0
Terminar		x				4,52	4,52
Traslado a estantería				x		0	0
						52,02	52,02

Tabla 98. Comparación entre tiempo actual y propuesto

Tiempo (min.)	Operario 3	Operario 4
Actual	53,8	56,4
Propuesto	52	52
Variación	3,4%	7,8%

3.4.2.4. Propuesta del área de envasado

Puesto que el operario no necesita mucha concentración al realizar sus actividades, el tipo de trabajo es ligero, de este modo el nivel de la zona de trabajo debería quedar al mismo nivel de la altura del codo; el cual se determina con la siguiente ecuación:

$$\text{Altura de la mesa} = 0,53 (\text{Estatura})$$

Donde la mesa tendrá una altura máxima de 90 cm y una mínima de 74,3, tal como se muestra en la Tabla 99.

Tabla 99. Altura máxima y mínima de la mesa de envasado propuesta

	Estatura (cm)	Altura de la mesa (cm)
Max	169	90
Medio	155	82
Min	140	74,3

Flujo de materiales

Por el diagrama de bloques, Figura 229, se puede observar las entradas y salidas en la actividad de envasado, el cual será de ayuda para determinar distribución de la estación de trabajo, tal como se muestra en la Figura 230.

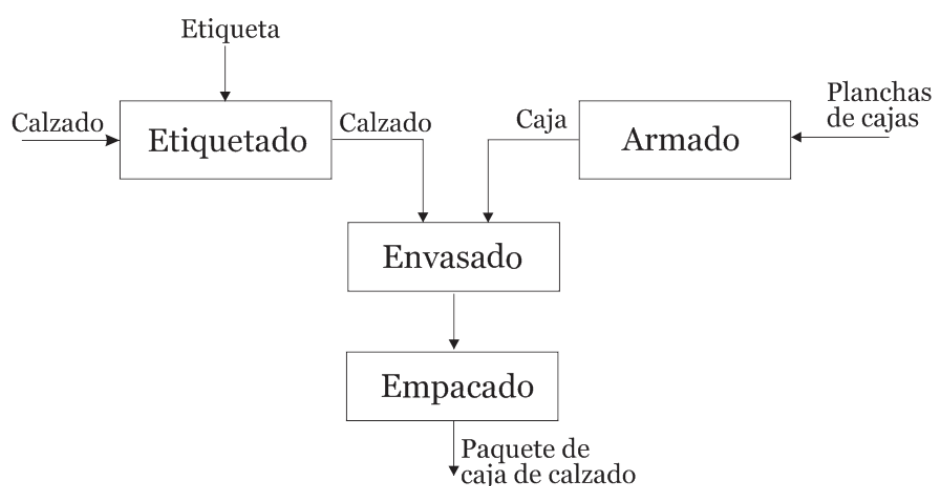


Figura 229. Diagrama de bloques del flujo de materiales de la actividad de envasado

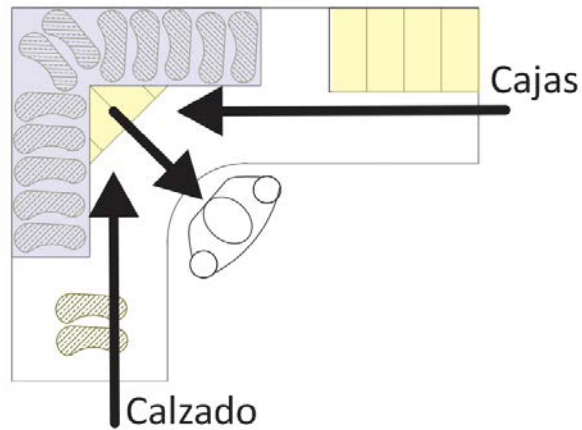


Figura 230. Distribución del área de envasado propuesto

Desplazamiento en el espacio de trabajo

Son 2 líneas que conforman la estación de envasado, la primera relacionada al armado de las cajas, y la segunda a la preparación del calzado, tales como inspección, etiquetado o terminado, si el caso lo requiere.

En la primera línea, la Figura 231, muestra las dimensiones de las planchas (44,5 cm x 40,8 cm) y las cajas armadas (27cm x 12cm x 9cm), dentro de un espacio suficiente, luego ese conjunto de cajas serán ubicadas lo cercano posible para la actividad de envasado.

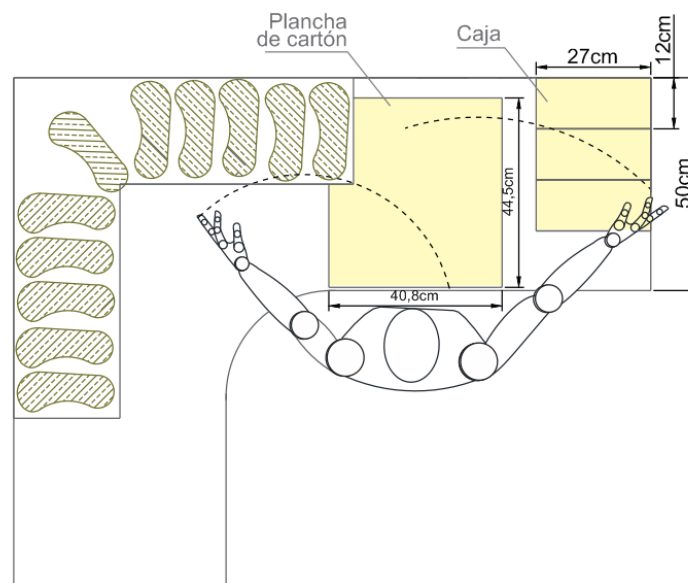


Figura 231. Vista superior del desplazamiento en el armado de cajas

Para la segunda línea, la Tabla 100, muestra la distancia de los elementos para el terminado del calzado antes de ser envasados, tales como darle brillo o etiquetarlo, si el caso lo requiere, cabe resaltar que no todo los producto pasan por este proceso, pero se incluye en el diseño por ser el destino final.

En la Figura 232, observamos que dichos calzados a procesar están disponibles para el lado izquierdo de la mano, sobre un carrito o estantería móvil, el mismo que recoge los productos terminados del área de montaje. Por el lado izquierdo, los productos ya alistados, se almacena temporalmente sobre una repisa de 2 niveles.

Tabla 100. Alcance de elementos para el operario, alistado

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia (m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Horizontal	Calzado	0,43	0,53	Normal
Herramientas		Etiqueta o barniz	0,40	0,53	Normal

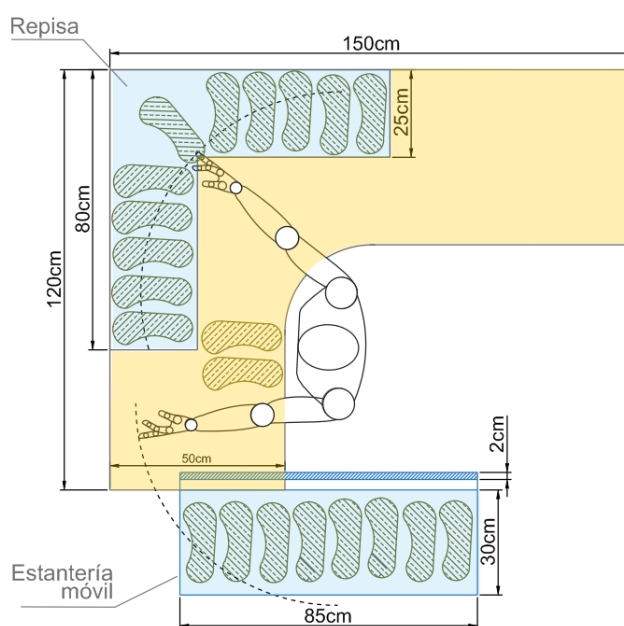


Figura 232. Vista superior del desplazamiento en el preparado de calzado

La Tabla 101, muestra la distancia vertical necesaria a las piezas a procesar, visto de perfil en la Figura 233, dicha estantería móvil cuenta con 3 niveles de almacenamiento, y un mango para facilitar su movilidad, desde el asiento del operario.

Tabla 101. Alcance de elementos para el operario en el carrito de calzado

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia (m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Vertical	Calzado	0,50	0,53	Normal

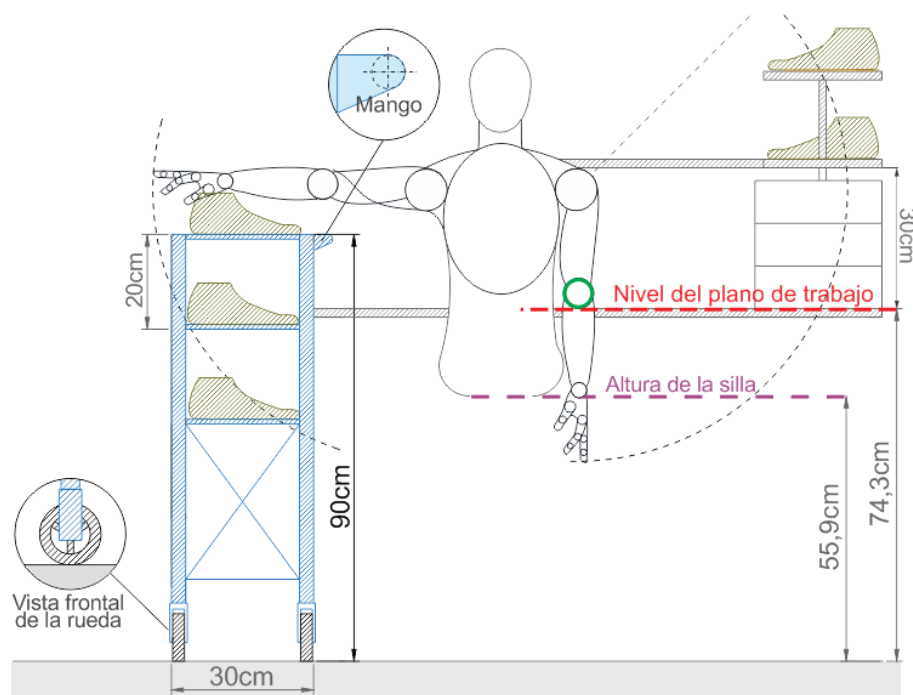


Figura 233. Vista perfil del carrito transportador de calzados.

Ambas líneas se unen en la esquina donde se almacenan temporalmente los calzados envasados, hasta completar la docena, apiladas con un máximo de 3 unidades, espacio disponible entre la primera repisa y el nivel de la mesa, visualizado en la figura anterior.

La Tabla 102, muestra la distancia de los elementos para el envasado, elementos provenientes de ambas líneas. Por el lado izquierdo se encuentra disponible los calzados previamente almacenados en la repisa y por el lado derecho las cajas armadas, tal como se muestra en la Figura 234.

Tabla 102. Alcance de elementos para el operario, envasado

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia (m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Horizontal	Calzado	0,35	0,53	Normal
		Cajas	0,40	0,53	Normal

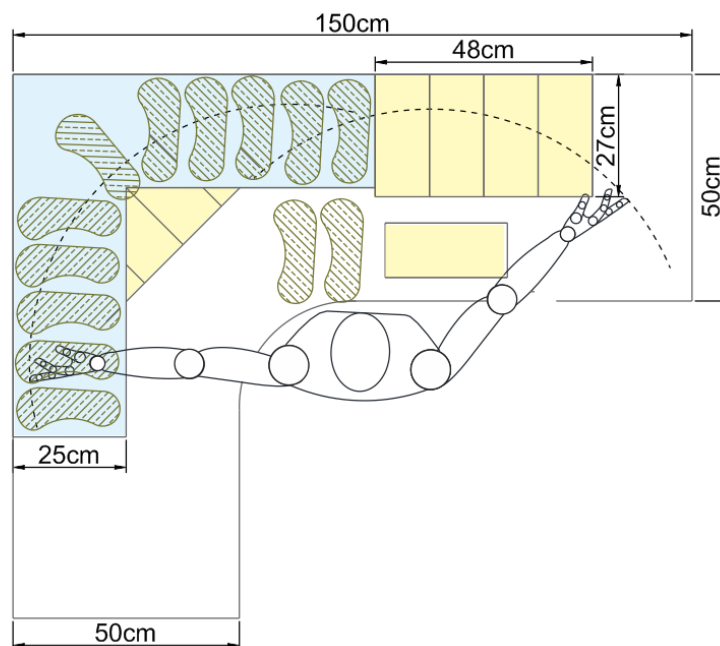


Figura 234. Vista superior del desplazamiento en la actividad de envasado

Completada la docena las cajas son finalmente apiladas nuevamente en 2 columna de 6 unidades. La Tabla 103, muestra la distancia horizontal necesaria a la docena de cajas a empaquetar, estando frente al operario, tal como se muestra en la Figura 235, también se observa que existe un tope, formado por una esquina trunca, esto hecho para facilitar el apilado inicial.

Tabla 103. Alcance de elementos para el operario, empackado

Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Distancia (m)		Nivel de desplazamiento
			Real	Esperado	
Piezas a procesar	Horizontal	Cajas	0,28	0,53	Normal

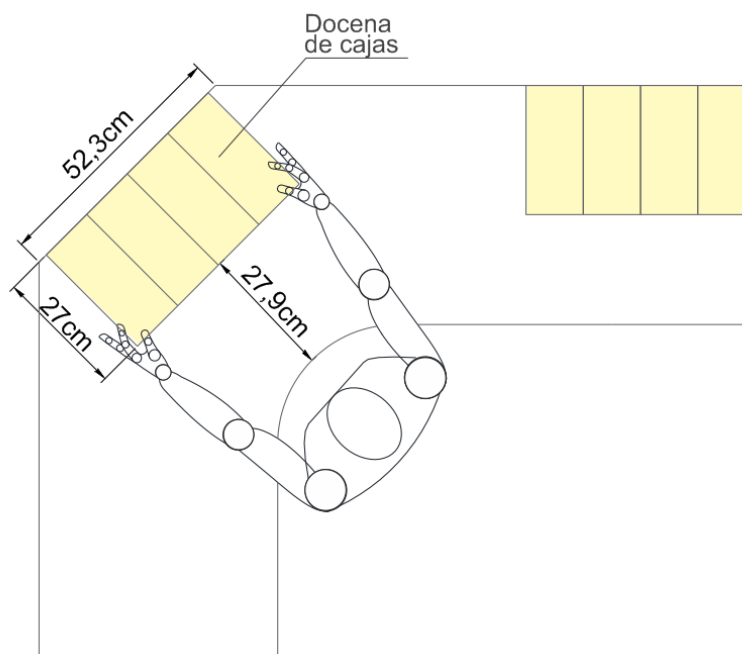


Figura 235. Vista superior del desplazamiento en la actividad de empackado, sin visualizar la repisa.

3.3.2.1. Elección de la silla

Para la elección definitiva de la silla de trabajo se tomó en cuenta los puntos establecidos en la propuesta de posturas ergonómicas (Figura 236), donde la altura necesaria del asiento varía en un rango de 559 a 677 mm (Figura 146); y tiene un ángulo de inclinación con la vertical de 135° , el cual permite una postura semisentada (Figura 145). De este último punto, también se determinó que a su vez podría tomar una postura sedente de 90° (Figura 147), si el caso lo requiere, siendo la estación de lijado excluida por realizar sus actividades con maquinaria.

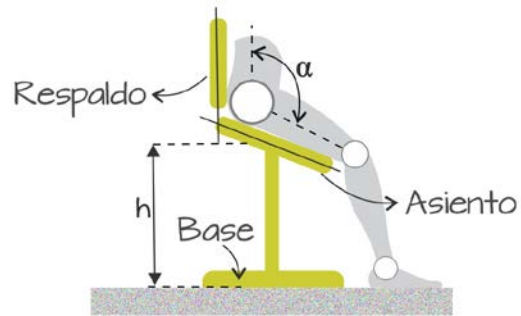


Figura 236. Puntos ergonómicos para la elección de una silla

Ya establecidos la distribución de los puestos de trabajo, podemos determinar el desplazamiento necesario que tendrá una silla en cada una de ellas (Figura 237), donde es estrictamente necesario mayor movilidad horizontal en los puestos de montaje y envasado, buscando así, una base no estática.

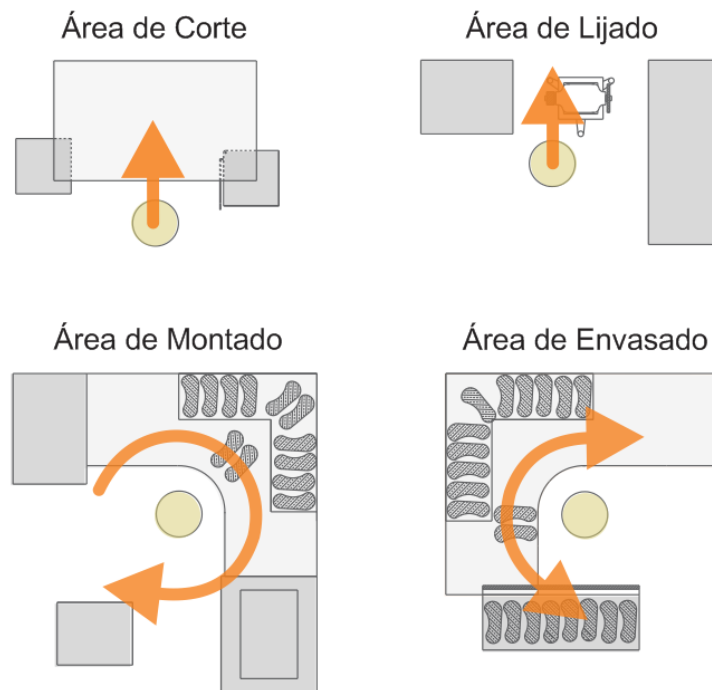


Figura 237. Desplazamiento de una silla en cada puesto de trabajo

Finalmente, como se observa en la Tabla 104, tenemos definidos las condiciones que una silla necesita en cada puesto de trabajo.

Tabla 104. Condiciones necesarias de una silla por puesto de trabajo

Estación	Asiento			Base
	Altura	Ángulo de postura	Movilidad	
Corte	Rango de 559 a 677 mm	Semisentada (135°)	No necesario	Estática
Lijado			Giratorio	
Montado	Rango de 559 a 677 mm	(135°)	Giratorio	Móvil
Empacado				

De los criterios establecidos, dividimos los puestos en 2 grupos, los de menos movilidad (Corte y lijado) y los de mayor movilidad (Montado y envasado).

De los puestos con menos movilidad, tal como se muestra en la Tabla 105, la silla que cumplen con lo requerido es la “banqueta de pie con respaldo WS 913” (Figura 238 y Anexo 2).

Tabla 105. Características disponibles de la silla de pie WS 913

Características requeridas	Disponibles	Apto
Ángulo de postura	Semisentada (135°)	✓
Altura del asiento	Rango de 559 a 677 mm	✓
Movimiento del asiento	No necesario	✓
Base de la silla	Estática	✓



Figura 238. Silla de pie con respaldo WS 913

Fuente: digitador.cl

De los puestos con menos movilidad, tal como se muestra en la Tabla 106 ,solo cumplen con lo requerido la “silla semisentado Semisitting” (Figura 239 y Anexo 2).

Tabla 106. Características disponibles de la silla semisentado Semisitting

Características requeridas	Disponibles	Apto
Ángulo de postura	Semisentada (135°)	Reclinable (135° y 90°) ✓
Altura del asiento	Rango de 559 a 677 mm	Rango de 552 a 800 mm ✓
Movimiento del asiento	No necesario	Estático ✓
Base de la silla	Estática	Estática ✓



Figura 239. Silla semisentado Semisitting

Fuente: semisitting.com

A continuación, veremos en la Tabla 107, un resumen de las condiciones de alcance en los diferentes puestos de trabajo propuestos

Tabla 107. Nueva disposición de los elementos para los operarios en cada puesto de trabajo

Área	Operario	Alcance	Plano de trabajo	Tipo	Nivel
Cortado	O2	Piezas a procesar	Horizontal	En general	Normal
		Herramientas	Horizontal	Navaja	Normal
Lijado	O2	Piezas a procesar	Horizontal	En general	Normal
		Equipos	Horizontal	Esmeril	Normal
Montado		Piezas a procesar	Horizontal	Tira, suela y plantilla	Normal
			Vertical	Horma	Normal
	O3	Herramientas	Horizontal	Martillo, alicate y pegamento	Normal
			Horizontal	Horno	Normal
	Equipos	Horizontal	Prensadora	Normal	
		Piezas a procesar	Horizontal	Tira, suela y plantilla	Normal
	O4	Herramientas	Vertical	Horma	Normal
			Horizontal	Martillo, alicate y pegamento	Normal
	Equipos	Horizontal	Horno	Normal	
		Horizontal	Prensadora	Normal	
Empacado	O5	Piezas a procesar	Horizontal	Cajas	Normal
		Herramientas	Vertical	Calzado	Normal
			Horizontal	En general	Normal

De la nueva distribución de los elementos en los puestos de trabajos, como se observa en la Tabla 107, el nuevo puesto de trabajo del área de lijado, el análisis vertical cambio a horizontal, puesto que el operario ya no tiene que recoger del suelo todo el elemento a procesar. Lo mismo sucede en el área de empacado, que en cierto punto tenía que recoger del suelo las cajas, si es que no estaba encima de un banco.

% Numero de desplazamientos con disposicion adecuados de los elementos

$$= \frac{\text{Numero de desplazamiento adecuado}}{\text{Numero total de desplazamiento analizado}} \times 100$$

$$= \frac{17 \text{ desplazamientos adecuados}}{17 \text{ desplazamiento analizados}} \times 100 = 100\%$$

En comparación con la situación actual, los resultados del diseño propuesto mejoro la situación en un 100% de todas las situaciones analizadas. Comparado con la situación actual, existe un incremento de 53%.

Tabla 108. Comparación entre porcentaje actual y propuesto

Tiempo (min.)	Operario 3
Actual	47%
Propuesto	100%
Variación	53%

A continuación, desde la Figura 240 a la Figura 247 se mostrará una serie de planos con diferentes vistas de los módulos que lo componen (mesa de trabajo y estantería), en formato A4 y un plano general del área de producción propuesto en formato A3, todo bajo la norma UNE.

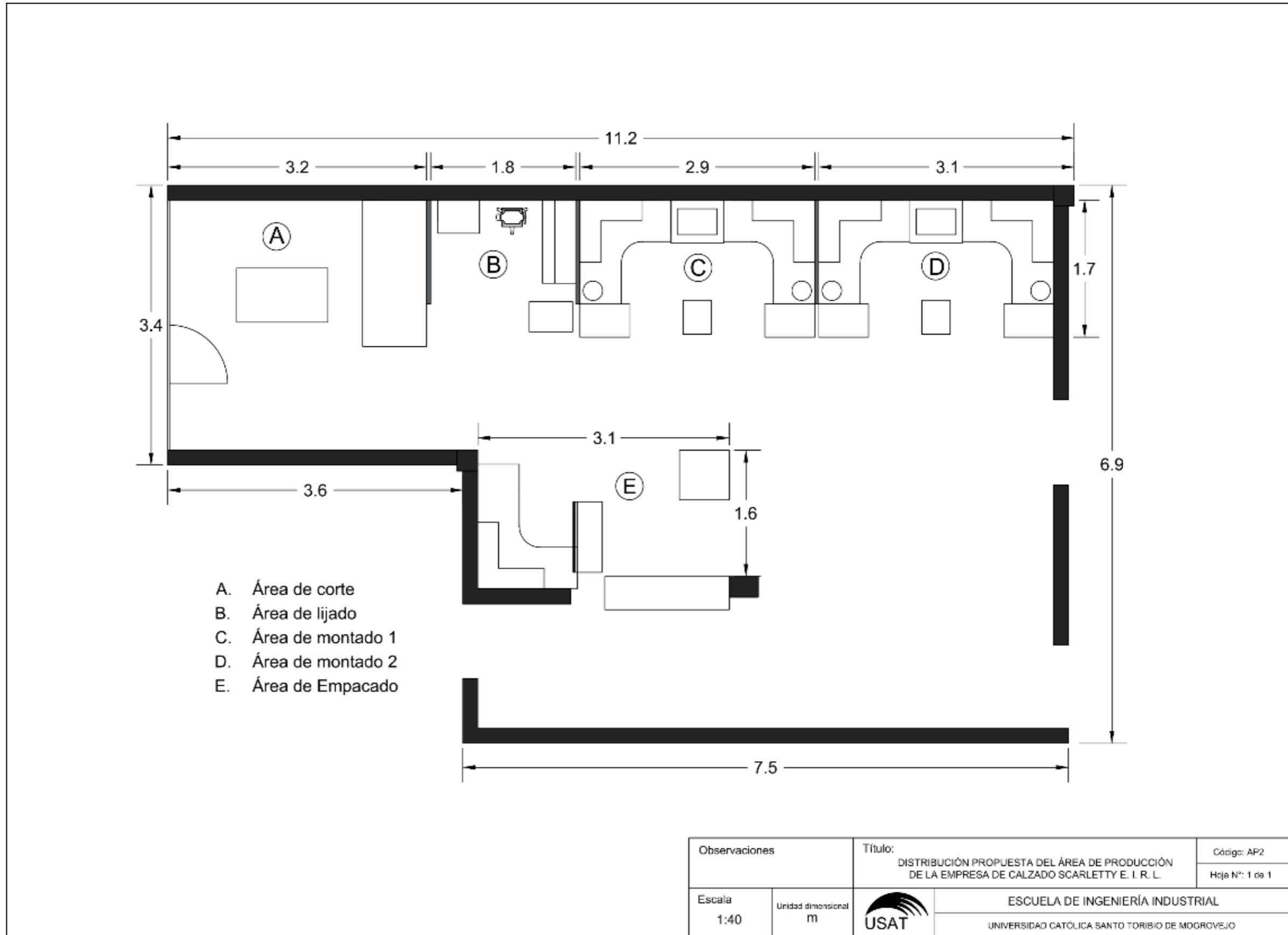


Figura 240. Plano de la distribución propuesta del área de producción.

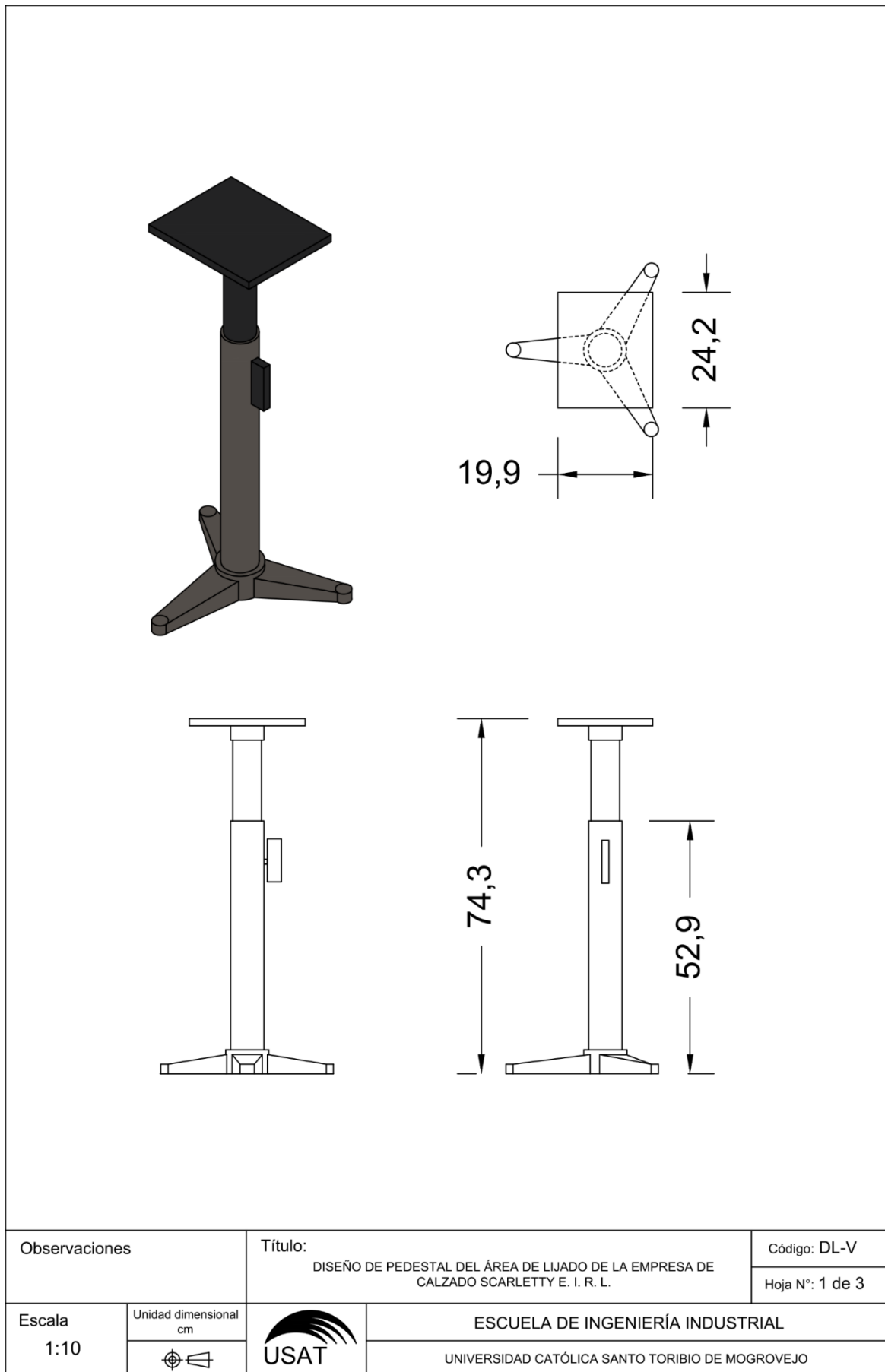
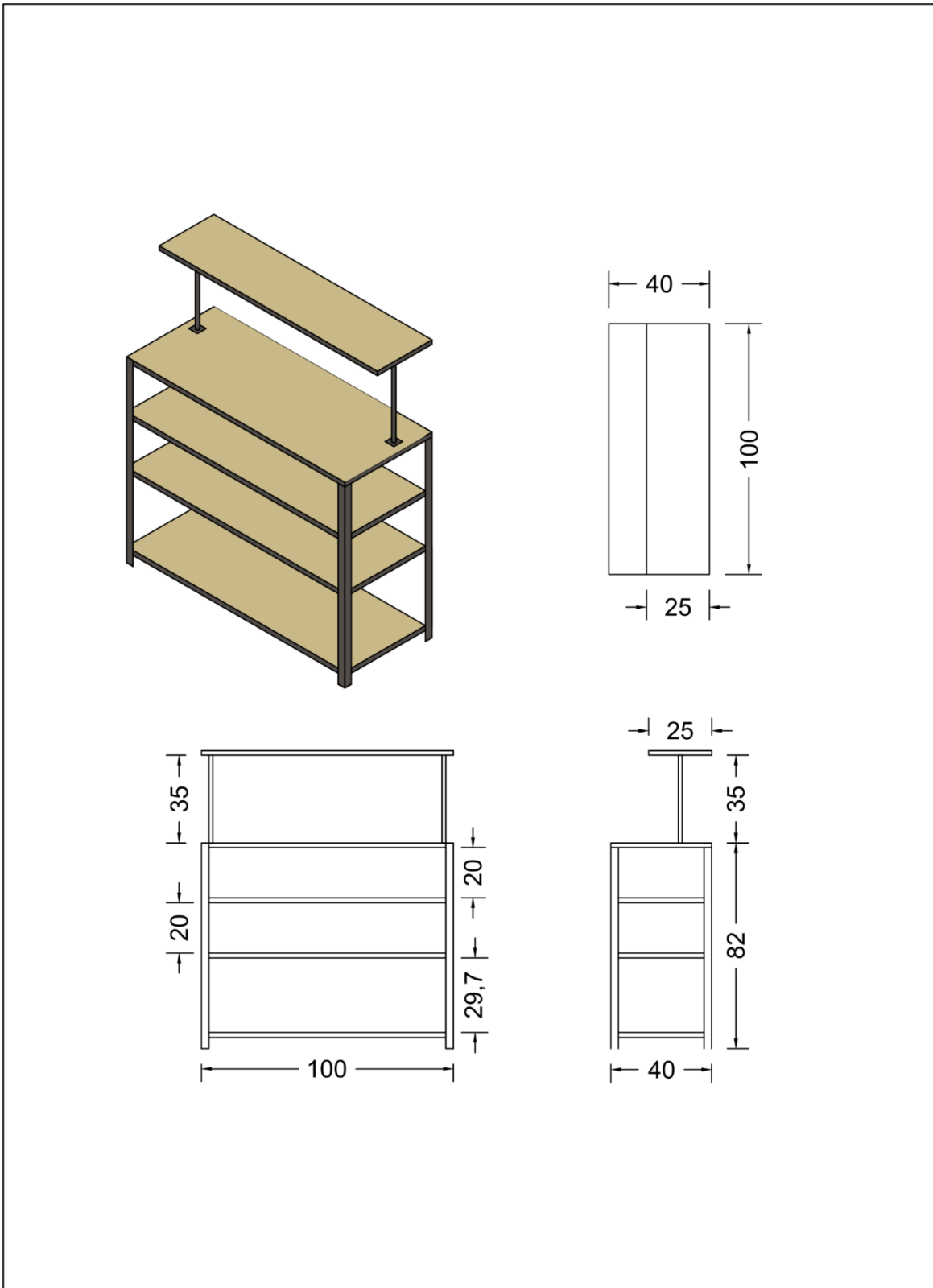


Figura 241. Diseño de pedestal para el esmeril en el área de lijado.



Observaciones		Título: DISEÑO DE ESTANTERÍA DEL ÁREA DE LIJADO DE LA EMPRESA DE CALZADO SCARLETTY E. I. R. L.		Código: DL-V Hoja N°: 2 de 3	
Escala 1:20	Unidad dimensional cm 		ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO		

Figura 242. Diseño de estantería del área de lijado.

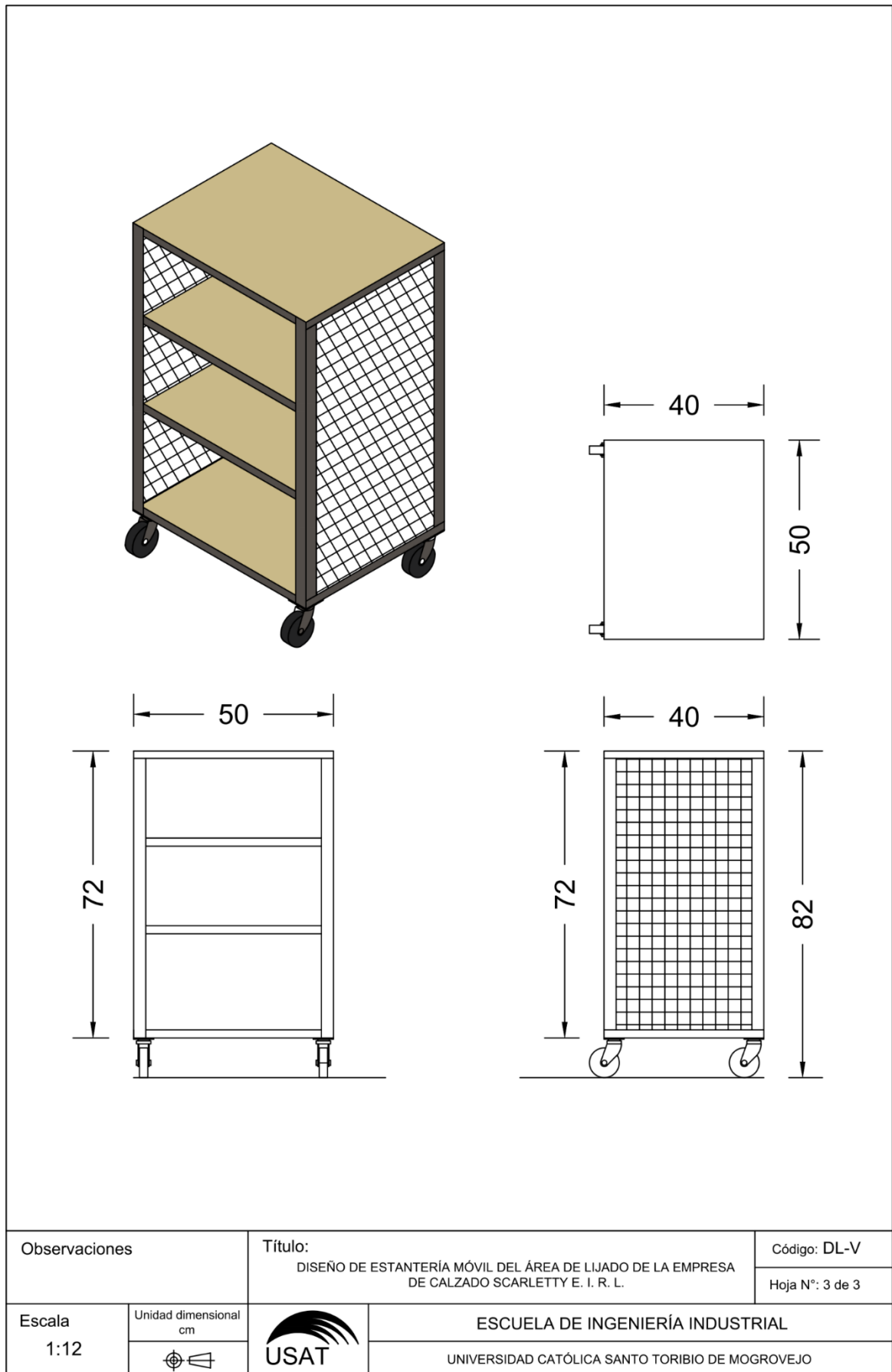


Figura 243. Diseño de estantería móvil del área de lijado.

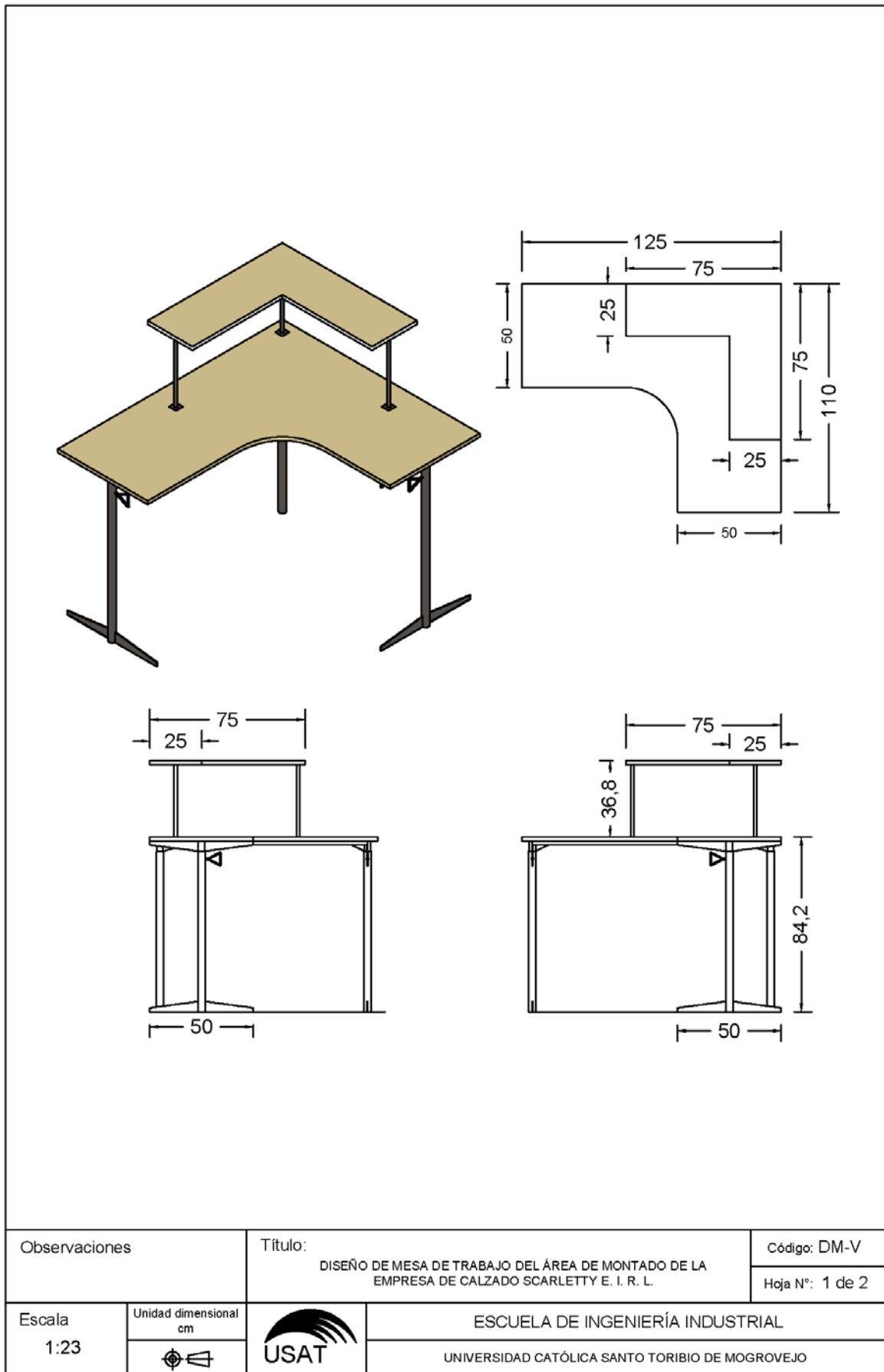


Figura 244. Diseño de mesa de trabajo del área de montaje.

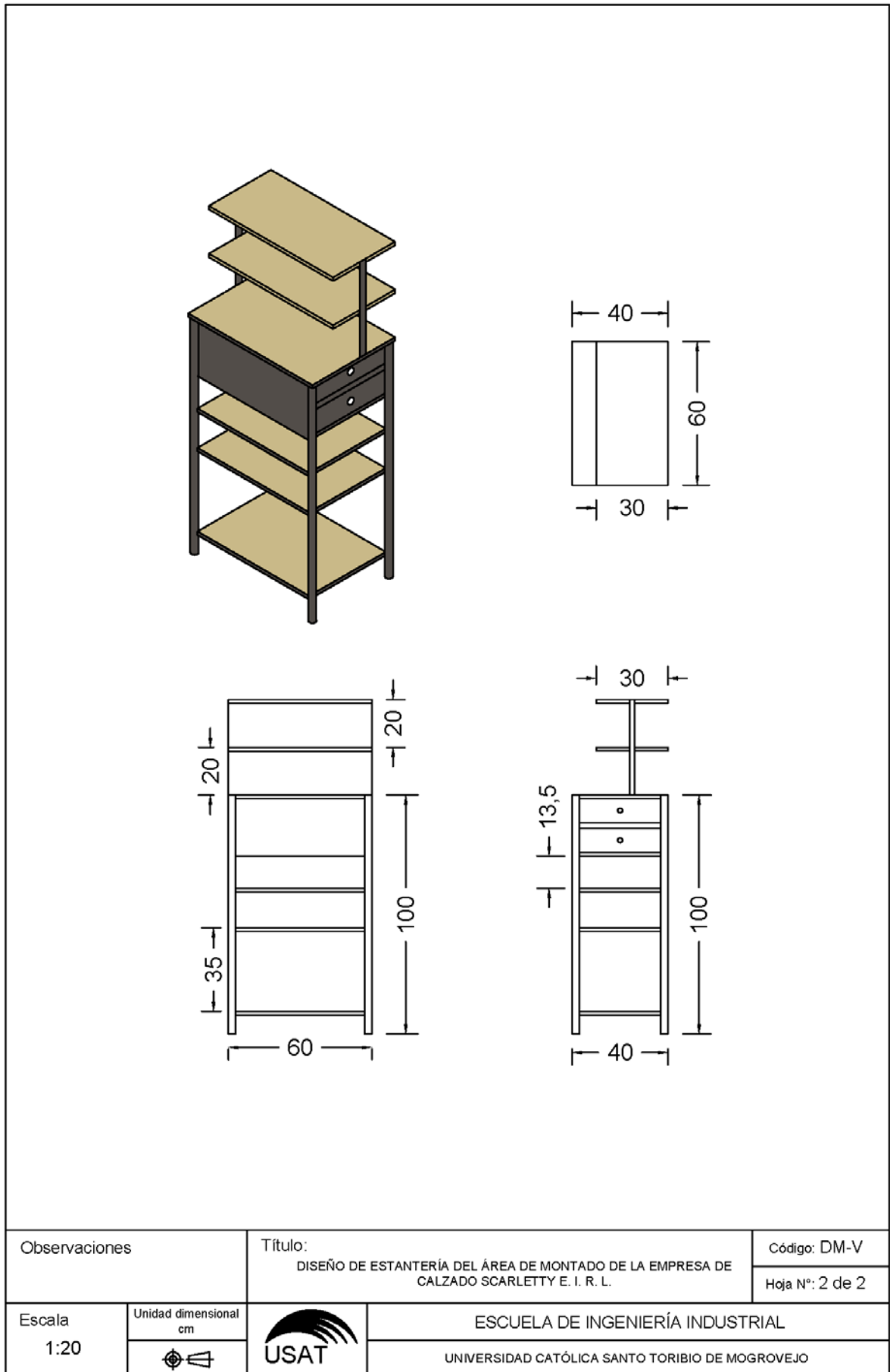


Figura 245. Diseño de estantería del área de montaje.

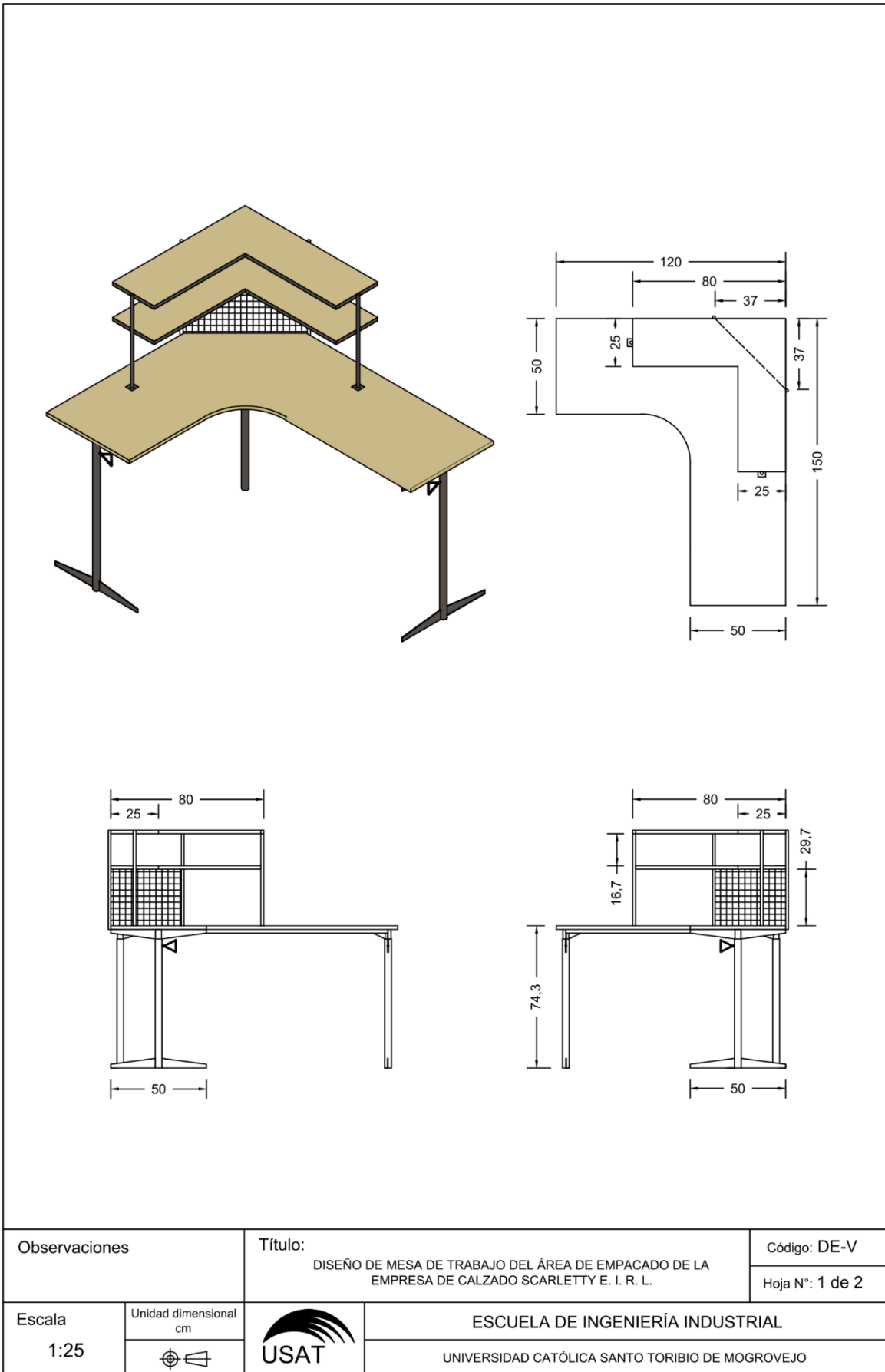


Figura 246. Diseño de mesa de trabajo del área de empacado.

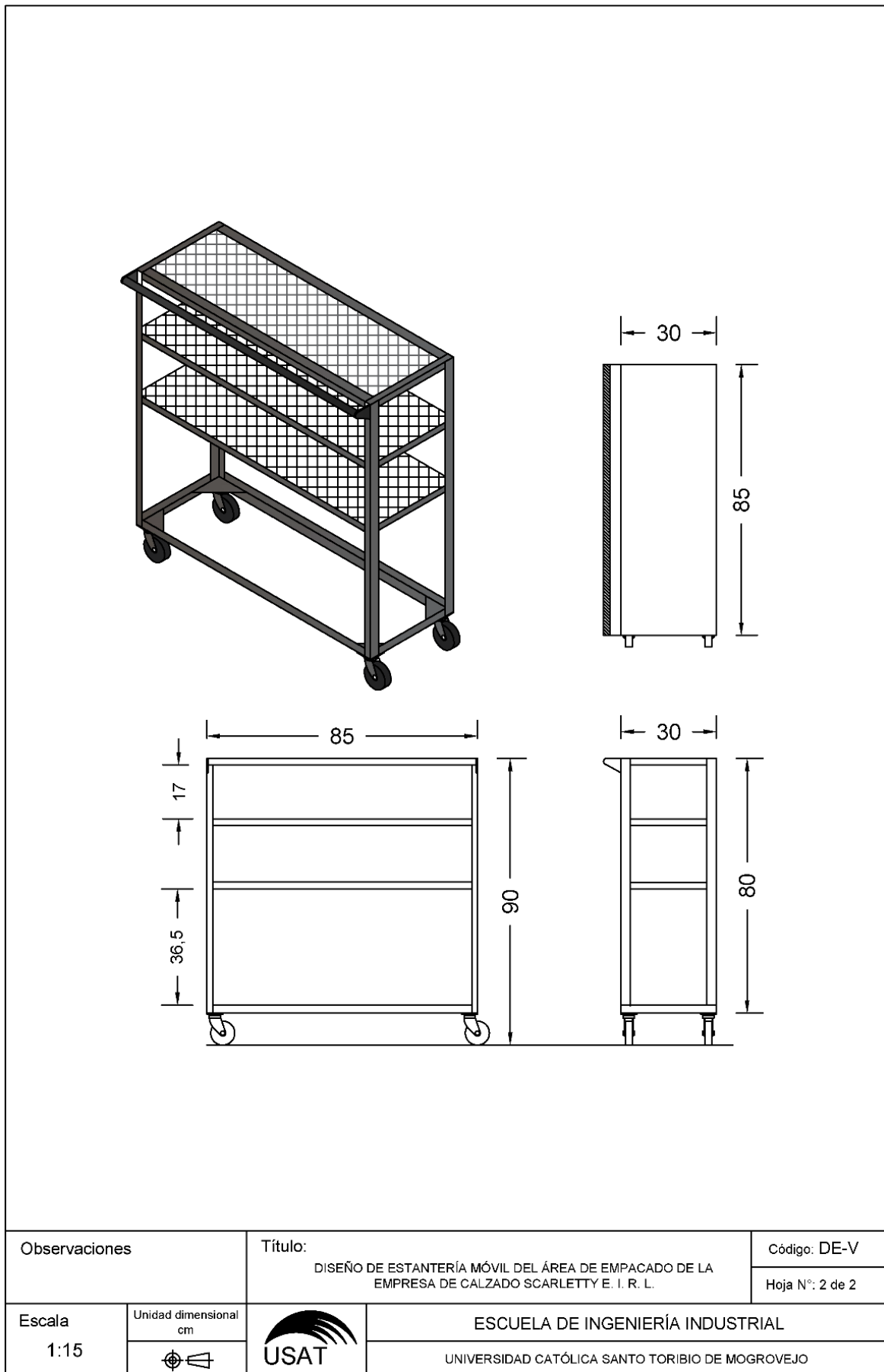


Figura 247. Diseño de estantería móvil del área de empacado.

3.4.3. Mejora 3: Iluminación

Para la propuesta usaremos un alumbrado general localizado, puesto que no todas las zonas necesitan el mismo nivel de iluminación.

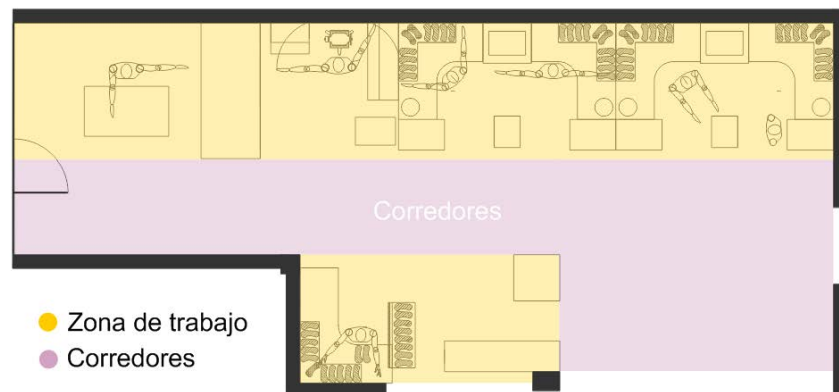


Figura 248. Zonas de alumbrado por el nivel de iluminación

Metodología

Se hará uso del método de lúmenes, el cual nos permitirá saber el flujo luminoso (Φ_T) que necesita la instalación, en relación a muchas condiciones físicas y ambientales, que se describirán a continuación.

Para la siguiente ecuación:

$$\Phi_T = \frac{\text{Nivel de iluminacion medio} \times \text{Superficie a Iluminar}}{\text{Coeficiente de Utilizacion} \times \text{Coeficiente de mantenimiento}}$$

Figura 249. Formula del método lúmenes

El **nivel de iluminación**, como ya se había mencionado anteriormente, para una empresa de calzado, según la Norma Técnica EM. 010 [15], es de 500 lux en el área de trabajo y 100 lux en los corredores.

Tabla 109. Iluminancia aplicada según la Norma Técnica EM. 010

Áreas	Iluminancia	Superficie
Trabajo	500 lux (min)	Plano de trabajo
Circulación	100 lux (medio)	Nivel del suelo

De las **superficies a iluminar** (Tabla 110), solo 2 estaciones conservan su misma área de trabajo; las 2 restantes, lijado y montado, son reubicadas o tienen nuevas dimensiones.

Tabla 110. Dimensiones de cada área de trabajo

Estación de trabajo	Área (m)	
	ancho	largo
Corte	1,76	3
Lijado	1,76	1,80
Montado	1,76	2,83
Envasado	1,50	3,38

El valor del **coeficiente de mantenimiento**, está sujeto al grado de conservación de una luminaria utilizada, y varía según las condiciones ambientales de trabajo (Figura 250).

Ambiente	Factor de mantenimiento
Bueno	0,8
Medio	0,7
Pésimo	0,6

Figura 250. Valores del coeficiente de mantenimiento según el ambiente

El valor del **coeficiente de utilización**, dependerá de los factores de reflexión de la habitación (Figura 251) y del índice del local **k** de la misma.

Según las condiciones del área de producción de la empresa SCARLETTY E.I.R.L. El techo y la pared es de color blanco, mientras el piso es de color gris.

Superficie	Color	Factor de reflexión
Techo	Muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Piso	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Figura 251. Valores del coeficiente de reflexión según el ambiente

El índice del local k , viene a ser resultado de la siguiente ecuación:

$$k = \frac{a \times b}{H_x (a + b)}$$

Donde a y b , viene a ser las dimensiones del ancho y largo del local, respectivamente; y H_x es la altura del montaje, tal como se ve en la Figura 252.

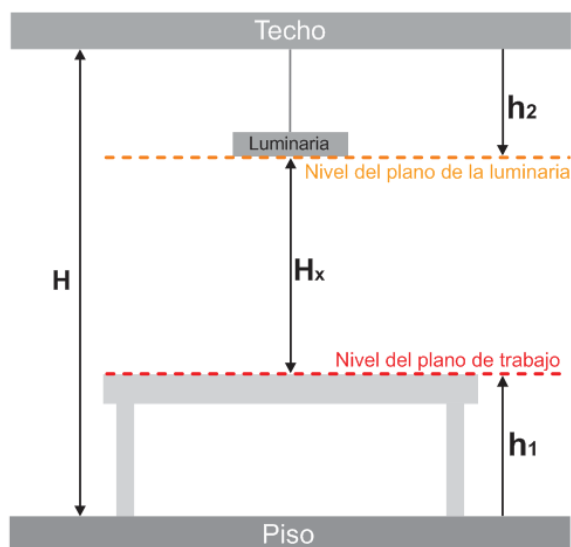


Figura 252. Altura del plano de trabajo al plano de iluminación

Puntos previos

Para poder aplicar el método lúmenes, se vio conveniente separar la mayoría de los puestos de trabajo por una pared delgada de 5 cm de espesor, y 1,5m de altura (Figura 253), de este modo no afectar su factor de reflexión.



Figura 253. Vista vertical de la pared que separa cada puesto de trabajo

Establecido la altura de la pared, se debe elegir el nivel máximo del plano de la luminaria, el cual debe estar fuera del alcance de las extremidades superiores

del hombre de mayor estatura, siendo esta 83 cm partiendo del nivel del techo, tal como se observa en la Figura 254.

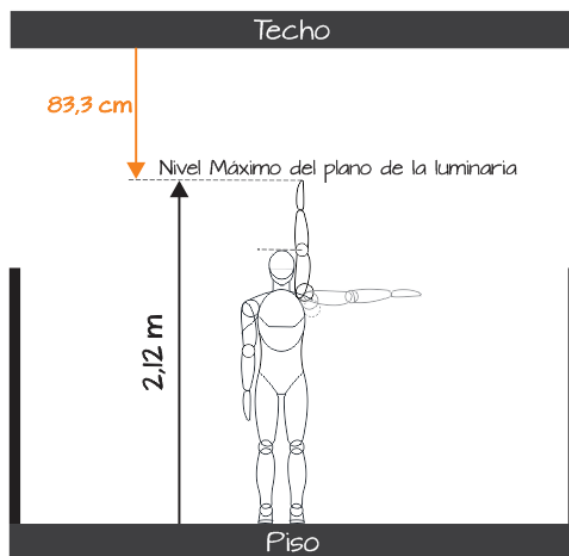


Figura 254. Nivel máximo del plano de la luminaria

Luego se debe elegir una luminaria con un **ángulo de apertura** que concentre la mayor parte de la iluminación dentro de espacio de trabajo (Figura 255).

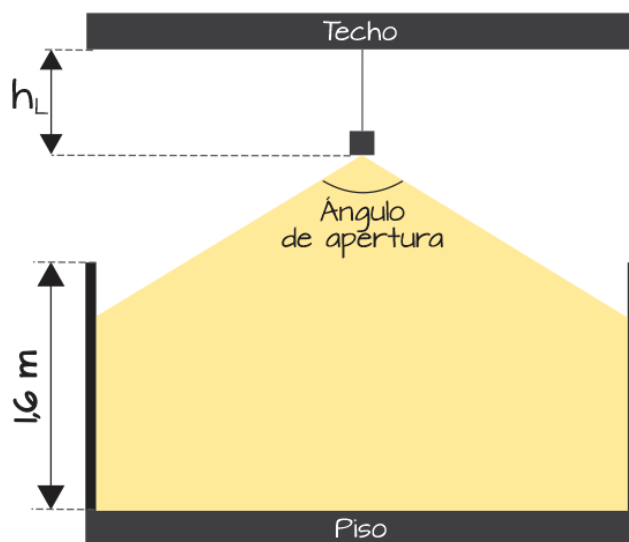


Figura 255. Ángulo de apertura de la luminaria

Finalmente, después de usar el método lúmenes se verificará los resultados con ayuda de **Dialux**, un software de iluminación en 3D (Anexo 5), que incluso nos permitirá identificar el índice de deslumbramiento provocado brillo excesivo.

Luminaria elegida

Son 2 las luminarias seleccionadas para las áreas de trabajo, ambas del tipo lineal suspendida de la marca Phillip con diferentes flujos luminosos según se requiera, estas permitirán mejor distribución de la luz y control en la altura del montaje. (Figura 256).

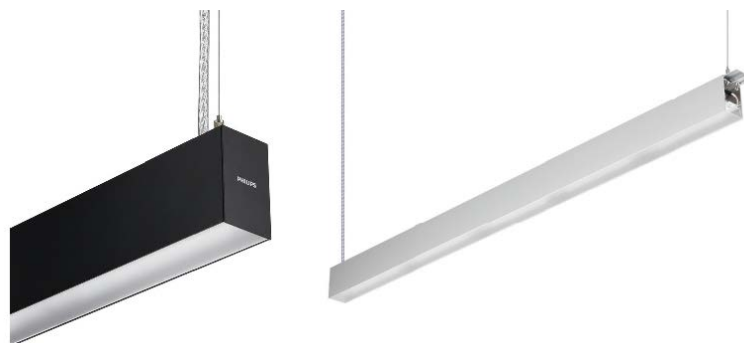


Figura 256. Luminaria escogida

www.lighting.philips.com.pe/

La luminaria de 2900 lm de flujo luminoso, cuya descripción vemos en la Tabla 111 , está presente en la mayoría de las instalaciones.

Tabla 111.Datos generales de la luminaria de 2900 lúmenes

Datos Generales	
Fabricante	Phillip
Modelo	TrueLine suspendida
Código	SP532P
Flujo luminoso	2900 lm
Apertura de haz de luz	80°
Potencia	19,4 W
Dimensiones	88 mm (Altura)
	55 mm (Anchura)
	1400 mm (largo)

www.lighting.philips.com.pe/

La Figura 257 nos muestra la tabla de reflexión de la luminaria de 2900 lm, el cual sirve para definir el coeficiente de utilización al aplicar el método lúmenes.

Room Index (k)	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80 0.80		0.70 0.70 0.70 0.70				0.50 0.50		0.30 0.30		0.00
	0.50 0.50		0.50 0.50 0.50 0.30				0.30 0.10		0.30 0.10		0.00
	0.30 0.10		0.30 0.20 0.10 0.10				0.10 0.10		0.10 0.10		0.00
0.60	0.62	0.59	0.60	0.59	0.58	0.53	0.50	0.48	0.48	0.46	0.42
0.80	0.71	0.66	0.68	0.66	0.64	0.59	0.56	0.53	0.53	0.50	0.46
1.00	0.78	0.72	0.74	0.72	0.69	0.65	0.61	0.58	0.57	0.55	0.49
1.25	0.84	0.77	0.80	0.77	0.74	0.70	0.65	0.62	0.60	0.59	0.52
1.50	0.89	0.80	0.84	0.81	0.77	0.73	0.68	0.66	0.63	0.61	0.54
2.00	0.96	0.86	0.91	0.86	0.82	0.79	0.73	0.71	0.67	0.66	0.58
2.50	1.01	0.89	0.95	0.90	0.85	0.83	0.76	0.74	0.70	0.69	0.60
3.00	1.04	0.91	0.98	0.92	0.87	0.85	0.78	0.77	0.72	0.71	0.61
4.00	1.09	0.94	1.02	0.95	0.90	0.88	0.81	0.80	0.73	0.73	0.63
5.00	1.11	0.96	1.04	0.97	0.91	0.90	0.82	0.81	0.75	0.74	0.64

Techo
Paredes
Suelo

Figura 257. Tabla de factor de utilización de la luminaria de 2900 lm

www.lighting.philips.com.pe/

La luminaria de 3400 lm de flujo luminoso, cuya descripción vemos en la Tabla 112, solo está presente en la estación de lijado.

Tabla 112. Datos generales de la luminaria de 3400 lúmenes

Datos Generales	
Fabricante	Phillip
Modelo	KeyLine suspendida
Código	SM350C
Flujo luminoso	3400 lm
Apertura de haz de luz	74°
Potencia	25 W
Dimensiones	70 mm (Altura) 70 mm (Anchura) 1407 mm (Largo)

www.lighting.philips.com.pe/

La Figura 257 nos muestra la tabla de reflexión de la luminaria de 3400 lm, el cual sirve para definir el coeficiente de utilización al aplicar el método lúmenes.

Room Index k	Reflectances for ceiling, walls and working plane (CIE)										
	0.80	0.80	0.70	0.70	0.70	0.70	0.50	0.50	0.30	0.30	0.00
	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.30	0.30	0.10	0.30	0.10	0.00
	0.30	0.10	0.30	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.00
0.60	0.70	0.67	0.69	0.68	0.66	0.61	0.61	0.57	0.60	0.57	0.56
0.80	0.79	0.74	0.78	0.76	0.73	0.68	0.68	0.65	0.67	0.64	0.63
1.00	0.86	0.80	0.85	0.82	0.79	0.75	0.74	0.71	0.73	0.71	0.69
1.25	0.93	0.85	0.91	0.88	0.85	0.80	0.79	0.76	0.79	0.76	0.74
1.50	0.98	0.89	0.96	0.92	0.88	0.84	0.83	0.81	0.82	0.80	0.78
2.00	1.06	0.94	1.03	0.98	0.94	0.90	0.89	0.87	0.88	0.86	0.84
2.50	1.11	0.98	1.08	1.02	0.97	0.94	0.93	0.91	0.92	0.90	0.88
3.00	1.14	1.00	1.11	1.05	0.99	0.97	0.96	0.94	0.94	0.93	0.91
4.00	1.18	1.02	1.15	1.08	1.01	1.00	0.98	0.97	0.97	0.96	0.93
5.00	1.21	1.04	1.17	1.10	1.03	1.01	1.00	0.99	0.98	0.97	0.95

Techo
 Paredes
 Suelo

Figura 258. Tabla de factor de utilización de la luminaria de 3400 lm

www.lighting.philips.com.pe/

Puesto que el diseño propuesto tiene un factor físico no fijo, en cuanto a la altura del plano de trabajo que debe ser iluminado, el mismo que está condicionado a la estatura del operario, se tomó como medida estándar dentro de los rangos considerados de 155 cm, de ese modo la distancia al punto de iluminación tiene una variación de ± 10 cm, no afectando en mucho cualquier cambio.

3.4.3.1. Área de Cortado

Haciendo uso del método lúmenes, con luminaria de 2900 lm, se toma en cuenta las siguientes condiciones ambientales en la estación de corte:

Como ya se había mencionado, se requiere un **nivel de iluminación** mínimo sobre la superficie de trabajo de **500 lux**.

Se tiene una **superficie** de 3,10 metros de largo por 1,76 metros de ancho, cuya altura del montaje, tal como se muestra en la Figura 259, es de 1,43 m de distancia.

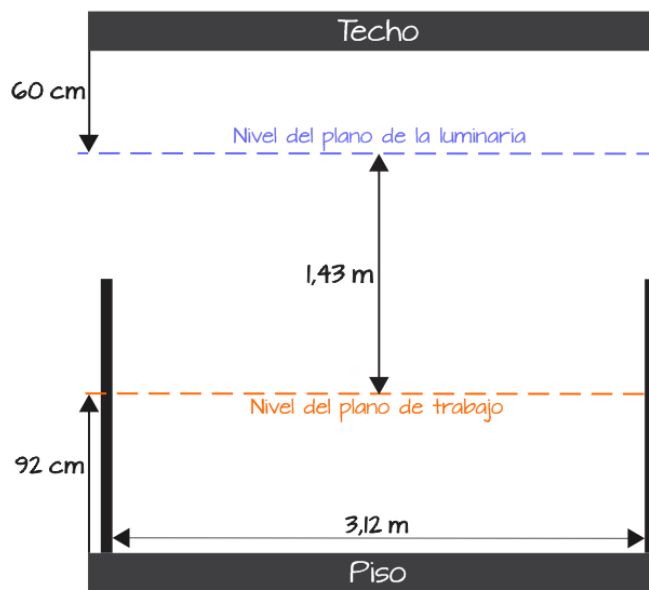


Figura 259. Dimensiones horizontales del área de corte

Con estos datos podemos determinar el **coeficiente de utilización**, cuyo índice de local k , es:

$$k = \frac{3,10 \times 1,76}{1,43 (3,10 + 1,76)} = 0,79$$

Los factores de reflexión del techo, pared y suelo, son los que se muestra en la Tabla 113.

Tabla 113. Factores de reflexión del ambiente de cortado

Superficie	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco	0,7
Paredes	Claro	0,5
Piso	Oscuro	0,1

Haciendo uso de la tabla de reflexión de la luminaria elegida (Figura 257), tenemos como resultado un **coeficiente de utilización** de 0,64.

K	Cu
0,6	0,58
0,79	x
0,8	0,64

$$\frac{(0,6 - 0,8)}{(0,79 - 0,8)} = \frac{0,58 - 0,64}{x - 0,64}$$

$$x=0,64$$

En cuanto al **coeficiente de mantenimiento**, se asume un grado de limpieza de **0.8**, puesto que la actividad realizada no afecta en nada la calidad de luz de la luminaria.

Con los datos obtenidos (

Tabla 114), se determina que la estación de corte requiere de un flujo luminoso de **5363,6 lm**.

Tabla 114. Datos requeridos para la aplicación del método lúmenes en la estación de cortado

Datos requeridos	Resultados
Nivel de iluminación necesario	500 lux
Superficie	5,5 m ²
Coeficiente de reflexión	0,64
Coeficiente de mantenimiento	0,8

$$\text{Flujo luminoso en la estacion de corte} = \frac{500 \times 5,5}{0,62 \times 0,8} = \mathbf{5363,6 \text{ lm}}$$

Para obtener un numero de iluminarias se dividirá el flujo luminoso necesario entre flujo luminoso de fuente escogida, en este caso una luminaria lineal de 19,4w, equivalente a 2900 lm, teniendo como resultado:

$$\text{Numero de luminarias} = \frac{5363,6 \text{ lm}}{1(2900 \text{ lm})} = 1,85 \approx 2 \text{ unidades}$$

Con la cantidad total de iluminarias necesarias podemos determinar la distribución de las misma:

$$\text{Numero de filas} = \sqrt{\frac{2 \times 1,76}{3,1}} = 1$$

$$\text{Numero de columnas} = \frac{1 \times 3,1}{1,76} = 2$$

En la Figura 260, podemos observar la distribución adecuada de las iluminarias en el área de cortado, haciendo uso de 2 unidades de luminarias compactas, de 19,4 W.

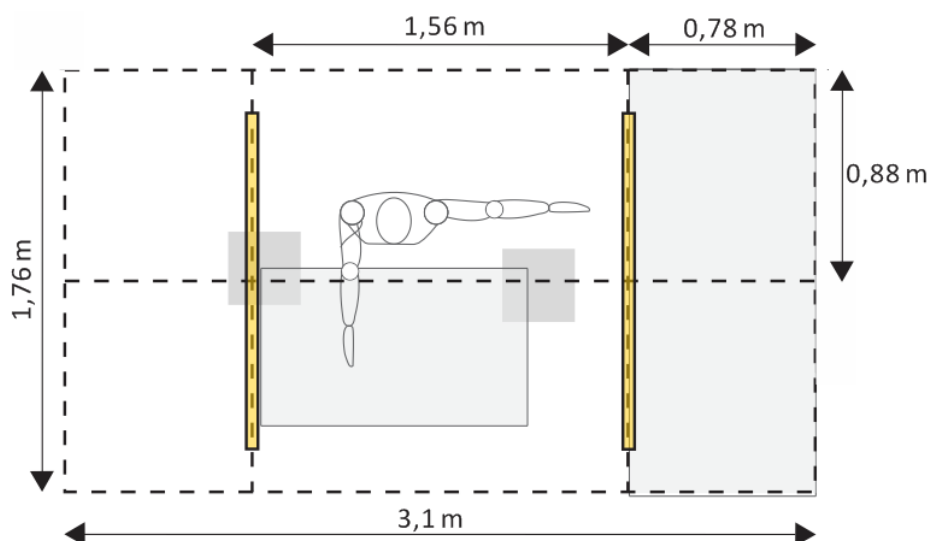


Figura 260. Distribución adecuada de iluminarias del área de cortado

De la fórmula de la Figura 249, el nivel de iluminación medio de la instalación de 2 luminarias de 2900 lm, viene a ser 540 lux, que es mayor al mínimo requerido.

$$\text{Nivel de iluminacion medio} = \frac{(5800 \text{ lm})(0.64)(0.8)}{5,5 \text{ m}^2} = 540 \text{ lux} > 500 \text{ lux}$$

Haciendo uso del **Dialux**, como se muestra en la Tabla 115, la intensidad lumínica media en el área de corte es de 577 lux.

Tabla 115. Resultados del Dialux en el área de Corte

Intensidad lumínica (lux)	
Media	577
Min	392
Max	753

Fuente: Dialux

También obtenemos como resultado, como se observa en la Figura 261, la intensidad lumínica en los diferentes puntos del área de trabajo.

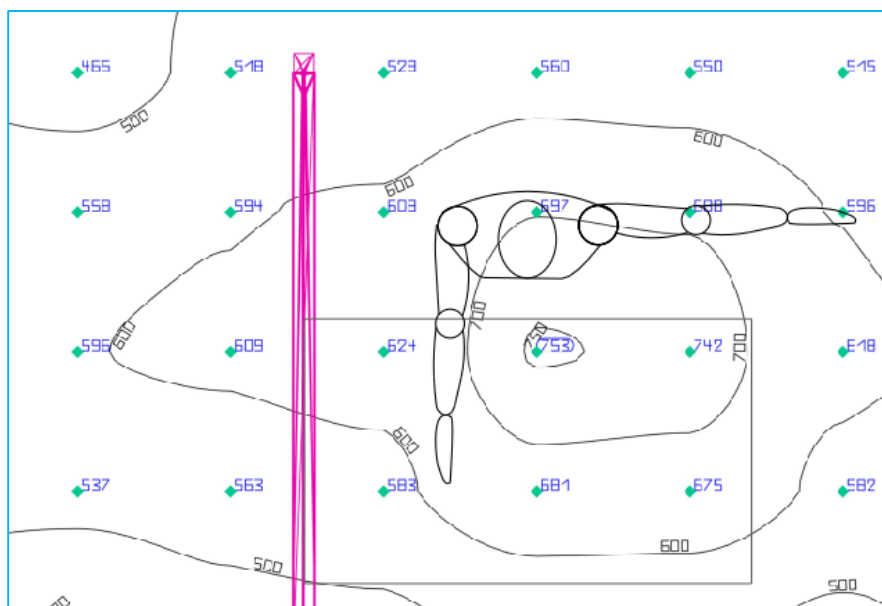


Figura 261. Intensidad lumínica en los diferentes puntos del área de corte

Fuente: Dialux

3.4.3.2. Área de Lijado

Haciendo uso del método lúmenes, con luminaria de 3400 lm, se toma en cuenta las siguientes condiciones ambientales en la estación de lijado:

Puesto que en este caso se requiere de un mayor trabajo visual, el **nivel de iluminación** debe ser mayor al mínimo recomendado, **500 lux**.

Se tiene una **superficie** de 1,8 metros de largo por 1,76 metros de ancho, cuya altura del montaje, tal como se muestra en la Figura 263, es de 1,43 m de distancia.



Figura 262. Dimensiones horizontales del área de lijado

Con estos datos podemos determinar el **coeficiente de utilización**, cuyo índice de local k, es:

$$k = \frac{1,8 \times 1,76}{1,53 (1,8 + 1,76)} = 0,62$$

Los factores de reflexión del techo, pared y suelo, son los que se muestra en la Tabla 116.

Tabla 116. Factores de reflexión del ambiente de lijado

Superficie	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco	0,7
Paredes	Claro	0,5
Piso	Oscuro	0,1

Haciendo uso de la tabla de reflexión de la luminaria elegida (Figura 258), tenemos como resultado un **coeficiente de utilización** de 0,74.

K	Cu
0,6	0,66
0,62	x
0,8	0,73

$$\frac{(0,6 - 0,8)}{(0,62 - 0,8)} = \frac{0,66 - 0,73}{x - 0,73}$$

$$x = 0,67$$

En cuanto al **coeficiente de mantenimiento**, se asume un grado de limpieza de **0.8**, puesto que la actividad realizada no afecta en nada la calidad de luz de la luminaria.

Con los datos obtenidos (Tabla 117) ,se determina que la estación de corte requiere de un flujo luminoso de **3224,4 lm**.

Tabla 117. Datos requeridos para la aplicación del método lúmenes en la estación de lijado

Datos requeridos	Resultados
Nivel de iluminación necesario	600 lux
Superficie	3,2 m ²
Coefficiente de reflexión	0,67
Coefficiente de mantenimiento	0,8

$$\text{Flujo luminoso en la estacion de lijado} = \frac{600 \times 3,2}{0,67 \times 0,8} = 3556,7 \text{ lm}$$

Para obtener un numero de iluminarias se dividirá el flujo luminoso necesario entre flujo luminoso de fuente escogida, en este caso una luminaria lineal de 23,5 w, equivalente a 3400 lm, teniendo como resultado:

$$\text{Numero de luminarias} = \frac{3556,7 \text{ lm}}{1(3400 \text{ lm})} = 1.05 \approx 1 \text{ unidad}$$

Con la cantidad total de iluminarias necesarias podemos determinar la distribución de las misma:

$$\text{Numero de filas} = \sqrt{\frac{1 \times 1,76}{1,8}} = 1$$

$$\text{Numero de columnas} = \frac{1 \times 1,8}{1,76} = 1$$

En la Figura 263, podemos observar la distribución adecuada de las iluminarias en el área de cortado, haciendo uso de 1 unidad de luminaria compacta, de 23,5 W.

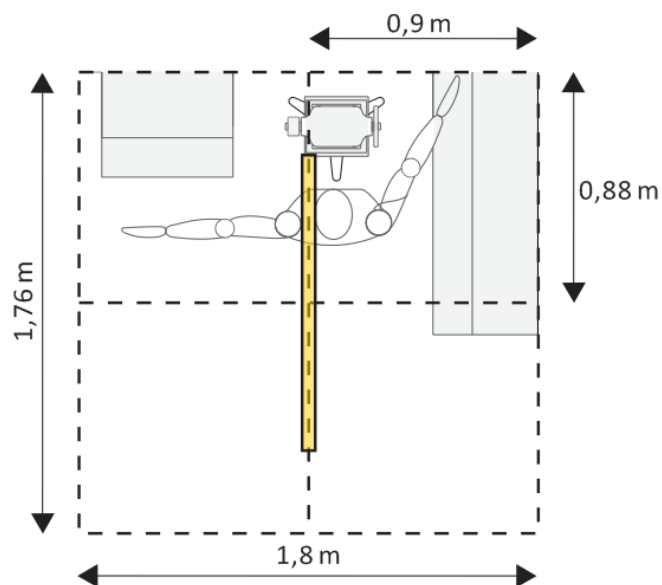


Figura 263. Distribución adecuada de iluminarias de la nueva área de lijado

De la fórmula de la Figura 249, el nivel de iluminación medio de la instalación de 1 luminarias de 3400 lm, viene a ser 635 lux, que es mayor al mínimo requerido.

$$\text{Nivel de iluminacion medio} = \frac{(3400 \text{ lm})(0.67)(0.8)}{3,2 \text{ m}^2} = 569,5 \text{ lux} > 500 \text{ lux}$$

Haciendo uso del **Dialux**, como se muestra en la Tabla 118, la intensidad lumínica media en el área de lijado es de 682 lux, que está dentro del medio recomendado.

Tabla 118. Resultados del Dialux en el área de lijado

Intensidad lumínica (lux)	
Media	682
Min	242
Max	943

Fuentes: Dialux

Con más detalle se observa en la Figura 264, donde la intensidad lumínica en los puntos exactos de trabajo, cumplen con lo requerido.

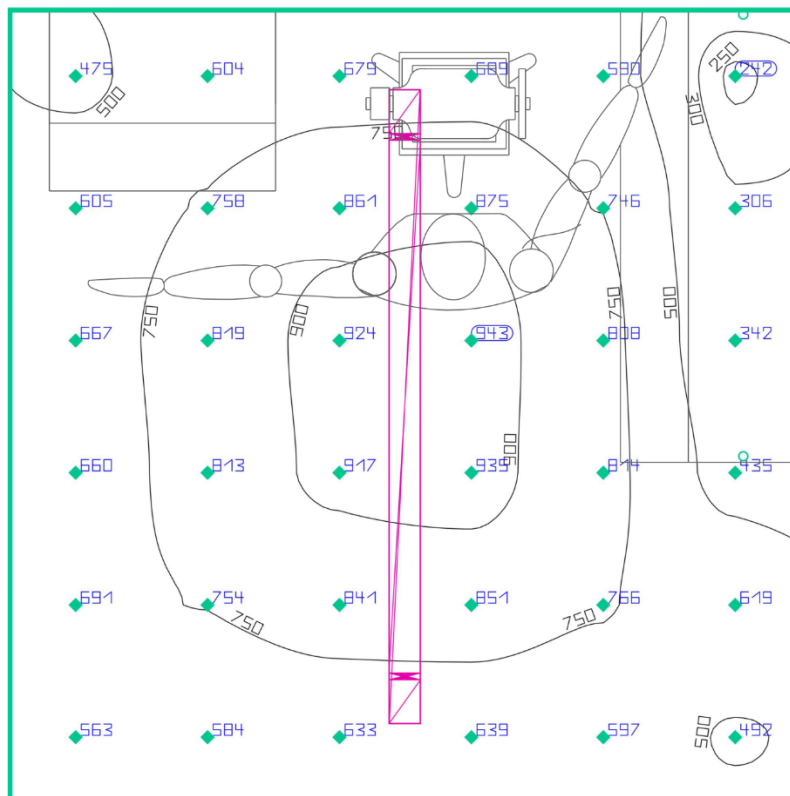


Figura 264. Intensidad lumínica en los diferentes puntos del área de lijado

Fuente: Dialux

3.4.3.3. Área de Montado

Haciendo uso del método lúmenes, con luminaria de 2900 lm, se toma en cuenta las siguientes condiciones ambientales en la estación de lijado:

Se requiere un **nivel de iluminación** mínimo sobre la superficie de trabajo de **500 lux**.

Se tiene una **superficie** de 2,83 metros de largo por 1,76 metros de ancho, cuya altura del montaje, tal como se muestra en la Figura 265, es de 1,43 m de distancia.

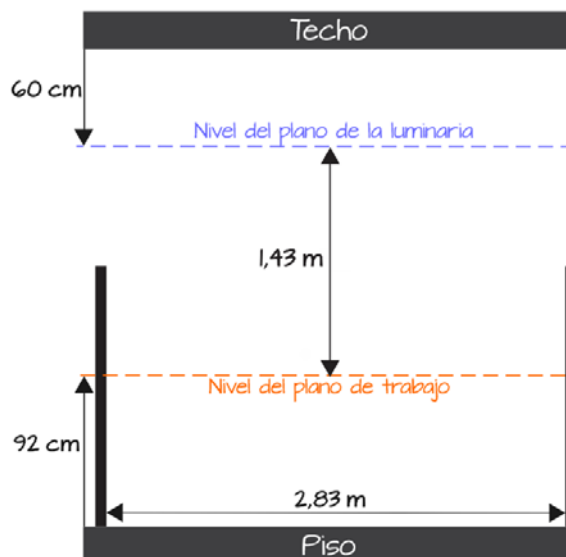


Figura 265. Dimensiones horizontales del área de montaje

Con estos datos podemos determinar el **coeficiente de utilización**, cuyo índice de local k , es:

$$k = \frac{2,83 \times 1,76}{1,43 (2,83 + 1,76)} = 0,76$$

Los factores de reflexión del techo, pared y suelo, son los que se muestra en la Tabla 119.

Tabla 119. Factores de reflexión del ambiente de montaje

Superficie	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco	0,7
Paredes	Claro	0,5
Piso	Oscuro	0,1

Haciendo uso de la tabla de reflexión de la luminaria elegida (Figura 257), tenemos como resultado un **coeficiente de utilización** de 0,63.

K	Cu
0,6	0,58
0,76	x
0,8	0,64

$$\frac{(0,6 - 0,8)}{(0,76 - 0,8)} = \frac{0,58 - 0,64}{x - 0,64}$$

$$x = 0,63$$

En cuanto al **coeficiente de mantenimiento**, se asume un grado de limpieza de **0.8**, puesto que la actividad realizada no afecta en nada la calidad de luz de la luminaria. Con los datos obtenidos (Tabla 117) se determina que la estación de corte requiere de un flujo luminoso de **4957,9 lm**.

Tabla 120. Datos requeridos para la aplicación del método lúmenes en la estación de montaje

Datos requeridos	Resultados
Nivel de iluminación necesario	500 lux
Superficie	4,98 m ²
Coeficiente de reflexión	0,63
Coeficiente de mantenimiento	0,8

$$\text{Flujo luminoso en la e. de montaje} = \frac{500 \times 4,98}{0,63 \times 0,8} = 4957,9 \text{ lm}$$

Para obtener un numero de iluminarias se dividirá el flujo luminoso necesario entre flujo luminoso de fuente escogida, en este caso una luminaria lineal de 19,4 w, equivalente a 2900 lm, teniendo como resultado:

$$\text{Numero de luminarias} = \frac{4957,9 \text{ lm}}{1(2900 \text{ lm})} = 1,7 \approx 2 \text{ unidad}$$

Con la cantidad total de iluminarias necesarias podemos determinar la distribución de las misma:

$$\text{Numero de filas} = \sqrt{\frac{1 \times 1,76}{2,83}} = 1$$

$$\text{Numero de columnas} = \frac{1 \times 2,83}{1,76} = 2$$

En la Figura 266, podemos observar la distribución adecuada de las iluminarias en el área de cortado, haciendo uso de 2 unidades de luminarias compacta, de 19,4W.

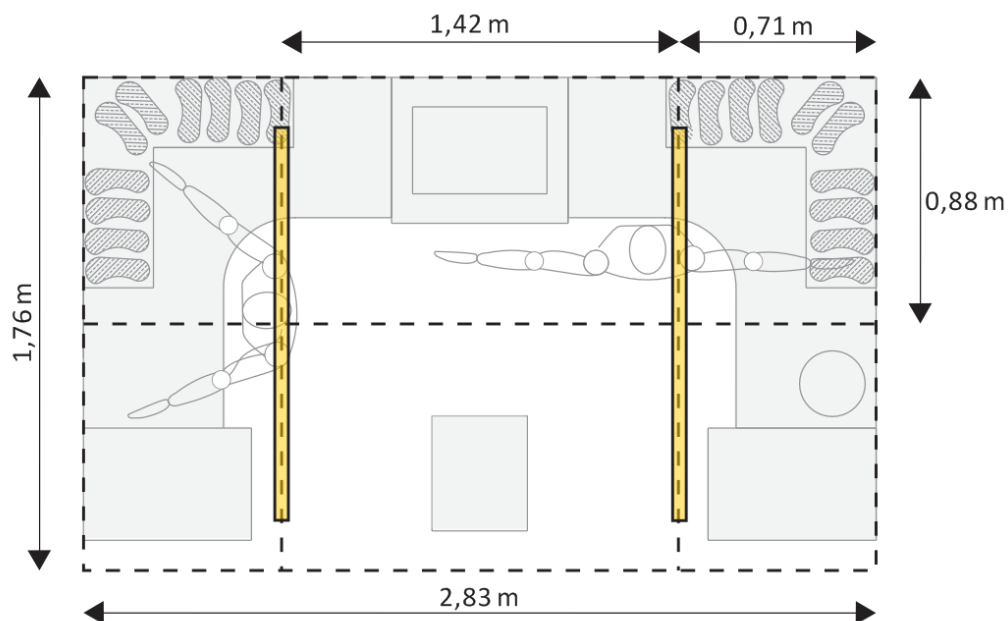


Figura 266. Distribución adecuada de iluminarias de la nueva área de montaje

De la fórmula de la Figura 249, el nivel de iluminación medio de la instalación de 2 luminarias de 2900 lm, viene a ser 585 lux, que es mayor al mínimo requerido.

$$\text{Nivel de iluminacion medio} = \frac{2(2900 \text{ lm})(0.63)(0.8)}{4.98 \text{ m}^2} = 585 \text{ lux} > 500 \text{ lux}$$

Haciendo uso del **Dialux**, como se muestra en la Tabla 121, la intensidad lumínica media en el área de montaje es de 573 lux, que está dentro del medio recomendado.

Tabla 121. Resultados del Dialux en el área de montaje

Intensidad lumínica (lux)	
Media	573
Min	349
Max	845

Fuentes: Dialux

Con más detalle se observa en la Figura 267, donde la intensidad lumínica en los puntos exactos de trabajo, cumplen con lo requerido.

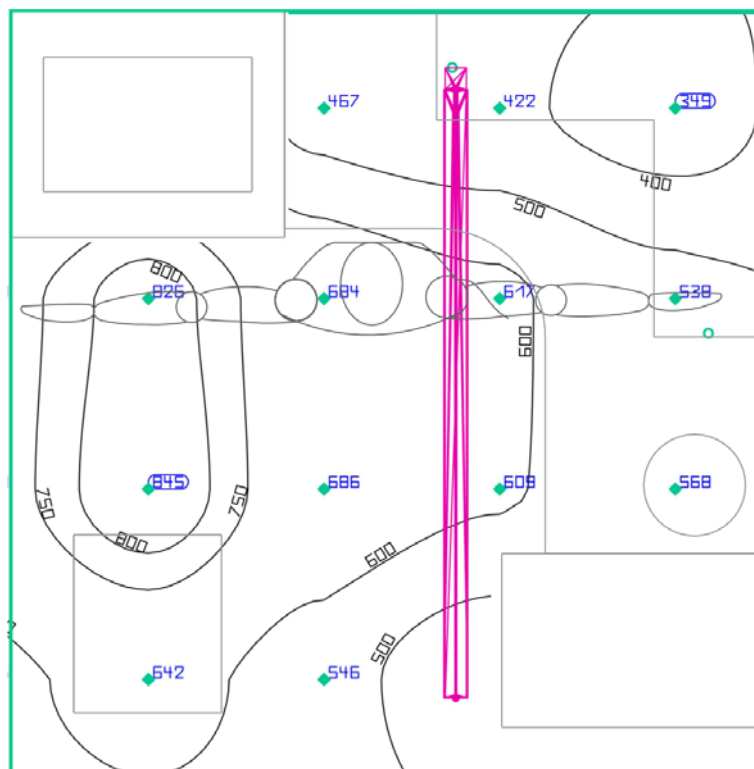


Figura 267. Intensidad lumínica en los diferentes puntos del área de Montado

Fuentes: Dialux

3.4.3.4. Área de empaqueo

Haciendo uso del método lúmenes, con luminaria de 2900 lm, se toma en cuenta las siguientes condiciones ambientales en la estación de lijado:

Se requiere un **nivel de iluminación** mínimo sobre la superficie de trabajo de **500 lux**.

Se tiene una **superficie** de 3,03 metros de largo por 1,67 metros de ancho, cuya altura del montaje, tal como se muestra en la Figura 268, es de 1,53 m de distancia.

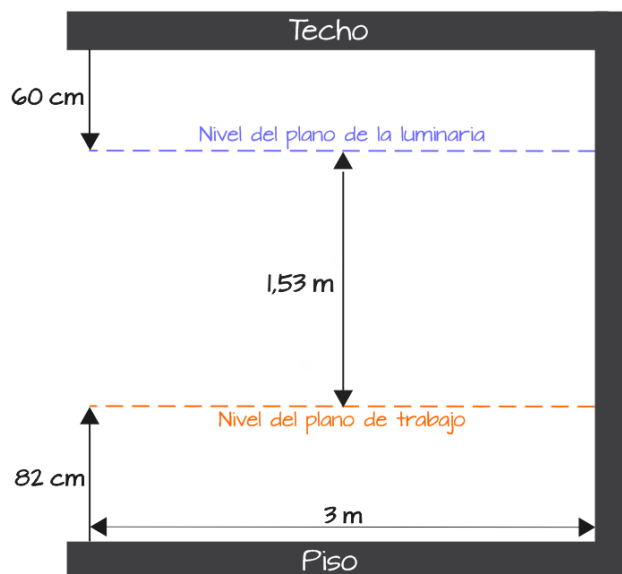


Figura 268. Dimensiones horizontales del área de empacado

Con estos datos podemos determinar el **coeficiente de utilización**, cuyo índice de local k , es:

$$k = \frac{3,03 \times 1,67}{1,53 (3,03 + 1,67)} = 0,7$$

Los factores de reflexión son los que se muestra en la Tabla 122, en el caso de la pared, teniendo en cuenta que en una habitación de 4 superficies de color claro tiene un factor de 0,5 y al solo contar con 2 paredes, es decir el 50% de la reflexión, el factor final sería equivalente a 0,3.

Tabla 122. Factores de reflexión del ambiente de empacado

Superficie	Color	Factor de reflexión
Techo	Blanco	0,7
Paredes	Medio	0,3
Piso	Oscuro	0,1

Haciendo uso de la tabla de reflexión de la luminaria elegida (Figura 257), tenemos como resultado un **coeficiente de utilización** de 0,56.

K	Cu
0,6	0,53
0,7	x
0,8	0,59

$$\frac{(0,6 - 0,8)}{(0,7 - 0,8)} = \frac{0,53 - 0,59}{x - 0,59}$$

$$x = 0,56$$

En cuanto al **coeficiente de mantenimiento**, se asume un grado de limpieza de **0.8**, puesto que la actividad realizada no afecta en nada la calidad de luz de la luminaria.

Con los datos obtenidos (Tabla 123), se determina que la estación de corte requiere de un flujo luminoso de **5637,5 lm**.

Tabla 123. Datos requeridos para la aplicación del método lúmenes en la estación de empacado

Datos requeridos	Resultados
Nivel de iluminación necesario	500 lux
Superficie	5,1 m ²
Coeficiente de reflexión	0,56
Coeficiente de mantenimiento	0,8

$$\text{Flujo luminoso en la estacion empacado} = \frac{500 \times 5,1}{0,56 \times 0,8} = 5637,5 \text{ lm}$$

Para obtener un numero de iluminarias se dividirá el flujo luminoso necesario entre flujo luminoso de fuente escogida, en este caso una luminaria lineal de 19,4 w, equivalente a 2900 lm, teniendo como resultado:

$$\text{Numero de luminarias} = \frac{5637,5 \text{ lm}}{1(2900 \text{ lm})} = 1,9 \approx 2 \text{ unidades}$$

Con la cantidad total de iluminarias necesarias podemos determinar la distribución de las misma:

$$\text{Numero de filas} = \sqrt{\frac{2 \times 1,67}{3,03}} = 1$$

$$\text{Numero de columnas} = \frac{1 \times 3,03}{1,67} = 2$$

En la Figura 266, podemos observar la distribución adecuada de las luminarias en el área de cortado, haciendo uso de 2 unidades de luminarias compacta, de 19,4W.

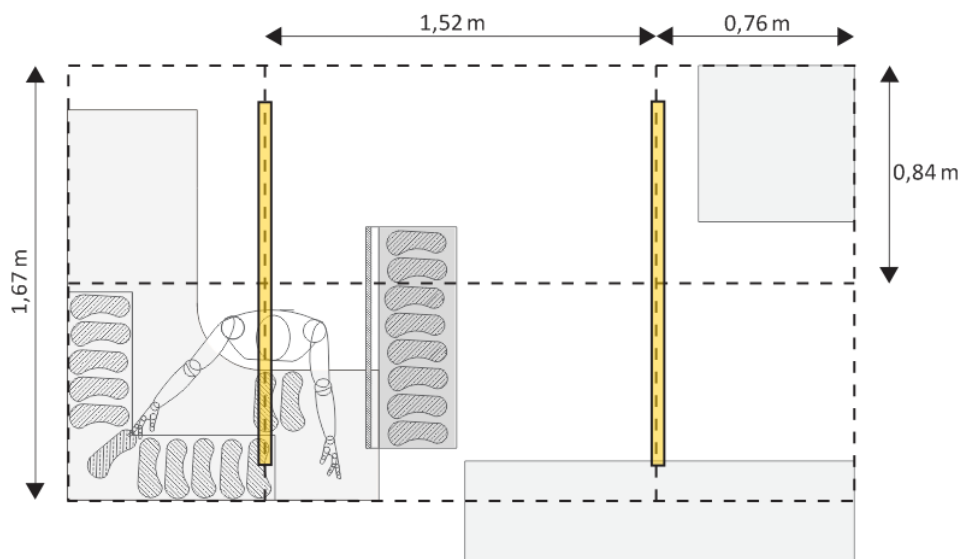


Figura 269. Distribución adecuada de luminarias en la nueva área de empacado

De la fórmula de la Figura 249, el nivel de iluminación medio de la instalación de 2 luminarias de 2900 lm, viene a ser 514 lux, que es mayor al mínimo requerido.

$$\text{Nivel de iluminacion medio} = \frac{2(2900 \text{ lm})(0.56)(0.8)}{5.1 \text{ m}^2} = 514 \text{ lux} > 500 \text{ lux}$$

Haciendo uso del **Dialux**, como se muestra en la Tabla 124, la intensidad lumínica media en el área de empacado es de 507 lux, que está dentro del medio recomendado.

Tabla 124. Resultados del Dialux en el área de empacado

Intensidad lumínica (lux)	
Media	507
Min	293
Max	738

Fuente: Dialux

Con más detalle se observa en la Figura 270 Figura 267, donde la intensidad lumínica en los puntos exactos de trabajo, cumplen con lo requerido.

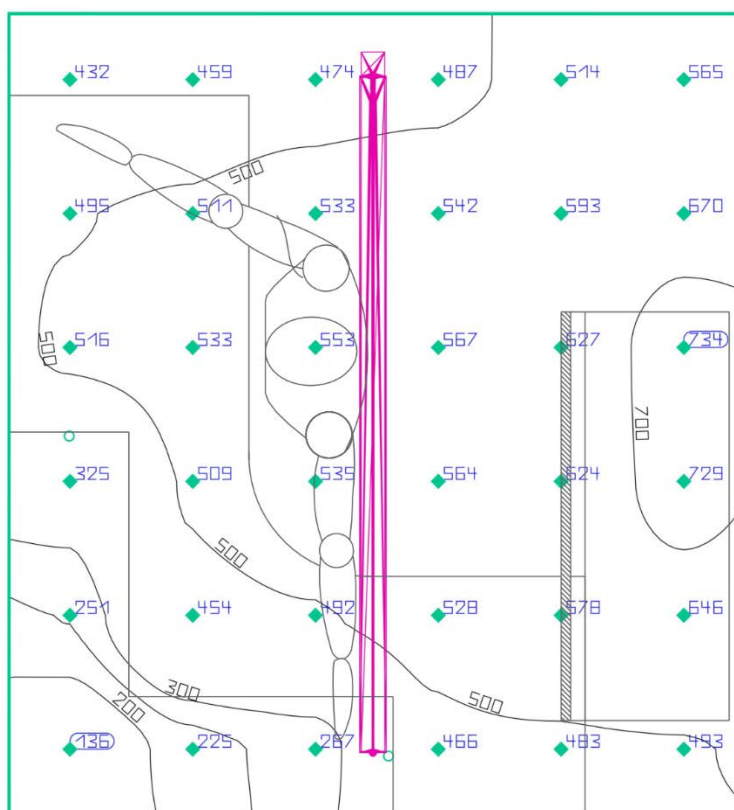


Figura 270. Intensidad lumínica en los diferentes puntos del área de empacado

Fuente: Dialux

3.3.2.2. Áreas de circulación

Tal como se muestra en la Figura 271 existen 2 áreas de circulación, la primera iluminada por la luz residual de las áreas de trabajo y la segunda por su propia iluminaria. Según la Norma Técnica EM. 010 [15], los corredores deberían tener un mínimo de 100 lux de intensidad lumínica al nivel del suelo, el cual será calculado por medio de Dialux, puesto que las condiciones ya no son adecuadas para aplicar el método lumenes.

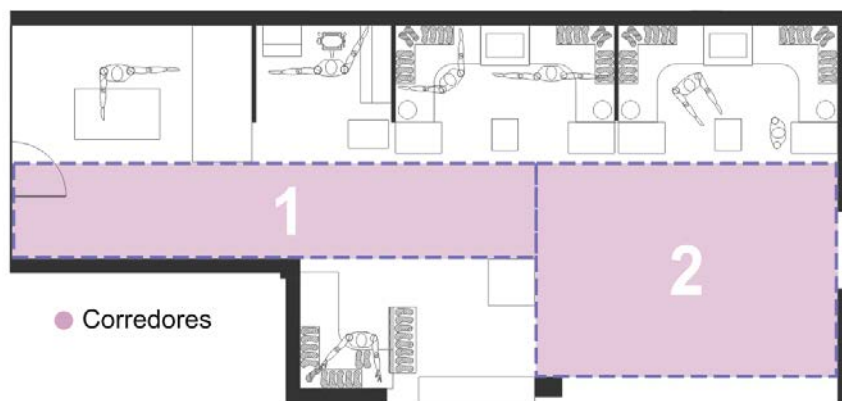


Figura 271. Áreas iluminadas de circulación

Para la iluminación de la segunda área se utilizará el mismo modelo de luminaria suspendida, pero de 1500 lm, cuyo datos generales podemos observar en la Tabla 125.

Tabla 125. Datos generales de la luminaria de 1500 lúmenes

Datos Generales	
Fabricante	Phillip
Modelo	TrueLine suspendida
Código	SP531P
Flujo luminoso	1500 lm
Apertura de haz de luz	108°
Potencia	15 W
Dimensiones	88 mm (Altura)
	55 mm (Anchura)
	1130 mm (largo)

Fuente: www.lighting.philips.com.pe/

Los resultados de la intensidad luminosa del Dialux de las áreas 1 y 2, son de 360 y 230 lux respectivamente (Tabla 126), cumpliendo con lo requerido por la norma.

Tabla 126.Resultado lumínico del Dealux de ambos corredores (lux)

Intensidad lumínica	Área 1	Área 2
Medio	326	230
Min.	106	106
Max.	481	368

Fuente: Dialux

Con más detalle se observa en la Figura 272, donde la intensidad lumínica en los puntos exactos de trabajo, cumplen con lo requerido.

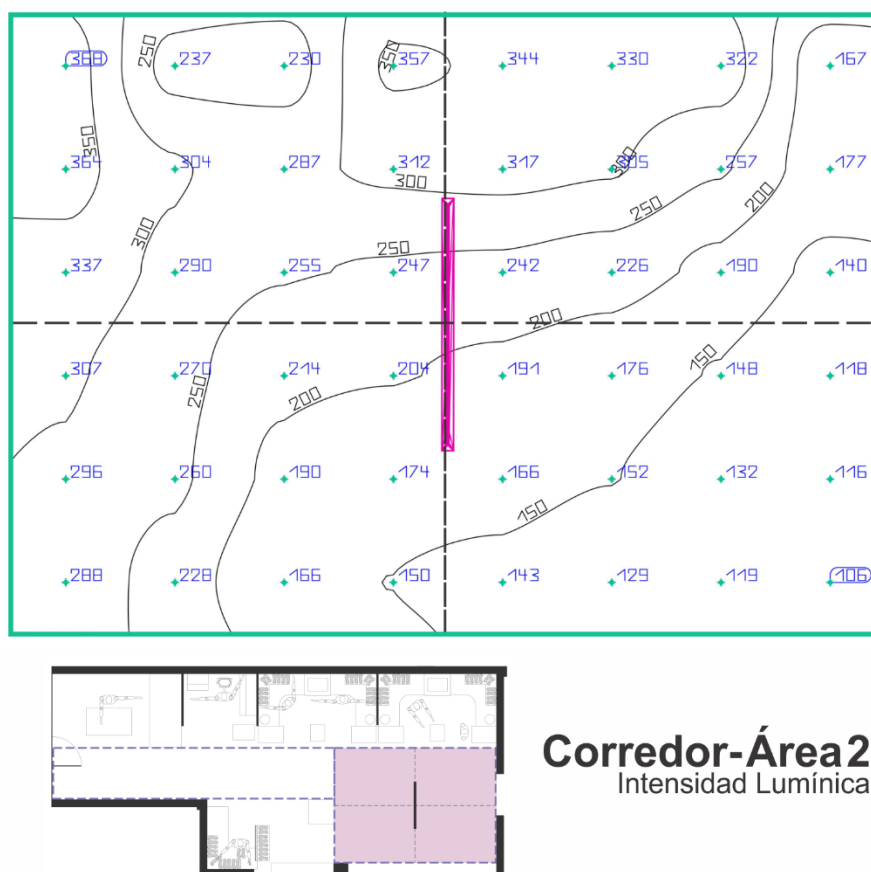


Figura 272.Intensidad lumínica en distintos puntos del Corredor área 2

Fuentes: Dialux

Índice de deslumbramiento unificado

En cuanto índice de Deslumbramiento unificado (UGR), se toma en consideración la altura del plano visual, el cual varía en la zona de trabajo y las áreas de circulación, el primero por estar sentado o semisentado, y el segundo por estar en posición parada (Tabla 127).

Tabla 127. Altura del plano visual según la altura y área

Estatura (m)	Altura del plano visual (m)	
	Área de trabajo	Área de circulación
Min	1,4	1,31
Medio	1,55	1,44
Max	1,69	1,58

Fuentes: Dialux

De los datos obtenidos en el Dialux (Tabla 128), de las distintas alturas y área, ninguno supera el máximo recomendado por la Norma Técnica EM. 010 [15], esto indica que la luminaria instalada es el adecuado para el tipo de actividad realizada, sin provocar deslumbramiento y por ende cansancio visual.

Tabla 128.UGR calculado por Dialux

Área	UGR máx. requerido	UGR calculado		
		Min	Medio	Max
Corte	22	19,5	19,9	20,2
Lijado	22	19,7	20,2	21,3
Montado	22	20,1	20,3	20,2
Empacado	22	19,8	20,4	20,7
Corredor 1	28	18,7	19,1	19,3
Corredor 2	28	20,4	21,6	22,9

Fuentes: Dialux

La nueva distribución de luminarias en el área de producción, vistos en la Figura 273 y el plano AI1 (Figura 274), cumple con los estándares establecidos

para realizar adecuadamente las actividades laborales (Tabla 129), teniendo como resultado un 100% de conformidad.

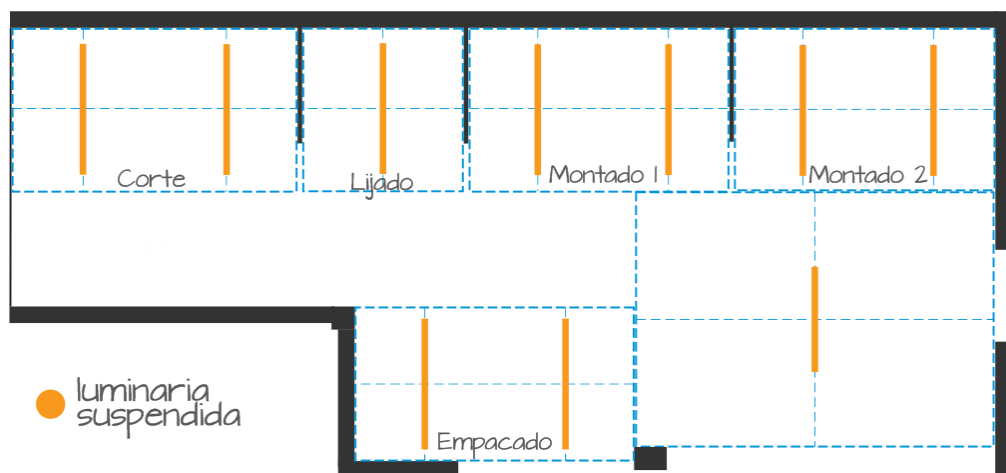


Figura 273. Nueva distribución de las luminarias en el área de producción

Tabla 129. Resultados de intensidad lumínica media en los puestos de trabajo

Puesto de trabajo	Mínimo Requerido (lux)	Método Lúmenes	Resultado Dialux	Conformidad
Corte	500	540	577	✓
Lijado		570	682	✓
Montado		585	573	✓
Empacado		514	507	✓

% Número de puestos que cumplen con el nivel adecuado de iluminación

$$= \frac{\text{Numero de áreas que cumplen con el nivel}}{\text{Numero total de areas estudiadas}}$$

$$= \frac{4}{4} \times 100 = 100\%$$

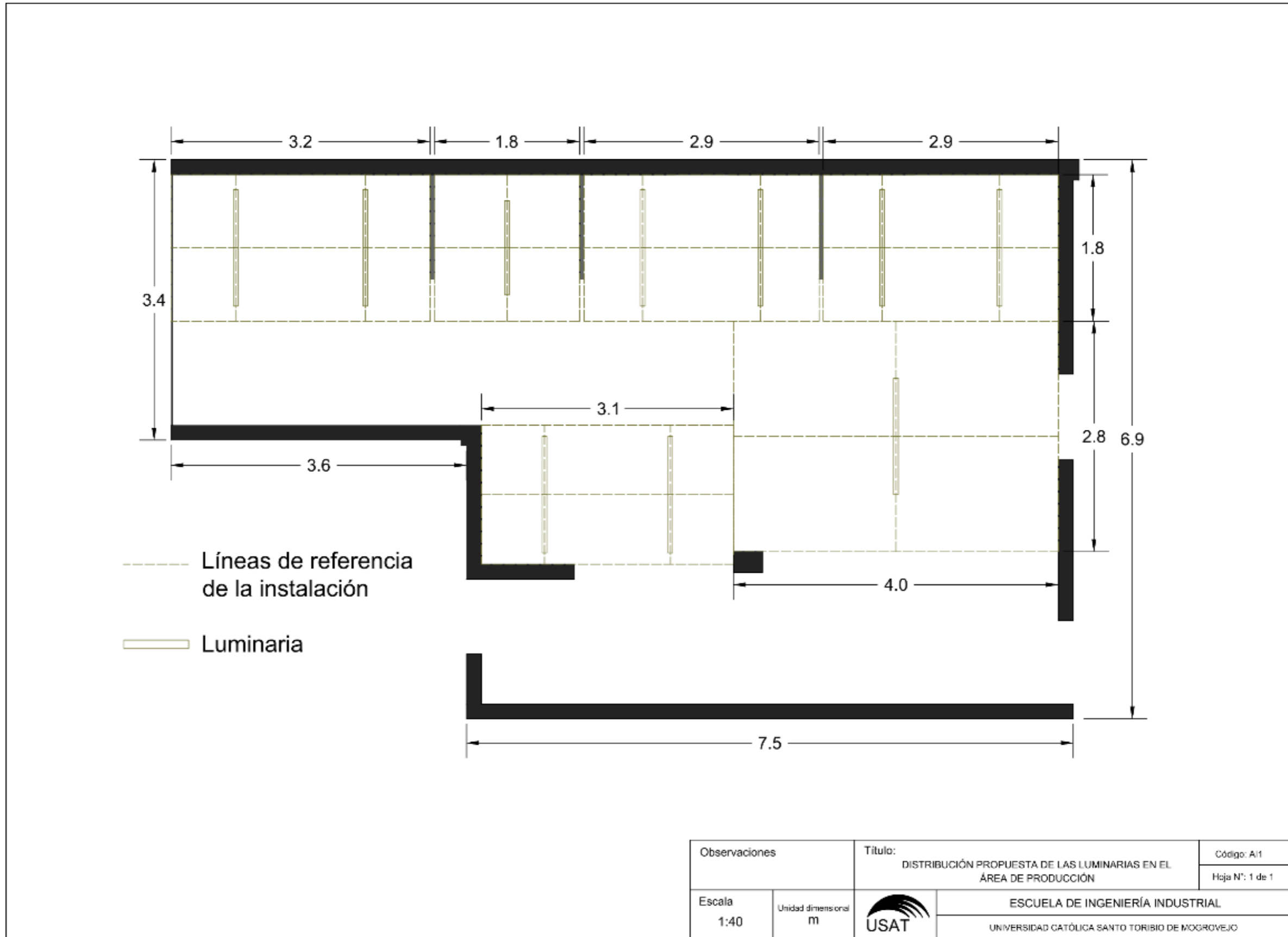


Figura 274. Plano de la distribución actual del área de producción.

3.4.4. Uso de Equipos de protección personal

Para la elección de los equipos de protección se tomó en cuenta los riesgos asociados a cada actividad, tal como se muestra en la Tabla 130.

Tabla 130. Medidas preventivas por actividad

Actividad	Riesgos asociado	Medida preventiva
Corte	Corte de las manos por el uso de cuchilla	Proteger manos
Lijado	Corte de la mano por uso del esmeril	Proteger manos
	Incrustación de residuos particulados en los ojos del operario	Proteger ojos
Montado	Irritación en la piel por el uso de adhesivos	Proteger manos
	Inhalación de productos químicos proveniente de los adhesivos usados para el ensamblado	Proteger vías respiratorias
Acabado	Contactos con la piel con barnices o tintes	Proteger manos

3.4.4.1. Protección de las manos

Para la elección de los equipos de protección se tomó en cuenta los riesgos mecánicos de cada actividad descritos en la Tabla 131.

Tabla 131. Tipo de protección mecánica requerido en cada actividad

Actividad	Riesgo		
	Mecánico	Químico	Térmico
Corte	✓		
Pulido	✓		
Armado 1		✓	
Armado 2			✓
Acabado		✓	

- Riesgo mecánico

Para la elección de los guantes que protegerán las manos de los riesgos mecánicos se tuvo en consideración la norma EN388, cuya numeración indica el tipo y el grado de protección que se brinda al operario, tal como lo describe la Figura 275.

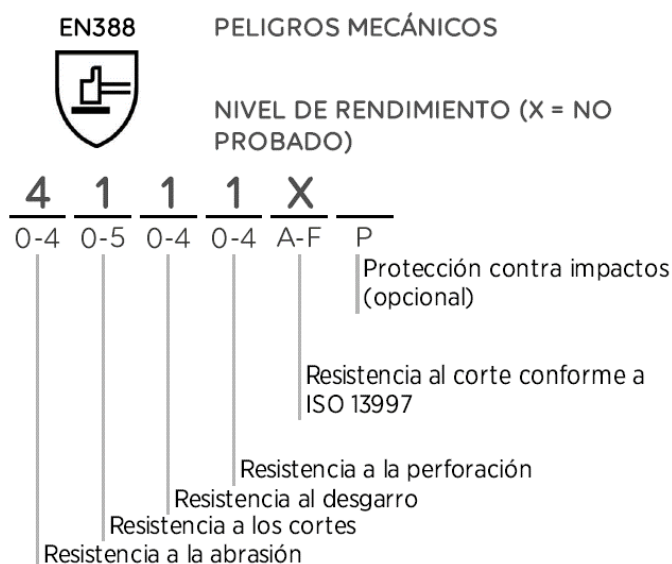



Figura 275. Nivel de rendimiento según la norma EN388

Fuente: www.mapa-pro.com

De este modo, la Tabla 132 muestra la ficha técnica de los guantes que cumple con la protección requerida y facilidad de trabajo.

Tabla 132. Ficha técnica de los guantes de protección mecánica

Ficha Técnica		
	Marca	Mapa Professionnel
	Modelo	Krytech 579
	Tipo de trabajo	De precisión
	Tiempo de uso	Prolongado
	Material	Poliuretano
	Rendimiento de protección EN388	4343B
	Resistencia al corte (ISO 13997)	5,3 N (540 g)

Fuente: www.mapa-pro.com

De la información obtenida de la Figura 275 y la ficha técnica, la Tabla 133 muestra los valores proporcionados por el guante seleccionado. Para la actividad de corte se tiene un nivel 3 de protección y nivel B conforme a ISO 13997, resistiendo hasta 5 Newton; y para la actividad de pulido tiene un nivel 4 de protección, el más alto contra la abrasión.

Tabla 133. Código de protección para las actividades realizadas

Actividad	Código de protección				
	4	3	4	2	B
Corte		x			x
Pulido	x				

- Riesgo químico

Para la elección de los guantes que protegerán las manos de los riesgos químicos se tuvo en consideración la norma EN ISO 374-1, cuyo código en letras (A-T) indica el tipo de producto químico con el que se puede trabajar, tal como se muestra en la Figura 276.

EN ISO 374-1 Type A	EN ISO 374-1 Type B	EN ISO 374-1 Type C
		
UVWXYZ	XYZ	
A Metanol	J n-heptano	
B Acetona	K Sosa cáustica al 40%	
C Acetonitrilo	L Ácido sulfúrico al 96%	
D Diclorometano	M Ácido nítrico 65 %	
E Carbono disulfuro	N Ácido acético 99 %	
F Tolueno	O Amoniaco 25 %	
G Dietilamina	P Peróxido de hidrógeno 30 %	
H Tetrahidrofurano	S Ácido fluorhídrico 40 %	
I Acetato de etilo	T Formaldehído 37 %	

Figura 276. Protección química específica según EN ISO 374-1

Fuente: www.mapa-pro.com

De este modo, la Tabla 134 muestra la ficha técnica de los guantes que cumple con la protección requerida y facilidad de trabajo.

Tabla 134. Ficha técnica de los guantes de protección química

Ficha Técnica		
	Marca	Mapa Professionnel
	Modelo	Optinit 472
	Tipo de trabajo	De precisión
	Tiempo de uso	Prolongado
	Material	Nitrilo
	Protección mecánica	2101X
	Protección EN374-1	Tipo B, JOT
	Principal uso	Industria de carpintería y ebanistería Manipulación de adhesivos de PVC y Barnices

Fuente: www.mapa-pro.com

De la información obtenida de la Figura 276 y la ficha técnica, la Tabla 135 muestra los valores proporcionados por el guante seleccionado para la protección de compuesto químico en especial.

Tabla 135. Código de protección química por actividad

Actividad	Producto químico	Código	Componente químico
Armado 1	Adhesivo PVC	T	Formaldehído: usados en la fabricación de adhesivos
Acabado	Barniz	J	n-heptano: usado para solventes en barnices y pegamentos

- Riesgo térmico

Para la elección de los guantes que protegerán las manos de los riesgos térmico se tuvo en consideración la norma EN 407, cuya numeración

indica el tipo y el grado de protección que se brinda al operario, tal como lo describe la Figura 277.



EN407		PELIGROS TÉRMICOS (CALOR Y FUEGO)	
		NIVEL DE RENDIMIENTO (X = NO PROBADO)	
X	1	X	X
0-4	0-4	0-4	0-4
			Resistencia a las grandes proyecciones de metal en fusión
			Resistencia a las pequeñas proyecciones de metal en fusión
			Resistencia al calor radiante
			Resistencia al calor convectivo
			Resistencia al calor de contacto
			Comportamiento al fuego

Figura 277. Nivel de rendimiento según la norma EN407

Fuente: www.mapa-pro.com

De este modo, la Tabla 136 muestra la ficha técnica de los guantes que cumple con la protección térmica, por ser esta un trabajo no mayor a 100° con calor de contacto, el valor requerido es de 1

Tabla 136. Ficha técnica de los guantes de protección térmica

Ficha Técnica		
 <p>EN388 4111X EN407 X1XXXX</p>	Marca	Mapa Professionnel
	Modelo	TempDex 710
	Tipo de trabajo	De precisión
	Tiempo de uso	Prolongado
	Material	Nitrilo granulado
	Rendimiento de protección EN388	4111X
	Protección térmica EN 407	X1XXXX
	Temperatura máxima de trabajo	150°

Fuente: www.mapa-pro.com

3.4.4.2. Protección de ojos

Solo existe una actividad que requiere protección de los ojos, y se encuentra en el área de lijado, cuyo riesgo físico encaja con la norma EN 166, puesto que el material particulado, al momento del pulido, no supera la velocidad de 45 m/s.

Tabla 137. Ficha técnica de las gafas de seguridad


Ficha Técnica		
	Marca	3M
	Modelo	Gafas de seguridad Maxim™
	Material	Lente de policarbonato Montura de nylon
	Protección	Mecánica
	Rendimiento EN166	Resistencia a impacto de baja energía (45 m/s)
	Principal uso	Fabricación en general Trabajo con madera

Fuente: www.3m.com

3.4.4.3. Protección respiratoria

En las actividades que requieren protección respiratoria, se está expuesto a vapores orgánicos procedentes de los adhesivos.

Tabla 138. Ficha técnica del respirador de seguridad

Ficha Técnica		
	Marca	3M
	Modelo	Respirador 8577
	Composición	Fibra de polipropileno Capa de carbono activado Válvula de exhalación
	Protección	Material particulado Vapores orgánicos

Fuente: www.3m.com

En resumen, la Tabla 139 muestra todos los EPPs seleccionados para cada actividad realizada, siendo el área de armado el que más lo necesita, por contar con 2 operarios.

Tabla 139. Resumen de los EPP seleccionados para cada actividad realizada

Actividad	EPP	Protección	Modelo	Marca	Cant.
Corte	Guantes	Corte	Krytech 579	Mapa Pro	1
Pulido	Guantes	Abrasión	Krytech 579	Mapa Pro	1
	Gafas	Partículas	Maxim™	3M	1
	Guantes	Químicos	Optinit 472	Mapa Pro	2
Armado	Guantes	Calor	TempDex 710	Mapa Pro	2
	Respirador	Vapores	8577	3M	2
Acabado	Guantes	Químicos	Optinit 472	Mapa Pro	1

Para finalizar, la empresa debe contar también con insumo y equipos de bioseguridad en general (Tabla 140).

Tabla 140. Elementos de bioseguridad en general

Elementos de Bioseguridad	
Insumos	Alcohol
	Desinfectantes
Equipos	Pulverizadores
	Dispensador de pie
	Pediluvio
	Mascarilla quirúrgica
	Oxímetro
	Termómetro infrarrojo

3.5. Análisis después de la propuesta

Como resultado de la nueva propuesta, vista en la Tabla 49, el área que crea un cuello de botella, reduce su tiempo promedio de las primeras horas de trabajo, de 54 a 52 min, en la producción de una docena de pares de calzado, es decir 9,2 docenas/día, siendo de este modo el tiempo esperado sin fatiga aparente.

Produccion esperada antes de propuesta = 8,9 docenas/día

Tabla 141. Tiempo esperado por la producción de un lote de 12 pares de calzado después de la propuesta

Actividad (lote)	Tiempo esperado (min./lote)
1°	52
2°	52
3°	52
4°	52
5°	52
6°	52
7°	52

De todo esto se deduce que la productividad de M.O. esperada resultaría 4.6 docenas/ días-operario

$$\text{Producción esperada} = \frac{1 \text{ docena}}{52 \text{ min.}} \times \frac{60 \text{ min.}}{\text{h}} \times \frac{8 \text{ h}}{\text{días}} = \mathbf{9.2 \text{ docenas/día}}$$

$$\text{Productividad M. O. esperada} = \frac{9.23 \text{ docenas/día}}{2 \text{ operarios}} = 4,6 \text{ docenas/ día -operario}$$

Tomando en cuenta la información proporcionada por la empresa sobre la demanda no atendida en el año 2019 y los nuevos indicadores después de la propuesta, tenemos un nuevo indicador de productividad económica.

$$\text{Productividad económica} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Costo total de producción}}$$

❖ Costo de materia prima (CMP)

Teniendo en cuenta los datos de la Tabla 42, proporcionados por la empresa, sobre la cantidad de pedidos no atendidos, y el costo de materia de prima por la fabricación de una docena de sandalias (Tabla 26), un total de **69 soles/docena**; se obtiene un costo total de **169 671 soles/año** (Tabla 142).

Tabla 142. Costo mensual de la materia prima para la producción de sandalias del año 2019

Mes	Producción mensual (docenas)	Costo MP (soles/mes)
Enero	216	14 904
Febrero	212	14 628
Marzo	200	13 800
Abril	198	13 662
Mayo	212	14 628
Junio	196	13 524
Julio	177	12 213
Agosto	202	13 938
Septiembre	190	13 110
Octubre	221	15 249
Noviembre	222	15 318
Diciembre	213	14 697
Total	2 459	169 671

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

❖ Costo de mano de obra (CMO)

Para producir la demanda no atendida (Tabla 42), se tuvo en cuenta el tipo de pago que se le da a cada operario visto en la Tabla 28, donde solo la actividad de costura es tercerizado, y el costo es por docena procesada.

Para actividades como el montado, la Tabla 143 muestra el tiempo requerido para la producción mensual de sandalias para damas en el año 2019, en el área de montado

Tabla 143. Tiempo requerido para la producción mensual de sandalias para damas en el año 2019 en el área de montado

Mes	Producción mensual (unidades/mes)	Producción diaria (unidades/día)	Tiempo requerido (días/mes)
Enero	2 592	110	23,5
Febrero	2 544	110	23
Marzo	2 400	110	21,7
Abril	2 376	110	21,5
Mayo	2 544	110	23
Junio	2 352	110	21,3
Julio	2 124	110	19,2
Agosto	2 424	110	22
Septiembre	2 280	110	20,7
Octubre	2 652	110	24
Noviembre	2 664	110	24,1
Diciembre	2 556	110	23,2

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

La Tabla 144 muestra el costo mensual para el armado de sandalias para damas en el año 2019, del área de montado 1, siendo un total de 116 soles el coste por día, puesto que son 2 operarios.

Tabla 144. Costo mensual de la mano de obra para el montado de sandalias para damas del año 2019.

Mes	Tiempo requerido (días/mes)	Costo de MO (soles/día)	Costo MO del montado (soles/mes)
Enero	23,5	116	2 723
Febrero	23	116	2 673
Marzo	21,7	116	2 522
Abril	21,5	116	2 497
Mayo	23	116	2 673
Junio	21,3	116	2 471
Julio	19,2	116	2 232
Agosto	22	116	2 547
Septiembre	20,7	116	2 396
Octubre	24	116	2 787
Noviembre	24,1	116	2 799
Diciembre	23,2	116	2 686
Total	267.3	1 392	31 005

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

El costo total de mano de obra en el área de montado 1, de la producción de sandalias para damas es un total de **31 005 soles/año**.

Para los operarios del área de cortado, lijado y empacado (CLE), tiene un sueldo mínimo mensual de 930 soles/mes, y el costo para la sandalia para damas es correspondiente a un **67%** de la producción total (Tabla 25), puesto que ellos realizan sus actividades para ambas líneas de producción.

Los costos correspondientes a la costura, es de 25 soles por docena, y es realizado por personal ajenos a la empresa.

La Tabla 145 muestra el costo mensual en mano de obra para la fabricación de sandalias para damas, realizados por operarios de ambas líneas (CLE); y a su vez los costos mensuales de mano de obra por destajo (costura) .

Tabla 145. Costo mensual en mano de obra de otros procesos, para la producción de sandalias para dama del año 2019.

Mes	Producción (docena/mes)	Costo en mano de obra CLE (soles/mes)	Costo en MO por costura (soles/mes)
Enero	176	2 050	5 400
Febrero	174	2 083	5 300
Marzo	162	1 812	5 000
Abril	160	1 776	4 950
Mayo	172	1 848	5 300
Junio	156	1 905	4 900
Julio	144	1 983	4 425
Agosto	162	1 991	5 050
Septiembre	150	1 803	4 750
Octubre	179	1 824	5 525
Noviembre	182	1 735	5 550
Diciembre	180	1 733	5 325
Total	1997	22 544	61 475

Fuente: Calzados Scarletty E.R.I.L

El costo total de la mano de obra para la fabricación de sandalias para damas, realizados por operarios de ambas líneas (CLE) es de **22 544 soles/año**, mientras en obra por costura es de **61 475 soles/año**.

Con los datos obtenidos se calcula el costo total de mano de obra del año 2019, donde el costo total anual es de **115 023,5 soles/año** (Tabla 146).

Tabla 146. Costo mensual de la mano de obra para la producción de sandalias del año 2019.

Mes	Producción mensual (docenas)	Costo MO (soles/mes)
Enero	216	10 173
Febrero	212	10 056
Marzo	200	9 333
Abril	198	9 223
Mayo	212	9 821
Junio	196	9 277
Julio	177	8 640
Agosto	202	9 588
Septiembre	190	8 949
Octubre	221	10 136
Noviembre	222	10 084
Diciembre	213	9 743
Total	2 459	115 023,5

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

❖ Costo indirecto de fabricación

Para los costos indirectos de fabricación, en cuanto a los datos proporcionados por la empresa sobre los costos energéticos, visto en la Tabla 33, y precio contratado por la empresa, 0,4543 soles/kWh., después de la propuesta hay una modificación en la cantidad y tipo de luminarias, pasando de 225W en su totalidad a 195,2W, tal como se muestra en la Tabla 147.

Tabla 147. Potencia eléctrica de la nueva luminaria propuesta

Flujo Luminoso	Potencia	Cantidad
3400 lm	25W	1
2900 lm	19,4W	8
1500 lm	15W	1
Total	195,2W	

Fuente: www.lighting.philips.com.pe/

De este modo, como se observa en la Tabla 148, el costo indirecto de fabricación del año 2019, es de **581,4 soles/año**.

Tabla 148. Costos indirectos de la producción de sandalias del año 2019

Mes	Producción mensual (docenas)	CIF (soles/mes)
Enero	216	49,5
Febrero	212	49,5
Marzo	200	48
Abril	198	47,8
Mayo	212	48,6
Junio	196	48,3
Julio	177	48
Agosto	202	48,8
Septiembre	190	47,7
Octubre	221	48,7
Noviembre	222	48,4
Diciembre	213	48,1
Total	2 459	581,4

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

Finalmente, como se observa en la Tabla 35, el costo total de producción del año 2019 satisfaciendo las demandas, es de **288 101,2 soles/año**.

Tabla 149. Costo total de producción del año 2019, de las sandalias para damas de la Calzados Scarlett E.R.I.L

Recursos	Costo total en producción (soles/año)
Materia prima	169 671
Mano de obra	115 023
CIF	581,4
Total anual	285 275,9

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

De los datos obtenidos, el costo de producción unitaria de las sandalias para damas es de 10,1 soles/unidad.

$$\text{Costo de producción unitaria} = \frac{\text{Costo de producción total}}{\text{Unidades producidas}}$$

$$\text{Costo de producción unitaria} = \frac{285\,275,9 \text{ (soles/año)}}{29\,508 \text{ (unidades/año)}}$$

$$\text{Costo de producción unitaria} = 9.7 \text{ soles/unidad}$$

Puesto que el precio de venta de la sandalias para damas es de 180 soles/docena, la Tabla 150 muestra el ingreso en ventas mensuales del año 2019, cuyo total es de **442 620 soles/año**.

Tabla 150. Ingresos en ventas mensuales del año 2019, en la producción de de sandalias para damas

Mes	Producción mensual (docena/mes)	Precio por docena	Ingresos (soles/mes)
Enero	216	180	38 880
Febrero	212	180	38 160
Marzo	200	180	36 000
Abril	198	180	35 640
Mayo	212	180	38 160
Junio	196	180	35 280
Julio	177	180	31 860
Agosto	202	180	36 360
Septiembre	190	180	34 200
Octubre	221	180	39 780
Noviembre	222	180	39 960
Diciembre	213	180	38 340
Total	2 459	2 160	442 620

Fuente: Calzados Scarlett E.R.I.L

De este modo, la productividad económica del 2019 satisfaciendo las demandas no atendidas es de **1,53 soles** por recurso total empleado, lo que viene a ser una utilidad de S./ 0,53 por cada S./ 1,00 invertido.

$$\text{Productividad económica} = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Costo total de producción}}$$

$$\text{Productividad económica} = \frac{442\,620 \text{ (soles/años)}}{285\,275,9 \text{ (soles/año)}}$$

$$\text{Productividad económica} = 1,55 \text{ soles}$$

❖ Nuevos indicadores después de la propuesta

Tabla 151. Indicadores de producción y productividad, después de la propuesta

Indicadores Nuevos	
Producción esperada	9,2 docena/día
Productividad esperada en el área de montado	4,6 docena/día-operario
Productividad económica	1,55 soles

Tabla 152. Indicadores que causan baja productividad después de la propuesta

Indicadores Nuevos		
Postura ergonómicas	% Número de puestos que cumplen con las posturas adecuadas	50%
Distribución del lugar del trabajo	% Número de desplazamientos con disposición adecuados de los elementos	47%
Iluminación adecuada	% Número de puestos que cumplen con el nivel adecuado de iluminación	0%

Después de la propuesta, los indicadores de producción y productividad tendrían un incremento de 22,8% y 23,9 % respectivamente (Tabla 153).

Tabla 153. Comparación de indicadores de producción y productividad, actuales y nuevos

	Indicadores Actual	Indicadores nuevos	Δ	$\Delta\%$
Producción real	7,1 docena/día	9,2 docena/día	2,1	22,8%
Productividad real en el área de montaje	3,5 docena/día-operario	4,6 docena/día-operario	1,1	23,9%
Productividad económica	1,48 soles	1,55 soles	0,07	4,5%

Después de determinar la nueva propuesta se ve una notable mejora en los indicadores causantes de la baja productividad, a un 100% cada uno (Tabla 154).

Tabla 154. Comparación de indicadores que causan baja productividad, actuales y después de la propuesta

	Indicadores	Actual	Propuesta
Postura ergonómicas	% Número de puestos que cumplen con las posturas adecuadas	50%	100%
Distribución del lugar del trabajo	% Número de desplazamientos con disposición adecuados de los elementos	47%	100%
Iluminación adecuada	% Número de puestos que cumplen con el nivel adecuado de iluminación	0%	100%

3.6. Análisis costo beneficio

3.6.1. Beneficio

La Tabla 155 un resumen de los beneficios económicos por atender la demanda anual, siendo un total de S/. 157 344 al año, en utilidad.

Tabla 155. Beneficios económicos de atender la demanda anual, en la fabricación de sandalias para damas

Demanda anual atendida	
Producción total	29 508 unidades/año
Costo de producción	285 276 soles/año
Ingreso anual	442 620 soles/año
Utilidad anual	157 344 soles/año

3.6.2. Inversión en la propuesta de mejora

A continuación, se describirá la inversión total en la propuesta de mejora, en la incluye los costos en implementación de módulos, sillas ergonómicas, luminarias y equipos de protección personal.

La Tabla 156 muestra la inversión total en la fabricación de módulos e implementación de equipos para distribución de los nuevos puestos de trabajo, siendo un total de S/. 7 460.

Tabla 156. Inversión en módulos para la distribución de los puestos de trabajo

Área	Mueble	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Corte	Mesa de ángulo regulable	S/. 890	1	S/. 890
	soporte giratorio	S/. 100	1	S/. 100
Lijado	Estantería móvil	S/. 200	1	S/. 200
	Estantería estática	S/. 320	1	S/. 320
	Pedestal altura regulable	S/. 280	1	S/. 280
Montado	Mesas altura regulable	S/. 1,500	2	S/. 3 000
	Estantería	S/. 300	2	S/. 600
Empacado	Mesa altura regulable	S/. 1,500	1	S/. 1 500
	Carrito	S/. 220	1	S/. 220
En general	Pared divisora	S/. 350	1	S/. 350
Total				S/. 7 460

La Tabla 157 muestra la inversión total en la implementación de sillas ergonómicas en los nuevos puestos de trabajo, siendo un total de S/. 3 830.

Tabla 157. Inversión en sillas ergonómicas para la mejora de posturas de los operarios en los puestos de trabajo

Tipo de silla	Precio unitario	Cantidad	Precio total
Banqueta semisentado con respaldos-913	S/. 527	2	S/. 1 054
Silla semisentado semisititting	S/. 1,388	2	S/. 2 776
Total			S/. 3 830

La Tabla 158 muestra la inversión total en la implementación de las luminarias en los nuevos puestos de trabajo, siendo un total de S/. 3 278.

Tabla 158. Inversión en luminaria para reducir la fatiga visual en los puestos de trabajo

Tipo de Luminaria	Precio unitario	Cantidad	Precio total
KeyLine suspendida SM350C	S/. 359,9	1	S/. 359,9
TrueLine suspendida SP532P	S/. 329	8	S/. 2 632
TrueLine suspendida SP531P	S/. 285,9	1	S/. 285,9
Total			S/. 3 277,8

En cuanto a los equipos de protección personal y bioseguridad, como se muestra en la Tabla 159 y Tabla 160, los costos de implementación anual son de S/. 1 589 y S/. 2 109, respectivamente. Donde describe las cantidades y los periodos de uso de los diferentes elementos.

Tabla 159. Inversión en equipo de protección personal

EPP	Modelo	Precio unitario	Cantidad	Periodo	Costo total anual
Guantes anti corte y abrasión	Krytech 579	S/. 40	2	Semestral	S/. 160
Guantes contra químicos	Optinit 472	S/. 7,5	3	Mensual	S/. 270
Guantes contra calor	TempDex 710	S/. 27,5	2	Semestral	S/. 110
Gafas partículas	Maxim™	S/. 9	1	Anual	S/. 9
Respirador contra vapores orgánico	Respirador 8577	S/. 5	2	Trisemanal	S/. 1 560
Total					S/. 2 109

Tabla 160. Inversión en equipo de bioseguridad

Productos	Precio unitario	Periodo	Costo total anual
Alcohol (1 litro)	S/. 9,5	Quincenal	S/. 228
Desinfectantes	S/. 2	Mensual	S/. 24
Pulverizadores	S/. 2,5	Semestral	S/. 5
Dispensador de pie	S/. 150	Anual	S/. 150
Pediluvio	S/. 60	Anual	S/. 60
Mascarilla quirúrgica	S/. 15	Quincenal	S/. 360
Oxímetro	S/. 100	Anual	S/. 100
Termómetro infrarrojo	S/. 120	Anual	S/. 120
Total			S/. 1 047

La Tabla 161 muestra inversión total para la mejora de la productividad, en Calzados Scarletty E.R.I.L, el cual sería S/. 19 224 en el primer año de implementación del proyecto.

Tabla 161. Resumen de la inversión total

Items	Precio
<u>Inversión</u>	
Módulo de trabajo	S/. 7 460
Sillas Ergonómicas	S/. 3 830
Iluminaria	S/. 3 278
<u>Gastos</u>	
EPP	S/. 2 109
Equipo de bioseguridad	S/. 1 047
Capacitaciones	S/. 1 500
Total	S/. 19 224

3.6.3. Préstamo

Puesto que la inversión total será 100% financiada bajo préstamo, a una tasa efectiva anual de 10%, en un periodo de 5 años, la cuota fija por año sería de S/. 5 071 (Tabla 162).

Tabla 162. Cuota fija anual del préstamo

Año	Capital	Intereses	Cuota fija
1	S/. 3 149	S/. 1 922	S/. 5 071
2	S/. 3 464	S/. 1 607	S/. 5 071
3	S/. 3 810	S/. 1 261	S/. 5 071
4	S/. 4 191	S/. 880	S/. 5 071
5	S/. 4 610	S/. 461	S/. 5 071

Con una inflación de 3% (proyección del BCRP) y un riesgo de inversión alto de 10%, la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR) es de 13%.

Tabla 163.Evaluación costo-Beneficio

INGRESOS	0	1	2	3	4	5
ventas		S/. 442 620	S/. 442 620	S/. 442 620	S/. 442 620	S/. 442 620
ingresos totales		S/. 442 620	S/. 442 620	S/. 442 620	S/. 442 620	S/. 442 620
EGRESOS						
Costo de producción		S/. 285 276	S/. 285 276	S/. 285 276	S/. 285 276	S/. 285 276
<u>Inversión</u>						
Módulo de trabajo	S/. 7 460					
Sillas Ergonómicas	S/. 3 830					
Iluminaria	S/. 3 278					
<u>Gastos</u>						
EPP	S/. 2 109	S/. 2 109	S/. 2 109	S/. 2 109	S/. 2 109	S/. 2 109
Equipo de bioseguridad	S/. 1 047	S/. 1 047	S/. 1 047	S/. 1 047	S/. 1 047	S/. 1 047
Capacitaciones	S/. 1 500	S/. 1 500	S/. 1 500	S/. 1 500	S/. 1 500	S/. 1 500
Gastos financieros		S/. 5 071	S/. 5 071	S/. 5 071	S/. 5 071	S/. 5 071
Egresos totales	S/. 19 224	S/. 295 003	S/. 295 003	S/. 295 003	S/. 295 003	S/. 295 003
Utilidad Bruta	-S/. 19 224	S/. 147 617	S/. 147 617	S/. 147 617	S/. 147 617	S/. 147 617
Impuestos		S/. 44 285	S/. 44 285	S/. 44 285	S/. 44 285	S/. 44 285
UTILIDAD NETA	-S/. 19 224	S/. 103 332	S/. 103 332	S/. 103 332	S/. 103 332	S/. 103 332

VAN	S/. 344 217,9	TIR	537%	B/C	S/. 16,91
-----	---------------	-----	------	-----	-----------

De la Tabla 163, el valor actual neto (**VAN**), derivado de los datos obtenidos del flujo de caja, tiene un valor de S/. 344 218, siendo superior a cero, lo que indica que la propuesta es viable.

Por otro lado, la tasa interna de retorno (**TIR**), cuyo valor es de 537%, es superior al TMAR (13%), demostrando de este modo que la inversión es rentable.

El índice de beneficio/costo (**B/C**), cuyo resultado de la relación es mayor a 1; nos indica que por cada sol invertido se obtiene un beneficio de 16,9 soles.

De este modo, podemos concluir que la inversión de mejora en los puestos de trabajo de Calzados Scarletty E.R.I.L, es económicamente viable y rentable.

IV. Conclusiones

Se concluye, de estudio de investigación, que la implementación de diseño de puestos de trabajo en el proceso productivo de la empresa de calzado Scarletty E.I.R.L., incrementaría la productividad en un 23,9%.

En el diagnóstico se evidenció la necesidad de cambios en los espacios de trabajo ya que no favorecían a los operarios que lo ocupaba y por ende a la productividad de la empresa. Los resultados de los aspectos analizados, tales como posturas ergonómicas, disposición de los elementos e iluminación, en comparación con las normas establecidas, evidenciaron una deficiencia de 50%, 53% y 100% respectivamente.

El diseño de puesto de trabajo ayudaría a mejorar las condiciones de trabajo aun 100% respectivamente, en posturas, iluminación y desplazamientos; de esta última eliminando viajes largos de una actividad a otra, reduciendo el tiempo promedio de los primeros lotes producidos en el área que crea un cuello de botella, en un 3,7 % por cada docena de pares montadas. Considerando que la fatiga se reducirá al promedio de las horas trabajadas, la productividad real y económica se incrementaría en un 23,9% y 4,5%, respectivamente.

Finalmente, la empresa invertirá S/. 19 224, consiguiendo un VAN de S/. 344 218 y un TIR de 537%, mostrando que es rentable y viable la aplicación de dicha propuesta.

V. Recomendaciones

Para futuras investigaciones se recomienda ahondar en la evaluación de la calidad del aire de los puestos de trabajo que lo requieran.

En la evaluación de posturas ergonómicas, se recomienda hacer uso de software de simulación, para ser comparados con los resultados iniciales.

Se recomienda hacer uso de otros métodos de evaluación ergonómica, para compararlo con el usado en la investigación.

Se recomienda hacer un análisis de la temperatura ambiente, y en qué medida afecta al desempeño el calor proveniente de los hornos reactivadores, en el área de montado.

VI. Referencias

- [1] C. Sánchez Rosero, C. Rosero Mantilla, R. Galleguillos Pozo y E. Portero, «Evaluación de los factores de Riesgos Músculo-Esqueléticos en área de montaje de Calzado,» Ciencia UNEMI, vol. 10, nº 22, pp. 69-80, 2017.
- [2] C. Espín y R. Vélez Sánchez, «Evaluación de factores de riesgo ergonómico y su incidencia en la salud de los trabajadores del taller de mantenimiento de motores de combustión interna de una empresa de prestación de servicios petroleros,» Boletín Redipe, vol. 6, nº 6, pp. 153-160, 2017.
- [3] R. Oribe Escoto, «Estudio ergonómico de puestos de producción en una cooperativa hortofrutícola,» Valencia, 2017.
- [4] P. A. Morillas Siccha, «Evaluación ergonómica de las actividades del fraccionamiento de alimentos en el área de almacén del programa social,» Trujillo, 2015.
- [5] L. Á. Téllez Chavarro, M. N. Maldonado Jara, N. Peña Bernal y J. M. Tovar Martínez, «Diseño de puesto de trabajo para la fabricación de eslingas de cable de acero,» Revista de la Universidad Industrial de Santander. Salud, vol. 47, nº 1, pp. 33-40, 2015.
- [6] M. Mancera Fernández, M. T. Mancera Ruíz y M. R. Mancera Ruíz, Seguridad e higiene industrial : gestión de riesgos, Bogotá: Alfaomega, 2012.
- [7] F. Rescalvo Santiago, Ergonomía y salud, Junta de Castilla y León, 2004.
- [8] C. Ramirez Cavassa, Ergonomía y Productividad, México: Limusa, 2013.
- [9] L. C. Palacios Acero, Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos, Madrid: Starbook, 2014.
- [10] B. W. Niebel y A. Freivalds, Ingeniería industrial de Niebel : métodos, estándares y diseño del trabajo, México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana, 2014.
- [11] S. Asensio Cuesta, M. J. Bastante Ceca y J. A. Diego Más, Evaluación ergonómica de puestos de trabajo, Madrid: Paraninfo, 2012.

- [12] R. Vásquez Sobarzo, «Revista HSEC,» Abril 2015. [En línea]. Available: <http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=627&edi=28>. [Último acceso: 8 Febrero 2019].
- [13] «Ergoibv,» 30 Diciembre 2015. [En línea]. Available: <http://www.ergoibv.com/blog/metodo-reba-evita-las-lesiones-posturales-2/>. [Último acceso: 8 Febrero 2019].
- [14] A. Caso Neira, Técnicas de medición del trabajo, Madrid: Fundación Confemetal, 2006.
- [15] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú, «Norma Técnica EM.010 Instalaciones eléctricas interiores del Reglamento Nacional de Edificaciones,» 11 marzo 2019. [En línea]. Available: http://dataonline.gacetajuridica.com.pe/gaceta/admin/elperuano/1232019/12-03-2019_SE_RM-083-2019-VIVIENDA.pdf.
- [16] Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social de Argentina, «Protocolo para medición de la iluminación en el ambiente laboral,» 25 enero 2012. [En línea]. Available: <https://www.argentina.gob.ar/srt/prevencion/publicaciones/protocolos/iluminacion>.
- [17] J. Pajuelo Ramirez, «El retardo en el crecimiento en el Perú,» Enero 2016. [En línea]. Available: <https://www.nestle.com.pe/sites/g/files/pydnoa276/files/nestle-en-la-sociedad/para-las-personas-y-familias/nutricion-salud-y-bienestar/nutrigroup/documents/publicaciones%20cientificas%20-%20libro%20dr%20pajuelo.pdf>. [Último acceso: Octubre Octubre 2019].
- [18] D. Arellano y J. Yáñez Mendiola, «Mediciones antropométricas sin contacto a partir de fotografías,» CONCYTEG, n° 48, pp. 669-673, 2009.
- [19] Ö. De Pedro González y M. Gómez Fernández, Ergonomía 4. El trabajo en oficinas, Barcelona: Edicions UPC, 2001.
- [20] J. Keegan, «Alterations of the lumbar curve related to posture and seating,» The Journal of Bone & Joint Surgery, vol. 35, pp. 589-603, 1953.

- [21] D. Harrison, S. Harrison, A. Croft, D. Harrison y S. Troyanovich, «Sitting Biomechanics Part I: Review of the Literature,» *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, vol. 22, n° 9, pp. 594-609, 1999.

VII. Anexos

Anexo 1. Análisis del número de observaciones en el proceso

Actividades	Muestra					Numero de observaciones
	1	2	3	4	5	
Etapa de corte						
Traslado de las planchas	0,86	0,75	0,78	0,76	0,82	4
Cortado de planchas	0,61	0,53	0,48	0,47	0,5	15
Corte de piezas	18,33	17,2	17,8	20,1	18,4	4
Empacado y etiquetado de piezas	1,28	1,03	1,2	1,08	1,22	10
Etapa de Lijado						
Traslado de piezas armadas	0,24	0,3	0,25	0,22	0,26	17
Lijado de suela	5,38	6,12	5,22	6,94	6,17	17
Lijado de tira	6,22	5,888	6,54	6,1	5,89	2
Preparar piezas para el area de montado	1,05	0,95	1,07	0,92	1,03	5
Traslado Material al área de montado	0,14	0,13	0,14	0,17	0,14	14
Etapa de Montado						
Pre-montado (tira +suela)	5,92	5,42	6,01			3
Agregado de pegamento a tira	6,22	6,3	6,11	6,11	6,53	1
1° montado (tira + suela)	20,82	21,3	20,81	21,11	21,93	1
Agregado de pegamento a la suela	6,52	5,2	6,31	5,21	5,13	18
2° Montado (Tira + suela +plantilla)	6,92	6,8	7,11	6,31	6,73	2
Caminar hacia prensa	1,32	1,2	1,21	1,31	1,53	13
Prensado	1,82	1,9	2,01	2,11	2,03	4
Caminar al área de montaje	1,32	1,5	1,21	1,31	1,53	13
Terminar	4,22	4,7	4,31	5,11	4,33	9
Traslado a estantería	0,25	0,28	0,22	0,29	0,26	14
Etapa de empacado						
Trasladar a la mesa de empacado	0,33	0,27	0,33	0,27	0,3	36
Etiquetado	9,2	7,6	10	9,6	8,8	13
Envasado	9,2	7,6	10	9,6	8,8	13
Empacado	0,32	0,29	0,33	0,3	0,28	6
Traslado a almacén	0,83	0,75	0,78	0,76	0,82	3

Anexo 2. Detalles de sillas ergonómicas giratorias, escogidas para la propuesta.



SILLA ERGONOMICA ALTA PARA POSTURA SEMISENTADO ASYNCRON

Silla alta para posición semisentado (ángulo entre tronco y piernas de unos 135°), ergonómica y ajustable. Asiento y respaldo regulables en altura. Ángulo de asiento fijo con inclinación dentro del intervalo recomendado para esta postura según estudio del IBV. El asiento es ergonómico, con formas suaves, acolchado y tapizado. Ruedas autofrenantes o tacos de apoyo a elegir. Diversos acabados en tapicería resistente para entorno laboral. Aro reposapiés en aluminio o aluminio pulido. Base de cinco apoyos en dos diámetros y en aluminio, aluminio pulido y poliamida.

Marca  






LINEA
INDUSTRY

BANQUETA SEMI-SENTADO


WS - 913

www.digitador.cl

BANQUETA SEMI-SENTADO WS - 913 DE DIGITADOR, fue diseñado con la finalidad de proporcionar descanso a los miembros inferiores, durante trabajos que involucren tareas de pie y sentado. Su inclinación de 12° proporciona una postura adecuada de la zona lumbar y de las piernas, brindando al trabajador descanso y comodidad durante su jornada. No utilizar con el asiento en la posición plana (0°).



- Equipamento fabricado con estructura tubular metálica inoxidable con sistema de ajuste de altura a través del deslizamiento y enganche a través de clavija.
- Fabricado con el respaldo fijado asiento regulando de este modo un sólo proceso.
- La altura puede variar desde 55,2 cm a 77,5 cm.
- Diseñado para personas de 1.50 m hasta 2 m de estatura.
- Posee niveladores antideslizantes adecuado para su uso en zonas húmedas.
- Ángulo del respaldoado del asiento 102°



- Estructura: Acero al carbono tubular de metal 1010/1020 diámetro 1"
- Asiento y respaldo: estructura de madera cubierta de poliuretano con tratamiento ignífugo.
- Nivelador: Antideslizante.

Anexo 3. Norma legal, para iluminación en interiores.

REQUISITOS MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN

1. VIVIENDA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
1.1	Zona privada					
	Dormitorio	50				
	Baño	100				
	Baño (zona de espejo)	500				
	Cocina	300				
	Sala, Sala de estar	100				
	Comedor	100				
	Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares)	500				
	Patios, zonas abiertas	20				
	Estacionamientos bajo techo	50				
1.2	Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación)					
	Vestíbulos de entrada	100	22		60	
	Salas de estar (pública)	200	22		80	
	Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,40	40	1 Iluminancia al nivel del suelo 2 Ra y UGR similares a áreas adyacentes 3 150 lux si hay vehículos en el recorrido 4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche 5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones

4. INDUSTRIA						
Nº ref.	Tipo de interior, tarea o actividad	Em lux	UGR _L	U _o	R _s	Requisitos específicos
	Túneles, galerías subterráneas					En los primeros ochenta (80) metros de la bocamina se deben instalar fluorescentes de 36W espaciados, por lo menos cada cinco (05) metros
4.9	Cuero y artículos de cuero					
	Trabajo en cubas, toneles, fosos	200	25	0,40	40	
	Descarnado, raspado, frotado (pulido), tambor de limpieza de pieles	300	25	0,40	80	
	Trabajo de talabartería, fabricación de calzado, punteadora, cosido, pulido, conformado, corte, punzonado	500	22	0,60	80	
	Clasificación	500	22	0,60	90	4 000 K ≤ T _{CP} ≤ 6 500 K

Anexo 4. Catalogo virtual de Philips

Selección de Luminaria - Photometric Database 2021-02-16

PHILIPS [Base de Datos](#) | [Actualizar](#) Spanish

Elegir tipo de luminaria Modo de Selección Visual Individual Múltiple

[Entrada de la base de datos](#) [Entrada de Archivo](#)

Filtro

Código: SP532P

Interior Exterior

Include: Non CLO CLO

Color preferido

Carcasa: SP532P PSD L1130, SP532P PSD L1410

Difusor: OC

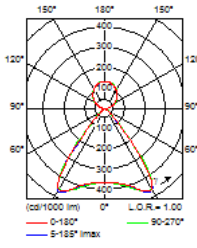
Nr. De Lámparas + Nombre Lámpara: 1 X LED49S/930, 1 X LED49S/940, 1 X LED58S/940, 1 X LED66S/940, 1 X LED77S/930, 1 X LED77S/940

Invert Invert Invert

10 Luminaria(s) Seleccionada(s)

SP532P PSD L1130 1 xLED21S/940 OC
 SP532P PSD L1130 1 xLED36S/940 OC
 SP532P PSD L1130 1 xLED49S/930 OC
 SP532P PSD L1130 1 xLED49S/940 OC
 SP532P PSD L1130 1 xLED58S/940 OC
 SP532P PSD L1410 1 xLED29S/940 OC
 SP532P PSD L1410 1 xLED47S/940 OC
 SP532P PSD L1410 1 xLED66S/940 OC
 SP532P PSD L1410 1 xLED77S/930 OC
 SP532P PSD L1410 1 xLED77S/940 OC

Especificaciones Técnicas



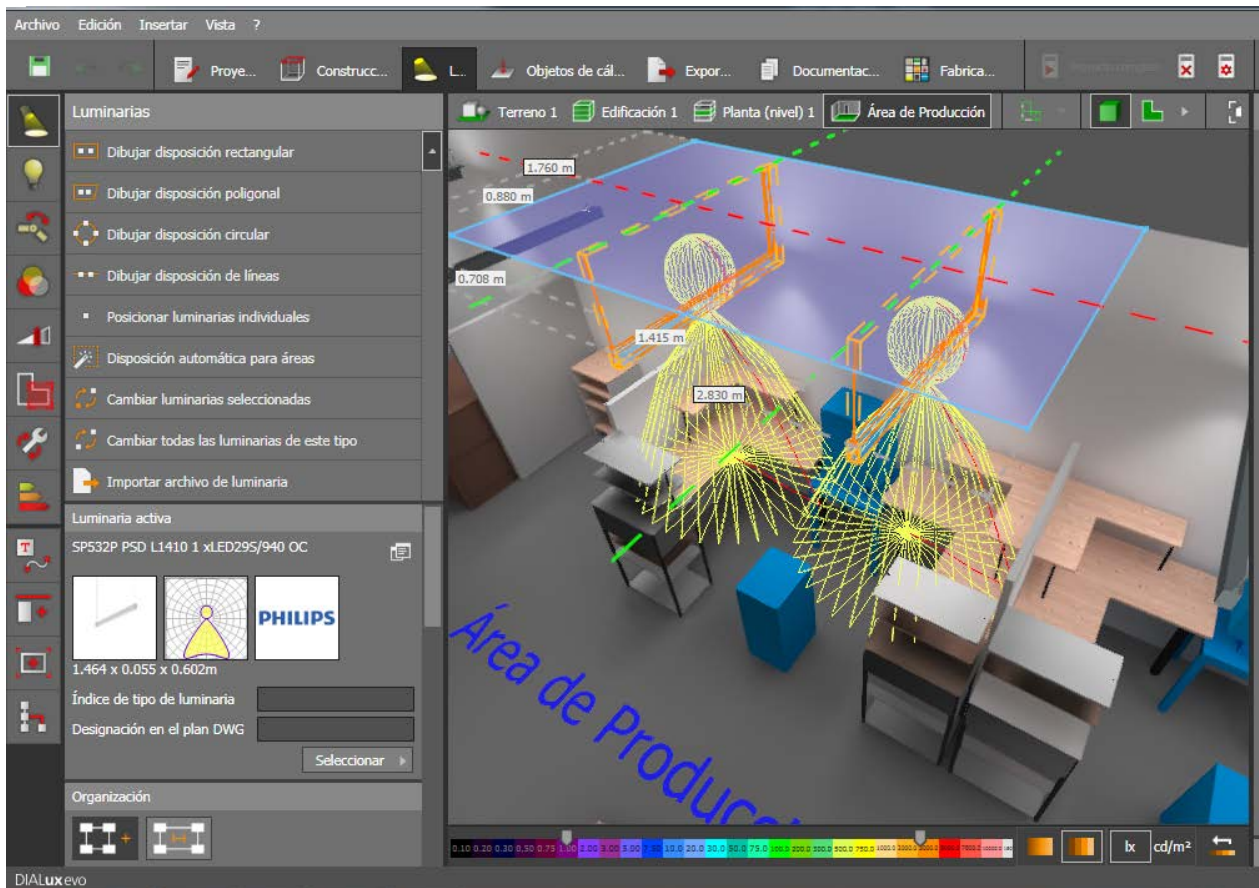
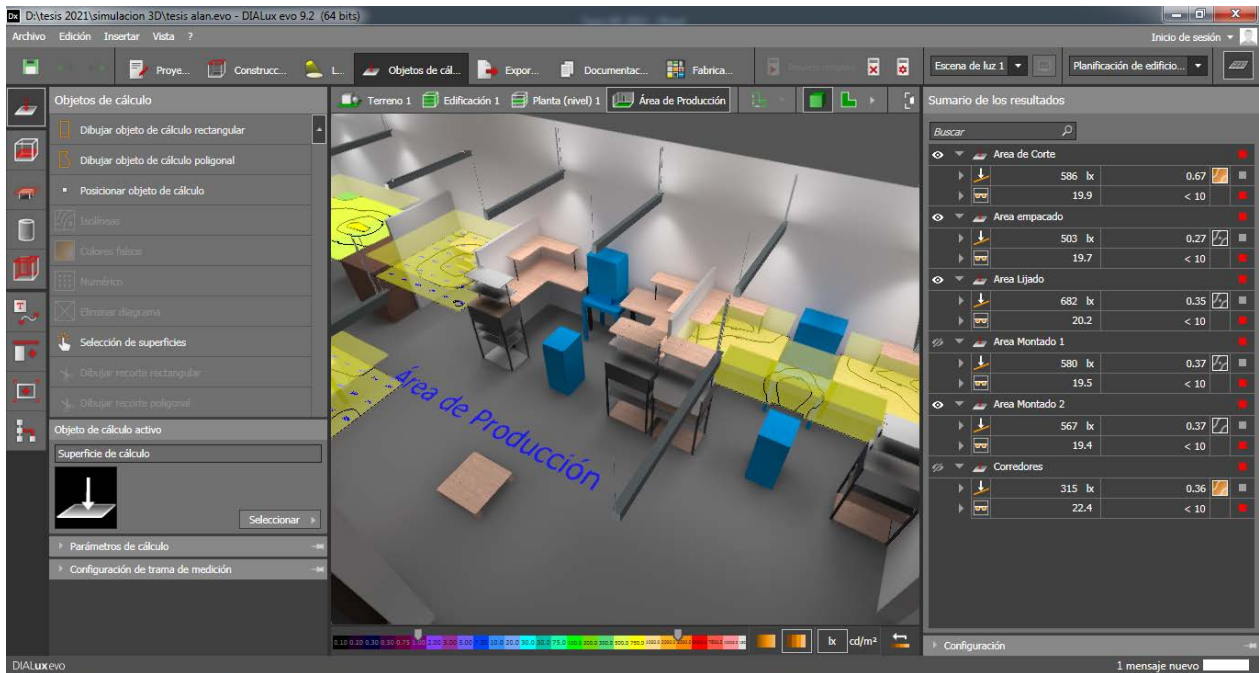
Flujo de la lámp.: 2100 lm
 L.O.R.: 1.00
 Flujo: 2100 lm
 Potencia: 14.6 W
 LxBxH: 1.13x0.06x0.09 m

[Hojas de datos](#)

Exportar Archivo Cerrar

[Exoneración](#) | [Contacto](#) | [Términos de uso](#)

Anexo 5. Simulación lumínica 3D con el software Dialux



Anexo 6. catálogo de guantes de protección

MAPA PROFESSIONAL
 Llacana, 161 5ºD
 08018 - Barcelona
 Tel.: +31 932 924 949 - Fax: +31 932 924 950
www.mapa-pro.com

Catálogo de guantes de protección

Más información en www.mapa-pro.com



- > Guías de selección para cada gama que le ayudarán a elegir el guante adecuado. También cuenta con una base de datos exhaustiva y actualizada continuamente que le protegerá de los riesgos químicos.
- > un motor de búsqueda avanzada para buscar un producto de acuerdo con sus propios criterios,
- > una herramienta de comparación de productos,
- > una herramienta que le ayudará a encontrar al distribuidor de Mapa Professional más cercano y,
- > por supuesto, noticias, documentos que se pueden descargar, un glosario técnico, una sección de preguntas más frecuentes, etc.

Si tiene un smartphone, escanee este código QR para visitar el centro de descargas de Mapa Professional.



Allí encontrará la documentación de todos nuestros productos existentes, que podrá leer en su smartphone o intercambiar fácilmente con sus contactos:

folletos de productos, fichas de datos, declaraciones de conformidad CE, tablas de resistencia química, curvas de temperatura, certificados e informes de pruebas de seguridad alimentaria, etc.



Una solución
para cada mano
que trabaja




www.mapa-pro.com

Atención Clientes: +31 1 85 01 80 10



Anexo 7. Norma legal de multas.

El Peruano Lima, martes 15 de enero de 2013	 NORMAS LEGALES	486211
<p>Privado de Pensiones, y demás normas modificatorias, constituyen infracciones en materia de seguridad social el incumplimiento de las obligaciones a cargo del empleador establecidas en las normas legales y reglamentarias aplicables, incluyendo sin carácter limitativo la falta de declaración, la falta de pago o la declaración o el pago inoportunos o defectuosos de los aportes previsionales.</p>	<p>y microempresa, así como los procedimientos de supervisión, control e inspección de las normas de trabajo respecto de las microempresas aplicando las sanciones que correspondan de acuerdo a ley en el ámbito de su competencia. (...)"</p>	
<p>Artículo 39°.- Cuantía y aplicación de las sanciones Las infracciones detectadas son sancionadas con una multa máxima de:</p>	<p>DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA DEROGATORIA</p>	
<p>a) Doscientas unidades impositivas tributarias (UIT), en caso de infracciones muy graves. b) Cien unidades impositivas tributarias (UIT), en caso de infracciones graves. c) Cincuenta unidades impositivas tributarias (UIT), en caso de infracciones leves.</p>	<p>ÚNICA. Derogación Deróganse o déjense sin efecto, según el caso, las normas que se opongan a la presente Ley.</p>	
<p>La multa máxima por el total de infracciones detectadas no podrá superar las trescientas unidades impositivas tributarias (UIT) vigentes en el año en que se constató la falta.</p>	<p>Comuníquese al señor Presidente Constitucional de la República para su promulgación.</p>	
<p>La sanción que se imponga por las infracciones que se detecten a las empresas calificadas como micro o pequeñas empresas conforme a ley se reducen en 50%.</p>	<p>En Lima, a los diecinueve días del mes de diciembre de dos mil doce.</p>	
<p>La aplicación de las mencionadas sanciones y la graduación de las mismas, es efectuada teniendo en cuenta las circunstancias del caso concreto y los criterios de razonabilidad y proporcionalidad.</p>	<p>VÍCTOR ISLA ROJAS Presidente del Congreso de la República</p>	
<p>Artículo 41°.- Atribución de competencias sancionadoras</p>	<p>MARCO TULLIO FALCONÍ PICARDO Primer Vicepresidente del Congreso de la República</p>	
<p>La Sunafil ejerce la competencia sancionadora y aplica las sanciones económicas que correspondan, de acuerdo a su competencia. Es primera y segunda instancia en los procedimientos sancionadores.</p>	<p>AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPÚBLICA</p>	
<p>Los gobiernos regionales, por intermedio de los</p>	<p>POR TANTO:</p>	
	<p>Mando se publique y cumpla.</p>	
	<p>Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los catorce días del mes de enero del año dos mil trece.</p>	
	<p>OLLANTA HUMALA TASSO Presidente Constitucional de la República</p>	