



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO PARA POSTURAS EN
PERSONAL DE CAJAS EN TIENDAS DE AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN
OAXACA.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO EN DISEÑO

PRESENTA:

ERIKA FLORA AGUILAR LÓPEZ

DIRECTORA:

M.D. ELIZABETH DUARTE BELTRÁN

HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA, AGOSTO DE 2018

Con el más profundo amor, a mi madre.

*Por todo lo que representa en mi vida y
por su gran ejemplo de lucha y tenacidad.*

Te amo.

Agradecimientos

Agradezco a mi familia, a mis padres, a mis hermanos Beatriz, Carlos y Magaly por el cariño y apoyo brindado siempre a lo largo de nuestra vida, a Sofi, porque a pesar de su corta edad, ha llegado a iluminar y formar parte importante de mi vida. Los amo tanto.

A mi directora de tesis M.D. Elizabeth Duarte Beltrán, por todo el apoyo brindado a lo largo de la realización de esta tesis, por su tiempo, consejos y por alentarme a seguir y culminar esta etapa. Mil gracias.

A mis revisores de tesis; M. C. Víctor Manuel Cruz Martínez, M. T. A. M. Armando Rosas González e I. D. Eruvid Cortés Camacho por el tiempo dedicado a revisar, comentar y realizar observaciones que ayudaron a mejorar y concluir el proyecto de tesis.

A mis amigos, Abigail y Marissa, por todo el tiempo compartido durante nuestra estadía en la universidad y por la mistad que me brindaron, las quiero. A Emmanuel, por su gran amistad, por los regaños y consejos que fueron parte fundamental para concluir esta tesis. Y, por último, pero no menos importante, a mi amiga Luz, por su amistad brindada a lo largo de todos estos años y por sus ocurrencias que alegran el día.

A ti, por todo el apoyo y cariño que me brindaste a lo largo de este tiempo, por tus consejos e ideas que me ayudaron mucho. Porque, aunque ya no sigamos el mismo camino, te agradezco infinitamente por todo.

A la Universidad Tecnológica de la Mixteca, a mis profesores, técnicos de talleres y demás, por las enseñanzas durante mi formación académica.

Por último, y no con menos importancia, a toda aquella persona que me apoyó a lo largo de la realización de esta tesis y que por ahora he olvidado mencionar.

ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1. Aspectos preliminares

1.1 Introducción	3
1.2 Planteamiento del problema	5
1.3 Justificación	7
1.4 Objetivos.....	8
1.4.1 Objetivo general	8
1.4.2 Objetivos específicos	8
1.5 Metas.....	8
1.6 Metodología	9

Capítulo 2. Marco teórico

2.1 Antecedentes de la investigación	13
2.2 Importancia de la Ergonomía y los factores involucrados	15
2.2.1 Lesiones laborales.....	16
2.2.2 Factores de riesgo.....	16
2.3 El trabajo de pie y sus consecuencias	18
2.4 Estudio de la importancia de promover accesorios que disminuyan las lesiones en trabajadores que no cuentan con asientos para desempeñar sus labores	19
2.5 Antropometría	20
2.6 Método REBA.....	21

Capítulo 3. Análisis del trabajo de los OC en tiendas de autoservicio

3.1 Antecedentes de las actividades que desempeñan las cajeras.....	25
3.2 Análisis de un puesto de trabajo de cajero	26
3.3 Tipos de lesiones que se presentan en las cajeras por trabajar de pie	30
3.4 Análisis de los posibles factores que afectan a las cajeras por trabajar de pie	31

Capítulo 4. Marco metodológico

4.1 Diseño de un cuestionario ergonómico para conocer las lesiones que se presentan en las cajeras actualmente.....	35
4.2 Muestra de la población estudiada	35
4.3. Representación estadística de los resultados y análisis	37
4.3.1 Interpretación de los resultados obtenidos de la encuesta	47
4.4 El método REBA y su aplicación para el análisis de posturas que requieren medidas correctivas en el puesto de trabajo	51

4.5 Conclusiones del marco metodológico 68

Capítulo 5. Diseño y desarrollo del sistema

5.1 Análisis de información y soluciones existentes en el mercado..... 73

5.2 Detección de las necesidades y requerimientos de los usuarios. 80

5.3 Descripción y análisis de los requerimientos de diseño para el sistema ergonómico..... 80

 5.3.1 Requerimientos para la silla para estar de pie 81

 5.3.2 Requerimientos para el soporte para pantalla 82

5.4 Estudio de campo para obtener dimensiones antropométricas 83

 5.4.1 Descripción de las dimensiones antropométricas tomadas..... 84

 5.4.2 Toma de medidas y cálculo de percentiles 86

5.5 Aplicación del método QFD (Despliegue de la Función de Calidad)..... 88

 5.5.1 Aplicación del QFD para los requerimientos de la silla para trabajar de pie..... 90

 5.5.2 Aplicación del QFD para los requerimientos del soporte..... 92

5.6 Generación de conceptos o propuestas 95

 5.6.1 Propuestas de la silla para trabajar de pie 96

 5.6.2 Propuestas del soporte para pantalla de computadora..... 100

5.7 Evaluación de las propuestas generadas 103

5.8 Propuestas finales de las partes que conforman el sistema 106

5.9 Análisis por elemento finito 108

 5.9.1 Análisis de la placa de soporte..... 110

 5.9.2 Análisis del tornillo del mecanismo de inclinación..... 111

5.10 Comparación de la funcionalidad del sistema 114

5.11 Posturas adoptadas al usar el sistema en el espacio de trabajo 121

Capítulo 6. Diseño a nivel detalle

6.1 Planos 125

6.2 Proceso de construcción del sistema..... 161

6.3 Costos de las piezas del sistema 162

Conclusiones..... 165

Trabajos futuros..... 166

Bibliografía..... 167

Anexos.....171

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tiendas de autoservicio en la zona céntrica de la ciudad de Huajuapán de León (2014)	6
Tabla 2. Principales molestias en los OC en Huajuapán de León	30
Tabla 3. Puntuación del grupo A (cobro de mercancía).....	59
Tabla 4. Puntuación del grupo B (cobro de mercancía) Brazo, antebrazo y muñeca.....	60
Tabla 5. Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas	60
Tabla 6. Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre	60
Tabla 7. Puntuación C (cobro de mercancía)	61
Tabla 8. Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular	61
Tabla 9. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida	62
Tabla 10. Puntuación del grupo A (Embolsado de mercancía)	67
Tabla 11. Puntuación del grupo B (embolsado de mercancía)	67
Tabla 12. Puntuación C (embolsado de mercancía).....	67
Tabla 13. Análisis de la silla 1	73
Tabla 14. Análisis de la silla 2	74
Tabla 15. Análisis de la silla 3	74
Tabla 16. Análisis de la silla 4	75
Tabla 17. Soporte para pantalla de computadora, análisis 1	77
Tabla 18. Soporte para pantalla de computadora, análisis 2	77
Tabla 19. Soporte para pantalla de computadora, análisis 3	78
Tabla 20. Soporte para pantalla de computadora, análisis 4	78
Tabla 21. Necesidades y requerimientos para la silla para estar de pie	81
Tabla 22. Necesidades y requerimientos para el soporte para pantalla	82
Tabla 23. Medidas antropométricas tomadas a los OC	86
Tabla 24. Grado de confiabilidad de los percentiles	87
Tabla 25. Medidas antropométricas de las cajeras de la ciudad de Huajuapán de León.....	88
Tabla 26. QFD de necesidades-requerimientos de la silla para trabajar de pie	90
Tabla 27. Resumen de los resultados de los requerimientos de diseño de la silla para trabajar de pie .	91
Tabla 28. QFD requerimientos-necesidades para el soporte para pantalla de computadora.	92
Tabla 29. Resumen de los resultados de los requerimientos de diseño del soporte para pantalla de computadora	93
Tabla 30. Importancia relativa de QFD Requerimientos- componentes de la silla para trabajar de pie. 94	
Tabla 31. Importancia relativa de QFD Requerimientos- componentes para el soporte para pantalla de computadora.	95
Tabla 32. Evaluación de las alternativas de la silla para trabajar de pie	104
Tabla 33. Evaluación de las alternativas del soporte para pantalla	105
Tabla 34. Propiedades mecánicas del acero	109
Tabla 35. Resultado del análisis estructural para la placa de soporte	109
Tabla 36. Resultados del análisis estructural para el tornillo del mecanismo de inclinación	112
Tabla 37. Comprobación de la funcionalidad de la silla para trabajar de pie	114
Tabla 38. Comprobación de la funcionalidad del soporte para pantalla	118
Tabla 39. Costo aproximado de la silla para trabajar de pie	163
Tabla 40. Costo aproximado del soporte para pantalla de computadora.....	164

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases de la metodología.....	9
Figura 2. Factores de riesgos presentes en las cajeras	17
Figura 3. Cajera de 28 años en la tienda de autoservicio Aurrera	28
Figura 4. Edad de los trabajadores encuestados	37
Figura 5. Sexo de los trabajadores entrevistados	38
Figura 6. Número de años que el trabajador se ha desempeñado como cajero	38
Figura 7. Número de horas que labora al día.....	39
Figura 8. Tiempo de descanso al día	40
Figura 9. El trabajador permanece siempre de pie	41
Figura 10. El trabajador cuenta con algún lugar para descansar	41
Figura 11. Partes del cuerpo que le duelen al trabajador por estar de pie.....	43
Figura 12. Uso de calzado especial para trabajar de pie.....	45
Figura 13. Ha acudido al médico.....	46
Figura 14. Posturas que adoptan las trabajadoras al estar laborando.....	48
Figura 15. Posturas de la espalda y cuello encorvados.....	48
Figura 16. Giro del tronco.....	49
Figura 17. Relación de la antropometría del trabajador con la altura del mobiliario.....	50
Figura 18. Forma de ajustar la altura del mobiliario	50
Figura 19. Medición del ángulo del tronco	51
Figura 20. Tronco con inclinación lateral o rotación.....	52
Figura 21. Medición del ángulo del tronco de la cajera	52
Figura 22. Modificación del ángulo del tronco de la cajera	53
Figura 23. Puntuación de ángulo del cuello	53
Figura 24. Modificación en la puntuación del cuello	53
Figura 25. Medición del ángulo del cuello de la cajera	54
Figura 26. Puntuación de las piernas	54
Figura 27. Modificación del ángulo de las piernas	54
Figura 28. Medición del ángulo de las piernas de la cajera	55
Figura 29. Puntuación del ángulo del brazo.....	55
Figura 30. Modificación de la puntuación del brazo	56
Figura 31. Medición del ángulo del brazo de la cajera.....	56
Figura 32. Medición del ángulo del antebrazo.....	57
Figura 33. Medición del ángulo del antebrazo de la cajera	58
Figura 34. Puntuación de la muñeca.....	58
Figura 35. Modificación de la puntuación de la muñeca	58
Figura 36. Posición de la muñeca.....	59
Figura 37. Medición del ángulo del tronco de la cajera (embolsado de mercancía).....	63
Figura 38. Medición del ángulo del cuello de la cajera (embolsado de mercancía).....	64
Figura 39. Medición del ángulo de las piernas de la cajera (embolsado de mercancía)	64
Figura 40. Medición del ángulo del brazo de la cajera (embolsado de mercancía)	65
Figura 41. Medición del ángulo del antebrazo de la cajera (embolsado de mercancía)	66
Figura 42. Medición del ángulo de la muñeca (embolsado de mercancía).....	66
Figura 43. Medidas antropométricas necesarias, de pie	83

Figura 44. Medidas antropométricas necesarias, sentada	84
Figura 45. Toma de medidas antropométricas a cajera de tienda de autoservicio	86
Figura 46. Fases del QFD.....	94
Figura 47. Propuesta de la silla para trabajar de pie (1)	96
Figura 48. Propuesta de silla para trabajar de pie (2)	97
Figura 49. Propuesta de silla para estar de pie (3).....	98
Figura 50. Propuesta de silla para trabajar de pie (4)	99
Figura 51. Propuesta de soporte para pantalla 1.....	100
Figura 52. Propuesta de soporte para pantalla (2)	101
Figura 53. Propuesta de soporte para pantalla (3)	102
Figura 54. Propuesta de soporte para pantalla (4)	103
Figura 55. Propuesta final de la silla para trabajar de pie	106
Figura 56. Propuesta final de soporte para computadora.....	107
Figura 57. Distribución de cargas en la placa de soporte	109
Figura 58. Análisis de desplazamiento de la placa de soporte.....	110
Figura 59. Análisis de los esfuerzos de tensiones para la placa de soporte.....	110
Figura 60. Tornillo del mecanismo de inclinación.....	111
Figura 61. Aplicación de cargas en el tornillo del mecanismo de inclinación	112
Figura 62. Análisis de los esfuerzos de tensiones en el tornillo	112
Figura 63. Vista lateral de la cajera en su espacio de trabajo	121
Figura 64. Vista frontal de la cajera en su espacio de trabajo	121
Figura 65. Proceso de construcción de la silla para trabajar de pie	161
Figura 66. Proceso de construcción del soporte para pantalla.....	162

CAPÍTULO 1.

ASPECTOS PRELIMINARES

1.1 Introducción

En la actualidad, el trabajo de los operadores de caja (OC) dentro de las tiendas de autoservicio representa riesgos en la salud por permanecer ocho o más horas de pie. El IMSS reporta que de los 15 671 553 de trabajadores que se encontraban afiliados en 2012; 4 853 presentaron incapacidades por enfermedades de trabajo.

Se entiende por enfermedad de trabajo, al estado patológico presentado por el trabajador, derivado de la acción continua por ejercer una actividad laboral (Ley Federal del Trabajo, 2006, Art. 475). En el caso de los cajeros se han presentado las siguientes enfermedades laborales que tienen repercusiones en la salud de estos como son: dolor de espalda y cuello, hinchazón de las piernas, dolor de pies y talones, así como venas varicosas que provocan disminución de rendimiento en el puesto de trabajo y ausentismos.

Es por ello por lo que se buscó realizar una intervención ergonómica con el fin de proporcionar al trabajador un lugar para descansar mientras realiza sus actividades laborales, ya que los trabajos que se realizan de pie provocan la aparición de Lesiones Músculo Esqueléticas (LME) en un número considerable de operarios de cajeros.

Conceptualizando, el “puesto de trabajo” es el lugar que se ocupa cuando se desempeña una tarea laboral. Por ello, debe estar diseñado para evitar enfermedades relacionadas con condiciones laborales deficientes, así como para asegurar que el trabajo sea productivo (Mondelo, Gregori, Blasco, y Barrau, 2001).

El trabajo de pie es aquel en el que el trabajador adopta una postura rígida y estática durante periodos largos de tiempo, aplicando un mayor esfuerzo y gasto energético por realizar trabajos manteniendo esta postura (Rescalvo y De la Fuente, 2004).

Otros problemas a los que se ven expuestos estos trabajadores y que los llegan a afectar son:

- Los ambientales: que están relacionados con el tipo de iluminación, el ruido, el frío y el calor; así como la humedad, vientos y hasta lluvias por encontrarse ubicados el área exterior del establecimiento.
- Los físicos: son los elementos con los que se encuentra en contacto como el calzado, tipo de ropa y mobiliario; ya que todos estos elementos forman parte de su sistema de trabajo.

Según Bertalanffy (1995) un sistema es un complejo de elementos en interacción que tienen un fin común. Por lo tanto, un sistema ergonómico es un conjunto de elementos que interactúan entre sí con el ser humano y su entorno para poder llevar a cabo una tarea.

Un sistema ergonómico se encuentra compuesto por diversos elementos, entre los cuales se pueden encontrar: el ambiente construido (se refiere a los componentes materiales, aquellos que se observan físicamente), el entorno (se refiere a todos aquellos elementos que

condicionan el funcionamiento de un sistema), y por último el más importante elemento es el hombre, el cual interacciona con los elementos anteriores cuando se lleva a cabo una tarea.

Cuando alguno de los elementos del sistema ergonómico falla, existe la posibilidad de generar malestares físicos en el trabajador, denominados Lesiones Músculo Esqueléticas (LME).

Las LME de origen laboral son aquellos daños producidos hacia el trabajador cuando su medio ambiente de trabajo no es el adecuado para desarrollar sus actividades, o el mismo trabajador realiza sus actividades de manera inadecuada (Secretaría de Salud y Medio Ambiente, 2008).

De acuerdo con el Instituto Biomecánico de Valencia, las LME son lesiones que afectan a los músculos, tendones, huesos, ligamentos o discos intervertebrales. Así mismo, en su mayoría, estas son producidas por pequeños traumatismos que se repiten hasta causar un grave daño.

Estas llegan a ser producidas por el incremento en el ritmo de trabajo, la concentración de las fuerzas en manos y muñecas o por posturas forzadas mantenidas durante mucho tiempo.

Las LME no son lesiones que se presentan repentinamente, sino que se trata de lesiones que se van manifestando de manera lenta hasta llegar a ser producidas como tal, además están asociadas a diversos problemas ergonómicos.

Las diferentes etapas de las LME son las siguientes:

- Dolor y cansancio durante el trabajo, los cuales desaparecen después de que este se termina.
- Los síntomas aparecen durante el inicio de la jornada laboral y suelen continuar después de que esta termina, disminuyendo los trabajos repetitivos.
- Las tareas que antes resultaban fáciles de realizar, ahora se hacen pesadas y causan dolor.
- Después de esta etapa si no se detectan las lesiones, en ocasiones pueden resultar irreversibles.

Las LME son ocasionadas por diversos factores, entre los que son importantes mencionar el Factor de Riesgo y el Riesgo Ergonómico.

De acuerdo con Gutiérrez (2011) el factor de riesgo se refiere a las condiciones del ambiente, instrumentos, materiales, la tarea o la organización del trabajo que aumentan la probabilidad de llegar a padecer un daño potencial en la salud de los trabajadores o un efecto negativo en la empresa. Por su parte, el riesgo ergonómico es la posibilidad de que un trabajador llegue a sufrir un determinado daño derivado del trabajo (Quinga, 2015).

Todos los factores mencionados anteriormente dañan y ponen en detrimento la salud del trabajador, por lo que es muy importante analizar de manera general toda la estación de trabajo

en la que se desenvuelven los cajeros y así reconocer con qué elementos puede intervenir el Ingeniero en Diseño.

1.2 Planteamiento del problema

El Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional (2006), considera que la postura de pie es aquella en la que el trabajador permanece erguido por más de dos horas al día teniendo como consecuencias diferentes problemas de salud.

Entre los problemas presentados se encuentran: lumbalgias, dolor de pies y piernas, fascitis plantar (desgarre de los ligamentos que se encuentran en la planta de los pies), hinchazón de piernas y pies, venas varicosas (venas inflamadas por la mala circulación del flujo sanguíneo), incremento de cambios óseos degenerativos en piernas y rodillas, embarazos pretérmino y bajo peso al nacer.

Así también, de acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT) una de las causas principales de las LME es el trabajo repetitivo, las lesiones provocadas suelen nombrarse Lesiones por Esfuerzos Repetitivos (LER), son muy dolorosas y pueden llegar a incapacitar al trabajador permanentemente. Por ello, resulta de suma importancia analizar los puestos de trabajo en donde se lleva a cabo esta actividad y con ello ayudar a prevenir o disminuir las lesiones, mejorando la comodidad y productividad del trabajador.

Sin embargo, los accesorios que se encuentran en el mercado para reducir estos malestares son muy escasos y sólo permiten cierto confort temporal al usuario. Siendo los más comunes los siguientes: barras que se anclan al piso, mesas de trabajo ajustables, plantillas especiales para los zapatos y tapetes antifatiga.

Con estas referencias se procedió a analizar las actividades laborales de los cajeros y cajeras que trabajan en la Ciudad de Huajuapán de León, Oaxaca; dicha ciudad se encuentra ubicada en la mixteca oaxaqueña, al noroeste de la capital del estado de Oaxaca, colindando con los estados de Puebla y Guerrero.

En esta ciudad predominan las microempresas de tipo familiar; ya que la actividad económica central es el comercio. Asimismo, por su ubicación, resulta ser un punto intermedio entre otras ciudades, abasteciendo a las poblaciones y comunidades aledañas.

Además de acuerdo con la DENUE (2014) en toda la ciudad de Huajuapán de León hasta esa fecha existían aproximadamente 3000 comercios de todo tipo, de los cuales aproximadamente 10 eran tiendas de autoservicio sólo en la zona céntrica de la ciudad. Se muestra en la Tabla 1 los nombres, el número total de trabajadores de las tiendas y las sucursales con las que cuentan.

Tabla 1. Tiendas de autoservicio en la zona céntrica de la ciudad de Huajuapán de León (2014)

Nombre de la tienda	Número de trabajadores	Número de sucursales
Comercial Galben	6 a 10	1
Supermercado de básicos	6 a 10	1
953 autoservicio	0 a 5	1
Abastos San Marcos	0 a 5	1
Autoservicio Riher	11 a 30	2
Autoservicio Superami	0 a 5	1
Bodega Aurrera	101 a 250	1
La Gloria Abarrotera	6 a 10	1
Neto Huajuapán	6 a 10	1
La Mexicana	6 a 10	2

Fuente: Elaboración propia

Estos negocios casi siempre cuentan con personal encargado de atender y cobrar al cliente por lo que se hizo un estudio conveniente para desarrollar la investigación.

De manera preliminar se observó que los trabajadores de estos establecimientos ya sean de pequeños locales o de tiendas grandes y transnacionales, permanecían de pie durante largos periodos de tiempo que van de 6 a 8 horas diarias, debido a que su trabajo así lo requiere, aparte de que en su mayoría no cuentan con algún accesorio de los antes mencionados.

En la ciudad de Huajuapán de León estos puestos de trabajo son desempeñados por hombres y mujeres de diversas edades; en ocasiones sus horarios de trabajo son agobiantes cuando llegan a rebasar las ocho horas reglamentarias y pocas veces tienen oportunidad de sentarse, esto se debe al reducido espacio de trabajo o porque la actividad no se los permite cuando están cobrando y atendiendo al cliente.

Por ello el empleador debe estar consciente de que el trabajador necesita periodos de descanso, los cuales se deben utilizar para relajar los músculos cuando están cansados, o si se encuentran rígidos, se les debe permitir cambiar de postura y caminar.

Por otra parte, el proceso de cobro se lleva desde el momento en el que el cliente llega a la caja y coloca sus productos, el cajero tiene que pasar de uno en uno para cobrarlos. Después del que el cliente liquida sus productos, el cajero tiene que meterlos en bolsas para poder entregárselos; de manera que repite esta misma operación con cada persona que llega a la caja. Por lo tanto, la duración de este proceso va a depender de la cantidad de productos que el cliente compre y el tamaño de estos dificulta o facilita la operación.

Durante esta actividad el cajero manipuló las manos y posiblemente hizo algunos movimientos del tronco muscular, pero en ningún momento pudo dejar de lado la postura de pie para poder descansar los músculos, lo que trae consigo jornadas de trabajo agotadoras para sus pies y su cuerpo.

1.3 Justificación

Como menciona el Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional (CCSSO), el estar de pie es una postura humana natural y por sí misma no representa ningún riesgo particular para la salud. Sin embargo, mantener esta postura de manera regular puede provocar dolor en los pies, hinchazón de las piernas, venas varicosas, fatiga muscular general, dolor en la parte baja de la espalda, rigidez en el cuello y los hombros y otros problemas de salud.

Además, mientras se está trabajando, la postura corporal del trabajador se ve afectada por el ordenamiento del área de trabajo y por las diversas tareas que realiza. El diseño físico de la estación de trabajo y las herramientas que un trabajador necesita para realizar sus tareas, determina las posiciones corporales que puede asumir, siendo estas muy reducidas y rígidas, dándole menos libertad para moverse y para descansar los músculos que está trabajando. Esta falta de flexibilidad para seleccionar las posturas corporales contribuye a problemas de salud.

Aparte también el CCSSO agrega que todos estos problemas ocurren debido a que el lugar de trabajo generalmente está diseñado sin pensar en las características del cuerpo humano del trabajador, lo que puede provocar que éste sufra malestares a corto plazo que después se pueden convertir en problemas graves y crónicos si no se tratan.

En México, la Ley Federal de Trabajo protege a los trabajadores de estos tipos de riesgos que pueden desarrollarse durante su desempeño, por lo que se resalta el artículo 123, el cual menciona que:

“Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la organización social de trabajo, conforme a la ley.

- En la fracción XIII apunta: Las empresas, cualquiera que sea su actividad, estarán obligadas a proporcionar a sus trabajadores, capacitación o adiestramiento para el trabajo.
- En la fracción XIV menciona: Los empresarios serán responsables de los accidentes del trabajo y de las enfermedades profesionales de los trabajadores, sufridas con motivo o en ejercicio de la profesión o trabajo que ejecuten”.

En la actualidad la ciudad de Huajuapán de León se encuentra en crecimiento, ya que, de acuerdo con el INEGI, cuenta con 77 547 habitantes. Es por esto por lo que las empresas transnacionales como son Bodega Aurrera, Soriana, Coppel, entre otras; así como las empresas locales requieren de un mayor número de personas que se desempeñen como cajeros ya que día a día es mayor la demanda de los productos en la región.

Ahora, en la zona céntrica de la ciudad de Huajuapán de León existen varias tiendas de autoservicio en donde se emplean cajeros y cajeras para atender estos negocios. Dentro de las tiendas ubicadas en esa zona se pueden mencionar Autoservicio Riher, La Mexicana, Bodega

Aurrera, Tiendas Neto, entre otras. Estas resultaron de gran importancia para llevar a cabo la investigación.

Finalmente, el trabajo de cajero requiere de permanecer en postura de pie por jornadas laborales de hasta 8 horas o más. Es por ello por lo que la propuesta de diseño del sistema ergonómico buscó proveer al trabajador de un sistema para este tipo de lesiones.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar las posturas ergonómicas en las actividades laborales que realizan los operadores de cajeros (OC) en el sector comercial mediante la aplicación de un método de evaluación ergonómica, que permitirá diseñar un prototipo virtual en un software 3D.

1.4.2 Objetivos específicos

- a) Aplicar la herramienta de “Evaluación ergonómica de puestos de trabajo” para conocer las malas posturas que existen en el desarrollo de esta actividad.
- b) Realizar un estudio de campo de 12 dimensiones antropométricas en una muestra seleccionada mediante instrumentos antropométricos, que permitan obtener datos para elaborar la propuesta del sistema ergonómico.
- c) Aplicar la Metodología de diseño y desarrollo de nuevos productos para seleccionar la mejor propuesta del sistema ergonómico.
- d) Desarrollar los planos de producción del sistema ergonómico mediante el uso de un software 3D para representar las dimensiones antropométricas del sistema.

1.5 Metas

M1. Entrevistar a una muestra de la población de OC y obtener imágenes de las posturas que adoptan durante su jornada laboral.

M2. Obtención de dimensiones antropométricas y cálculo de los percentiles mínimo y máximo.

M3. Elaboración de cuatro alternativas que cumplan con los requerimientos obtenidos.

M4. Desarrollo del modelo virtual del sistema ergonómico mediante las dimensiones antropométricas obtenidas.

1.6 Metodología

Para llevar a cabo el desarrollo del proyecto es necesario seguir una secuencia de pasos que apoyen para que se llegue de manera satisfactoria al resultado final, esta secuencia de pasos se denomina metodología.

Por tanto, para la realización de este proyecto se plantea utilizar la Metodología de diseño y desarrollo de nuevos productos, diseñada por Ulrich y Eppinger (2004), la cual consta de 6 fases, las cuales se muestran en la **Figura 1**.



Figura 1. Fases de la metodología
Fuente: (Ulrich & Eppinger, 2012)

De estas fases presentadas sólo se utilizaron de la fase cero a la tres debido a que el alcance del presente trabajo fue hasta la realización del modelo virtual que corresponde al diseño a nivel detalles. Es importante mencionar que se complementó la metodología antes mencionada con la Metodología de diseño propuesta por Rodríguez (1995), por considerar que la implementación de estas sub-fases permitirá una propuesta más detallada del diseño del sistema ergonómico.

La integración de estas dos metodologías dio como resultado el siguiente procedimiento que se utilizó en la realización del presente trabajo.

Fase 0. Planeación

1. Planteamiento del problema.
2. Determinación de los objetivos y metas.
3. Investigación.

Fase 1. Desarrollo del concepto

1. Aplicación de las entrevistas a usuarios.
2. Aplicación del método ergonómico REBA.
3. Análisis de los datos obtenidos (Tablas y gráficas).
4. Detección de las necesidades.
5. Análisis de productos existentes en el mercado (Análisis funcional y estructural).
6. Requerimientos de diseño.
7. Análisis mediante el QFD (Despliegue de la Función de la Calidad).

8. Generación de ideas mediante bocetos.
9. Validación de las propuestas (Matriz de evaluación de las alternativas).

Fase 2. Diseño a nivel sistema

1. Modelo 3D de la propuesta final.
2. Especificaciones de la propuesta final (Piezas, tamaños y mecanismos).

Fase 3. Diseño a nivel detalles

1. Planos constructivos.

CAPÍTULO 2.

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Los problemas de tipo músculo esqueléticos han ido en aumento dentro de la población trabajadora. Uno de los causantes de estos problemas es el trabajo de pie, ya que como se mencionó, esta posición por sí sola no produce daño alguno, por otra parte, si esta se mantiene sin movimiento por más de dos horas puede desencadenar en problemas de salud para el trabajador.

Por ello fue de suma importancia analizar investigaciones, trabajos o artículos que se han realizado en torno a este tema para conocer la pertinencia de llevar a cabo la investigación. Sin embargo, en México no se ha abordado suficientemente el tema por lo que se carece de investigación, por lo que la información discutida a continuación es de investigaciones realizadas en otros países.

Un primer trabajo corresponde a Ryan (1989), denominado “La prevalencia de las LME en los trabajadores de los supermercados”. La investigación fue llevada a cabo después de que una tienda mostró preocupación debido al gran número de indemnizaciones a los trabajadores como consecuencia de las LME que ellos presentaban, para este estudio se desarrolló una investigación de campo.

La investigación se enmarcó en un proyecto factible utilizando técnicas de investigación como lo son el cuestionario, el cual fue aplicado a una muestra de empleados tanto de pequeñas como de grandes tiendas, con la finalidad de conocer las lesiones músculo esqueléticas que ellos presentaban. También se realizó un análisis de las actividades que ejecutaban con el objetivo de identificar las LME que estos presentaban de acuerdo con las actividades que desempeñaban.

El estudio confirmó que los trabajadores de los supermercados estudiados sí presentaban LME, esto debido en un 50% por laborar de pie, siendo las principales lesiones las presentes en la parte baja de la espalda, en las extremidades inferiores, el tobillo y regiones del pie.

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que comprueba que efectivamente el trabajar de pie por periodos prolongados trae consigo la aparición de LME en los trabajadores. Así también dicha investigación sugirió hacer una revisión de las actividades que realizan los cajeros y proponer cambios para poder alternar la postura de pie y en posición sedente, proporcionando mayor confort.

Un segundo trabajo desarrollado por Waters y Dick (2014), se denomina “Evidencias de riesgos de la salud asociados con estar de pie durante un período prolongado y la eficacia de la intervención”. Es un proyecto factible apoyado en la revisión bibliográfica de diversos artículos desarrollados por otros autores.

Este estudio demostró la pertinencia de analizar los distintos tipos de problemas de salud que pueden desarrollar los trabajadores por laborar de pie por periodos prolongados. Uno de

los problemas que presentaron con mayor frecuencia los empleados es el dolor en la espalda baja.

Esta investigación confirmó que existe una relación entre estar de pie y las LME en el trabajador. Por lo tanto, se relaciona con la investigación en curso ya que analiza las diferentes LME que los trabajadores presentan, así como otro tipo de problemas a su salud que pueden llegar a mostrar y propone una intervención inmediata en caso de que se presenten estas lesiones. Así también muestra que es necesario realizar un análisis de información recopilada por otros autores para tener un conocimiento más acertado acerca del problema que se está investigando.

Un tercer trabajo desarrollado por García et. al. (2015) denominado “Fatiga muscular a largo plazo después del trabajo permanente” y presentado en la revista Human Factors, se trata de un proyecto que buscó investigar la relación que tiene el desarrollo de la fatiga y cansancio en las extremidades inferiores con el trabajo de pie.

El objetivo de este estudio era comprobar las siguientes hipótesis; el desarrollo de fatiga a largo plazo en los músculos de las extremidades inferiores como consecuencia de una labor prolongada de pie, además si la edad y el género influían en la fatiga muscular provocada por el trabajo de pie por largos periodos de tiempo.

Para llevar a cabo este trabajo se realizó una investigación de campo a una muestra de 14 hombres y 12 mujeres de diferentes edades y se realizó una simulación del trabajo de pie por 5 horas. Los resultados obtenidos después de las 5 horas de trabajo fueron 30 minutos de cansancio aproximadamente, sin ninguna otra molestia para la persona. Cabe mencionar que la edad y el género no influyeron en la fatiga ya que para todo el grupo de estudio los resultados fueron similares.

Sin embargo, también los resultados sugieren que las actividades profesionales que requieren mucho tiempo de estar de pie es probable que contribuyan a desarrollar dolencias en las extremidades inferiores y en la espalda baja.

Este trabajo es pertinente con la investigación aquí planteada ya que mediante una simulación del trabajo de pie se podría comprobar que existe relación entre este y las lesiones músculo esqueléticas, además de que es necesario que se realice el trabajo por periodos mayores para desarrollar las distintas molestias que van apareciendo gradualmente.

En conclusión, la importancia de analizar los estudios realizados previamente se debe a la necesidad de conocer los antecedentes en torno al tema en curso, ya que estas investigaciones proporcionan bases para sustentar la investigación, resultados que se pueden comparar con el problema que se desarrolló.

2.2 Importancia de la Ergonomía y los factores involucrados

Uno de los aspectos principales de esta investigación fue conocer cuáles son los factores que afectan a las personas que laboran de pie. Por lo tanto, antes de definirlos fue necesario conocer el contexto en el que se desarrollan, con el fin de tener un panorama completo de todos los aspectos inmersos en el estudio.

Ante lo planteado anteriormente fue necesario definir a que se refiere cuando se habla de Ergonomía. Dado que es una disciplina con un amplio campo de estudio, fue preciso citar diversas definiciones con el objetivo de ampliar el conocimiento y poder llegar a una conclusión.

Como indica (Mondelo, Torada y Bombardo, 2007) la Ergonomía se define como el análisis de las condiciones de trabajo que conciernen al espacio físico, ambiente térmico, ruidos, iluminación, posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo y todo aquello que puede poner en peligro la salud, el equilibrio psicológico y nervioso del trabajador.

Por su parte Falzon (2009) que cita a la Sociedad de Ergonomía de la Lengua Francesa (SELF) explica que es una disciplina cuyo fin principal es adaptar el espacio de trabajo al hombre, esto con la finalidad de que el trabajador encuentre comodidad y confort dentro de su espacio de trabajo, lo que conlleva a un mejor desempeño laboral.

Así mismo De Montmollin (1997) la define como una tecnología de comunicaciones entre el sistema hombre-máquina, en donde para realizar este estudio es necesario emplear diferentes disciplinas como la Psicología, la Fisiología y las Matemáticas.

Finalmente, como menciona Osborne (1990) esta disciplina busca además maximizar aspectos como seguridad, comodidad y eficiencia mediante una armonía entre el hombre y su sistema de trabajo.

Derivado de las definiciones se puede mencionar que la Ergonomía es una disciplina que se encarga de estudiar las condiciones de trabajo, involucrando el sistema hombre-máquina, con el objetivo de ofrecer a este una mayor comodidad y confort, no sólo en el espacio de trabajo, sino también en lo que respecta en su ambiente laboral. Cabe agregar que, para poder realizarlo, es necesario que se auxilie de otras disciplinas como la Psicología, Antropometría, Fisiología y Matemáticas para poder visualizar un panorama completo del hombre y su espacio de trabajo.

Es preciso enfatizar que existen ámbitos de especialización para esta disciplina que son importantes, debido a que ofrecen un panorama para la investigación que se desea abordar, ya que estos condicionan el alcance que se puede tener cuando se realiza el estudio. Por ello la Asociación Internacional de Ergonomía menciona los tres ámbitos que son: Ergonomía física, Ergonomía cognitiva y Ergonomía organizativa (Falzón, 2009).

A continuación, se hace mención de sólo dos de estas, ya que son los que ayudaron a guiar la investigación.

- Ergonomía física: se encarga de analizar las características anatómicas del sujeto de estudio, su antropometría, su fisiología y biomecánica, con el propósito de analizar las posturas de trabajo cuando se encuentra realizando su actividad, así también analiza los demás aspectos que conllevan riesgos para su salud.
- Ergonomía cognitiva: es aquella que trata aspectos relacionados con la percepción, los razonamientos y las respuestas motrices que tiene el trabajador con los componentes del sistema y que pueden ocasionar carga mental, estrés laboral o problemas al estar en relación con el sistema.

Sin embargo, como se mencionó, son muchos los factores inmersos en esta disciplina, los cuales están relacionados con aquellos que ponen en riesgo la salud del trabajador, por ello se mencionan a continuación.

2.2.1 Lesiones laborales

Mientras se realiza un trabajo, el empleado está expuesto a diversas situaciones dentro de su ambiente laboral. Es por ello por lo que puede llegar a sufrir diversos percances que ocasionan que su salud se vea afectada. Por lo tanto, resulta importante definir qué son las lesiones laborales y los riesgos que conllevan. Soto (2014) menciona que las lesiones laborales son aquellas causadas directamente por el trabajo, donde el mismo contiene algún riesgo que cause enfermedad.

Si bien es cierto, como se afirma anteriormente, las lesiones laborales o del trabajo, son aquellas que se sufren mientras la persona se encuentra trabajando o realizando alguna actividad que tenga que ver con el mismo. Así también estas lesiones después de un tiempo prolongado pueden llegar a causar enfermedad. Sin embargo, es importante resaltar que no todas las lesiones laborales desencadenan en enfermedades a un corto plazo, existen lesiones laborales que poco a poco van poniendo en detrimento la salud del trabajador, por lo que no son tan fáciles de percibirse y puede pasar mucho tiempo para que el trabajador o el empleador se den cuenta de esto y tomen medidas para prevenirlas.

2.2.2 Factores de riesgo.

Cuando el trabajador se encuentra en su espacio de trabajo es susceptible a sufrir alguna lesión laboral. Sin embargo, existen varias causas, una de ellas es el factor de riesgo. Es por ello por lo que es necesario definir de qué tratan y la relación que tienen con la salud del trabajador. Como menciona Kolluru et al. (1998) un riesgo es la posibilidad de que algo indeseable ocurra en un momento determinado.

Por tanto, para Acevedo (2013) un factor de riesgo es aquella acción, atributo de la tarea que se realiza, el equipo o ambiente de trabajo, que determina la probabilidad de llegar a padecer la enfermedad o lesión. Además, un factor de riesgo puede desencadenar en diversas enfermedades o lesiones, pero se debe tener presente que la combinación de varios puede llegar a producir efectos aún más negativos para la salud de la persona.

El Instituto Canario de Seguridad Laboral (ICSL, 2003) ofrece una definición muy concreta de sobre los factores de riesgo más específicos presentes en personas que laboran como cajeros, los cuales son: esfuerzos físicos importantes y repetidos, la imposibilidad de cambiar de posturas, la ausencia de asientos o incomodidad de éstos, la falta de espacio para las piernas, el reducido espacio libre con dificultad para los movimientos y los escasos medios de ayuda para movilizar los productos.

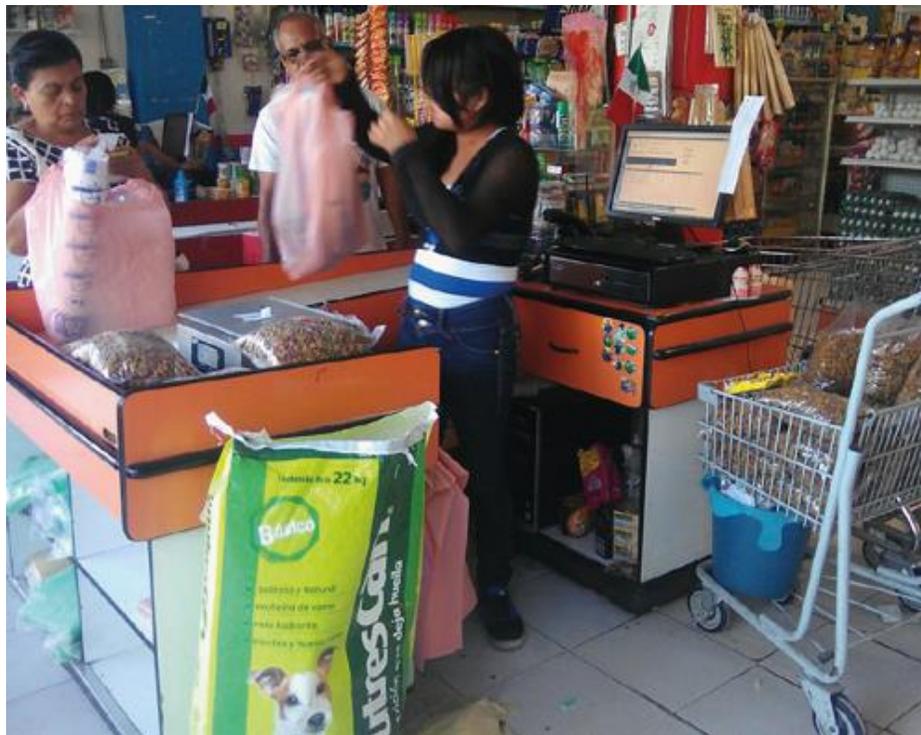


Figura 2. Factores de riesgos presentes en las cajas
Fuente: elaboración propia

En la Figura 2 aprecia a la OC embolsando la mercancía, mientras se encuentra con el tronco girado y haciendo esfuerzo sobre la espalda baja al levantar el peso de la bolsa que contiene la mercancía. Estos factores afectan a la persona que se encuentra laborando como cajera, debido a que en las tiendas de autoservicio no se hace hincapié en analizarlos, por lo que resulta difícil que el trabajador por sí mismo se dé cuenta de la gravedad que estos representan.

Sin embargo, los estudios sobre factores de riesgo ergonómico de la Administración de Salud y Seguridad en el Trabajo de los EE. UU. (OSHA) han permitido establecer la existencia de los siguientes 5 riesgos que se asocian íntimamente con el desarrollo de las LME:

1. Desempeñar el mismo movimiento o patrón de movimientos cada varios segundos por más de dos horas ininterrumpidas.
2. Mantener partes del cuerpo en posturas fijas o forzadas por más de dos horas durante un turno de trabajo.
3. La utilización de herramientas que producen vibración por más de dos horas.
4. La realización de esfuerzos vigorosos por más de dos horas de trabajo.
5. El levantamiento manual frecuente o con sobreesfuerzo.

Por lo tanto, un Factor de riesgo resulta peligroso para la salud del trabajador por lo que es necesario buscar la manera de eliminarlos de su espacio de trabajo. Por ello, es necesario llevar a cabo una observación para detectarlos a tiempo y evitar daños más graves que puedan ser irreversibles.

2.3 El trabajo de pie y sus consecuencias

La mayoría de los trabajadores que laboran como cajeros están obligados a permanecer de pie durante largas jornadas de tiempo sin tener la oportunidad de sentarse o caminar. Por lo tanto, ponen en riesgo su salud al adoptar esta postura, ya que como lo define el Centro Canadiense de Salud Ocupacional (1998), conocido por las siglas (CCOHS) el estar de pie es una postura humana natural y por sí misma no representa ningún riesgo particular para la salud, sin embargo, trabajar de pie de manera regular puede desencadenar en diversos malestares para el cuerpo como son: dolor en los pies, hinchazón de las piernas, venas varicosas, fatiga muscular general, dolor en la parte baja de la espalda, rigidez en el cuello y los hombros, entre otros problemas de salud.

Además, Osborne (1990) menciona que cuando el empleador permite que el trabajador se siente, lo ayuda a aliviar los malestares por estar de pie. Ya que cuando la persona está de pie, la sangre y los fluidos tienden a acumularse en las piernas. Por lo tanto, el estar de pie puede verse como postura¹ peligrosa si se mantiene por más de dos horas al día y sin ningún momento de descanso. En este caso, se puede tener la seguridad de que a corto plazo se presentarán los primeros síntomas de alguna lesión derivada de esta postura y a largo plazo las enfermedades se agravarán hasta afectar en gran medida la salud de la persona.

Así también el CCOHS (1998) añade que para mantener el cuerpo en una posición vertical se requiere de un esfuerzo muscular considerable, incluso cuando el cuerpo se encuentra sin movimiento, lo que resulta dañino para este y la salud del trabajador. El estar de pie, reduce el

1. El Instituto Nacional de Higiene y Salud en el Trabajo define la postura de trabajo como la posición relativa de los segmentos corporales y no, meramente, si se trabaja de pie o sentado.

suministro de sangre a los músculos cargados; un flujo insuficiente de sangre acelera el inicio de la fatiga y provoca dolor en los músculos de las piernas, espalda y cuello (éstos son músculos que se utilizan para mantener una posición vertical).

Asimismo, el Instituto Canario de Seguridad Laboral (2003) menciona que en las LMS predomina el dolor como síntoma y consecuentemente una cierta alteración funcional. Pueden afectar a cualquier parte del cuerpo y su gravedad que va desde la fatiga postural reversible hasta afecciones periarticulares² irreversibles.

Mondelo (1999) agrega que si la antropometría humana está diseñada para estar en movimiento es necesario que los puestos de trabajo se diseñen de tal manera que se pueda mantener una postura dinámica. Esto con el objetivo de ayudar a que el cuerpo pueda tomar pequeños descansos, que la sangre pueda circular y por lo tanto, evitar que ciertas enfermedades o lesiones aparezcan.

Por otra parte, también se tiene que estar consciente que cuando se trabaja de pie no sólo se ven afectadas las extremidades inferiores, sino otras partes del cuerpo como la espalda baja, los hombros y el cuello debido a las excesivas horas en las que el cuerpo se encuentra en una sola posición. Además, el tamaño de la empresa en la que laboran no tiene mucha influencia en si se presentan estas lesiones debido a que el problema está en mantener a las personas en esta posición por periodos prolongados.

2.4 Estudio de la importancia de promover accesorios que disminuyan las lesiones en trabajadores que no cuentan con asientos para desempeñar sus labores.

Las lesiones ocasionadas por permanecer de pie tienen gran incidencia debido a que generalmente las empresas empleadoras no proporcionan accesorios como zapatos cómodos o tapetes antifatiga a sus trabajadores y cuando los proporcionan regularmente no son de una buena calidad, ya que se busca disminuir costos; por tanto, en lugar de ayudar a disminuir el problema pueden llegar a agravarlo.

Sin embargo, de acuerdo con los diversos estudios realizados y al notar que el trabajar de pie sí conlleva a enfermedades laborales, el Centro Canadiense de Seguridad y Salud Ocupacional (CCOHS) sugiere el uso de alfombras de piso, calzas en el zapato, medias de compresión y **asientos ergonómicos** para evitar la exposición.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2011) también ha publicado artículos para la prevención de los efectos en la salud asociados con la exposición a estar de pie durante un período prolongado en el trabajo. Según la OIT, si un trabajo debe realizarse en una posición de

2. La Clínica Universidad de Navarra (2016) en su diccionario medico define las afectaciones periarticulares como aquellas situadas alrededor de una articulación.

pie debe proporcionársele al trabajador una silla o un taburete para poder sentarse a intervalos regulares.

La OIT también sugiere el uso de alfombras de piso y buen calzado para evitar pararse sobre una superficie dura, así como la disponibilidad de reposapiés para ayudar a reducir la tensión en la espalda y para permitir al trabajador que cambie de posición con el tiempo. Por último, sugiere que la altura de la superficie de trabajo debe ser ajustable o que el trabajador debe ser capaz de ajustar su altura en relación con la superficie de trabajo, de modo que los brazos no deben ser posicionados de forma incómoda o en posiciones extremas.

Por lo tanto, el uso de accesorios como tapetes antifatiga o zapatos cómodos son muy importantes para el trabajador. Ya que le ayudan a minimizar el cansancio y fatiga, lo que previene la aparición de lesiones con grados más graves o enfermedades crónicas que después son difíciles de tratar. Asimismo, aparte de los accesorios de buena calidad proporcionados al trabajador, debe haber la posibilidad de poder intercalar la posición de sentado y de pie para ayudar a que las lesiones sufridas no sean tan graves y la salud del trabajador no presente daños.

2.5 Antropometría

La Antropometría se deriva de dos vocablos griegos, *antropos*=hombre y *métricos*= medida. Por lo que puede interpretarse como aquella disciplina encargada de realizar un análisis y estudio de las medidas del cuerpo humano (Flores, 2001).

Así también, como menciona Mondelo et al. (2007) la antropometría es aquella disciplina en la cual se denotan las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, la cual realiza un estudio a partir de distintas estructuras anatómicas y junto con la ergonomía adaptan el entorno a las personas.

Por último, para Roebuck, Kroemer y Thomson (1975) la antropometría es una subdisciplina que trata todo lo relacionado con las medidas del cuerpo aplicando diversos métodos para el diseño de las medidas estándares utilizados.

De las anteriores definiciones se puede decir que la antropometría es una disciplina encargada del estudio de las medidas del cuerpo humano, con la finalidad de que el producto o espacio diseñado satisfagan al usuario. Además, busca realizar un análisis para establecer un parámetro de estas medidas con el fin de que sean usadas para diferentes tipos de personas.

Para un mejor estudio, la antropometría se puede dividir en dos tipos: estática y dinámica. En la antropometría estática las medidas se toman cuando la persona está en reposo y existen dos posturas fundamentales para tomarlas, de pie y sentado. Y en caso de que la persona por alguna razón no pueda estar de pie, se toman con la persona acostada. Por otra parte, en la antropometría dinámica las medidas se toman con el sujeto en movimiento, analizando principalmente las medidas de los espacios de trabajo (Flores, 2001).

De acuerdo con Mondelo et al. (2005) existen diversos criterios de diseño al usar las medidas antropométricas, esto como consecuencia a las diversas variantes de estas por lo que necesitan ser generalizadas. Para ello se proponen los siguientes principios de clasificación:

- Principio de diseño para los extremos

Estas medidas antropométricas son aquellas que tienen que ajustarse a los individuos, ya sea que se encuentren en uno o en otro extremo de la dimensión antropométrica que se va a considerar. Este tipo de criterio toma en cuenta el máximo y mínimo, como, por ejemplo: en el diseño de un lavabo toma en cuenta la dimensión mínima (percentil 5) de la persona, ya que la persona más baja no alcanzará. O en el diseño de una puerta, considera la dimensión de la persona más alta (percentil 95) ya que, de no ser así esta no pasaría.

- Principio de diseño para un intervalo ajustable

Este principio se usa para el diseño de elementos que tengan que ser ajustables al usuario, de acuerdo con las medidas antropométricas del mismo, ya que a veces resulta difícil acomodar el elemento a las medidas del usuario. Resulta ser el óptimo puesto que todo tipo de usuario puede usar el objeto o elemento diseñado, pero también suele ser el más caro ya que para realizar los ajustes se requieren mecanismos, lo que implica un mayor costo.

- Principio de diseño para la media

Este principio de diseño es uno de los menos recomendados ya que generalmente el diseño para el promedio no existe. El diseño para el promedio solo sería aceptable para las personas que tienen dicha estatura y no servirá para quienes están por debajo y arriba de esas medidas.

2.6 Método REBA

Para analizar un puesto de trabajo existen varios métodos que se pueden aplicar, como son el RULA, OWAS, OCRA, entre otros; sin embargo, no se hizo uso de alguno de los métodos anteriores debido a que sólo se centran en analizar los efectos del trabajo provocados en los miembros superiores. Este método además de analizar los miembros superiores hace un análisis de la interacción de estos con los miembros inferiores, que son los que más interesan para este estudio.

El método REBA (Rapid Entire Body Assessment) fue desarrollado por Higneth y McAtamney en Nottingham en el año 2009. Islas (2012), indica que el método REBA sirve para evaluar posturas en los trabajadores. De acuerdo con Diego-Mass (2015) es un método particular con las tareas que conllevan cambios o movimientos inesperados, su aplicación previene la aparición de LME asociadas con el trabajo en una postura. Además, es útil ya que a diferencia de otros métodos que evalúan un conjunto de posturas, éste se encarga de evaluar posturas individuales. Asimismo, permite hacer evaluaciones a través de fotografías, en las cuales pueda apreciarse el ángulo de la postura a evaluar. Para su aplicación se realiza lo siguiente:

- Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante los mismos.
- Se seleccionan las posturas útiles para realizar el análisis.
- Se divide al cuerpo en dos grupos; el grupo A que incluye las piernas, el tronco y el cuello; y el grupo B, que incluye los brazos, antebrazos y muñecas.
- Se realiza la puntuación del grupo A y del grupo B, evaluando las posturas que mayor dificultad tienen para el trabajador.
- Obtenidas las puntuaciones se procede a realizar una tabla para capturarlas parcialmente.
- Se obtiene la tabla de las puntuaciones globales y con esta se procede a plantear el nivel de actuación necesario.

CAPÍTULO 3.
ANÁLISIS DEL TRABAJO DE OC EN
TIENDAS DE AUTOSERVICIO

3.1 Antecedentes de las actividades que desempeñan las cajeras.

El trabajo de cajera inició con la primera caja registradora inventada y patentada por James Ritty que era el propietario de un salón en Dayton, Ohio, en E.U., y necesitaba evitar que sus empleados le hurtaran el dinero de sus ganancias en 1883. En 1884 John H. Patterson, la mejoró incorporando un rollo de papel para registrar las transacciones. En 1906 F. Kettering diseñó una caja registradora con motor eléctrico.

Hoy en día el uso de las cajas registradoras se ha implementado en casi todos los negocios, existen de varios tamaños, marcas, precios y varían algunas de sus funciones, aunque su principal característica es del resguardo y control del efectivo.

La Real Academia Española (2017) define la actividad de un cajero como: la persona que tiene por oficio llevar el control de caja y atender los pagos y cobros en ciertos establecimientos (bancos, comercios, etc.)

Desde que se inventaron las cajas registradoras existió la necesidad de contratar a una persona para que ella registrara las ventas de los productos vendidos y a su vez rindiera cuentas a la empresa por las transacciones realizadas durante el día.

Esta actividad que es llevada a cabo por un OC es reconocida sobre todo en las tiendas de autoservicio, es un trabajo cotidiano en donde una persona se encuentra de pie registrando las ventas del día mediante un recibo impreso sobre el papel que a su vez le facilitará una copia al cliente para que la firme y ambos tengan una constancia de la operación, en caso de que se pague con efectivo, le proporcionará al cliente un ticket de la fecha y hora de la venta realizada.

A continuación, se describen las actividades más usuales que se realizan diariamente en la mayoría de los establecimientos:

- Recibe una cantidad de dinero en efectivo, para ingresarla a la caja y así poder iniciar el primer cobro del día.
- Realiza operaciones de cobro en efectivo o con tarjetas de crédito verificando la validez de los datos.
- Atiende al cliente en la caja, ofreciendo un saludo y terminando con la frase: ¿encontró todo lo que buscaba?
 - Reconoce y detecta billetes falsos.
 - Cobra los productos pasándolos a través de un sensor que detecta el código de barras de cada producto.
 - Ofrece la venta de tiempo aire.
 - En caso de no contar con la asistencia de un “cerillo”, empaca los productos en bolsas de polietileno, ordenándolos por grupos para evitar la contaminación de estos y los entrega al cliente.

- Realiza el cierre de la caja, ordenando todos los ingresos y realizando un balance del efectivo.
- Verifica que no exista hurto por parte de los clientes a la tienda.
- Si existe alguna diferencia en la caja, el tesorero encargado levantará un acta para indicar quién tomará las medidas necesarias.

En Huajuapán de León el trabajo de los OC consiste en realizar el cobro de los productos permaneciendo toda su jornada laboral de pie. En algunos de los establecimientos se le proporciona al trabajador un tiempo de descanso, el cual generalmente lo utiliza para realizar otras actividades y no para lo que está destinado. Las actividades que realizan son: atender a las dudas de los clientes en cuanto algún producto, acomodar los productos en los estantes, limpiar el local, entre otras más actividades que no corresponden a su trabajo como OC, por lo tanto, no descansa en algún momento.

Uno de los síntomas que se presentan al inicio por jornadas laborales sin descanso es la fatiga, que como menciona Osborne (1990), se puede desarrollar mientras se realiza trabajo dinámico o estático, por lo que puede llegar a causar displacer o distracción por parte del empleado, afectando su trabajo.

Las personas que tienen más de 35 años y trabajan como OC, son propensos a presentar fatiga frecuentemente, por lo que es difícil que puedan desempeñar su labor sin presentar cansancio o distracción. Por esta situación las empresas optan por contratar personal para este puesto con edades que no rebasen los 35 años para una mejor productividad.

3.2 Análisis de un puesto de trabajo de cajero

El trabajo de OC exige de toda su atención visual y del desarrollo de sus habilidades motrices para ser rápidos durante el cobro de la mercancía, así como para verificar que todos los productos hayan sido cobrados, para posteriormente empacarlos y hacer el balance correcto del cobro. Debido a la actividad que desempeña, la carga mental es considerable por la gran cantidad de información que requiere verificar antes de empezar a cobrar al siguiente cliente.

El gran esfuerzo físico que realizan también les ocasiona problemas de salud con el paso del tiempo, pues se conoce que adoptan posturas forzadas como el giro del tronco, movimientos repetitivos con las manos y posturas estáticas de pie, que les generan fatiga al término del día por encontrarse en espacios tan reducidos que no les permite estirarse o tomar otras posiciones.

La carga mental viene determinada principalmente por la cantidad de información que debe tratarse, el tiempo de que se dispone y la importancia de las decisiones. En la carga de trabajo mental intervienen además aspectos afectivos, los cuales pueden correlacionarse con otros conceptos: autonomía, motivación, frustración, inseguridad, etc. La carga mental puede estar

más o menos tolerada en función de la satisfacción o la motivación que los trabajadores encuentran en su trabajo (Mondelo, Torada, & Bombardo, 2007).

De acuerdo con Mondelo et al. (2001), cualquier tipo de operación mental se puede analizar como un proceso que incluye diferentes sub-operaciones: detectar la información, identificarla, decodificarla, interpretarla, elaborar las posibles respuestas y elegir las más adecuadas, tomar las decisiones, emitir las respuestas y recuperar los efectos de la intervención para hacer una estimación de su efectividad.

Además, en la práctica laboral los estímulos no se presentan de uno en uno, sino que aparecen simultáneamente, interfiriéndose y creando ruidos, con los que este proceso se vuelve mucho más complejo; intervienen entonces como factores determinantes de la carga mental, que ayudan a disminuir o que al contrario incrementan la gravedad del hecho (Fernández y Pinedo, 1987) como se muestran a continuación:

1. La posibilidad de automatizar las respuestas mediante la creación de arcos de reflejo condicionados: una vez superado el periodo de aprendizaje algunas respuestas llegan a automatizarse, lo que redundaría en una disminución de la carga mental y el incremento de conductas estereotipadas.
2. La cantidad de respuestas conscientes a realizar: si el trabajo exige muchas respuestas, pero cortas y repetitivas, la carga mental es menor que si las respuestas exigen una elaboración mayor.
3. El tiempo la duración ininterrumpida de un proceso estímulo-respuesta puede provocar una saturación en la capacidad de respuesta del individuo (Mondelo et al. 2001).

En el punto uno se ha demostrado que en el caso de las OC que son principiantes durante las dos primeras semanas de su entrenamiento suelen presentar pérdidas económicas en el cierre de su caja, pero después de superado este tiempo adquieren habilidad para cobrar y para realizar las actividades generales de su puesto, volviéndose más confiadas y seguras, reduciendo la carga mental y tomando conductas estereotipadas.

En el punto dos sobre los estímulos de carga mental de la OC, se reconoce que las respuestas que tiene que proporcionar son cortas y fáciles de mentalizar, por ejemplo: al inicio saluda al cliente, menciona si encontró todo lo que buscaba, preguntar la forma de pago, ofrece tiempo aire, finalmente agradece al cliente por la compra efectuada, e inicia de nuevo el mismo ciclo repetitivo con el siguiente cliente, sin tener que exigirse mucho mentalmente para elaborar nuevamente el saludo e iniciar nuevamente el proceso.

En el punto tres de las operaciones de carga mental se observó que el tiempo de respuesta que tarda una cajera en atender a un cliente es aproximadamente entre cinco y ocho minutos con cada cliente, por lo que el proceso estímulo-respuesta le permite a la cajera un rango de tiempo para memorizar y automatizar sus actividades sin saturar su carga mental.

Hay que tener en cuenta, una vez más que la capacidad de respuesta del hombre es ilimitada y está en función de una serie de variables tales como: edad, nivel de aprendizaje, pericia, estado de fatiga, características de la personalidad, experiencia, actitud y motivación hacia la tarea, condiciones ambientales, etc. (Wisner 1988).

Para el puesto de OC los encargados del reclutamiento de las mismas, comentaron que prefieren que sean personas jóvenes entre 25 y 35 años de edad, o con estudios de nivel medio superior o de cualquier carrera universitaria, ya que presentan mayor habilidad para utilizar la caja registradora y también para realizar cálculos matemáticos (Figura 3), personas mayores a este rango ya no son contratadas por parecerles que disminuyen su rendimiento, se cansan más rápido y no responden de manera inmediata a las labores que se les asignan.



Figura 3. Cajera de 28 años en la tienda de autoservicio Aurrera

Fuente: elaboración propia

El esfuerzo físico es uno de los factores más comúnmente asociados a la aparición de LME por la excesiva carga postural a la que se encuentra expuesto el trabajador durante su turno de ocho horas, en las que se encuentra de pie con una gran carga estática que le exige realizar diversos movimientos para relajar las piernas y mantener una buena circulación.

Así también, el esfuerzo físico es parte esencial de toda actividad laboral, no sólo es un componente de los trabajos pesados (minería, construcción, siderurgia), sino que es un elemento de fatiga importante, aunque menos evidente, en otros trabajos como mecanografía,

enfermería, montaje de pequeñas piezas, confección textil, etc. Incluso el mantenimiento de una misma postura (de pie o sentado) durante 8 horas puede ser causa de lesiones corporales. Estas lesiones, especialmente las que afectan al sistema músculo esquelético, son uno de los problemas de salud laboral más extendidos.

Los OC combinan diversos movimientos motrices al tomar cada uno de los productos y pasarlos por el escáner del código de barras, así mismo tienen que retirar los broches de seguridad de los productos, revisar que los clientes no se guarden cosas. Esto además de estar manteniendo una postura forzada al estar de pie. Para la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales (2008), una postura forzada es aquella en la que las posiciones del cuerpo están fijas o restringidas, es así como se sobrecargan los músculos y los tendones del cuerpo humano. Estas posiciones pueden generar LME que afectan al cuello, tronco, brazos y piernas.

En España, los accidentes de trabajo por sobreesfuerzos constituyen más del 40% del total de personas que presentan problemas de salud laboral, proporción que se mantiene constante en los últimos años. En 2003, el 80% de las enfermedades profesionales notificadas fueron debidas a procesos músculo esqueléticos y en la encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo realizada en 2005, un 76.8% de las personas entrevistadas manifestaron sentir alguna LME atribuida a posturas y esfuerzos derivados del trabajo. Sin embargo, difícilmente se reconoce la relación de este tipo de trastornos con el trabajo.

La realización de movimientos rápidos de forma repetida, aun cuando no supongan un gran esfuerzo físico (por ejemplo, empaquetado, mecanografía), el mantenimiento de una postura que suponga una contracción muscular continua de una parte del cuerpo (por ejemplo, mobiliario o herramientas inadecuadas), o la realización de esfuerzos más o menos bruscos con un determinado grupo muscular (por ejemplo, amasar) y la manipulación manual de cargas, pueden generar alteraciones por sobrecarga en las distintas estructuras del sistema osteomuscular al nivel de los hombros, la nuca o los miembros superiores. (Enciclopedia de la OIT, 2001).

Los esfuerzos repetitivos en los OC y la postura estática tienen como consecuencias que presenten diversos problemas de salud que con el tiempo se van agudizando y generando enfermedades crónicas y dolores músculo esqueléticos.

Como se logró apreciar en las observaciones que se hicieron en las tiendas de autoservicio de la ciudad de Huajuapán de León, los OC realizan diversas actividades durante su jornada de trabajo. Atienden a más de 10 clientes por hora sin interrupciones en algunas ocasiones, así como también en su tiempo de descanso realizan muchas otras actividades lo que les exige un mayor esfuerzo al trabajar.

Además, comentan que aparte del esfuerzo físico que les implica estar realizando todas estas actividades, también sufren un daño mental debido a que llegan a estresarse y se sienten presionados cuando el corte de caja no coincide y por lo tanto se les descuenta de su nómina quincenal.

3.3 Tipos de lesiones que se presentan en las cajeras por trabajar de pie

Los OC que se encuentran en las tiendas de autoservicios en su mayoría trabajan de pie, manifestando que estas posturas les causan molestias principalmente en el cuello, región lumbar, muñecas, hombros, dolor de pies y piernas, entre otras lesiones musculares.

Las cargas posturales a las que se encuentran expuestas como: el trabajo repetitivo, el manejo manual de cargas, la carga mental, la contaminación ambiental y la variabilidad de horarios, han causado graves trastornos en su salud. Por lo que es necesario mencionar las causas que provocan estas molestias. Ver Tabla 2

Tabla 2. Principales molestias en los OC en Huajuapán de León

Molestia	Causa
Dolor de cuello	Durante ocho horas diarias las cajeras rotan el cuello y lo bajan para poder observar la pantalla al realizar el cobro de la mercancía.
Región lumbar	Las cajeras sufren de graves molestias en la región lumbar debido a la rotación del tronco cuando lo giran para verificar, cobrar y empacar productos.
Muñecas	Los movimientos repetitivos como agarrar los productos para pasarlos por el escaner y soltarlos de manera instantánea, así como la carga de los productos de mayor peso durante su jornada laboral.
Dolor de pies	El trabajo exige que se mantenga de pie durante 8 horas al día, causando cansancio y disminuyendo la circulación de la sangre por falta de movimientos que le permitan la circulación o irrigación de la misma.
Hombros	Al mantener siempre la misma postura y no contar con movimientos en el cuerpo, la cajera sufre de dolencias en los hombros, ya que es donde recae el peso del cuello y el esfuerzo que se hace en los brazos.

Nota: elaboración propia basada en observación de campo

Estas son las molestias que se presentan con mayor frecuencia en las cajeras que laboran en las tiendas de autoservicio, además se quejan también del ruido excesivo que se genera en la zona de las cajas, precisamente por aglomerar al mayor número de gente en esta área.

Las cajeras de las tiendas de autoservicio observadas presentan todas estas molestias en su mayoría, pero las que llegan a presentar con mayor regularidad son el dolor de pies y de la región lumbar, por lo que consideran pertinente que sus empleadores les proporcionen un lugar donde sentarse por ratos para descansar y así disminuir estas molestias.

Además, también por lo que mencionan, el dispositivo para relajar los músculos les debe permitir estar casi de pie porque consideran que sentarse completamente da mal aspecto hacia el cliente, además de que también realizarían sus actividades con lentitud.

3.4 Análisis de los posibles factores que afectan a las cajeras por trabajar de pie

Existen diversos factores que ponen en riesgo la salud del trabajador y lo hacen propenso a presentar LME, por lo que es necesario mencionarlos para conocer de qué manera su trabajo se ve afectado. A continuación, se describen algunos de ellos:

- a) *Tiempo que lleva realizando esta actividad.* Este factor podría considerarse después de todas las observaciones realizadas en las diferentes tiendas de autoservicio como una de las principales causas en la aparición de lesiones por estar de pie. Ya que, si la postura de pie se adopta por periodos prolongados, puede afectar la salud del trabajador.
- b) *Malos hábitos posturales.* No sólo el hecho de que la empresa no les proporcione un lugar para descansar puede afectar a las personas que se encuentran laborando como cajeras, sino también las malas posturas que las mismas adoptan después de un tiempo de estar realizando su trabajo. Existe un sinnúmero de malas posturas, pero en el caso específico de las personas que laboran como cajeras son: recargar el peso del cuerpo en un solo lado, no pararse con el cuerpo erguido, no rotar el cuerpo en el eje vertical, agacharse y estirar los brazos.
- c) *Uso de calzado que no le ayude a descansar los pies.* La falta de un calzado para realizar estas labores contribuye a que las personas que se desempeñan como cajeras tiendan a sufrir cansancio y dolor en los pies después de una jornada de trabajo. Al realizar un análisis a estas personas se observó que solamente hacen uso principalmente de tenis y zapatos de piso, ya que la empresa en ningún momento les proporciona algún calzado o zapatos que sean cómodos y cubran las necesidades que los empleados llegan a presentar, lo que trae como consecuencia que el dolor y cansancio que muestran se vaya agudizando a lo largo del tiempo.
- d) *Edad del trabajador.* Este factor influye de manera significativa en la realización de las labores de las personas que se desempeñan como cajeras. Ya que se observó que es poco común encontrar a personas de más de 40 años desempeñando este puesto, debido a que el propósito de las empresas es contratar a personal joven que realice las actividades con mayor destreza. Aun así, personas que llevan muchos años en el puesto y que rebasan los 35 años, han presentado mayores problemas de salud ocasionados por estar de pie durante prolongadas jornadas laborales.

- e) *Exigencia de la empresa.* Aparte de las actividades que implica su trabajo cuando no hay clientes por atender, el cajero realiza otras labores fuera de su caja, como son, acomodar o limpiar los productos que se encuentran cerca del lugar donde cobra o bien, revisar que los productos en los estantes se encuentren en orden.
- f) *Falta de pausas o descansos.* Este se puede considerar otro de los factores principales por los que se desarrollen las LME en los trabajadores. Ya que por la ausencia de las pausas o descansos se ve afectado su trabajo, así como también su salud.
- g) *Falta de capacitación ergonómica.* La mayoría de las empresas que contratan personal para el área de caja no realiza algún estudio ergonómico para saber cuáles son las afectaciones que puede sufrir el cajero en su puesto de trabajo, sino que generalmente desempeñan su tarea como mejor se acomoden. Después de ser contratado, el trabajador ocupa su puesto sin capacitación y sin equipo necesario que le permita resguardar su salud.
- h) *Falta de accesorios que disminuyan el cansancio.* Con el análisis realizado en las distintas tiendas de autoservicio, se observó que al menos el 80% de los empleadores no proporciona al trabajador accesorios para disminuir el cansancio en los pies de las personas. Las empresas que si lo hacen sólo proporcionan un tapete antifatiga, el cual no disminuye el cansancio de pies y piernas. Los trabajadores mencionaron que en algunas ocasiones les resulta más incómodo, ya que los tapetes proporcionados tenían demasiado uso o eran de mala calidad.
- i) *Falta de adecuación antropométrica de la estación de trabajo.* Los muebles utilizados para los espacios de trabajo de un cajero son muy variados en tamaño y forma. Se pueden encontrar muebles con bandas que ayudan a que el producto sea llevado hasta el escáner de los códigos o hay otros más sencillos, aquellos que simplemente son un espacio en donde el trabajador tiene que cargar el producto para poder llevarlo hasta el espacio de cobro. Además de esto, como los muebles son hechos para distintos tipos de tiendas y para diferentes países, no todos se adecuan a las medidas antropométricas de las personas. Por lo tanto, el empleado se adapta al espacio y a los muebles proporcionados.

CAPÍTULO 4.

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Diseño de un cuestionario ergonómico para conocer las lesiones que se presentan en las cajeras actualmente

Chasteauneuf (2009) menciona que un cuestionario consiste en un conjunto de preguntas respecto de una o más variables a medir (Hernandez et al., 2014, p. 217). Por lo tanto, se diseñó un cuestionario con las preguntas que permitieron obtener información acerca de los problemas de tipo músculo esqueléticos que presentaban los trabajadores al permanecer laborando diariamente de pie por periodos mayores a 2 horas. El hecho de conocer dichas lesiones, ayudó a establecer un parámetro de los requerimientos necesarios para el diseño y desarrollo del sistema que se propone.

A continuación se enlistan de manera resumida los aspectos que fue necesario evaluar para la obtención de la información que ayudó a definir los requerimientos de diseño necesarios. Este cuestionario está conformado por 16 preguntas, para poder obtener toda la información posible necesaria (Véase formato de cuestionario en el Anexo A).

- Edad y sexo de las personas.
- El tiempo que llevan trabajando .
- Horas que laboran al día y el tiempo de descanso .
- Las horas que laboran de pie y si deben permanecer siempre en esta posición.
- Si cuentan con algún lugar o silla para descansar.
- Otras actividades que realizan aparte de estar como cajero.
- Las partes del cuerpo donde presentan dolencias y la frecuencia de estas.
- Otros movimientos corporales que mas repite y que le causan dolor.
- Como alivian las lesiones y qué otro movimiento se repite más.
- Uso de calzado especial.
- Saber si han acudido al médico por estos malestares y cuánto tiempo después de que empezó a trabajar las presentaron.
- Si realizan actividad física.

Estas variables se formularon por la necesidad de conocer los factores involucrados en la envolvente de trabajo en la que se desarrollan los OC.

4.2 Muestra de la población estudiada

Dado que para la aplicación del cuestionario elaborado y descrito anteriormente no fue posible que todas las personas que laboran como OC fueran entrevistadas, fue necesario sólo escoger a una parte de la población que fue la que las represente. A esa parte de la población se le denomina muestra y se puede definir como parte representativa de la población (denominado también universo) la cual sea capaz de simbolizar las características que se desean del sujeto, con la finalidad de obtener datos e información (Hernández, 2014)

Ya que en la zona céntrica de la ciudad de Huajuapán de León de acuerdo con datos del INEGI, existen 3000 comercios aproximadamente, de los cuales 10 son tiendas de autoservicio con un aproximado de 65 personas laborando como cajeras. Por lo que se tomó una muestra representativa para aplicar las encuestas, ya que existía muy poca disponibilidad de tiempo por parte de las cajeras para poder entrevistar a todas.

Para calcular la muestra representativa de la población estudiada se aplicaron las siguientes fórmulas, extraídas de los apéndices del libro de Metodología de la Investigación de Hernández Sampieri (2014) la cual es la siguiente:

$n' = \frac{s^2}{v^2}$ La cual representa el tamaño provisional de la muestra.

$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}}$ Representa la muestra de la población que queremos estudiar.

Donde:

s^2 = varianza de la muestra, también se puede expresar como:

$s^2 = p(1 - p)$ donde p es la probabilidad a favor de que la persona sea elegida.

V^2 = error estándar.

N = población.

n' = tamaño de la muestra sin ajustar.

n = tamaño de la muestra.

Ahora, para calcular la muestra se tuvieron los siguientes datos:

$p = 0.5$ por lo tanto $s^2 = 0.5(1 - 0.5)$; $V^2 = (0.04)^2$ y $N = 65$

Aplicando las fórmulas, se tuvo lo siguiente:

$n' = \frac{s^2}{v^2} = \frac{(0.5(1-0.5))^2}{(0.04)^2} = \frac{0.25^2}{(0.04)^2} = 39.0625$ Sustituyendo este valor en la otra fórmula:

$n = \frac{n'}{1 + \frac{n'}{N}} = \frac{39.0625}{1 + \frac{39.0625}{65}} = \frac{39.0625}{\frac{333}{208}} = 24.39 \approx 25$ Por lo tanto, 25 personas es el total de la muestra de la población.

Debido a que es una muestra aleatoria simple, donde todos los individuos participantes tienen la misma probabilidad de ser elegidos, se aplicó la encuesta a hombres y mujeres que se encontraron disponibles, por lo que se entrevistó un grupo de 18 mujeres y 7 hombres que laboran como OC.

Obtenidos los datos e información al aplicar el cuestionario (el cual se encuentra en el Anexo A), se procedió a graficar y analizar toda la información para después realizar su interpretación

y ver qué información se desprende de estas. A continuación, se muestran los resultados de las preguntas formuladas, así como su respectivo análisis.

4.3. Representación estadística de los resultados y análisis

En este apartado se presentan las gráficas con la información obtenida de la aplicación de los cuestionarios a los trabajadores de las diferentes tiendas de autoservicio, a continuación de esto se procederá a realizar un análisis para su entendimiento.

Edad de las personas que se dedican a trabajar como cajeros en las tiendas de auto servicio de la Ciudad de Huajuapán de León.

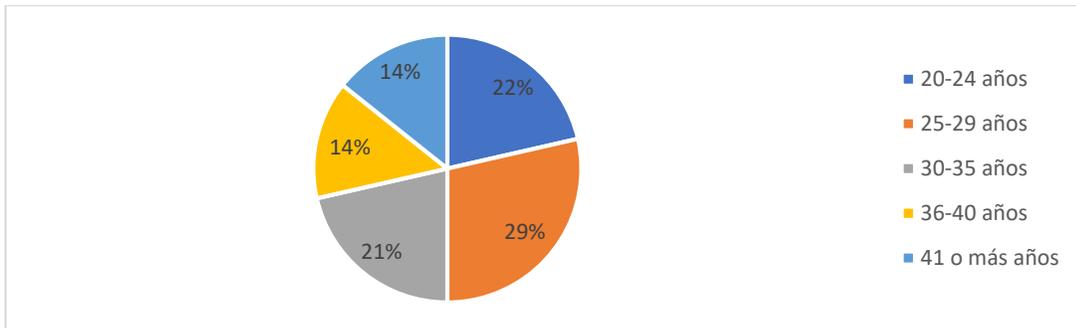


Figura 4. Edad de los trabajadores encuestados

Fuente: elaboración propia

Resultó necesario e importante conocer la edad de las personas encuestadas, ya que este dato proporcionó información del por qué las personas que trabajan como cajeras llegan a presentar las diferentes LME, debido a que dependiendo de la edad la persona se es más propenso a padecer diversas enfermedades. Por lo tanto, cuando se realiza el análisis del gráfico anterior se pueden destacar los siguientes puntos:

- Las personas que se desempeñan como cajeras dentro de las tiendas de autoservicio son por lo general personas jóvenes en un rango de edad de 25 a 35 años, lo que permite un mejor desempeño al realizar sus labores.
- En algunas tiendas de autoservicio se encuentran laborando personas que rebasan los 35 años, esto debido a que empezaron a laborar desde jóvenes y llevan más de 10 años trabajando.

Sexo de las personas que trabajan como cajeros en las tiendas de autoservicio

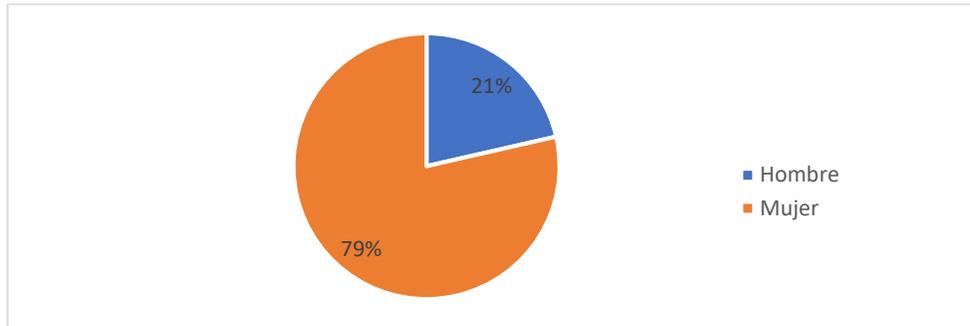


Figura 5. Sexo de los trabajadores entrevistados

Fuente: elaboración propia

Conocer el género de las personas que laboran como cajeras en las distintas tiendas de autoservicio fue importante ya que permitió tener conocimiento de por qué domina más un género que el otro al realizar estas labores. Así entonces, se realizó la encuesta a la muestra de empleados y se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- El 78.2% de los trabajadores encuestados son mujeres; ya que como ellas mencionan, son trabajos que pueden desempeñar con mayor facilidad.
- Sólo el 21.5% de los trabajadores son hombres, esto se debe en gran parte a que en las tiendas de autoservicio los contratan mayormente para realizar otros tipos de labores que conllevan un esfuerzo mayor.

1. ¿Cuánto tiempo lleva trabajando como cajero?

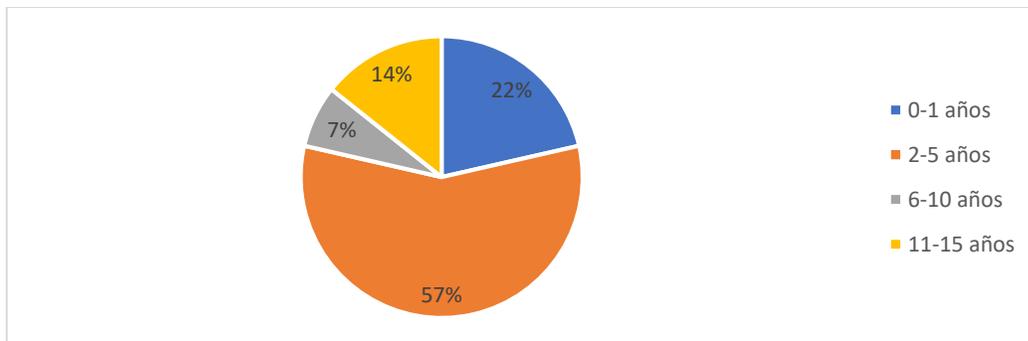


Figura 6. Número de años que el trabajador se ha desempeñado como cajero

Fuente: elaboración propia

Los años que una persona lleva desempeñando la misma tarea son un factor muy importante para tomar en cuenta, ya que de esto depende el grado las LME que presentan los trabajadores. Dicho esto, a continuación, se muestran las respuestas obtenidas por parte de los encuestados para realizar el análisis correspondiente.

- El 21.5% de la muestra comenzó a laborar hace poco, por lo cual no llevan más de un año trabajando. Por lo tanto, es posible que aún no presenten LME que puedan dañar su salud.
- El 57 % de los encuestados lleva laborando de 2 a 5 años, aspecto que se debe tomar en cuenta ya que ha adoptado una postura de pie todo este tiempo, provocando posiblemente LME.
- El 21.5 % de la población lleva laborando por más de 6 años, por lo cual es casi un hecho que presenten LME que pongan en riesgo su salud.

2.- ¿Cuántas horas labora al día?

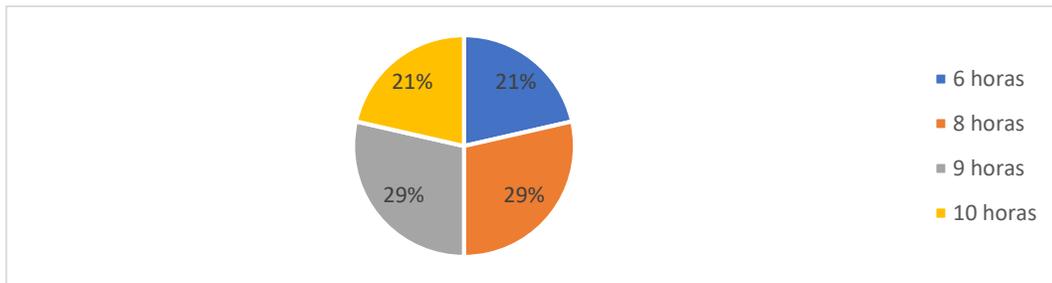


Figura 7. Número de horas que labora al día
Fuente: elaboración propia

Como se mencionó en el capítulo 2, el estar de pie por jornadas mayores a 2 horas puede provocar graves daños a la salud del trabajador. Por esta razón fue necesario conocer el tiempo que el trabajador labora de pie, para verificar si es posible que sufra LME. A continuación, se presenta un análisis de los resultados obtenidos:

- En todos los casos, las y los trabajadores laboran más de 2 horas, lo cual resulta dañino para su salud. Así también sólo el 21.5% de la muestra labora sólo 6 horas, lo que puede disminuir que presenten lesiones si es que las llegan a padecer.
- El 57 % de la muestra trabaja entre 8 y 9 horas, por tanto, se puede decir que con este tiempo de pie si pueden presentar LME. Por último, existen personas que laboran hasta 10 horas, esto representa un 25% de la muestra, por tanto, las lesiones que lleguen a presentar pueden resultar más graves.

3. ¿Cuenta con algún tiempo de descanso durante su jornada laboral?

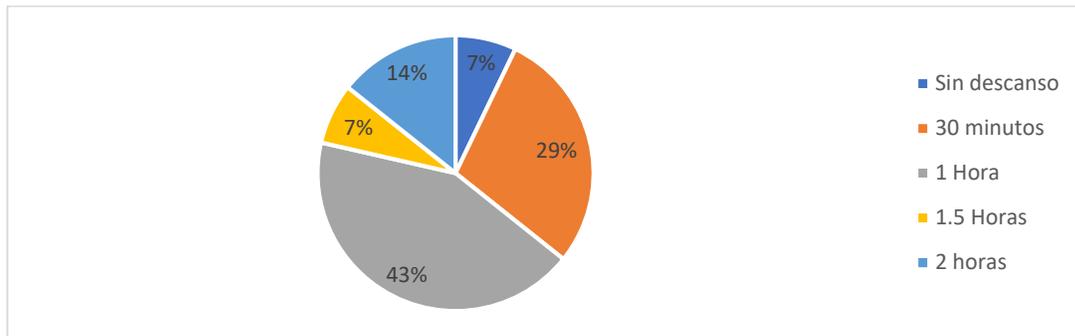


Figura 8. Tiempo de descanso al día
Fuente: elaboración propia

Es necesario que el trabajador cuente con algún tiempo destinado para descansar, dado que con ello le es posible relajar los músculos del cuerpo y con esto evitar las LME. Por esta razón, se incluyó esta pregunta dentro del cuestionario para saber con cuánto tiempo cuentan para realizar esta actividad. A continuación se muestran las conclusiones en torno a esta pregunta.

Se puede observar que el tiempo de descanso proporcionado a cada trabajador no es el mismo, ya que cada empresa tiene diferentes horarios y reglas. Sin embargo, con las respuestas obtenidas se concluye lo siguiente:

- El tiempo de descanso no es el mismo, ya que cada empresa cuenta con políticas de tiempos de descanso diferentes.
- El tiempo de descanso destinado por la mayoría de las empresas es de 1 hora, aunque cabe mencionar que este tiempo más que para descanso es para comer y además es para trabajadores que tienen jornadas laborales de 8 horas o más.
- El tiempo de descanso de 30 minutos no es necesariamente para descansar, sino que las empresas en su mayoría lo destinan para que los empleados realicen otras actividades.

4. ¿Debe estar siempre de pie para realizar sus actividades laborales?

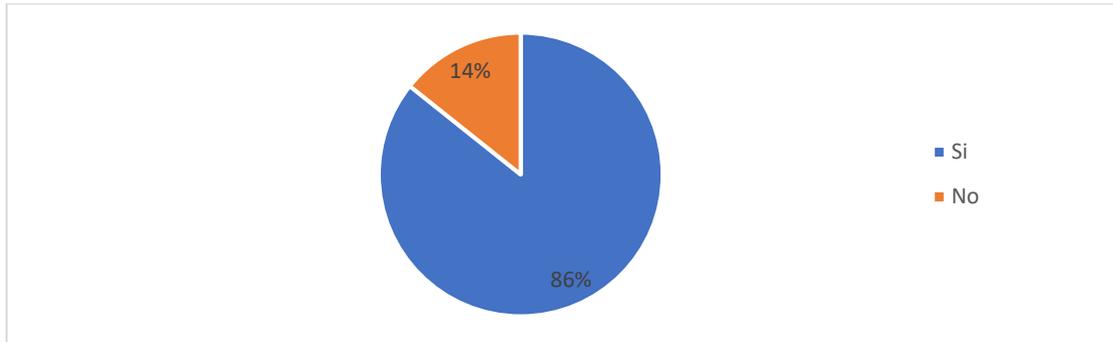


Figura 9. El trabajador permanece siempre de pie
Fuente: elaboración propia

En la mayoría de las tiendas de la ciudad los OC realizan este trabajo de pie, por ello fue necesario conocer el porcentaje que labora en esta posición para determinar si es viable o no realizar este proyecto.

Por lo tanto, de acuerdo con las respuestas se obtuvieron las siguientes conclusiones. Se observa claramente en la Figura 9 que dominó el número de personas que laboran de pie con un 86 %, mientras quienes tienen la oportunidad de trabajar sentados sólo es un 14%. El que los trabajadores permanezcan de pie, se debe a distintas cuestiones descritas a continuación:

- Dentro de su espacio de trabajo no cuentan con algún lugar o silla para poder estar sentados o descansar, debido a que no se les proporciona o el área destinada para que ellos estén parados es muy pequeña.
- No se puede destinar una silla de tamaño convencional debido al espacio reducido, así también como a las políticas de la empresa.

5. ¿Cuenta con algún lugar o silla para descansar? Y 6. De no ser así, ¿Por qué?

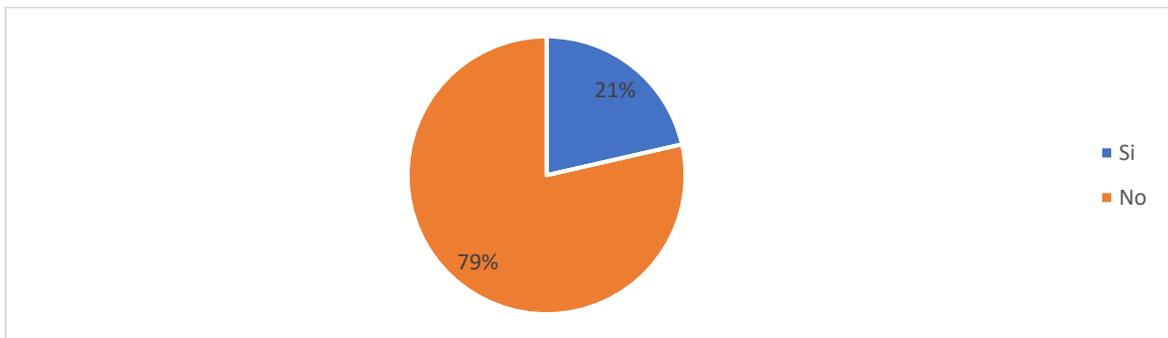


Figura 10. El trabajador cuenta con algún lugar para descansar
Fuente: elaboración propia

Para saber si los trabajadores siempre tienen que permanecer de pie mientras realizan sus labores es necesario conocer si cuentan con algún espacio que se destina específicamente para que ellos descansen y de no ser así, conocer cuáles son las razones por las que no tienen este espacio.

Hecha la observación anterior, a continuación, se realiza un análisis y conclusiones acerca de esta pregunta para conocer su impacto dentro del diseño del sistema ergonómico.

- Sólo el 21 % de los trabajadores dijeron contar con un lugar para descansar, por lo tanto, el otro 79% de los trabajadores permanece de pie por todo el tiempo que dura su jornada laboral.
- Además, mencionaron que por el tipo de actividad que ellos realizan no pueden estar completamente sentados, por eso su patrón no les proporciona una silla para que estén sentados, ya que consideran que esto da muy mal aspecto hacia el cliente.
- Por último, mencionaron que no pueden permanecer sentados debido a la cantidad de clientes que llegan y que tienen que atender, así como también porque no siempre permanecen en un mismo lugar.

7. ¿Qué otra actividad realiza aparte de estar como cajero?

También se le preguntó a los encuestados que otras actividades realizaban aparte de estar como cajero para identificar la forma en que se propicia la aparición de las diferentes dolencias que presentan. Se obtuvieron las respuestas siguientes:

- El 50 % de las personas encuestadas mencionaron que se dedican a acomodar los productos o a ayudar a sus demás compañeros a realizar otras actividades.
- El 14.5 % mencionan que en los tiempos en que no llegan clientes a la tienda, se dedican a empacar la mercancía que se vende a granel, para lo cual igual permanecen de pie, ya que sentados se les cansan los brazos porque la caja queda muy alta si se sientan en una silla normal al realizar sus actividades.
- El 7% mencionó que aparte de estar de OC se dedican a supervisar que todo esté bien en la tienda, ya que también son supervisoras de esta.
- Sólo el 28.5 % de los encuestados mencionó que se dedican exclusivamente a estar en la caja y cobrar a los clientes.

Como se pudo observar en las respuestas anteriores, son pocos los OC que se dedican únicamente a cobrar a los clientes, ya que aparte de estar en la caja deben realizar otras actividades que les permiten salir por momentos fuera de su espacio de trabajo. Cabe mencionar que estas otras actividades las realizan en el tiempo destinado para su descanso, por lo tanto, en ningún momento tienen la posibilidad de descansar o relajar las extremidades inferiores, lo que les puede ocasionar lesiones en estas partes del cuerpo

8. ¿Presenta algún malestar físico en el cuerpo después de su jornada de trabajo? Indique en qué parte del cuerpo

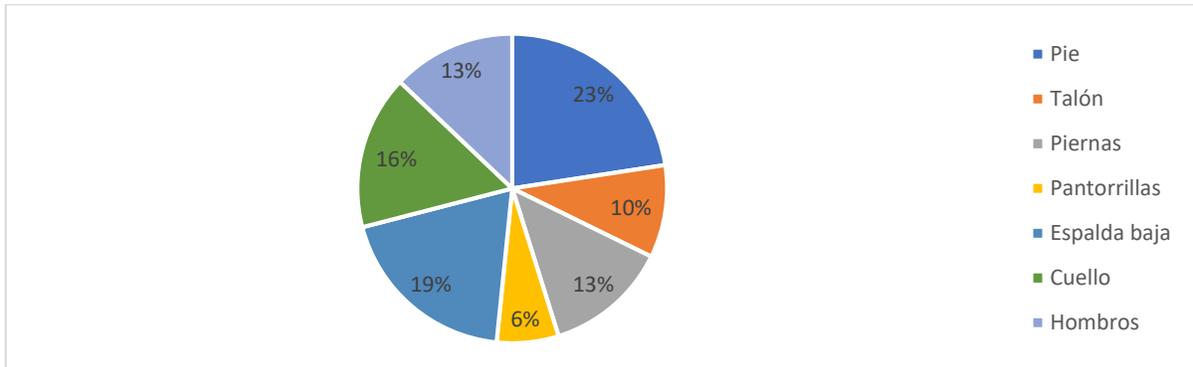


Figura 11. Partes del cuerpo que le duelen al trabajador por estar de pie
Fuente: elaboración propia

Otro de los aspectos de mayor importancia a investigar fue las dolencias que presentaban los trabajadores, ya que esta información es importante debido a que es el resultado de las malas posturas que adoptan los trabajadores que laboran como OC.

Los trabajadores describieron que presentan diferentes dolencias después de su jornada laboral, las cuales son las siguientes:

- Dolor en los pies.
- Dolor en el talón.
- Dolor en las piernas.
- Dolor en las pantorrillas.
- Dolor en la espalda baja.
- Dolor de hombros.
- Dolor de cuello.

Como se puede apreciar en la Figura 11 los problemas que mayormente presentaron los trabajadores fueron dolores en los pies, espalda baja y cuello. Esto se debe a que los pies son los que soportan todo el peso del cuerpo cuando se encuentra en estado estático, así como las molestias en la espalda baja son consecuencia de los movimientos del tronco que realiza el trabajador y la mala posición que adopta. Las molestias en el cuello son a causa de que el mobiliario no cumple con la antropometría del trabajador.

9. ¿Con qué frecuencia presenta estos malestares?

Fue importante conocer la frecuencia con la que presentan los distintos malestares, ya que esto ayudó a definir la gravedad de este problema. Al analizar las encuestas se obtuvieron los siguientes resultados:

- El 64% de las personas encuestadas dijeron que presentan estos dolores todas las tardes después de trabajar.
- El 14% de las personas mencionaron que presentan estos dolores al menos 1 o 2 veces por semana.
- El 14% afirmaron que es muy raro que presenten dolores después de su día de trabajo.
- Sólo el 7.5% de personas dijeron que no presenta ningún dolor.

De acuerdo con lo anterior, se pudo concluir que las personas presentan dolores todos los días, es debido a que trabajan de pie todo el día, además de que no cuentan con una silla o espacio para descansar. Las personas que presentan dolor una vez a la semana o rara vez puede deberse a que no llevan mucho tiempo ejerciendo este puesto o porque la empresa sí les proporciona un lugar para descansar ocasionalmente. Para finalizar, las personas que mencionaron no presentar dolor alguno es debido a que tienen poco tiempo trabajando o que las horas que laboran son menos en comparación con las otras personas.

10. ¿Cómo alivia las lesiones que presenta?

Si bien no todos los encuestados presentan lesiones después de un día de trabajo, pero aquellos que si las presentan tienen diferentes maneras de aliviarlas, algunas opciones para disminuir los dolores son:

- Meter los pies en agua con sal.
- Recostarse o sentarse.
- Desaparecen después de 2 horas de dejar de laborar.
- Recostarse y poner los pies hacia arriba.
- Con un poco de masaje en los hombros y descanso en los pies.

Como se puede apreciar en las respuestas obtenidas algo que se puede realizar para quitar las molestias ocasionadas por estar de pie es simplemente descansando, ya que no se ve qué otras consecuencias pueden traer a largo plazo si estas siguen persistiendo.

11. ¿Qué otro movimiento corporal repite más?

Otros factores que también influyen o agravan en gran medida los dolores o lesiones que presentan las personas que laboran como cajeros, son otros movimientos corporales que más repiten. Por ello fue importante conocerlos para saber de qué manera pueden afectar al

trabajador. De acuerdo con las respuestas que se obtuvieron por parte de las personas que conforman la muestra, se pueden mencionar los siguientes:

- Agacharse.
- Movimiento de las manos.
- Movimiento de los brazos.
- Rotar el tronco.
- Movimiento del cuello.

Las respuestas obtenidas tuvieron gran impacto también en el diseño del sistema, ya que con esto permitió saber las limitantes o características que debió tener el sistema para que puedan ejecutar estos movimientos, pero que también exista un cuidado en su salud.

12. ¿Utiliza algún tipo de calzado especial?

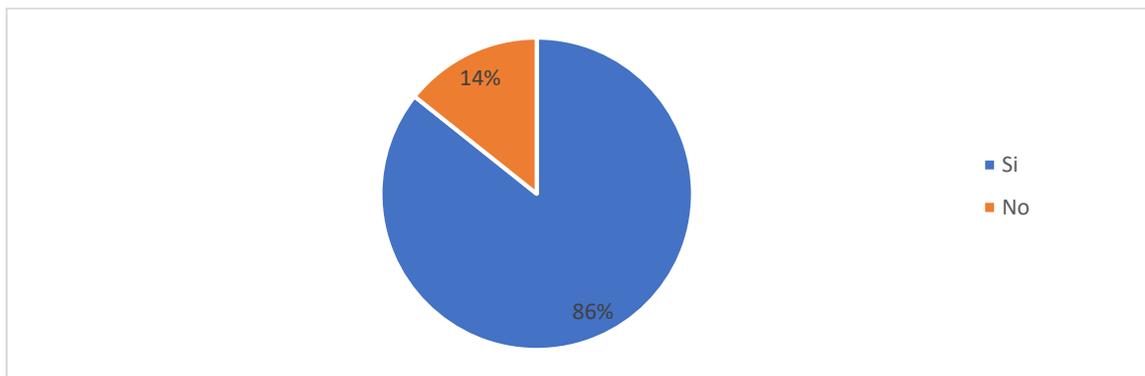


Figura 12. Uso de calzado especial para trabajar de pie
Fuente: elaboración propia

Aparte de los remedios caseros que usan las personas para aliviar los dolores que presentan, existen algunas soluciones en el mercado que cumplen este fin. En este caso se hace mención del calzado especial ya que es al que tiene más acceso el trabajador. Por ello, fue necesario conocer el porcentaje de la muestra que usa este tipo de calzado especial y los que no, y con esto se obtuvieron los siguientes resultados:

- Sólo el 14% de los trabajadores encuestados afirmó que hace uso de calzado bajo, que es el requerido para este tipo de trabajos. Por lo tanto, alivia o mitiga las dolencias presentadas por laborar de pie.
- El otro 86% de los trabajadores realizan sus labores usando cualquier tipo de calzado y en ocasiones, como se examinó mientras se aplicó el cuestionario, usan calzado con tacón medio a alto.

Por lo tanto, el hecho de no usar algún tipo de calzado especial que ayude a mitigar estas dolencias ocasiona que estas sean aún mayor día con día hasta convertirse en enfermedades

de tipo profesional. Así también al hacer las encuestas se pudo apreciar que también hace uso del tapete antifatiga; sin embargo, en la mayoría de las tiendas no se les proporciona, y en los lugares donde si se cumple esto, generalmente estos tapetes no son de buena calidad.

13. ¿Ha acudido al médico a causa de algunos malestares por estar de pie?

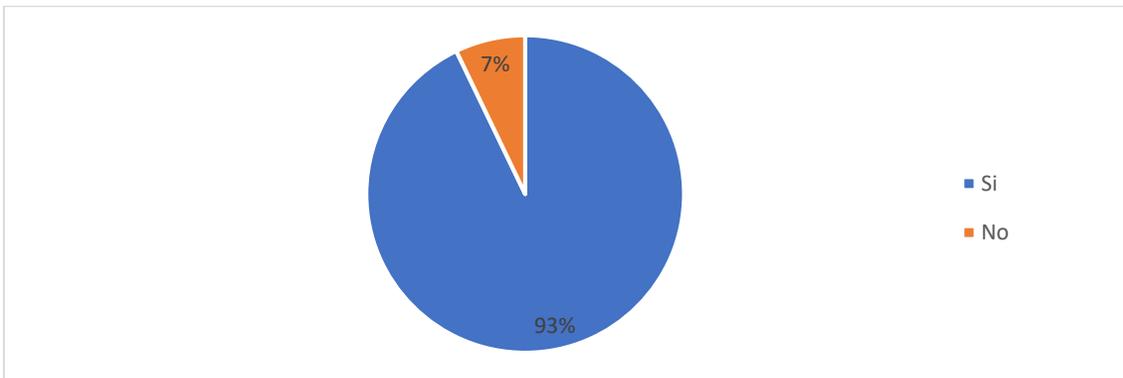


Figura 13. Ha acudido al médico
Fuente: elaboración propia

La importancia de conocer el tiempo en que los trabajadores presentaron las primeras molestias debido al trabajo de pie radicó en que en base a ello se pudo decidir cuál es la necesidad de implementar un sistema que les ayude a mejorar las posturas que adoptan.

Es por ello por lo que a continuación se muestran las conclusiones obtenidas del gráfico anterior, así como las observaciones que se pudieron realizar.

Como se puede apreciar, en su mayoría las primeras dolencias o incomodidades para su cuerpo las llegan a presentar después de un año de trabajo, así como también existen algunos que presentan estas dolencias muy poco tiempo después de empezar a trabajar, esto puede ser a que su cuerpo no está acostumbrado a estar de pie por largas jornadas.

Por lo anterior se concluye que los OC requieren de un sistema ergonómico que les permita descansar las extremidades inferiores por periodos cortos de tiempo mientras realizan el cobro y embolsado de la mercancía. El sistema ergonómico debe componerse de un dispositivo que permita diversas posturas en el OC para irrigar la sangre de los miembros inferiores y para que pueda relajar los músculos de manera periódica. Este sistema ergonómico también debe componerse de un soporte que sostiene la pantalla, permitiendo que el operario tome posturas naturales y no forzadas al estar realizando el cobro de productos.

Se estableció que el sistema ergonómico estuviera compuesto por estos dos elementos por los siguientes factores:

- Su implementación no requiere de una gran inversión económica y se cuenta con el espacio para su instalación.

- La generación de una propuesta de diseño representa un mayor aporte que si sólo se hubieran adaptado pequeños cambios en el rediseño de la estación de trabajo.

4.3.1 Interpretación de los resultados obtenidos de la encuesta

Enseguida, se desglosa la información obtenida como resultado de la aplicación de encuestas, así como de la observación realizada mientras los trabajadores se encontraban laborando y se muestran en la Figura 14

- Fuerza aplicada para realizar sus actividades: la persona que trabaja como OC no necesita aplicar mucha fuerza mientras realiza su trabajo, aunque cabe mencionar que hay ocasiones en las que sí lo tiene que hacer, siendo esta fuerza mínima. Aun así, siendo esta fuerza mínima, si se considera que realiza esto varias ocasiones durante las 8 horas que dura su trabajo, entonces puede resultar perjudicial para su salud, por lo tanto, se pueden añadir estas dolencias a las que ya de por sí se presentan por laborar de pie.
- Duración de los periodos de descanso: ya se mencionó anteriormente que en la mayoría de las tiendas de autoservicio los trabajadores no cuentan con tiempo para descansar; en caso de que, si cuentan, este periodo sólo dura de media hora a 1 hora, pero generalmente este tiempo lo dedican a realizar otras actividades o lo usan para comer. Es por ello, que se puede indicar que todo el tiempo permanecen de pie, ya que tampoco cuentan con una silla o banco para poder sentarse y descansar los miembros inferiores del cuerpo.
- Posturas adoptadas mientras realizan su labor: la postura que siempre adoptan es la de estar de pie. A continuación, se realiza un análisis de tales posturas.
 - Postura de pie: es una postura que por sí sola no causa ningún estrago mientras se adopta, sin embargo, si se está en esta posición por periodos de más de dos horas, puede ser perjudicial para la salud del trabajador.
 - Postura encorvada: es la postura donde la espalda se encuentra en posición inclinada por lo que es perjudicial para el cuerpo si se adopta por mucho tiempo.



Figura 14. Posturas que adoptan las trabajadoras al estar laborando
Fuente: elaboración propia

En la Figura 14, las cajeras permanecen de pie toda su jornada de trabajo, lo que resulta cansado para ellas. Debido a esto, mantienen los pies con una abertura entre ambos, esto con la finalidad de lograr mantener su cuerpo en una postura estable y menos cansada. La postura encorvada ocasiona que se presenten dolores en la espalda baja, debido a que no existe un soporte de esta (Figura 15).



Figura 15. Posturas de la espalda y cuello encorvados
Fuente: elaboración propia

- Girar el tronco: otra de las posturas más repetitivas mientras se están realizando actividades que requieran el estar de pie, es el giro del tronco del cuerpo porque el trabajador tiene la caja de cobro enfrente y la banda por donde pasa la mercancía del lado izquierdo. Regularmente necesita estar realizando un giro de 90° para realizar sus actividades.



Figura 16. Giro del tronco
Fuente: elaboración propia

- Deficiencias en el mobiliario con el que se cuenta:

Otro de los factores por el cual las personas que trabajan como cajeras presentan LME, es debido a las deficiencias que presenta el mobiliario con el que cuentan para realizar su trabajo. Ante esto, fue necesario conocer cuáles son estas deficiencias y cómo afectan al trabajador, por lo que a continuación se mencionan:

1. No cuentan con una altura adecuada, ya que en su mayoría el mueble para colocar y cobrar los productos está diseñado para usuarios de otros países donde se tienen percentiles antropométricos diferentes. Ante lo anterior, se puede concluir que es necesario que el mobiliario se ajuste a la altura del trabajador o que el trabajador se ajuste a la altura de este. Es por ello por lo que esto se puede resolver mediante la implementación del sistema a desarrollar, el cual cuente con ajustes de altura para cada tipo de trabajador.
2. No tienen espacio suficiente para colocar una silla convencional, ya que las patas de esta podrían ocupar todo el espacio y la movilidad sería difícil.
3. En las tiendas de menor tamaño, el mobiliario carece de bandas por donde pase el producto, por lo que el trabajador tiene que cargarlo para poder escanearlo.

4. El mobiliario donde se encuentra la pantalla es muy bajo, lo que provoca que el trabajador tenga que inclinar su cuello para poder observar bien lo que está cobrando.



Figura 17. Relación de la antropometría del trabajador con la altura del mobiliario

Fuente: elaboración propia



Figura 18. Forma de ajustar la altura del mobiliario

Fuente: elaboración propia

En la Figura 17 se observa que la altura del mobiliario es demasiado baja en relación con la antropometría de la persona, lo que implica que la persona adopte una posición encorvada al momento de cobrar, provocándole dolor en la espalda después de un día de trabajo.

Así también la Figura 18, muestra el ajuste que se le hace al mobiliario colocando un trozo de madera debajo para obtener una altura adecuada al trabajador. Por lo que el diseño del sistema ergonómico es necesario contemplar esto.

4.4 El método REBA y su aplicación para el análisis de posturas que requieren medidas correctivas en el puesto de trabajo

Como se mencionó anteriormente existen diversos métodos para el estudio de malas posturas. Sin embargo, REBA es el que más se acopló al estudio y la importancia de su aplicación en las tiendas de autoservicio analizadas fue conocer la gravedad de las malas posturas que adoptan las y los trabajadores que laboran como cajeros cuando permanecen de pie por periodos mayores a 2 horas diarias. Así mismo, este método no se enfoca únicamente a los miembros inferiores, pero si proporciona una gran información acerca de los problemas que se presentan en estos.

Por lo tanto, se propuso realizar dos análisis de las posturas que adoptan las cajeras de una tienda de autoservicio. A continuación, se presenta el desarrollo de las evaluaciones.

Postura 1. Cobro de mercancía

Se llevó a cabo la aplicación del método REBA para la postura del cobro de mercancía, a continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la evaluación.

I. Evaluación del grupo A

a) Puntuación del tronco

La puntuación del tronco dependerá de si el trabajador realiza la tarea sentado o de pie. En este último caso la puntuación dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical. La figura 19 muestra las referencias para realizar la medición

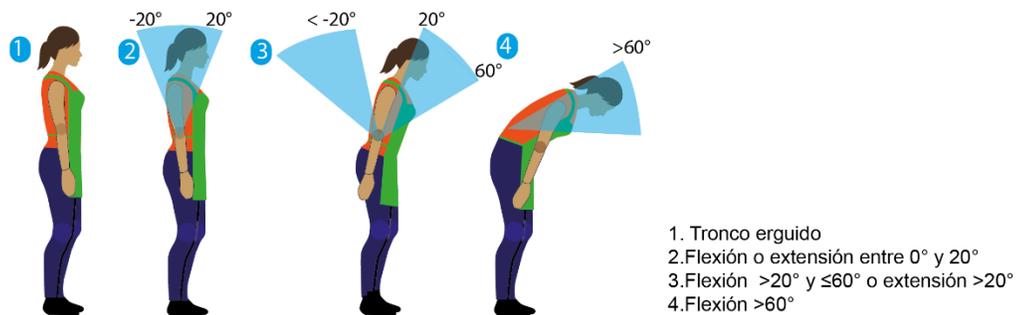


Figura 19. Medición del ángulo del tronco
 Fuente: elaboración propia, basada en Ergonautas (2016)

La puntuación obtenida será aumentada si existe rotación o inclinación lateral del tronco (Figura 20)

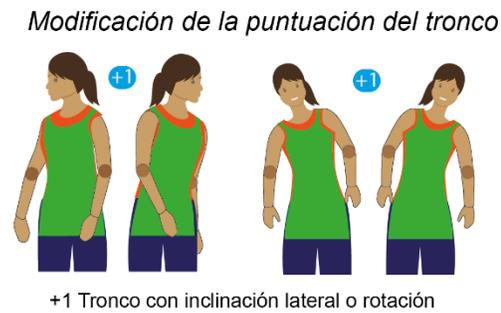


Figura 20. Tronco con inclinación lateral o rotación
Fuente: elaboración propia, basada en Ergonautas (2016)

En la Figura 21 se muestra el análisis de la postura que adopta la cajera al realizar el cobro de mercancía, la cajera se encuentra con un ángulo de inclinación del tronco de 29° , por lo que de acuerdo con la Figura 19 le corresponde una calificación de 3 puntos. Además, como se observa en la Figura 22, no existe rotación del tronco, por lo tanto, la puntuación obtenida se mantiene.



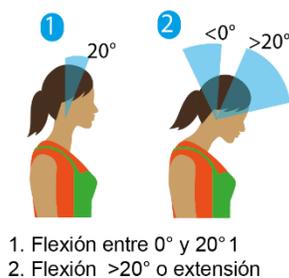
Figura 21. Medición del ángulo del tronco de la cajera
Fuente: elaboración propia



Figura 22. Modificación del ángulo del tronco de la cajera
Fuente: elaboración propia

a) Puntuación del cuello

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. La Figura 23 muestra las puntuaciones a asignar en función de la posición de la cabeza. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza (Figura 24). Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del cuello no se modifica.



1. Flexión entre 0° y 20°
2. Flexión $>20^\circ$ o extensión

Figura 23. Puntuación de ángulo del cuello
Fuente: elaboración propia



+1 Cabeza rotada o con inclinación lateral

Figura 24. Modificación en la puntuación del cuello
Fuente: elaboración propia

La posición del cuello (Figura 25) presenta un ángulo de inclinación mayor de 20° , asignándole una calificación de 2 puntos. No hay cambio en la puntuación final pues no existe rotación o inclinación en la cabeza, la cajera en todo momento se encuentra con la vista al frente.

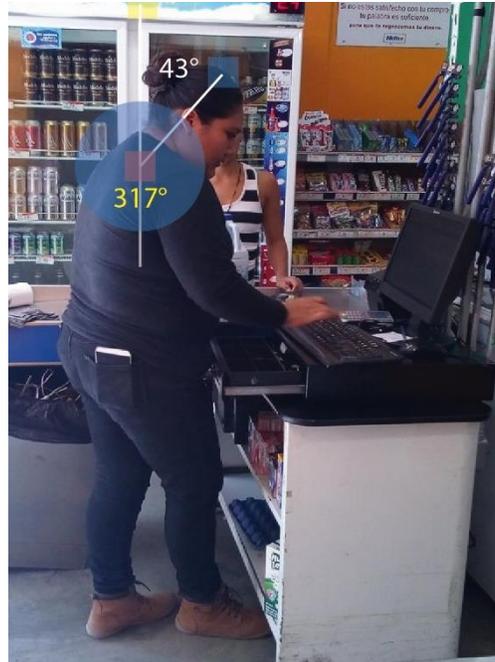


Figura 25. Medición del ángulo del cuello de la cajera

Fuente: elaboración propia

a) Puntuación de las piernas

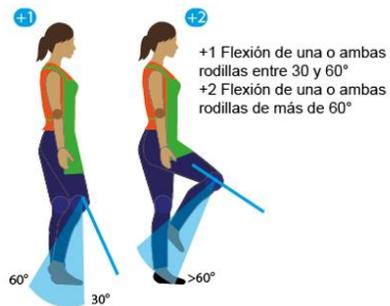
La puntuación de las piernas depende de la distribución del peso entre las ellas y los apoyos existentes. La puntuación de las piernas se obtiene mediante las posturas de la Figura 26. La puntuación de las piernas se incrementará si existe flexión de una o ambas rodillas (Figura 27).



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

Figura 26. Puntuación de las piernas

Fuente: elaboración propia, basada en Ergonautas (2016)



+1 Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°
+2 Flexión de una o ambas rodillas de más de 60°

Figura 27. Modificación del ángulo de las piernas

Fuente: elaboración propia, basada en Ergonautas (2016)

De acuerdo con la Figura 28 la posición de la cajera es de pie con el peso distribuido simétricamente y de acuerdo con la Figura 26 la puntuación correspondiente a esta postura es 1 punto. No obstante, se encuentra con la pierna flexionada situación que lleva a modificar la puntuación, pues existe un ángulo de flexión de 32°, aumentando +1 punto por la flexión de una o ambas rodillas. La puntuación resultante de esta postura es de 2 puntos.

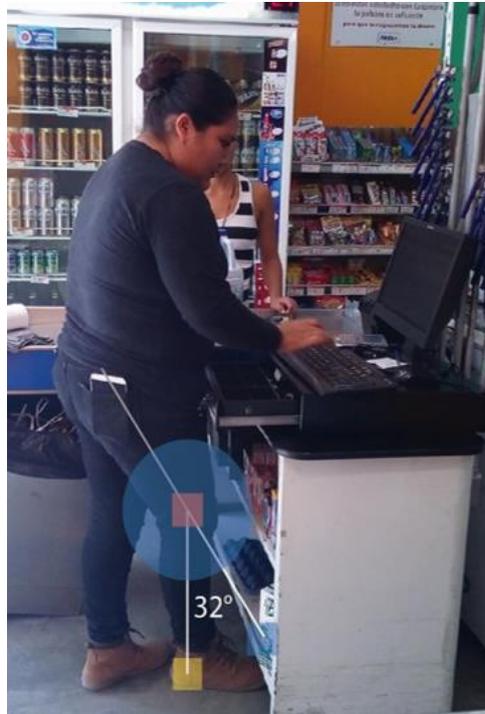


Figura 28. Medición del ángulo de las piernas de la cajera
Fuente: elaboración propia

II. Evaluación del Grupo B: Puntuación del brazo

a) Puntuación del brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión, midiendo el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco. La Figura 29 muestra los diferentes grados de flexión/extensión considerados por el método.

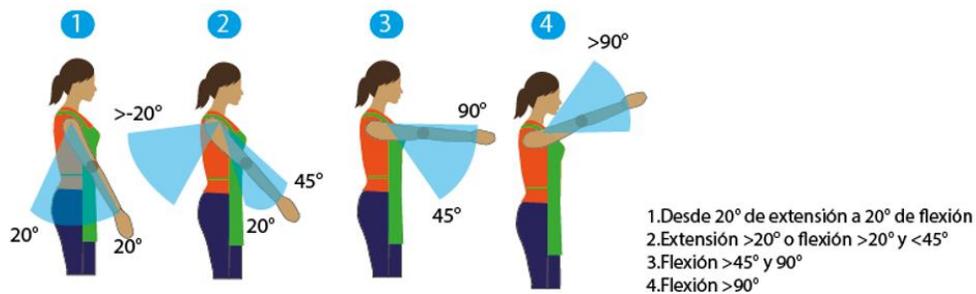


Figura 29. Puntuación del ángulo del brazo
Fuente: elaboración propia

Esta puntuación será aumentada en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido (separado del tronco en el plano sagital) o si existe rotación del brazo. Si existe un

punto de apoyo sobre el que descansa el brazo del trabajador mientras desarrolla la tarea la puntuación del brazo disminuye en un punto (Figura 30). Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del brazo no se modifica.



Figura 30. Modificación de la puntuación del brazo
Fuente: elaboración propia

Como muestra la Figura 31, la cajera mantiene su brazo en un ángulo de 33° , por lo que de acuerdo con la Figura 29 le corresponde una calificación de dos puntos. Además, no existe rotación u hombro elevado, por lo que esta calificación de 2 puntos se mantiene.

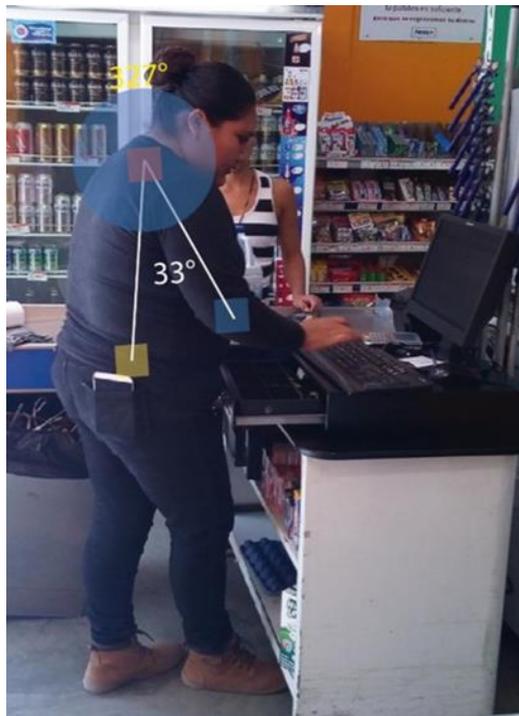


Figura 31. Medición del ángulo del brazo de la cajera
Fuente: elaboración propia

a) Puntuación del antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. La Figura 32 muestra los intervalos de flexión considerados por el método.

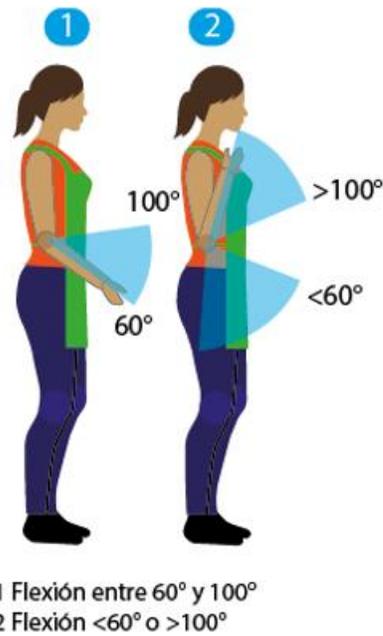


Figura 32. Medición del ángulo del antebrazo
Fuente: elaboración propia basada en Ergonautas (2016)

En la Figura 33 el ángulo formado entre los ejes correspondientes a la medición es de 46°, por lo que se obtuvo una puntuación de 2 puntos, que no fue modificada por otras circunstancias adicionales.



Figura 33. Medición del ángulo del antebrazo de la cajera
Fuente: elaboración propia

a) Puntuación de la muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutral. La Figura 34 muestra las referencias para realizar la medición. Asimismo, la puntuación se aumenta en un punto si existe desviación radial o cubital de la muñeca o presenta torsión (Figura 35).

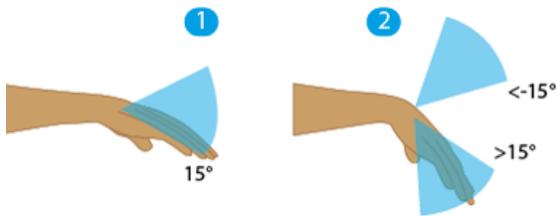


Figura 34. Puntuación de la muñeca
Fuente: elaboración propia basada en Ergonautas (2016)



Figura 35. Modificación de la puntuación de la muñeca
Fuente: elaboración propia basada en Ergonautas (2016)

La Figura 36 muestra que la cajera mantiene la muñeca en un ángulo de 13°, por lo que de acuerdo a la Figura 34, le corresponde una calificación de 1 punto. Sin embargo, no existe desviación radial o cubital por lo que esta calificación se mantiene.

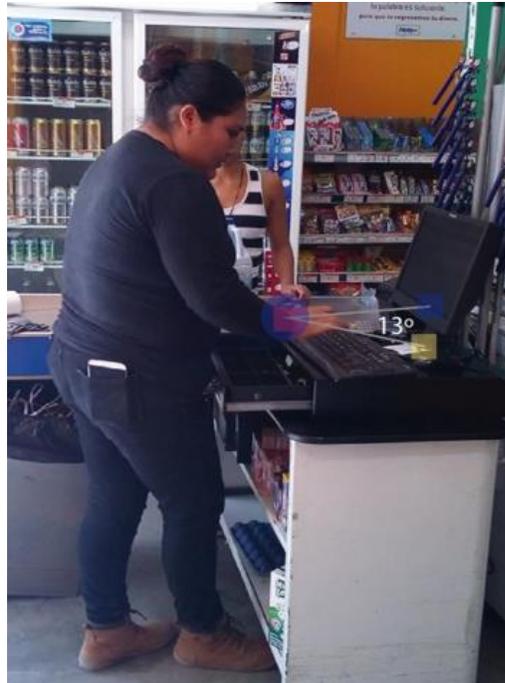


Figura 36. Posición de la muñeca
Fuente: elaboración propia

En continuidad con la evaluación, una vez obtenidos los puntos para cada miembro, se calculan los puntajes globales de cada grupo. Para obtener la puntuación del grupo A se utiliza la Tabla 3, mientras que para el grupo B la Tabla 4.

Tabla 3. Puntuación del grupo A (cobro de mercancía)

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

Fuente: elaboración propia, basada de Ergonautas (2016)

En la Tabla 3 se observa la puntuación global del grupo A que corresponde a un valor de 5 puntos. Este puntaje se ocupará más adelante para la puntuación final del método. Por su parte la Tabla 4, que corresponde al grupo B tuvo un puntaje final de 2 puntos.

Tabla 4. Puntuación del grupo B (cobro de mercancía) Brazo, antebrazo y muñeca

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

Fuente: elaboración propia, basada de Ergonautas (2016)

Si durante el desarrollo del trabajo se ejercen fuerzas, entonces se consideran criterios para la modificación de la puntuación del grupo A (Tabla 5), no obstante, para el análisis de esta postura (cobro de mercancía) no existen fuerzas o cargas que provoquen la modificación de la puntuación global del grupo A, en consecuencia, se mantiene el puntaje obtenido.

Tabla 5. Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas

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

Fuente: elaboración propia, basada de Ergonautas (2016)

Del mismo modo, para la modificación del grupo B se considera el tipo de agarre debido a fuerzas ejercidas (Tabla 6), sin embargo, al no existir dichas cargas tampoco hubo modificación del puntaje final en el grupo B.

Tabla 6. Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	-El agarre es bueno y la fuerza de agarre es 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

Fuente: elaboración propia, basada de Ergonautas (2016)

En el siguiente paso, como las puntuaciones del grupo A y B no fueron modificadas dan lugar a la Puntuación A y B, respectivamente. A partir de estas dos puntuaciones, y con empleo de la Tabla 7, se obtuvo la Puntuación C con un total de 4 puntos.

Tabla 7. Puntuación C (cobro de mercancía)

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

Fuente: elaboración propia, basada de Ergonautas (2016)

Posteriormente, para obtener la Puntuación Final, la Puntuación C recién obtenida se incrementa según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea. Debido a que los tipos de actividad que se consideran para el incremento de esta puntuación no son excluyentes, la calificación final podría aumentar hasta en 3 puntos (Tabla 8).

Tabla 8. Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular

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

Fuente: elaboración propia, basada de Ergonautas (2016)

De acuerdo con la actividad de la OC (cobro de mercancía) se producen movimientos repetitivos, por ejemplo, repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar). Así mismo los miembros inferiores permanecen estáticos, por lo que también se aumenta un punto. Por lo tanto, la Puntuación C de 4 se puntos incrementa y se tiene una Puntuación Final de 6 puntos.

Obtenida la puntuación final, se proponen diferentes Niveles de Actuación sobre el puesto. El valor de la puntuación obtenida será mayor cuanto mayor sea el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, indica riesgo muy elevado por lo que se debería actuar de inmediato. Se clasifican las puntuaciones en 5 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación (Tabla 9). Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención.

Tabla 9. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida

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

Fuente: elaboración propia, basada de Ergonautas (2016)

Se tiene una puntuación final de 6 puntos, por lo tanto, como se indica en la Tabla 9 el nivel de actuación que le corresponde: Es necesaria una actuación.

Postura 2. Embolsado de mercancía

La Figura 37 refleja la postura en la que se encuentra la cajera cuando se encarga de guardar la mercancía del cliente una vez que ha terminado de cobrar. La persona está de pie teniendo la rodilla flexionada para descansar de esta posición. A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la evaluación.

I. Evaluación del grupo A

a) Puntuación del tronco

La puntuación del tronco dependerá de si el trabajador realiza la tarea sentado o de pie. En este último caso la puntuación dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical (Figura 19, pág. 51).

La puntuación obtenida será aumentada si existe rotación o inclinación lateral del tronco (ver Figura 20, pág. 52).

En la Figura 37 se muestra el análisis de la postura que adopta la cajera al estar guardando la mercancía de los clientes, se observa que la posición es la 4 ya que el tronco de su cuerpo se inclina 24°. Durante esta actividad no hay rotación del cuerpo, por esto la puntuación final para esta parte es de 4 puntos.



Figura 37. Medición del ángulo del tronco de la cajera (embolsado de mercancía)

Fuente: elaboración propia

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. En la Figura 23, pág.53, se muestran las puntuaciones a asignar en función de la posición de la cabeza. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza (Figura 24, pág. 53). Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del cuello no se modifica.

La posición del cuello (Figura 38) presenta un ángulo de inclinación de 28° por lo que se tuvo una puntuación de 2 puntos. Además, existe un aumento de 1 punto ya que hay una ligera rotación del cuello al poner atención al colocar los productos en la bolsa, por lo tanto, la calificación final para esta postura es de 2 puntos.



Figura 38. Medición del ángulo del cuello de la cajera (embolsado de mercancía)

Fuente: elaboración propia

c) Puntuación de las piernas

Como se expuso anteriormente la puntuación de las piernas depende de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes (Figura 26, pág. 54.). La puntuación de las piernas se incrementará si existe flexión de una o ambas rodillas (ver Figura 27, pág. 54). La posición de la cajera es la 1, de pie con el peso distribuido simétricamente. Existe un ángulo de flexión en las piernas de 22° (menor de 30° según la Figura 39) por lo que no existe modificación, por lo tanto, la calificación obtenida es de 1.



Figura 39. Medición del ángulo de las piernas de la cajera (embolsado de mercancía)

Fuente: elaboración propia

II. Evaluación del Grupo B

a) Puntuación del brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión, midiendo el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco como se indica en Figura 29, pág. 55.

No obstante, la puntuación aumenta un punto si hay elevación del hombro, si el brazo está abducido o si existe rotación del brazo. Si hay un punto de apoyo sobre el que descansa el brazo del trabajador mientras desarrolla la tarea, esta puntuación disminuye un punto. Si no se observa ninguna de estas circunstancias la puntuación no se modifica.

Como muestra la Figura 40, el ángulo en el que mantiene el brazo la cajera es de 74° , por lo que le corresponde una calificación de 3 puntos. Además, no presenta elevación del brazo, tampoco abducción, ni hay un punto de apoyo, por lo que, la puntuación final para este miembro corresponde a 3 puntos.



Figura 40. Medición del ángulo del brazo de la cajera (embolsado de mercancía)

Fuente: elaboración propia

a) Puntuación del antebrazo

En la Figura 41 el ángulo formado entre los ejes correspondientes a la medición es de 35° , por lo que, de acuerdo con la Figura 32 pág. 57, se obtuvo un puntaje de 2 puntos.



Figura 41. Medición del ángulo del antebrazo de la cajera (embolsado de mercancía)

Fuente: elaboración propia

a) Puntuación de la muñeca

En la Figura 42 se muestra una posición neutra de la muñeca (1 punto), además en el desarrollo de esta actividad presenta desviación radial de la muñeca (+1 punto) obteniendo como calificación 2 puntos en el estudio de esta postura. (Véase Figura 34y Figura 35, pág. 58)



Figura 42. Medición del ángulo de la muñeca (embolsado de mercancía)

Fuente: elaboración propia

En continuidad con la evaluación, una vez obtenidos los puntos para cada miembro, se calcularon los puntajes globales de cada grupo. Para obtener la puntuación del grupo A se utilizó la Tabla 10 mientras que para el grupo B se usó la Tabla 11.

Tabla 10. Puntuación del grupo A (Embolsado de mercancía)

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

Fuente: elaboración propia, basada de Ergonautas (2016)

En la Tabla 10 se observa que la puntuación global del Grupo A, que corresponde a un valor de 5 puntos.

Tabla 11. Puntuación del grupo B (embolsado de mercancía)

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

Fuente: elaboración propia, basada de Ergonautas (2016)

Por su parte la Tabla 11, que corresponde al grupo B, tuvo un puntaje final de 4 puntos. Del mismo modo, para la modificación del grupo B se considera el tipo de agarre debido a fuerzas ejercidas (Tabla 6, pág. 60), debido a que existe un agarre regular, la calificación se aumenta 1 punto, teniendo un total de 5 puntos.

A partir de las puntuaciones finales A y B, y con empleo de la Tabla 12, se obtuvo la Puntuación C con un total de 6 puntos.

Tabla 12. Puntuación C (embolsado de mercancía)

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

Fuente: elaboración propia, basada de Ergonautas (2016)

Por último, para obtener la Puntuación Final, en la Puntuación C se incrementó el puntaje según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea. Los tres tipos de actividad considerados por el método no son excluyentes y por tanto la Puntuación Final podría ser superior a la Puntuación C hasta en 3 unidades (Tabla 8, pág. 61).

De acuerdo con la actividad de la cajera (embolsado de mercancía) se producen movimientos repetitivos más de 4 veces por minuto (+1 punto) excluyendo caminar. Así mismo los miembros inferiores permanecen estáticos (+1 punto). Obteniendo la Puntuación Final correspondiente a $6+2=8$ puntos.

Se tiene una puntuación final de 8 puntos, por lo tanto, como se indica en la Tabla 9, pág. 62 el nivel de actuación que le corresponde: Es necesaria la actuación cuanto antes.

Así, como se mostró en las dos evaluaciones anteriores, se concluye que es necesaria una intervención ergonómica.

4.5 Conclusiones del marco metodológico

En referencia a los análisis realizados de las entrevistas aplicadas, la observación y el método REBA, se tienen las siguientes conclusiones:

- En la mayoría de los casos los OC siempre permanecen de pie durante su jornada laboral que va de 8 horas o más al día.
- Los dolores que presentan con mayor frecuencia son el dolor de pies, espalda baja y cuello.
- En la mayoría de las tiendas de autoservicio usan pantallas de computadora para poder visualizar los precios de la mercancía, sin embargo, estas se encuentran colocadas a una altura muy baja, por lo que es necesario que el OC encorve el cuello y espalda para poder usarlo, manteniendo estas posturas durante su jornada de trabajo.
- Los OC presentan estas dolencias muy poco tiempo después de iniciado su trabajo.

- En el método REBA se analizaron dos actividades que realizan los OC en donde, en las dos es indispensable realizar una intervención cuanto antes ya que el OC adopta posturas perjudiciales para su salud.

De lo anterior se concluye que:

Es necesario intervenir el puesto de trabajo mediante el diseño de un sistema ergonómico. Dicho sistema debe estar compuesto por dos partes; una que permita ayudar a la parte baja del cuerpo (pies) y la otra destinada a ayudar a mejorar la postura encorvada que adopta el OC por la mala colocación de las pantallas.

Debido a las necesidades de los OC, el espacio reducido y la disponibilidad de las empresas para ayudar a sus empleados, se planteó que el sistema se componga por: una silla ergonómica que permita al OC moverse de manera periódica dentro de su espacio de trabajo y un soporte para pantallas de visualización de precios que se ajuste a la altura de los ojos del OC para que mantenga una posición erguida, debido a que en los establecimientos a los que se acudió se verificó que en su mayoría los OC trabajan con pantallas de computadora que no cuentan con algún soporte que les permita ajustar ésta altura, ya que se encuentran montadas sobre una mesa de trabajo, obligándolos a adoptar una postura inadecuada del cuello que les provoca dolor y cansancio a lo largo de la jornada.

CAPÍTULO 5.

DESARROLLO Y DISEÑO DEL SISTEMA

5.1 Análisis de información y soluciones existentes en el mercado

Como se mencionó anteriormente, el sistema se compondrá de dos partes. Por lo tanto, fue necesario que el análisis se formara de igual manera; el análisis de mercado de sillas ergonómicas para trabajar de pie y el análisis de mercado de los soportes para pantallas de computadora. Como parte de la investigación de mercado llevada a cabo se visitaron páginas de internet, donde se encontró una variedad de sillas y soportes, sin embargo, se eligieron sólo cuatro tomando en consideración las necesidades detectadas con la aplicación del método REBA, cuestionario y la observación de campo.

El análisis tuvo como objetivo identificar las características de los productos como son: el material, las piezas, formas, mecanismos, marcas, precios y decidir cuáles de estas debían retomarse para enriquecer la propuesta de diseño, así como identificar cuáles hacían deficiente el diseño para evitar reproducirlas. Por último, es importante señalar que en el caso de las sillas ergonómicas para trabajar de pie y en algunos casos de los soportes para pantalla, la mayoría de los fabricantes son extranjeros, por lo que el costo se eleva.

Análisis de las sillas para trabajar de pie

Se determinó que para este análisis se escogerían cuatro propuestas de las encontradas en el mercado. A continuación, se muestran con sus respectivos análisis; al finalizar estos, se emitió una conclusión que sirvió como base para determinar los requerimientos de la silla ergonómica para trabajar de pie que se diseñó en este trabajo de tesis.

Tabla 13. Análisis de la silla 1

Distribuidor: Mey Cahir Systems (Alemania) Modelo: AF-SR-KL-AH-BK	
	<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asiento: imitación cuero. • Patas: perfil cuadrado de acero rígido en color negro <p>Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altura regulable de 54 cm a 90 cm. • Asiento: 36 cm x 22 cm. <p>Formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patas: dos tubos rectos de acero rígido que le dan estabilidad al asiento. • Asiento: forma ovalada que se ajusta al cuerpo del usuario. <p>Ajuste de las medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ajuste de altura del asiento y del reposapiés se hace deslizando estos sobre la barra inclinada y se sujeta con una perilla. <p>Estabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con cuatro regatones antideslizantes para que al colocarlo en los diferentes pisos no resbale. <p>Precio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • \$3611.15

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Análisis de la silla 2

Distribuidor: Comansa (Barcelona, España) Modelo: CFBD-15181	
	<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asiento: poliuretano sin forro ni tapiz. • Patas: tubo de acero redondo en color negro. <p>Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altura regulable de 67 cm hasta 90 cm. • Asiento: ancho 32.5 cm y 9 cm de diámetro. <p>Formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Patas: 2 curvas de acero. • Asiento: forma cilíndrica con ranuras para que no resbale el cuerpo. <p>Ajuste de las medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulable en altura mediante bomba a gas por medio de una palanca que se encuentra en la parte de atrás. <p>Estabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuenta con cuatro regatones antideslizantes para que al colocarlo en los diferentes pisos no resbale. <p>Precio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • \$4401.8

Fuente: elaboración propia

Tabla 15. Análisis de la silla 3

Distribuidor: Ergonomika (Barcelona) Modelo: Smile	
	<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asiento: tapizado en microfibra color negro. • Estructura principal: aluminio anodizado. • Arco: acero. <p>Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altura regulable de 65 cm hasta 85 cm. • Asiento de 36 cm x 20 cm. <p>Formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Barra de apoyo perfilada. • Arco de apoyo. <p>Ajuste de las medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulable en altura mediante el arco de apoyo. <p>Estabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se apoya en el piso con la barra y con el arco que forman un triángulo. <p>Precio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • \$4 658.75

Fuente: elaboración propia

Tabla 16. Análisis de la silla 4

Distribuidor: Varier (Noruega) Modelo: STE999	
	<p>Materiales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asiento: poliuretano forrado con 95% lana y 5% poliamida. • Soporte: sistemas a gas que consiste en dos tubos de aluminio. <p>Medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Altura regulable de 47 cm hasta 87 cm. • Base de 53 cm de diámetro. <p>Formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Base circular para un mayor contacto con el piso. • Asiento de forma ovalada que se adapta al cuerpo. <p>Ajuste de las medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regulable en altura mediante mecanismo a gas por medio de una palanca que se encuentra en un costado. <p>Estabilidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Base circular que abarca toda el área. <p>Precio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • \$9285.91

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con Rodríguez (1995) para llevar a cabo el estudio de soluciones existentes, es necesario realizar diversos análisis, dentro de los cuales están los siguientes:

- **Análisis estructural** (Identificar con qué componentes cuenta el producto)

De las 4 propuestas que se analizaron, se encontraron las siguientes partes o elementos en común:

1. Mecanismo para regular la altura.
2. Asiento con capacidad para regular su inclinación.
3. Base de acero para darle una mayor estabilidad.
4. Base con mecanismo giratorio en algunos casos.
5. Respaldo para estar sentado.

- **Análisis de uso** (Identificar la interrelación entre el producto y el usuario)

Para poder ajustar la altura del asiento, el usuario la modifica de manera manual hasta conseguir la altura de acuerdo con sus dimensiones antropométricas. Para el caso del asiento, el usuario puede ajustar la inclinación de este manualmente, dependiendo si va a trabajar sentado o semi sentado.

- **Análisis funcional** (Funcionamiento físico-técnicamente del producto)

Para la silla 1, 2 y 4, el ajuste de la altura se hace mediante un sistema a gas el cual se acciona por medio de una palanca que se encuentra ubicada debajo del asiento. En cambio, para la silla

3 el ajuste se realiza mediante una perilla de acción rápida que se presiona y suelta cuando se consigue la altura deseada.

Por otra parte, este tipo de sillas permiten adecuar la inclinación del asiento, dependiendo si se va a usar de pie, semi sentado o sentado. Para la silla 1 y 4, la inclinación se realiza de forma manual mediante la misma palanca para realizar el ajuste de alturas; para la silla 2 el cuerpo adopta la postura que requiere en el asiento; y por último, para la silla 3, este ajuste se realiza desde la parte inferior mediante una estructura de metal que regula la inclinación no sólo del asiento sino de toda la silla.

- **Análisis morfológico** (Relaciones estético-formales que existen en el producto)

En general el diseño de las sillas para estar de pie consiste en una mezcla de formas curvas y rectas; se usan formas curvas en los asientos, ya que se busca que estos se adapten al cuerpo y las formas rectas en la estructura para propiciarle un mejor soporte. Los colores que predominan en este tipo de asientos es la gama de grises.

Para la estructura se hace uso del aluminio y acero ya que proporcionan mayor resistencia y durabilidad. En este caso se usó acero, ya que aparte de ser más económico es más resistente para soportar el peso del usuario.

En su mayoría, la forma de darle estabilidad a las sillas es mediante el uso de gomas o regatones antideslizantes.

Los sistemas de unión utilizados son ensambles, tales como: soldadura, ensamble mecánico (tornillos, tuercas, pernos) y remaches. Además, sólo la silla 4 tiene la capacidad de girar sobre su propio eje.

También se observó que sólo una de las sillas analizadas cuenta con un sistema giratorio que permite adoptar diversas posturas, por lo tanto, en la propuesta se incluyó dicho sistema.

Análisis de los soportes para pantalla de computadora.

A continuación, se muestran cuatro propuestas encontradas en el mercado, de las cuales se describen sus características para después realizar un análisis de estas y proponer algunos requerimientos de diseño necesarios para el soporte para pantalla de computadora.

Tabla 17. Soporte para pantalla de computadora, análisis 1

Producto analizado	Características
	<ul style="list-style-type: none"> • Longitud de 41.5 cm de alto. • Se coloca sobre la mesa sin necesidad de tornillos o prensa de sujeción. • El soporte se puede ajustar manualmente desde 21 cm a 37 cm de acuerdo con el usuario. • Fabricado en metal de alta resistencia en color negro. • La estructura soporta un peso máximo de 10 Kg. • La inclinación del monitor sobre el plano vertical permite ser configurada de -30° a 30° (arriba/abajo) y un giro de 360°. • Tiene un precio en el mercado de: \$1102.75

Fuente: elaboración propia con información de: <http://www.four-traders.com/newstar-fpma-d850black-monitor-tischstandfuss.html>

Tabla 18. Soporte para pantalla de computadora, análisis 2

Producto analizado	Características
	<ul style="list-style-type: none"> • Ángulo de inclinación de -45° a 45°. • La estructura es de acero. • Sistema de prensado al escritorio. • Para pantallas de monitores de máximo 21". • Soporta hasta 9 kg. • Disponible en color negro y aperlado. • Precio: \$1507.79

Fuente: elaboración propia con información de: <https://www.morelectronic.com>

Tabla 19. Soporte para pantalla de computadora, análisis 3

Producto analizado	Características
	<ul style="list-style-type: none"> • Mástil de soporte de 380 mm de altura. • Está hecho de acero y plástico. • Disponible en color plata. • Soporta hasta 14 kg. • Para su uso se coloca sobre la mesa o escritorio. • Permite un ángulo de inclinación de -15° a 45°. • Precio: \$2,794.43

Fuente: elaboración propia con información de: <https://www.startech.com/mx/montaje-de-pantallas/bases-para-monitores/soporte-ajustable-para-monitor-de-montaje-en-escritorio~ARMPIVSTND>

Tabla 20. Soporte para pantalla de computadora, análisis 4

Producto analizado	Características
	<ul style="list-style-type: none"> • Fabricado en acero y plástico. • Soporta una carga máxima de 8 kg. • Permite una inclinación de -45° a 45°. • Para pantallas de 13" a 32". • Disponible en color negro. • Se coloca en el lugar de trabajo mediante una prensa de sujeción. • El mástil para regular altura cuenta con una medida máxima de 44.3 cm.

Fuente: elaboración propia con información de: <https://www.startech.com/mx/montaje-de-pantallas/bases-para-monitores/brazo-para-monitor-de%20montaje-en-escritorio-mesa~ARMPIVOTV2>

- **Análisis estructural** (Identificar con qué componentes cuenta el producto)

De las cuatro propuestas que se analizaron, se encontraron las siguientes partes o elementos en común:

1. Se montan sobre la mesa mediante una pinza de presión o torniquete, o solamente colocándolas sobre el lugar de trabajo.

2. Tienen mecanismos para regular su altura, posición e inclinación.
3. Cuenta con un soporte para sujetar la pantalla.
4. No ocupan mucho espacio y se pueden montar fácilmente.

- **Análisis de uso** (Identificar la interrelación entre el producto y el usuario)

Para poder ajustar la altura del soporte, el usuario debe realizarlo de forma manual hasta conseguir la altura deseada, lo mismo sucede con el ajuste de la inclinación y rotación de las piezas.

Para instalar la pantalla, se debe colocar y hacer que coincidan sus orificios con los del soporte para después atornillarlo y asegurarlo.

- **Análisis funcional** (Funcionamiento físico-técnico del producto)

Para los cuatro soportes analizados el ajuste de altura se realiza de forma manual aflojando la perilla que sujeta el brazo del soporte y deslizando este sobre el tubo hasta llegar a la altura deseada, volviendo a apretar la perilla para asegurarla. Para el ajuste de inclinación y rotación también se afloja la perilla y se inclina o rota hasta donde se desee y se aprieta la perilla.

Ahora, para instalar el soporte es necesario colocar la pinza de presión sobre la mesa y apretarla con una perilla hasta que esta quede completamente fija, en otros casos, atornillar la pieza sobre la mesa o simplemente colocarla sobre esta.

- **Análisis morfológico** (Relaciones estético-formales que existen en el producto)

En su mayoría los soportes tienen formas geométricas en todas las piezas y el material que usan es acero o aluminio. En este caso se hizo uso de acero ya que es más económico, por ello se buscó que la medida no fuera tan grande para reducir el peso.

Todas las propuestas están ensambladas, esto facilita la manipulación y el transporte. Se sujetan a la mesa con tornillos, mediante una prensa con perilla o se colocan sobre la mesa. Para las propuestas correspondientes a esta investigación, se hizo uso de la prensa ya que es más fácil de instalar y brinda mayor seguridad.

Usan mecanismos muy sofisticados que aseguran el brazo con el tubo que los soporta, por lo tanto, fue necesario buscar un mecanismo más económico y fácil de usar. Se adecuan a diversas alturas y ángulos de inclinación, lo que hace que sea útil para la antropometría de cualquier persona.

Todos los diseños analizados soportan a la pantalla mediante una placa que se encuentra atornillada a esta, lo cual es suficientemente seguro por lo que se hizo uso de ello.

5.2 Detección de las necesidades y requerimientos de los usuarios.

De acuerdo con los resultados obtenidos de las encuestas aplicadas, el método REBA y el análisis de las propuestas encontradas en el mercado se pudieron observar ciertos aspectos a considerar para el diseño del sistema; estos aspectos denominados requerimientos de diseño son necesarios para poder satisfacer las necesidades del usuario, por lo que a continuación se definen y se hace mención de cuáles tipos de requerimientos de diseño existen.

Los requerimientos de diseño según Rodríguez (1995), son variables que deben de cumplir una condición cuantitativa y cualitativa, estos requerimientos se fijan previamente de acuerdo a lo que deba cumplir el producto.

Existe una amplia variedad de tipos de requerimientos, de los cuales se abordarán los siguientes:

- Requerimientos de uso: aquellos de interacción directa con el producto y usuario correspondiente. En estos se tienen los siguientes criterios: practicidad, seguridad, ergonomía, manipulación, antropometría, reparación y transportación.
- Requerimientos de función: son aquellos que se refieren al funcionamiento físico y técnico del producto. Entre este tipo de requerimientos se encuentran los siguientes: mecanismos, confiabilidad, versatilidad, resistencia y acabados.
- Requerimientos estructurales: son aquellos que se refieren a los componentes, partes y elementos de un producto para poder constituirse. Entre estos se pueden encontrar: número de componentes, unión y centro de gravedad.
- Requerimientos de forma: son aquellos que se refieren a las características estéticas de un producto. En este tipo de requerimientos se encuentran: estilo, interés, equilibrio y superficie.

5.3 Descripción y análisis de los requerimientos de diseño para el sistema ergonómico.

A continuación, se describen de manera detallada las características necesarias para cada uno de los requerimientos de las partes que conforman el sistema ergonómico, con el fin de brindar una mejor comprensión para después realizar su comparación con los productos analizados que se encontraron en el mercado.

5.3.1 Requerimientos para la silla para estar de pie

Tabla 21. Necesidades y requerimientos para la silla para estar de pie

Necesidad	Requerimiento
Requerimientos de uso	
<p>Los mecanismos de inclinación y ajuste de alturas deben ser fáciles de entender y accionarse en pocos pasos.</p> <p>Debe contar con regatones antideslizantes para evitar que resbale en pisos lisos, además el área de contacto de la base con la superficie del piso debe ser uniforme.</p> <p>La forma del asiento y el material de este deben proporcionar confort a las tuberosidades isquiales, además debe contar con un respaldo para que mantenga erguida la postura de la espalda.</p> <p>Debe hacerse uso de los percentiles 5 y 95 de las medidas antropométricas para asegurarse que se adecue a todo tipo de usuarios. En caso de pérdida o falla de alguna de las piezas de la silla, estas deben poder adquirirse en el mercado local o nacional.</p> <p>El material usado para el asiento y respaldo, así como las piezas comerciales usadas en los mecanismos, deben necesitar poco cuidado. El peso total de la silla debe ser entre 7 y 10 kg aproximadamente para poder cargarlo con facilidad.</p> <p>La forma del asiento y el material usado en el mismo debe suponer confort para el usuario, así como también el material empleado en la estructura debe verse resistente.</p>	<p>Que su manejo sea práctico y sencillo.</p> <p>Debe ser seguro para el usuario.</p> <p>Ergonomía.</p> <p>Dimensiones adecuadas a los estándares del usuario.</p> <p>Reparación.</p> <p>Mantenimiento.</p> <p>Debe permitir un fácil transporte.</p> <p>Percepción.</p>
Requerimientos de función	
<p>El ajuste de altura debe realizarse de manera manual mediante el empleo de una perilla o una palanca.</p> <p>El asiento debe medir 35 cm de ancho aproximadamente para adaptarse a los percentiles máximo y mínimo del ancho de la cadera.</p> <p>El material usado para la estructura y el diseño del asiento deben resistir una carga máxima de 88 kg.</p> <p>La estructura de la silla no debe tener bordes ni rebabas para evitar que lastime al usuario cuando lo use.</p> <p>Debe permitir al OC poder girar 180° para realizar sus actividades de cobro y embolsado de mercancía.</p>	<p>Mecanismo de altura.</p> <p>Asiento adaptable a los percentiles del usuario.</p> <p>Resistente al peso del usuario.</p> <p>Filos redondeados.</p> <p>Mecanismo giratorio.</p>
Requerimientos estructurales	
<p>La estructura de la silla debe permitir que el peso de la persona se distribuya uniformemente para que permanezcan estables.</p>	<p>Centro de gravedad.</p>

La unión debe realizarse por medio de tornillos, pernos y soldadura de tal manera que la silla se vea como un solo elemento.	Unidad.
--	---------

Requerimientos de forma

Los colores y formas deben contrastar para ser agradables a la vista del usuario.	Aspecto agradable.
Las formas usadas tanto en el asiento como en la base deben estar en equilibrio para brindar seguridad al usuario.	Equilibrio

Fuente: elaboración propia

5.3.2 Requerimientos para el soporte para pantalla

Tabla 22. Necesidades y requerimientos para el soporte para pantalla

Necesidad	Requerimiento
Requerimientos de uso	
El mecanismo de sujeción debe utilizar una prensa que se apriete por medio de una perilla de plástico.	Instalación práctica
El soporte de la pantalla debe contar con mecanismos de ajuste de altura e inclinación que le permitan al usuario adoptar una postura cómoda de trabajo	Ergonomía
Los mecanismos de sujeción deben utilizar piezas estandarizadas que se puedan conseguir fácilmente en el mercado.	Reparación
El material que se emplea para la estructura del soporte debe necesitar pocos cuidados para mantenerse en un estado óptimo.	Mantenimiento
Es necesario que se pueda ajustar la altura e inclinación de la parte donde se colocará la pantalla para permitir que los usuarios puedan tener la pantalla de acuerdo a su altura y a un ángulo de visión adecuado.	Antropometría
Se deben utilizar tornillos que permitan una sujeción firme de la pantalla para evitar su caída y un consiguiente daño a la pantalla y/o al usuario.	Seguridad de sujeción.
El soporte debe estar formado por piezas independientes para que puedan armarse o desarmarse utilizando tornillos o perillas.	Transportación
Requerimientos de función	
La pieza donde se coloca la pantalla debe tener orificios que permitan sujetar pantallas de diferentes tamaños (14 a 22")	Compatible
El soporte debe estar construido con algún material metálico para soportar el peso de una pantalla de 22" como máximo y el uso diario.	Resistencia
La estructura del soporte no debe tener bordes ni rebabas para evitar que lastime al usuario cuando lo manipule.	Buena calidad de acabados

Requerimientos estructurales

El número de piezas que componen el soporte debe ser de máximo 10 piezas para una rápida instalación.	Mínimo número de componentes.
---	-------------------------------

Requerimientos de forma

Utilizar formas simples y colores neutros para que el usuario tenga una percepción visual de equilibrio al estar en contacto con el soporte.	Aspecto agradable.
--	--------------------

Fuente: elaboración propia

5.4 Estudio de campo para obtener dimensiones antropométricas

Con la finalidad de determinar las medidas antropométricas precisas para el diseño del sistema, se realizó la toma de las medidas a personas que laboran como OC cuyo rango es entre 20 y 35 años, y así obtener las dimensiones del cuerpo humano necesarias. La toma de medidas se realizó a la muestra conformada por 18 mujeres y 7 hombres, ya que en su mayoría son mujeres las que se encuentran laborando como OC, pero el sistema debe servir para ambos sexos porque también está destinado para el uso de los OC hombres.

Por ello fue necesario definir qué medidas antropométricas necesitaban ser tomadas para el diseño del sistema. En la

Figura 43 se muestran las medidas para adoptar una posición de pie, y en la

Figura 44 se muestran las medidas para adoptar una posición sedente, y a continuación se hace la descripción de cada una de las medidas.



Figura 43. Medidas antropométricas necesarias, de pie

Fuente: elaboración propia, basada de Escuela Colombiana de Ingeniería, Julio Garavito (2011)

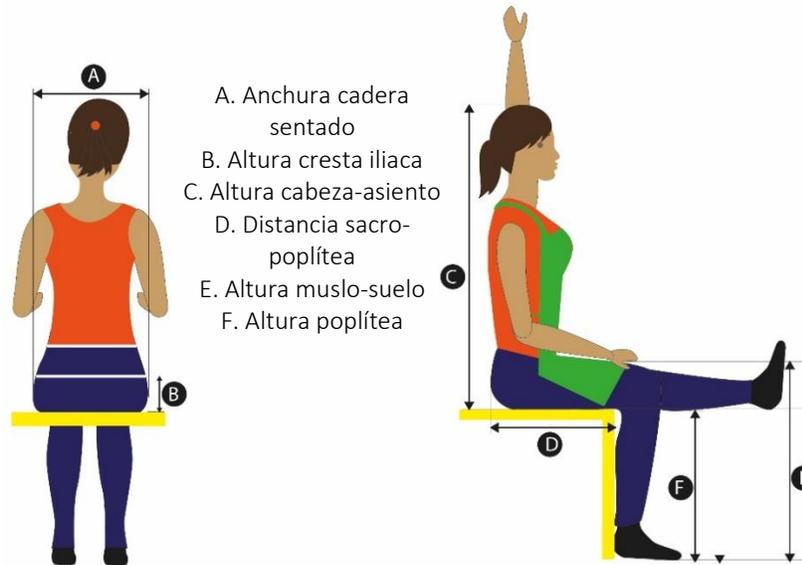


Figura 44. Medidas antropométricas necesarias, sentada
Fuente: elaboración propia, basada de Escuela Colombiana de Ingeniería, Julio Garavito (2011)

5.4.1 Descripción de las dimensiones antropométricas tomadas

Tomando en consideración las medidas necesarias para diseñar el sistema ergonómico, es preciso describirlas a continuación (Mondelo, 1999):

1. Estatura: se refiere a la altura máxima desde el suelo hasta la cabeza, se registra en milímetros y se mide haciendo coincidir la línea media sagital del antropómetro, colocando en el suelo el extremo fijo del antropómetro y la parte móvil en la parte superior de la cabeza.

2. Altura rodilla-suelo: es la distancia vertical que se mide desde el suelo hasta la parte más alta de la rodilla mientras el sujeto se encuentra de pie. La medición se realiza colocando el antropómetro en el plano de la superficie del suelo y haciendo coincidir la rama móvil del antropómetro con la parte más alta de la rodilla.

3. Altura hombro-suelo: se trata de la distancia vertical que se mide desde el punto equidistante entre el cuello y el acromion hasta el suelo. Se mide con el antropómetro, situando la parte fija en el suelo y la parte móvil sobre la superficie del hombro, de tal manera que se mantengan los hombros en contacto con el plano horizontal.

4. Altura espina iliaca: es la distancia vertical que se mide desde el punto medio de la parte anterior y superior de la espina iliaca hasta el plano del suelo. Para ello, se coloca el extremo fijo del antropómetro en el suelo, y la rama móvil se coloca en contacto con la espina iliaca.

5. Altura ojos-suelo: es la distancia que se mide verticalmente desde la superficie del suelo hasta el eje horizontal del centro de la pupila. Para medirla se coloca la rama fija del antropómetro sobre la superficie del suelo y la rama móvil perpendicular al eje del ojo.

A. Anchura cadera-sentado: se mide mientras el sujeto se encuentra sentado y es la distancia que hay entre los muslos. Para medirlo, se colocan las ramas del antropómetro sobre las crestas iliacas y se busca el valor máximo, manteniendo el instrumento en posición horizontal.

B. Altura cresta iliaca: es la distancia que existe entre la cresta iliaca anterior y superior y el plano del asiento. La forma de medirla es colocando el extremo fijo del antropómetro sobre la superficie del asiento y la parte móvil del instrumento en contacto con la espina iliaca anterior y superior.

C. Altura cabeza-asiento: es la distancia que existe desde la cabeza hasta la superficie del asiento. Para medirla es necesario hacer coincidir la línea media sagital con el antropómetro, colocando la parte fija en la superficie del asiento y la parte móvil sobre el punto más alto de la cabeza.

D. Distancia sacro-poplítea: se trata de la distancia que se mide desde el plano vertical de la espalda cuando el sujeto se encuentra sentado y la depresión poplítea de la pierna. Para medirla se sitúa el extremo fijo del antropómetro en el plano vertical de la espalda y la parte móvil en la depresión poplítea de la pierna.

E. Altura muslo-suelo: es la distancia vertical que se mide desde el punto más alto del muslo hasta el plano horizontal de la superficie del suelo. La medición se realiza igual que la anterior, cambiando de posición el extremo fijo del instrumento y situándolo en el plano horizontal del suelo.

F. Altura poplítea: es la distancia vertical que se mide desde el suelo hasta el punto más alto de la depresión poplítea mientras el sujeto se encuentra sentado con ambos pies apoyados en el suelo. Para poder medirla es necesario situar la parte fija del antropómetro en el plano horizontal del suelo y la parte móvil en el punto más alto de la depresión poplítea.

Aparte de estas dimensiones también se agregó el peso, el cual también es importante para poder diseñar el sistema ergonómico.

Instrumentos de medición antropométrica

Para la medición se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Báscula: sirve para obtener el peso del sujeto.
- Cinta métrica: sirve para medir distancias, longitudes y diámetros.
- Antropómetro: es un pie de rey gigante de tamaño proporcional al cuerpo humano y sirve para determinar la longitud de secciones del cuerpo humano.
- Plano vertical: se utiliza como fondo y respaldo del sujeto.

5.4.2 Toma de medidas y cálculo de percentiles

El siguiente paso fue tomar las medidas a los OC que conformaron la muestra. En la Figura 45 se puede observar la manera en cómo se tomaron las medidas a una cajera de una tienda de autoservicio. Esto mismo se realizó con las otras 24 personas que accedieron a conformar la muestra.



Figura 45. Toma de medidas antropométricas a cajera de tienda de autoservicio

Fuente: elaboración propia

A continuación, se muestra la Tabla 23 medidas antropométricas que se tomaron a los OC:

Tabla 23. Medidas antropométricas tomadas a los OC

Persona	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Peso (kg)	54	55	52	53	75	52	78	80	77	60	51
Dimensión (mm)											
1. Estatura	158	156	152	148	160	146	168	171	178	153	156
2. Altura rodilla	48	47	44	40	50	40	52	54	54	43	47
3. Altura hombros	133	130	128	126	135	123	136	144	148	128	130
4. Altura espina iliaca	75	76	73	73	78	72	76	84	87	72	80
5. Altura ojos	147	145	140	136	148	135	154	159	168	141	147
A. Anchura cadera	34	40	38	32	35	33	37	34	38	31	30
B. Altura cresta iliaca	16	15	15	12	17	11	18	19	20	17	16
C. Altura cabeza-asiento	82	84	83	79	85	78	87	89	92	84	84
D. Distancia sacro-poplítea	49	45	43	38	50	37	54	45	46	39	45
E. Altura muslo-suelo	55	57	55	52	60	52	61	62	60	56	57
F. Altura poplítea	46	42	39	40	46	40	45	48	47	42	46

12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
73	75	82	63	64	88	53	70	57	64	58	65	55	51
172	163	167	160	158	175	147	156	158	150	158	160	148	155
55	53	52	46	48	53	45	48	47	52	46	52	40	43
145	138	135	130	129	148	123	129	136	1266	137	137	121	128
82	80	82	74	77	84	75	75	78	73	78	80	70	77
160	153	154	148	144	158	134	145	148	144	150	149	135	138
35	43	34	38	40	38	35	34	40	42	35	36	33	35
18	16	18	15	16	20	16	18	15	14	18	17	13	16
90	88	89	87	85	90	77	83	83	80	84	83	78	82
42	46	47	41	46	55	39	52	39	47	47	50	40	48
59	58	59	54	53	55	51	52	56	52	53	54	50	53
49	43	48	43	43	46	43	45	45	46	45	44	43	48

Fuente: elaboración propia

Después de obtener todas las medidas que se necesitaban, se procedió a hacer el cálculo de los percentiles, ya que para el desarrollo de este sistema los percentiles necesarios son el 5 y el 95, así como el percentil 99 en el caso del peso del usuario. A continuación, se muestra la forma de obtenerlos.

Existen diversas formas para obtener los percentiles, pero en este caso se obtuvieron usando la formula siguiente que se tomó de la Guía de la Escuela Colombiana de Ergonomía (2011):

$$P \% = \bar{x} + Z_{\alpha}\sigma$$

P =Medida del percentil en centímetros

\bar{x} =Media o promedio de los datos.

σ =Desviación estándar de los datos.

Z_{α} = coeficiente de confianza

Como primer paso se obtuvo la media de todas las medidas que se tomaron, esto realizando la sumatoria y dividiendo entre el número de medidas. Seguido de esto se la desviación estándar de los datos, esta se obtuvo al sacar la raíz cuadrada de cada uno de los datos restándole el promedio y ese resultado elevado al cuadrado. Y, por último, se obtuvo el grado de confiabilidad necesario para la obtención de los percentiles 5 y 95, esto se muestra en la **Tabla 24**.

Tabla 24. Grado de confiabilidad de los percentiles

Percentiles	Coficiente de confianza
1 y 99	2.326
2 y 98	2.05
3 y 97	1.88
4 y 96	1.75
5 y 95	1.645
6 y 94	1.55
7 y 93	1.48

8 y 92	1.41
9 y 91	1.34
10 y 90	1.282

Fuente: elaboración propia

Posteriormente de aplicar los datos anteriores se obtuvieron los percentiles siguientes:

Tabla 25. Medidas antropométricas de las cajeras de la ciudad de Huajuapán de León

Medida	P5	P95	P99
Peso			90
Estatura	144	173	
Altura rodilla	40	56	
Altura hombros	120	145	
Altura espina iliaca	70	84	
Altura ojos	133	161	
Anchura de cadera sentado	31	41	
Altura cresta iliaca	13	20	
Altura cabeza-asiento	78	91	
Distancia sacro-poplítea	37	53	
Atura muslo-suelo	50	61	
Altura poplítea	40	49	

Fuente: elaboración propia

5.5 Aplicación del método QFD (Despliegue de la Función de Calidad)

El QFD es un método que se aplica para evaluar los requerimientos de diseño de un producto, proporcionándoles un porcentaje para después calificarlos. Cross (2002) especifica que este método es muy útil ya que ayuda a evaluar la correspondencia entre los requerimientos y el usuario.

Es de mucha utilidad ya que ayudó a evaluar antes y después los requerimientos descritos anteriormente en cada una de las propuestas y con ello se definió qué propuesta es la que cumplía mejor con los requerimientos para ser desarrollada.

Así mismo, reconoce que el principal eje para el diseño de un producto es el usuario. Ya que en base a las necesidades de este es que se obtienen los requerimientos para el diseño o rediseño de un producto. Así entonces, tomando en cuenta lo anterior se describe a continuación la forma en que se aplica el método para obtener los porcentajes para calificar los requerimientos.

- Identificación del usuario o cliente al cual va dirigido el producto, para conocer los requerimientos necesarios que debe tener el producto.

5.5.1 Aplicación del QFD para los requerimientos de la silla para trabajar de pie

Tabla 26. QFD de necesidades-requerimientos de la silla para trabajar de pie

			Número de columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
			Máxima relación de valor en columna	3	9	9	9	3	3	3	3	9	3	9	3	9	9	3	3	3	
			Peso del requerimiento	28,125	70,313	75	89,063	9,375	17,188	18,75	26,563	75	42,188	107,81	14,063	60,938	78,125	14,063	18,75	29,688	
			Peso relativo	3,63	9,07	9,68	11,49	1,21	2,22	2,42	3,43	9,68	5,44	13,91	1,81	7,86	10,08	1,81	2,42	3,83	
			Dificultad (0=Fácil de lograr, 10=Sumamente difícl)	8	8	9	8	7	7	8	9	7	9	7	5	8	9	7	7	6	
			Maximizar (▼), Minimizar (▲), u Objetivo (x)	x	▲	▲	▲	x	x	▼	▲	x	x	x	x	▲	▲	x	x	x	
			Objetivo o valor límite			cm	cm			kg		cm		KN							
Número de fila	Maxima relación de valor en fila	Peso relativo	Características de calidad (a.k.a. "Requerimientos funcionales" o "¿cómo?")	Calidad exigida (a.k.a. "Requerimientos del cliente" o "¿Qué?")																	
1	3	4,69	Los mecanismos de inclinación y ajuste de alturas deben ser fáciles de entender y accionarse en pocos pasos.	Que su manejo sea práctico y sencillo.	3								1								
2	9	7,81	Debe contar con regatones antideslizantes para evitar que resbale en pisos lisos, además el área de contacto de la base con la superficie del piso debe ser uniforme	Debe ser seguro para el usuario.		9															
3	9	6,25	La forma del asiento y el material del mismo deben proporcionar confort a las tuberoidades isquiales, además debe contar con un respaldo para que mantenga erguida la postura de la espalda.	Ergonomía.			9														
4	9	7,81	Debe hacerse uso de los percentiles 5 y 95 de las medidas antropométricas para asegurarse que se adecue a todo tipo de usuarios.	Dimensiones adecuadas a los estándares del usuario.				9													
5	3	3,13	En caso de pérdida o falla de alguna de las piezas de la silla, estas deben poder adquirirse en el mercado local o nacional.	Reparación.					3	1											
6	3	4,69	El material usado para el asiento y respaldo debe necesitar poco cuidado, así como las piezas comerciales usadas para los mecanismos.	Mantenimiento.						3											
7	3	6,25	El peso total de la silla debe ser entre 7 y 10 kg aproximadamente para poder cargarlo con facilidad.	Debe permitir un fácil transporte.							3										
8	3	6,25	La forma del asiento y el material usado en el mismo debe suponer confort para el usuario, así como también el material empleado en la estructura debe verse resistente.	Percepción.								3									
9	9	7,81	El ajuste de altura debe realizarse de manera manual mediante el empleo de una perilla o una palanca.	Mecanismo de altura.									9								
10	3	6,25	El asiento debe medir 35 cm de ancho aproximadamente para adaptarse a los percentiles máximo y mínimo del ancho de la cadera.	Asiento adaptable a los percentiles del usuario.										3							
11	9	7,81	El material usado para la estructura y el diseño del asiento deben resistir una carga máxima de 88 kg.	Resistente al peso del usuario.											9					1	
12	3	4,69	La estructura de la silla no debe tener bordes ni rebabas para evitar que lastime al usuario cuando lo use.	Filos rebordados.												3					
13	9	6,25	Debe permitir al OC poder girar 180° para realizar sus actividades de cobro y embolsado de mercancía.	Mecanismo giratorio.													9				
14	9	7,81	La estructura de la silla debe permitir que el peso de la persona se distribuya uniformemente para que permanezcan estables.	Centro de gravedad.														9		1	
15	3	4,69	La unión debe realizarse por medio de tornillos, pemos y soldadura de tal manera que la silla se vea como un solo elemento.	Unidad.															3		
16	3	3,13	Los colores y formas deben contrastar para ser agradables a la vista del usuario.	Aspecto agradable.																3	
17	3	4,69	Las formas usadas tanto en el asiento como en la base deben estar en equilibrio para brindar seguridad al usuario.	Equilibrio																1	3

Fuente: elaboración propia

- Determinar la importancia de cada uno de los requerimientos, atribuyendo un valor de acuerdo con lo que el diseñador y el usuario esperan del producto.
- Se puede realizar una valoración con productos existentes en el mercado, ya que esto ayuda a dar una mejor idea de que es lo que se quiere obtener.
- Elaborar una matriz donde se equiparan las necesidades y los requerimientos, la cual ayuda a entender la importancia que tiene cada uno para el desarrollo del producto.
- Se identifican las relaciones existentes entre necesidades y requerimientos y se califican. Dando como resultado un porcentaje, el cual sirve para evaluar las propuestas que se realicen.

Para aplicar este método con las necesidades y requerimientos para el desarrollo del sistema se utilizó la plataforma en línea (QDF online), se introdujeron las necesidades y los requerimientos y se procedió a obtener las puntuaciones.

En la Tabla 26 de lado izquierdo se encuentran las necesidades y del lado superior los requerimientos. A los requerimientos se les asigna una magnitud (kg, cm, KN, cantidad, etc.), así mismo, se decide si estos se van a mantener en el diseño o si se tienen que minimizar o maximizar. Posteriormente se le asigna una calificación del 1 al 10, dependiendo de la dificultad o facilidad para lograr esto. Por último, en la parte donde se encuentran equiparadas las necesidades contra los requerimientos, se les da una puntuación de 1, 3 o 9 de acuerdo con la relación que tiene uno con otro.

Tabla 27. Resumen de los resultados de los requerimientos de diseño de la silla para trabajar de pie

Número de fila	Características de calidad (a.k.a. "Requerimientos funcionales" o "¿Cómo?")	Minimizar (▼), Maximizar (▲), u Objetivo (x)	Valor objetivo o límite	Valor máximo de relación	Peso del requerimiento	Peso relativo (importancia relativa)
1	Que su manejo sea práctico y sencillo.	x		3	28,13	3,63%
2	Debe ser seguro para el usuario.	▲		9	70,31	9,07%
3	Ergonomía.	▲	cm	9	75,00	9,68%
4	Dimensiones adecuadas a los estándares del usuario.	▲	cm	9	89,06	11,49%
5	Reparación.	x		3	9,38	1,21%
6	Mantenimiento.	x		3	17,19	2,22%
7	Debe permitir un fácil transporte.	▼	kg	3	18,75	2,42%
8	Percepción.	▲		3	26,56	3,43%
9	Mecanismo de altura.	x	cm	9	75,00	9,68%
10	Asiento adaptable a los percentiles del usuario.	x		3	42,19	5,44%
11	Resistente al peso del usuario.	x	KN	9	107,81	13,91%
12	Filos redondeados.	x		3	14,06	1,81%
13	Mecanismo giratorio.	▲		9	60,94	7,86%
14	Centro de gravedad.	▲		9	78,13	10,08%
15	Unidad.	x		3	14,06	1,81%
16	Aspecto agradable.	x		3	18,75	2,42%
17	Equilibrio	x		3	29,69	3,83%

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 27 se muestra el valor o peso relativo final para cada requerimiento. Este valor sirvió para evaluar o calificar las propuestas elaboradas, asignándoles un valor y obteniendo una calificación final. Así mismo los requerimientos de mayor impacto son: que sea seguro para el usuario, que sea ergonómico, que tenga las dimensiones adecuadas para los usuarios, que cuente con un mecanismo de altura, que sea resistente al peso del usuario, que cuente con un mecanismo giratorio y que tenga el adecuado centro de gravedad.

5.5.2 Aplicación del QFD para los requerimientos del soporte

Tabla 28. QFD requerimientos-necesidades para el soporte para pantalla de computadora.

				Número de columna	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
				Máxima relación de valor en columna	9	9	3	9	9	9	3	3	9	3	3	9
				Peso del requerimiento	95,745	106,38	25,532	76,596	95,745	68,085	25,532	27,66	104,26	27,66	27,66	76,596
				Peso relativo	12,64	14,04	3,37	10,11	12,64	8,99	3,37	3,65	13,76	3,65	3,65	10,11
				Dificultad (0=fácil de lograr, 10=extremadamente difícil)	7	9	7	7	9	8	8	6	6	6	9	8
				Minimizar (▼), Maximizar(▲), u objetivo(x)	▲	▲	x	x	▲	x	x	x	▲	x	▼	▲
				Target or Limit Value		cm			cm		kg		kg		piezas	
Número de fila	Máxima relación de valor en fila	Peso relativo	Características de calidad (a.k.a. "Requerimientos Funcionales" o "¿Cómo?")	Calidad exigida (a.k.a. "Requerimientos del cliente" o "¿Qué?")	Instalación práctica	Ergonomía	Reparación	Mantenimiento	Antropometría	Seguridad de sujeción	Transportación	Compatible	Resistencia	Buena calidad de acabados	Mínimo número de componentes.	Aspecto agradable.
1	9	10,64	El mecanismo de sujeción debe utilizar una prensa que se apriete por medio de una perilla de plástico.	9												
2	9	10,64	El soporte de la pantalla debe contar con mecanismos de ajuste de altura e inclinación que le permitan al usuario adoptar una postura cómoda de trabajo		9					1						
3	3	8,51	Los mecanismos de sujeción deben utilizar piezas estandarizadas que se puedan conseguir fácilmente en el mercado.			3						1				
4	9	8,51	El material que se emplea para la estructura del soporte debe necesitar pocos cuidados para mantenerse en un estado óptimo.				9						1			
5	9	10,64	Es necesario que se pueda ajustar la altura e inclinación de la parte donde se colocará la pantalla para permitir que los usuarios puedan tener la pantalla de acuerdo a su altura y a un ángulo de visión adecuado.		1				9							
6	9	6,38	Se deben utilizar tornillos que permitan una sujeción firme de la pantalla para evitar su caída y un consiguiente daño a la pantalla y/o al usuario.							9			3			
7	3	8,51	El soporte debe estar formado por piezas independientes para que puedan armarse o desarmarse utilizando tornillos o perillas.								3				1	
8	3	6,38	La pieza donde se coloca la pantalla debe tener orificios que permitan sujetar pantallas de diferentes tamaños (14 a 22")									3				
9	9	8,51	El soporte debe estar construido con algún material metálico para soportar el peso de una pantalla de 22" como máximo y el uso diario.										9	1		
10	3	6,38	La estructura del soporte no debe tener bordes ni rebabas para evitar que lastime al usuario cuando lo manipule.											3		
11	3	6,38	El número de piezas que componen el soporte debe ser de máximo 10 piezas para una rápida instalación.												3	
12	9	8,51	Utilizar formas simples y colores neutros para que el usuario tenga una percepción visual de equilibrio al estar en contacto con el soporte.													9

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 28 se muestran los requerimientos y las necesidades para el diseño del soporte para pantalla. Las necesidades se colocan del lado izquierdo y los requerimientos en la parte superior. Se analiza el valor que le corresponde a cada requerimiento y se decide si este se mantiene, se maximiza o minimiza para el nuevo diseño. Finalmente, se les asigna una calificación de necesidad contra requerimiento. Esta calificación es de 1, 3 o 9 dependiendo de la relación que haya para cumplir cada uno.

Tabla 29. Resumen de los resultados de los requerimientos de diseño del soporte para pantalla de computadora

Número de fila	Características de calidad (a.k.a. "Requerimientos funcionales" o "¿Cómo?")	Minimizar (▼), Maximizar(▲), u Objetivo (x)	Valor objetivo o límite	Valor máximo de relación	Peso del requerimiento	Peso relativo (importancia relativa)
1	Instalación práctica	▲		9	95,74	12,64%
2	Ergonomía	▲	cm	9	106,38	14,04%
3	Reparación	x		3	25,53	3,37%
4	Mantenimiento	x		9	76,60	10,11%
5	Antropometría	▲	cm	9	95,74	12,64%
6	Seguridad de sujeción	x		9	68,09	8,99%
7	Transportación	x	kg	3	25,53	3,37%
8	Compatible	x		3	27,66	3,65%
9	Resistencia	▲	kg	9	104,26	13,76%
10	Buena calidad de acabados	x		3	27,66	3,65%
11	Mínimo número de componentes.	▼	piezas	3	27,66	3,65%
12	Aspecto agradable.	▲		9	76,60	10,11%

Fuente: elaboración propia

En la Tabla 29 se muestra la calificación final o peso relativo obtenido para los requerimientos de diseño para el soporte para pantalla. Esta calificación sirvió para evaluar las propuestas generadas más adelante y con ella se decidió qué propuesta cumplía con mayor calificación para desarrollarla. Se observó que los requerimientos que tuvieron mayor impacto y que debieron estar más presentes en la propuesta fueron: la instalación práctica, ergonomía, mantenimiento, antropometría, seguridad de sujeción y aspecto agradable.

La aplicación del QFD implica cuatro fases o etapas, donde los qué, se completan con los cómo por medio de la casa de la calidad. Por lo tanto, a continuación, se describe de manera gráfica cada una de estas fases:

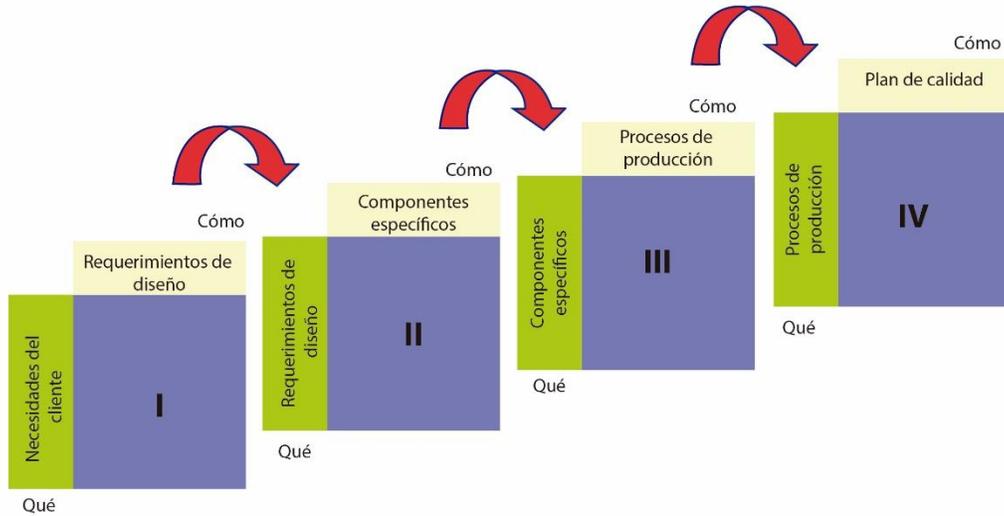


Figura 46. Fases del QFD.
Fuente: Llorante (2016)

Para el caso de este proyecto de investigación, sólo se abordó hasta la fase 2, ya que no se contempla la etapa de producción y el plan de calidad.

Como ya se tenían los requerimientos de diseño, para la fase 2 se determinaron los componentes de con los que debía contar cada una de las partes del sistema para poder satisfacer dichos requerimientos. Se siguió el mismo procedimiento para la fase 1 y se obtuvo la siguiente tabla, donde se refleja la importancia relativa de cada componente:

Tabla 30. Importancia relativa de QFD Requerimientos- componentes de la silla para trabajar de pie

Número de fila	Características de calidad (a.k.a "¿Cómo?")	Minimizar (▼), Maximizar (▲), u objetivo (x)	Valor objetivo o límite	Valor máximo de relación	Peso del requerimiento	Peso relativo (importancia relativa)
1	Perilla de doble acción para regular altura	x		9	172,06	28,47%
2	Perilla de acero	▲		3	13,24	2,19%
3	Regatones antideslizantes	▲		9	66,18	10,95%
4	Asiento y respaldo de espuma de poliuretano	▲		9	66,18	10,95%
5	Sistema a gas	▼		3	22,06	3,65%
6	Estructura central	x		9	57,35	9,49%
7	Sistema de inclinación	▲		3	22,06	3,65%
8	Sistema giratorio	▲		9	66,18	10,95%
9	Base estable	x		9	119,12	19,71%

Fuente: elaboración propia

Tabla 31. Importancia relativa de QFD Requerimientos- componentes para el soporte para pantalla de computadora.

Número de fila	Características de calidad (a.k.a "¿Cómo?")	Minimizar (▼), Maximizar (▲), u objetivo (x)	Valor objetivo o límite	Valor máximo de relación	Peso del requerimiento	Peso relativo (importancia relativa)
1	Prensa de sujeción	▲		9	191,49	38,96%
2	Perilla de sujeción	x		3	31,91	6,49%
3	Placa de soporte	x		3	19,15	3,90%
4	Sistema de inclinación	▲		3	25,53	5,19%
5	Sistema de ajuste de altura	▲		9	172,34	35,06%
6	Estructura central	▲		3	51,06	10,39%

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la tabla anterior determinaron qué compontes tienen mayor importancia e interacción con los requerimientos que se tienen. Lo cual permitió poder desarrollar las propuestas de manera puntual.

5.6 Generación de conceptos o propuestas

Establecidos los requerimientos de diseño para la elaboración de la silla para trabajar de pie (Tabla 21) y del soporte para pantallas de computadora (Tabla 22) que debieron cumplir las propuestas, con ayuda de métodos y técnicas de creatividad, se desarrollaron cuatro propuestas para cada componente del sistema.

Cabe mencionar que para realizar estas propuestas fue necesario también tomar en consideración las entrevistas realizadas, la aplicación del Método REBA y la observación que se realizó en las diferentes tiendas de autoservicio analizadas.

Las propuestas se realizaron en un software 3D para proporcionar una mejor visión de lo que se propuso. Las propuestas elaboradas se realizaron de manera, más adelante se retomaron las propuestas ganadoras para realizar el diseño a nivel detalles del sistema.

5.6.1 Propuestas de la silla para trabajar de pie

- PROPUESTA 1



Figura 47. Propuesta de la silla para trabajar de pie (1)

Fuente: elaboración propia

Descripción de la propuesta 1

Se trata de una propuesta clásica por las formas usadas. Se buscó estabilidad en el diseño por lo que se propuso una base circular para evitar accidentes al momento de hacer uso de la silla. Se emplea un sistema a gas para regular la altura, el cual se acciona por medio de una palanca ubicada en el lado derecho. Este sistema permite girar sobre su propio eje. Cuenta con un asiento acolchado para mayor comodidad del usuario al sentarse, sin embargo, este asiento no puede inclinarse para adoptar otras posturas, ya que el sistema usado para colocar el tubo a gas es fijo. Además, tiene un pequeño respaldo para la parte de la cintura, lo que ayuda a mantener la espalda recta cuando el usuario se sienta.

- PROPUESTA 2



Figura 48. Propuesta de silla para trabajar de pie (2)

Fuente: elaboración propia

Descripción de la propuesta 2

La propuesta de este asiento es una mezcla de lo tradicional con lo moderno ya que el asiento tiene una forma curva para que la persona pueda sentarse cómodamente. Emplea un sistema a gas con mecanismo giratorio el cual permite al usuario regular la altura y la rotación de mismo, esto a través de la palanca que se encuentra en la parte derecha debajo del asiento. La base se conforma de tres patas de acero formando un triángulo, lo que permite una mayor estabilidad al usuario al momento de sentarse.

- PROPUESTA 3



Figura 49. Propuesta de silla para estar de pie (3)
Fuente: elaboración propia

Descripción de la propuesta 3

Esta propuesta busca ser moderna, pero manteniendo lo clásico. Dado que es necesario que el asiento pueda girar sobre su propio eje, se propuso una base circular ya que esta permite que su centro de gravedad siempre sea el mismo y no exista probabilidad de que la silla pueda caer. Para ajustar las alturas se emplea un sistema de tubos que se desliza uno sobre otro y se sujetan con un botón cuando se obtiene la altura que se desea. Se propuso un asiento ergonómico ya que se busca que este pueda adaptarse a los glúteos y no haya incomodidad por usarlo un tiempo prolongado. Cuenta con un reposapiés donde es posible colocar los pies cuando se use para sentarse de manera normal, además también cuenta con un respaldo cuando se adopta esta misma postura. Por último, la forma de proporcionarle estabilidad y evitar que resbale en los pisos lisos, es mediante la colocación de regatones antideslizantes en la parte de la base.

- PROPUESTA 4



Figura 50. Propuesta de silla para trabajar de pie (4)

Fuente: elaboración propia

Descripción de la propuesta 4

Consiste en una propuesta considerada moderna por sus líneas. Cuenta con una base circular sólida para proporcionarle estabilidad a la silla. Tiene una estructura de acero curva la cual regula la altura de la silla por medio de una perilla de sujeción rápida. Cuenta con un asiento circular acolchonado para darle comodidad al usuario, así también cuenta con un reposapiés que permite al usuario sentarse cómodamente.

5.6.2 Propuestas del soporte para pantalla de computadora.

- PROPUESTA 1



Figura 51. Propuesta de soporte para pantalla 1
Fuente: elaboración propia

Descripción de la propuesta 1

La propuesta consta de dos tubos de acero, los cuales se deslizan uno adentro de otro para poder ajustar la altura. El soporte se coloca en el espacio de trabajo mediante una prensa que se aprieta con una perilla de plástico para darle estabilidad. La pantalla se atornilla en las placas que se encuentran perforadas para tener la capacidad de colocar distintos tamaños de pantallas, y la forma de ajustar la inclinación es mediante el giro por el tubo horizontal.

La manera de hacer el giro en el plano vertical es mediante un tubo horizontal que gira sobre el eje vertical y se ajusta en la parte de atrás mediante una tuerca.

- PROPUESTA 2

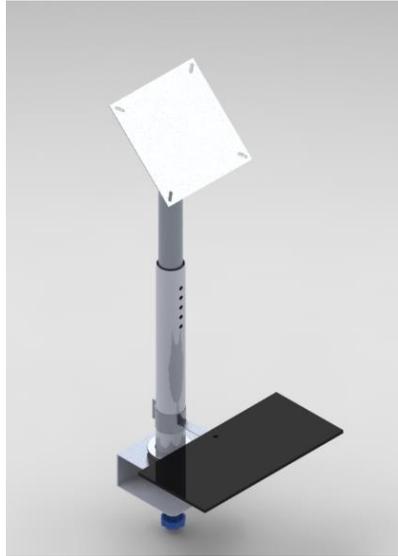


Figura 52. Propuesta de soporte para pantalla (2)
Fuente: elaboración propia

Esta propuesta se describe con dos tubos que se deslizan uno dentro de otro y se aseguran mediante un botón. El soporte gira en el eje vertical mediante un rodamiento que le permite el libre movimiento. Se coloca en la mesa de trabajo mediante unas placas de acero que se aseguran por medio de una prensa con perilla para evitar hacer orificios en la mesa. Cuenta con una placa de acero en donde se coloca la pantalla y se ajusta su inclinación mediante un mecanismo de placas que se aprietan con una perilla. Por último, cuenta con una placa de madera que permite colocar el teclado en la misma.

- **PROPUESTA 3**



Figura 53. Propuesta de soporte para pantalla (3)

Fuente: elaboración propia

Esta propuesta se trata de dos tubos de acero, uno de los cuales se encuentra fijo a la placa que se coloca en la mesa. El ajuste de alturas se da cuando uno de estos tubos se desliza dentro del otro y se fija mediante un botón de acero. Para permitir que el mecanismo gire, se colocó otro tubo que permite un giro de 360°. La pantalla va colocada en una placa de acero que se atornilla a la misma y que tiene en la parte de atrás un mecanismo que le permite inclinarse.

- PROPUESTA 4

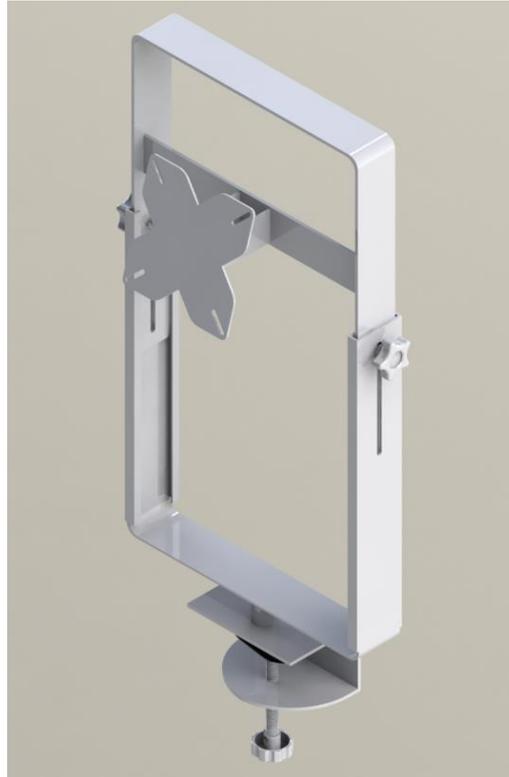


Figura 54. Propuesta de soporte para pantalla (4)
Fuente: elaboración propia

Esta propuesta, aunque muy diferente a las demás, cumple con las mismas funciones. La manera de asegurar el soporte en la mesa de trabajo es mediante una placa que se encuentra sujeta con una perilla de plástico. Se compone de dos partes que se deslizan una sobre otra para poder ajustar la altura y se sujetan a los costados por medio de unas perillas con tuercas mariposa. La placa donde se coloca la pantalla tiene un mecanismo de inclinación en la parte de atrás y está sujeta a la pieza que se desliza para poder ajustar la altura.

5.7 Evaluación de las propuestas generadas

En esta sección se evalúan las alternativas propuestas para escoger cuál de ellas es la que se desarrollará para el diseño final. Se retomó el peso relativo de los requerimientos obtenidos en el análisis QFD y se multiplicó por una calificación del 1 al 3, donde 1 significa que casi no cumple con los requerimientos y 3 que cumple perfectamente. Se sumaron los resultados obtenidos y se obtuvo una calificación final que ayudó a decidir cuál era la mejor propuesta. A continuación, se muestran las tablas de evaluación.

Tabla 32. Evaluación de las alternativas de la silla para trabajar de pie

	Alternativas				
	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4	
Peso Relativo (Importancia Relativa)					
Que su manejo sea práctico y sencillo.	3.63%	7.26	7.26	10.89	7.26
Debe ser seguro para el usuario.	9.07%	27.21	9.07	18.14	9.07
Ergonomía.	9.68%	9.68	19.36	29.04	9.68
Dimensiones adecuadas a los estándares del usuario.	11.49%	22.98	34.47	34.47	22.44
Reparación.	1.21%	3.63	2.42	2.42	2.42
Mantenimiento.	2.22%	4.44	6.66	4.44	4.44
Debe permitir un fácil transporte.	2.42%	4.84	7.26	4.84	4.84
Percepción.	3.43%	6.86	6.86	10.29	3.43
Mecanismo de altura.	9.68 %	19.36	19.36	19.36	19.36
Asiento adaptable a los percentiles del usuario.	5.44%	10.88	5.44	10.88	10.88
Resistente al peso del usuario.	13.91%	27.82	13.91	27.82	41.73
Filos redondeados.	1.81%	5.43	3.62	5.43	5.43
Mecanismo giratorio.	7.86%	23.58	7.86	23.58	23.58
Centro de gravedad.	10.08%	20.16	20.16	30.24	10.08
Unidad.	1.81%	3.62	3.62	3.62	3.62
Aspecto agradable.	2.42%	7.26	4.84	7.26	2.42
Equilibrio	3.83%	7.66	3.83	11.49	3.83
TOTAL		212.67	176	284.21	184.51

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla 32, la alternativa que tuvo una mayor puntuación en los requerimientos fue la Propuesta 3 (Figura 49, pág. 98), ya que se obtuvo una calificación de 284.21 puntos. Esta alternativa se desarrolló como propuesta final del sistema.

Tabla 33. Evaluación de las alternativas del soporte para pantalla

	Alternativas				
	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3	Propuesta 4	
Peso Relativo (Importancia Relativa)					
Practicidad	12.64 %	25.28	12.64	25.28	37.92
Ergonomía	14.04%	28.08	28.08	14.04	28.08
Reparación	3.37%	6.74	10.11	6.74	10.11
Mantenimiento	10.11%	20.22	20.22	10.11	30.33
Antropometría	12.64%	25.28	37.92	25.28	37.92
Seguridad de sujeción	8.99%	26.97	26.97	26.97	26.97
Transportación	3.37%	6.74	6.74	10.11	6.74
Compatible	3.65 %	10.95	10.95	10.95	10.95
Resistencia	13.76 %	27.52	41.28	27.52	41.78
Buena calidad de acabados.	3.65%	10.95	10.95	7.3	10.95
Mínimo número de componentes	3.65 %	7.3	3.65	7.3	7.3
Aspecto agradable	10.11 %	20.22	30.33	20.22	30.33
TOTAL		216.2	239.8	191.8	279.3

Fuente: elaboración propia

En el caso del soporte para pantalla la alternativa que tuvo una mayor calificación fue la propuesta 4 (Figura 54, pág. 103). Ya que con una puntuación de 234 estuvo muy por encima de las propuestas 1, 2 y 3, por lo que fue la que se desarrolló como propuesta final como parte del sistema.

5.8 Propuestas finales de las partes que conforman el sistema

- PROPUESTA FINAL DE LA SILLA



Figura 55. Propuesta final de la silla para trabajar de pie

Descripción de la propuesta final de la silla para trabajar de pie

La propuesta consiste en una silla que tiene como finalidad que el trabajador pueda descansar mientras trabaja de pie. La base es un semi círculo que está hecho de tubo de acero de 1 ½" de diámetro, el cual tiene que ser pasado por la máquina roladora para adquirir esa forma, así mismo, esta base cuenta con un refuerzo de tubo de acero de 1" de diámetro. La forma de ajustar la altura es mediante una perilla de doble acción, la cual se jala para poder ajustar la altura requerida.

Consta de un mecanismo de inclinación que se acciona mediante una perilla metálica y para evitar que siga girando, tiene unas arandelas de seguridad. El asiento, fabricado en espuma de poliuretano, permite que el usuario se siente y no se incomode rápidamente. También consta de un respaldo el cual ayuda al usuario a permanecer erguido cuando está completamente sentado. Por último, también consta de un reposapiés que sirve para que el usuario coloque sus pies cuando desee sentarse.

- **PROPUESTA FINAL DEL SOPORTE**

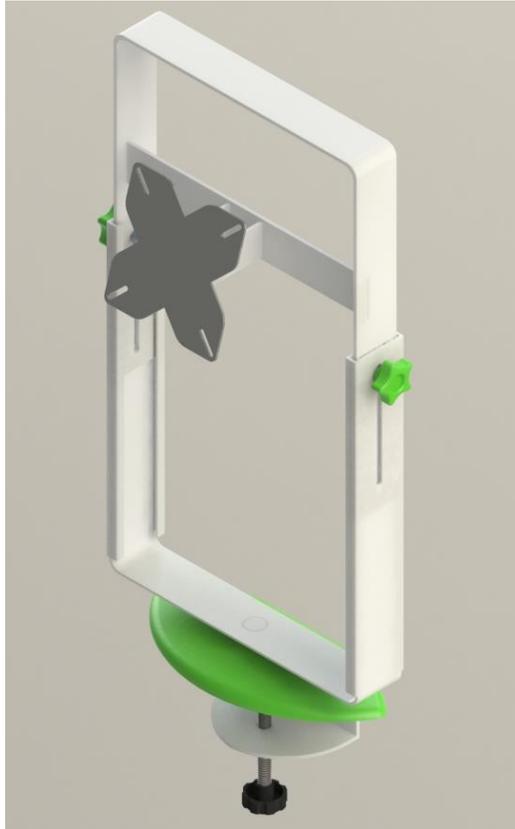


Figura 56. Propuesta final de soporte para computadora

Descripción de la propuesta final del soporte para pantalla de computadora.

El soporte para pantalla que se propone se compone de dos partes principales, que se deslizan una sobre otra. Además, consta de una prensa que sirve para que este se ajuste a la mesa mediante una perilla de plástico, esto con el fin de evitar taladrar la mesa de trabajo. La forma para ajustar la altura es mediante el ajuste de dos perillas que se aflojan y se aprietan cuando se tiene la altura adecuada, además este soporte tiene la facilidad de girar en su propio eje para proveerlo del mecanismo rotatorio cuando se necesite.

Cuenta con una placa de acero en donde se coloca la pantalla y se asegura mediante tornillos para evitar algún accidente. Así también, el brazo que sostiene esta placa se ajusta dependiendo de la lejanía del soporte y el usuario.

5.9 Análisis por elemento finito

De acuerdo con Gómez (2010), se trata de un método numérico de cálculo que se emplea en la resolución de ecuaciones diferenciales parciales, muy utilizado en diversos problemas de ingeniería como el análisis de tensiones o análisis estático, térmico, análisis de fatiga, no lineal, entre otros.

Este método se basa en dividir el modelo o geometría a validar en múltiples partes de pequeño tamaño denominadas “elementos”. Estos elementos comparten entre ellos puntos comunes denominados nodos.

- Análisis estático.

De acuerdo con Gómez (2010) el análisis estático permite conocer cómo se deforma la pieza bajo unas condiciones de carga que son definidas previamente y también si el modelo puede llegar a romperse; y en caso de hacerlo prevenir una fractura definiendo por donde se iniciaría. Algunas propiedades que se tomaron en cuenta para el análisis estático de las partes analizadas del sistema son las siguientes:

Tensión (N/m^2): es el coeficiente entre la fuerza aplicada (F) y el área (A) que la soporta. La tensión define la intensidad de las fuerzas aplicadas sobre el modelo por unidad de sección.

Deformación unitaria: es la proporción entre el cambio de la longitud del modelo y la longitud inicial del mismo. Se expresa de forma adimensional.

Límite elástico (N/m^2): es la máxima tensión que puede soportar un material sin que se produzcan deformaciones permanentes.

Factor de seguridad: en el diseño de cualquier pieza que vaya a estar sometida a unos esfuerzos estáticos se define el factor de seguridad, con valores comprendidos entre 1 y 4, que permite sobredimensionar la pieza para evitar la rotura de esta. El cálculo del FDS es por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Factor de seguridad} = \frac{\text{límite elástico de material}}{\text{Esfuerzo máximo de Von Misses}}$$

Con el objetivo de determinar si el diseño de las partes y el material empleado es el adecuado en cuanto a calibres y medidas, se efectuó un análisis estructural mediante el método de elemento finito en la herramienta Simulación® del software SolidWorks®

Para el análisis de la placa que soporta el asiento, se emplearon los parámetros siguientes:

- Material: Acero AISI 1020.
- Lamina negra calibre 13(2.3 mm).
- Lamina negra calibre 11 (3mm).

- Carga de 100 kg, distribuida como se muestra en la Figura 57 (Carga distribuida uniformemente) Esta carga se empleó debido a que es la que se obtuvo al realizar los cálculos para obtener el percentil máximo de la muestra.
- Sujeciones en los orificios donde entra el perno.

Tabla 34. Propiedades mecánicas del acero

Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2e+011	N/m ²
Módulo cortante	7.7e+010	N/m ²
Densidad	7900	Kg/m ³
Límite de tracción	4.205e+008	N/m ²
Límite elástico	3.5157e+008	N/m ²

Fuente: SolidWorks (2015)

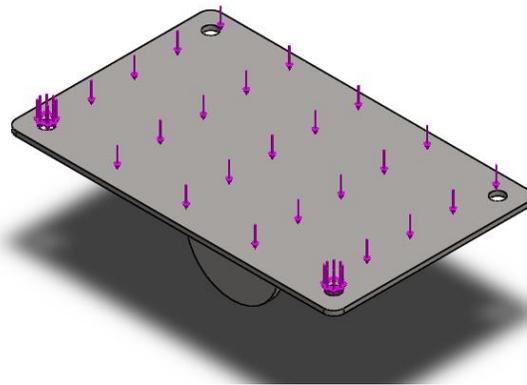


Figura 57. Distribución de cargas en la placa de soporte

Fuente: elaboración propia

Tabla 35. Resultado del análisis estructural para la placa de soporte

Propiedad	Valor		Unidades
	Max.	Mín.	
Tensión	2.31921e+008	148469	N/m ²
Desplazamiento	0.574573	0	mm
Deformación unitaria	0.000625328	6.47387e-007	-
Factor de seguridad	1.5		-

Fuente: Solidworks (2015)

5.9.1 Análisis de la placa de soporte

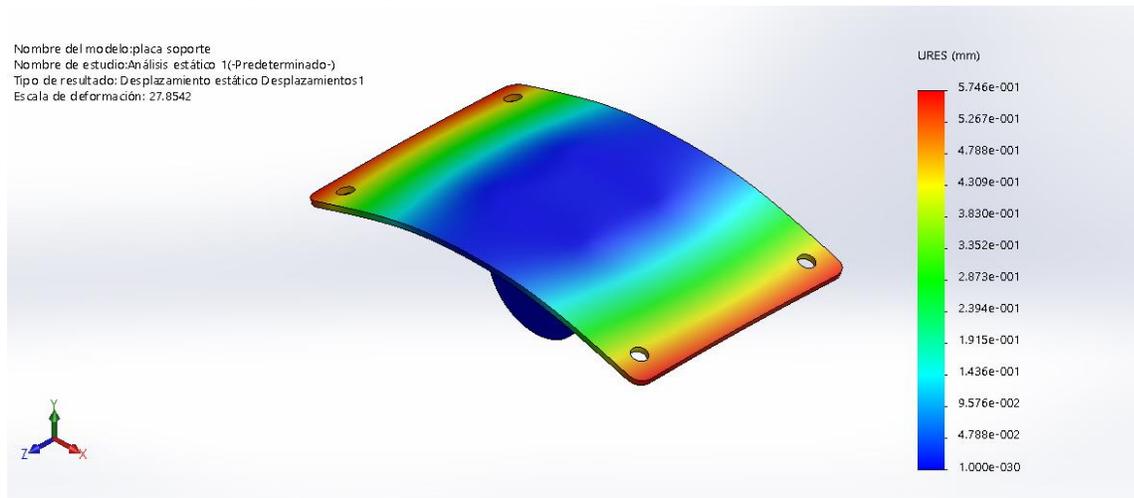


Figura 58. Análisis de desplazamiento de la placa de soporte
Fuente: Solidworks (2015)

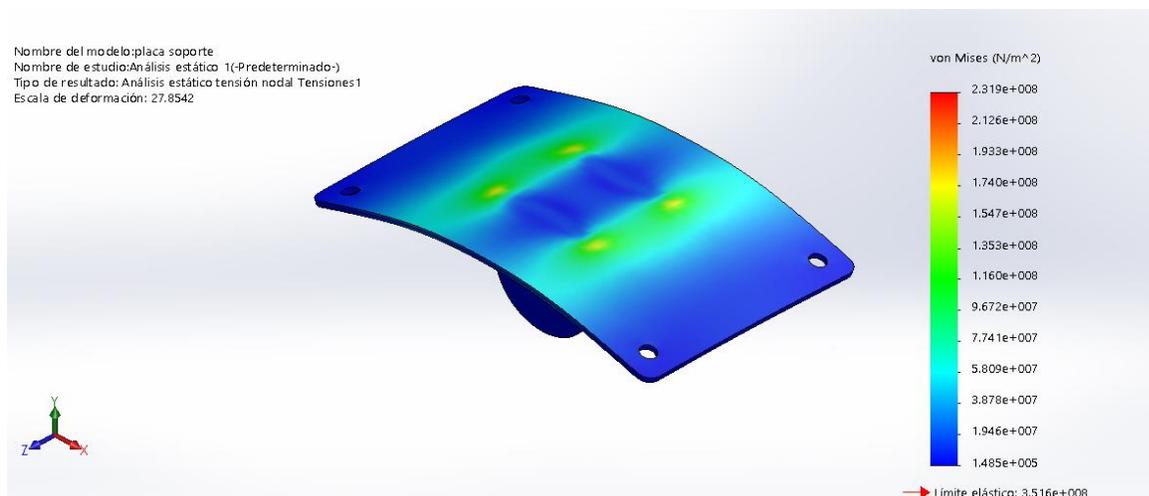


Figura 59. Análisis de los esfuerzos de tensiones para la placa de soporte
Fuente: elaboración propia

Al aplicar la carga de 100 kg en la estructura (Figura 58) se muestra que se deforman principalmente los extremos de la placa. Sin embargo, hay que tomar en cuenta que el programa arroja los resultados con una escala de deformación exagerada (27.8542), por lo tanto, si se coloca la escala real, la deformación es difícil de apreciar con la carga que se le está aplicando.

Por otra parte, al realizar el análisis de tensiones se tiene una tensión de $2.31921e+008$ (Figura 59, Tabla 37) que es inferior al límite elástico del material propuesto ($3.5157e+008$). El límite elástico es la mayor tensión que puede soportar el material antes de que se produzcan

deformaciones, por lo que está dentro del rango aceptable. Así también, los valores de deformación obtenidos (0.000625328 y 6.47387e-007) son casi inapreciables por lo que todo se encuentra en orden. Además, se obtuvo un Factor de seguridad de 1.5, por lo tanto, está dentro del límite ya que cumple con las características siguientes:

- Un factor de seguridad menor a 1 indica que el material ha sufrido una fractura y por lo tanto falló.
- Un factor de seguridad igual a 1 indica que el material se encuentra en su límite y que puede llegar a sufrir una fractura y fallar.
- Un factor de seguridad superior a 1 significa que el material con la fuerza aplicada es seguro y por lo tanto no corre riesgo de fallar.

5.9.2 Análisis del tornillo del mecanismo de inclinación

Dado que el tornillo que atraviesa el sistema de inclinación de la silla soporta también las cargas aplicadas, es necesario realizar un análisis de este para observar su comportamiento y corroborar que el material y las medidas sean las adecuadas.

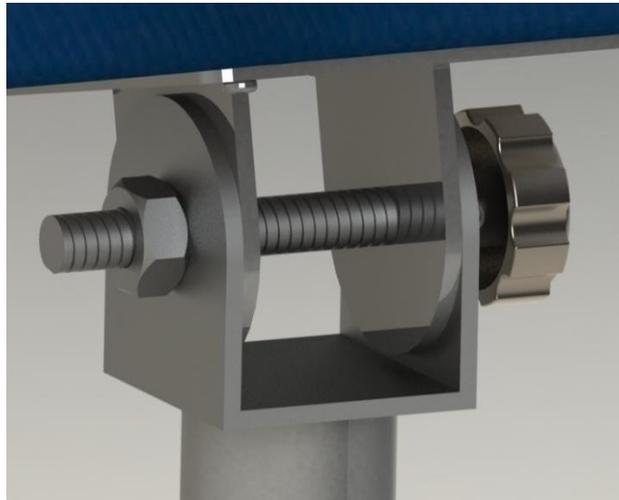


Figura 60. Tornillo del mecanismo de inclinación
Fuente: elaboración propia

Para realizar el análisis se emplearon los siguientes parámetros:

- Tornillo M10.
- Longitud: 85 mm.
- Material: acero AISI 1020.
- Carga: 100 kg (obtenida con el percentil máximo de los pesos) aplicada en los puntos de contacto (Figura 61).
- Sujeciones en los extremos del tornillo.

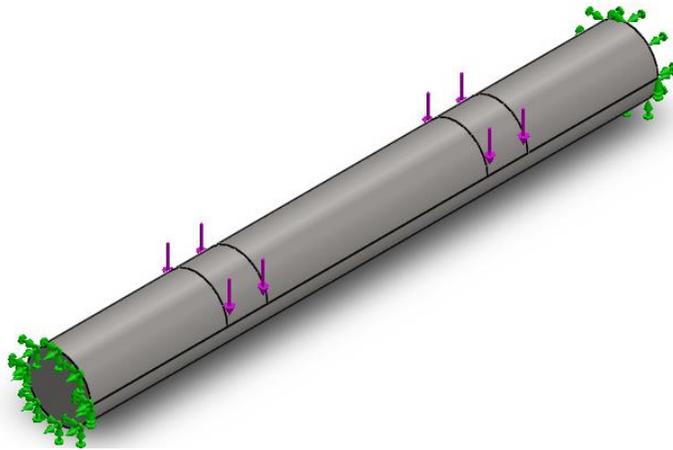


Figura 61. Aplicación de cargas en el tornillo del mecanismo de inclinación
Fuente: elaboración propia

Tabla 36. Resultados del análisis estructural para el tornillo del mecanismo de inclinación

Propiedad	Valor		Unidades
	Max.	Mín.	
Tensión	1.91624e+008	227280	N/m ²
Desplazamiento	0.000734148	1.76219e-006	mm
Deformación unitaria	0.000734148	1.76219e-006	-
Factor de seguridad	1.8		-

Fuente: Solidworks (2015)

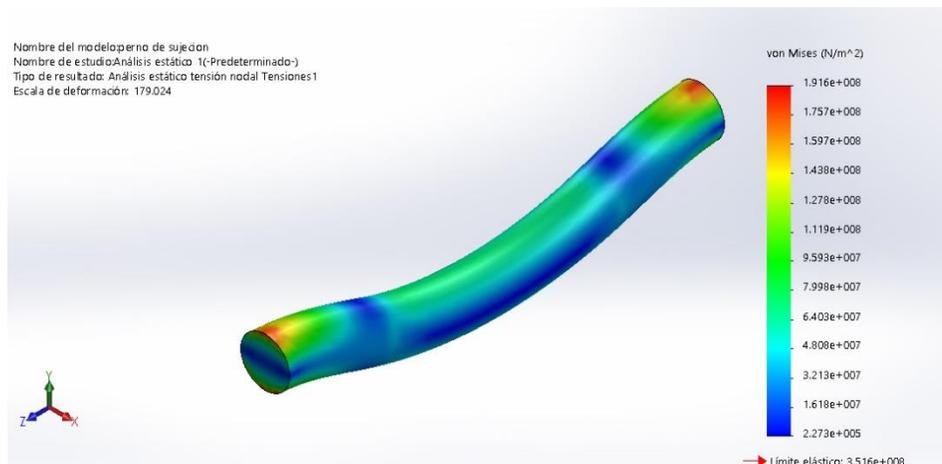


Figura 62. Análisis de los esfuerzos de tensiones en el tornillo
Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la Tabla 38, al aplicar la carga de 100 kg se obtiene una tensión máxima de 1.91624e+008 en el material, la cual es inferior al límite elástico del material propuesto

(3.5157e+008). El límite elástico es la mayor tensión, por lo tanto, como el resultado es menor, no existe problema alguno al aplicar la carga de 100 kg.

Así mismo, se obtuvo un Factor de seguridad de 1.8, el cual es superior a 1, por lo que se concluye que el material no corre riesgo de sufrir alguna fractura al momento de aplicar la carga de 100 kg. Así también los valores obtenidos de la deformación son mínimos (entre 0.000734148 y 1.76219e-006) por lo que tampoco hay un riesgo de que se rompa el material.

Conclusiones

Al realizar el análisis de carga por elemento finito se demostró que el material seleccionado soporta las cargas aplicadas. Además, presenta un factor de seguridad mínimo pero mayor a 1, por lo que no es necesario hacer cambios de material, tamaños o cargas.

5.10 Comparación de la funcionalidad del sistema

Ya que el sistema no se construyó, es necesario hacer una comprobación para verificar su funcionalidad. Dado que los productos existentes en el mercado ya están probados por el usuario, se realizó una tabla para comprobar mediante los requerimientos de diseño su funcionalidad. Se asignó una calificación del 1 al 3, donde 3 es cumple muy bien y 1 casi no cumple. Para poder entender a qué se refiere cada uno de los requerimientos, es necesario revisar la Tabla 21 para los requerimientos de la silla para trabajar de pie y la Tabla 22 para los requerimientos del soporte para pantalla de computadora.

A continuación, se asigna la calificación y se mencionan las características que hicieron posible la calificación obtenida de la propuesta final:

Tabla 37. Comprobación de la funcionalidad de la silla para trabajar de pie

		Alternativas			
		Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4
Que su manejo sea práctico y sencillo.	2	2	3	2	3
Debe ser seguro para el usuario	3	2	2	1	2

Perilla de doble acción para el ajuste de altura.	2	La altura se regula deslizando el asiento sobre la barra central.	Sistema a gas para regular la altura.	La altura e inclinación se regulan inclinando la estructura que soporta al tubo principal.	Sistema a gas para regular la altura del asiento e inclinación.
Cuenta con regatones antideslizantes y una base circular que tiene	3	Cuenta con regatones antideslizantes, sin embargo, la base tiene	Tiene regatones antideslizantes, sin embargo, la forma de su base es inestable.	No cuenta con regatones antideslizantes y su área de contacto con la superficie es mínima.	La forma de su base hace que tenga suficiente área de contacto con la superficie, sin embargo, no es antideslizante.

Ergonomía	<p>mayor contacto con el piso.</p> <p>3 El asiento se amolda a la forma de las tuberósidades isquiales y está fabricado de espuma de poliuretano.</p>	<p>2 Está fabricado de espuma de poliuretano, sin embargo, no se amolda bien a las tuberósidades isquiales.</p> <p>3 La altura es ajustable para usuarios con diferentes percentiles.</p> <p>1 Cuenta con piezas comerciales las cuales se pueden conseguir en el mercado, aunque algunas deben ser bajo pedido.</p>	<p>1 Se amolda un poco a los glúteos, sin embargo, el material usado en el asiento es muy rígido.</p> <p>2 Aunque es cómodo por el material usado, el tamaño del asiento es muy pequeño y no les proporciona confort a las tuberósidades isquiales.</p> <p>3 La altura es ajustable para usuarios con distintos percentiles.</p>	<p>3 La forma del asiento y el material empleado para el mismo, brindan confort a las tuberósidades isquiales.</p> <p>3 Tiene facilidad para regular la altura para diversos usuarios.</p> <p>2 Cuenta con piezas comerciales las cuales se pueden conseguir en el mercado.</p> <p>2 Tiene una estructura de acero, sin embargo, el asiento no tiene forro ni tapiz.</p> <p>3 Por la estructura y forma de su base, es un peso medio debido a ligero.</p> <p>2 Las piezas de la silla se ven en armonía, sin embargo, la base no da la sensación de equilibrio.</p>
Dimensiones adecuadas a los estándares del usuario.	<p>3 Se puede ajustar en altura para diversos tipos de usuarios.</p>	<p>2 Cuenta con piezas comerciales las cuales se pueden conseguir en el mercado.</p>	<p>3 La altura es ajustable para usuarios con distintos percentiles.</p>	<p>3 Cuenta con piezas comerciales las cuales se pueden conseguir en el mercado.</p>
Reparación	<p>3 Usa acero en la estructura y espuma de poliuretano piel integral.</p>	<p>3 La estructura es de acero y el asiento de espuma de poliuretano tapizada.</p>	<p>2 Tiene una estructura de acero, sin embargo, el asiento no tiene forro ni tapiz.</p>	<p>2 Cuenta con piezas comerciales las cuales se pueden conseguir en el mercado.</p>
Debe permitir un fácil transporte.	<p>2 Tiene un peso aproximado de 8 kg.</p>	<p>2 Su peso ronda entre los 5 y 7 kg.</p>	<p>3 Aproximadamente tiene un peso de 4 kg.</p>	<p>2 Tiene un peso medio debido a que no cuenta con respaldo.</p>
Percepción	<p>3 La forma de la base y la estructura permite que se la silla se vea equilibrada.</p>	<p>1 Aunque la estructura de acero es fuerte, la forma en que se encuentra el tubo principal provoca riesgo de caer.</p>	<p>2 El material con el que está elaborada la estructura que soporta al tubo principal, es muy delgado.</p>	<p>2 El asiento se ve cómodo y la estructura es resistente por el material usado, sin embargo, la base carece de equilibrio.</p>

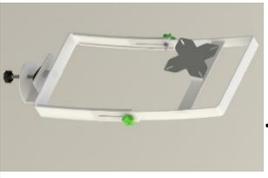
Mecanismo de altura	Cuenta con una perilla de doble acción para regular la altura del asiento.	Cuenta con una perilla para regular la altura del asiento.	Tiene la posibilidad de cambiar la altura por medio de un mecanismo a gas.	La altura se regula cambiando de posición la estructura que detiene al tubo principal.	Tiene la posibilidad de cambiar la altura por medio de un mecanismo a gas.
Asiento adaptable a los percentiles del usuario	3 El asiento tiene una dimensión de 35 cm, la cual está dentro de los percentiles.	3 El asiento cumple con las medidas requeridas para el usuario.	2 El largo del asiento es el adecuado, sin embargo, el ancho es menor que la medida mínima.	2 El asiento es más pequeño en cuanto al largo mínimo requerido.	2 El ancho del asiento sobrepasa la medida requerida, sin embargo, el ancho es menor.
Resistente al peso del usuario	3 El material empleado es acero, por lo tanto, soporta el peso del usuario.	2 El material usado es acero, sin embargo, los calibres de los tubos se ven delgados.	2 Aunque la estructura es resistente, la forma de la misma se ve inestable.	2 El tubo principal es de aluminio y la estructura que soporta al tubo de acero, sin embargo, el calibre utilizado es delgado.	2 El tubo principal es de acero, sin embargo, la base de plástico le resta resistencia.
Filos redondeados	3 Se encuentra pulido y con las esquinas redondeadas para evitar accidentes.	3 Se encuentra pulido y con las esquinas redondeadas para evitar accidentes.	3 Se encuentra pulido y con las esquinas redondeadas para evitar accidentes.	3 Se encuentra pulido y con las esquinas redondeadas para evitar accidentes.	3 Se encuentra pulido y con las esquinas redondeadas para evitar accidentes.
Mecanismo giratorio	3 Cuenta con un balero en la base que le permite girar cuando lo requiere el usuario.	1 Debido a la forma que tiene la silla, no es posible que pueda girar.	1 No cuenta con algún mecanismo que le permita girar.	1 No cuenta con algún mecanismo que le permita girar.	3 Cuenta con una base circular y un mecanismo a gas que le permite girar.
Centro de gravedad	3 Al tener una base circular y el tubo principal ubicado en el centro, le permite tener un centro de gravedad adecuado.	1 La forma en que se encuentra inclinado el tubo principal, provoca que no se puedan adoptar diversas posturas.	1 El tubo principal no se encuentra colocado de manera que como sea que se siente el usuario tenga centro de gravedad adecuado.	2 Su centro de gravedad depende de la manera en que se coloque la estructura que soporta al tubo principal.	3 Al tener una base circular y el tubo principal ubicado en el centro, le permite tener un centro de gravedad adecuado.
Unidad	3	3	3	2	3

<p>Se aprecia como un solo elemento gracias a la unión que le brinda las perillas y soldadura.</p>	<p>La estructura está diseñada de tal forma que se aprecia como un solo elemento.</p>	<p>Los colores y los materiales usados le dan la sensación de ser un elemento en unidad.</p>	<p>Los distintos grosores de perfil utilizado y los colores empleados hacen ver como varios elementos.</p>	<p>La poca cantidad de piezas y las formas utilizadas lo muestran como un solo elemento.</p>
<p>3</p>	<p>1</p>	<p>3</p>	<p>3</p>	<p>2</p>
<p>Aspecto agradable</p>	<p>Los colores utilizados, las formas de la base y la estructura proporcionan buen aspecto.</p>	<p>La forma de la estructura no le proporciona un aspecto agradable.</p>	<p>La combinación de colores y formas le dan un aspecto agradable.</p>	<p>Las formas son adecuadas, sin embargo, los colores usados le restan armonía a la silla.</p>
<p>TOTAL</p>	<p>47</p>	<p>35</p>	<p>38</p>	<p>46</p>

Fuente: elaboración propia

De todo lo descrito anteriormente se puede mencionar que la silla propuesta para el desarrollo del sistema tiene una mayor ventaja en cuanto al cumplimiento de los requerimientos debido a que: cuenta con un respaldo que le permite al usuario estar sentado y con la espalda erguida, aunque algunos de los productos encontrados en el mercado también cuentan con respaldo, es difícil que el usuario mantenga una posición ergonómica debido a la estructura inclinada que tienen los asientos. También, la forma de la base circular le proporciona una mejor estabilidad, centro de gravedad y seguridad, debido que tiene una mayor área de contacto con el piso, y aunque otra de las propuestas también tiene la misma forma en la base, carece de seguridad debido a que no tiene ningún material antiderrapante en la parte de abajo. También, otra de las ventajas de esta silla es que permite que la persona pueda estar semi sentada o sentada sólo modificando el ángulo de inclinación del asiento, el cual es de hasta 60° en comparación con los otros que sólo se pueden inclinar sólo hasta 35°. Por último, otra de las ventajas de esta silla es que permite a los OC realizar sus actividades porque cuenta con un mecanismo de giro que se puede manipular fácilmente sólo girando el cuerpo.

Tabla 38. Comprobación de la funcionalidad del soporte para pantalla

	Alternativas				
	Propuesta	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Producto 4
Instalación práctica	 <p>2</p> <p>La forma de su instalación es mediante una prensa que se sujeta mediante una perilla.</p>	 <p>2</p> <p>La sujeción se realiza con una prensa que se aprieta con una perilla.</p>	 <p>3</p> <p>Su instalación se hace colocando el soporte sobre la mesa de trabajo.</p>	 <p>3</p> <p>Para usarse, debe colocarse sobre la mesa de trabajo.</p>	 <p>2</p> <p>El mecanismo de instalación es con una prensa que se sujeta mediante una perilla.</p>
Ergonomía	<p>3</p> <p>Cuenta con mecanismos de ajuste de alturas e inclinación para la parte que soporta la pantalla.</p>	<p>2</p> <p>Tiene la posibilidad de girar la pantalla y ajustar su inclinación.</p>	<p>3</p> <p>Cuenta con mecanismo de inclinación y ajuste de altura para la pantalla.</p>	<p>3</p> <p>Cuenta con mecanismo de inclinación y ajuste de altura para la pantalla.</p>	<p>3</p> <p>Cuenta con mecanismo de inclinación y ajuste de altura para la pantalla.</p>
Reparación	<p>3</p> <p>Las piezas que utiliza para los mecanismos son fáciles de conseguir en el mercado.</p>	<p>3</p> <p>Las piezas que utiliza para los mecanismos son fáciles de conseguir en el mercado.</p>	<p>3</p> <p>Las piezas que utiliza para los mecanismos son fáciles de conseguir en el mercado.</p>	<p>3</p> <p>Las piezas que utiliza para los mecanismos son fáciles de conseguir en el mercado.</p>	<p>3</p> <p>Las piezas que utiliza para los mecanismos son fáciles de conseguir en el mercado.</p>
Mantenimiento	<p>2</p> <p>La estructura del soporte es de acero y resiste al uso, sin embargo, se debe de tener cuidado con la pintura.</p>	<p>3</p> <p>Utiliza acero para la estructura del soporte y debido al color necesita un cuidado mínimo.</p>	<p>3</p> <p>De acuerdo al material usado (acero) y el color, necesita muy poco mantenimiento.</p>	<p>2</p> <p>Se debe tener cuidado al usarlo, ya que al deslizar un tubo sobre otro puede desprenderse la pintura.</p>	<p>2</p> <p>Se debe tener cuidado al usarlo, ya que al deslizar un tubo sobre otro puede desprenderse la pintura.</p>
Antropometría	3	3	3	3	3

	<p>Cuenta con mecanismos que permiten que se adapte a la antropometría del usuario.</p> <p>3</p> <p>Cuenta con una prensa que le permite colocarse adecuadamente sobre la mesa de trabajo.</p> <p>3</p> <p>Las piezas se pueden desarmar para poder transportarlo sin que ocupe mucho espacio.</p> <p>3</p> <p>La placa que soporta la pantalla tiene orificios para colocar varios tamaños de pantalla.</p> <p>3</p> <p>Se emplea acero para toda la estructura del soporte.</p>	<p>Cuenta con mecanismos que permiten que se adapte a la antropometría del usuario.</p> <p>2</p> <p>Cuenta con una prensa que le permite colocarse adecuadamente sobre la mesa de trabajo.</p> <p>3</p> <p>Las piezas se pueden desarmar para poder transportarlo sin que ocupe mucho espacio.</p> <p>3</p> <p>La placa que soporta la pantalla tiene orificios para colocar varios tamaños de pantalla.</p> <p>3</p> <p>Se emplea acero para toda la estructura del soporte.</p>	<p>Cuenta con mecanismos que permiten que se adapte a la antropometría del usuario.</p> <p>2</p> <p>Dado que sólo se coloca sobre la mesa, existe la posibilidad de caída por el peso de la pantalla.</p> <p>3</p> <p>Las piezas se pueden desarmar para poder transportarlo sin que ocupe mucho espacio.</p> <p>3</p> <p>La placa que soporta la pantalla tiene orificios para colocar varios tamaños de pantalla.</p> <p>2</p> <p>El material empleado es acero, sin embargo, el grosor para la lámina de la estructura es delgado.</p>	<p>Cuenta con mecanismos que permiten que se adapte a la antropometría del usuario.</p> <p>2</p> <p>Dado que sólo se coloca sobre la mesa, existe la posibilidad de caída por el peso de la pantalla.</p> <p>3</p> <p>Las piezas se pueden desarmar para poder transportarlo sin que ocupe mucho espacio.</p> <p>3</p> <p>La placa que soporta la pantalla tiene orificios para colocar varios tamaños de pantalla.</p> <p>3</p> <p>Se emplea acero para toda la estructura del soporte.</p>	<p>Cuenta con mecanismos que permiten que se adapte a la antropometría del usuario.</p> <p>3</p> <p>Cuenta con una prensa que le permite colocarse adecuadamente sobre la mesa de trabajo.</p> <p>3</p> <p>Las piezas se pueden desarmar para poder transportarlo sin que ocupe mucho espacio.</p> <p>3</p> <p>La placa que soporta la pantalla tiene orificios para colocar varios tamaños de pantalla.</p> <p>3</p> <p>Se emplea acero para toda la estructura del soporte.</p>
<p>Seguridad de sujeción</p>					
<p>Transportación</p>					
<p>Compatible</p>					
<p>Resistencia</p>					
<p>Buena calidad de los acabados</p>	<p>No presenta rebabas ni piezas mal soldadas.</p> <p>3</p>	<p>No presenta rebabas ni piezas mal soldadas.</p> <p>3</p>	<p>No presenta rebabas ni piezas mal soldadas.</p> <p>3</p>	<p>No presenta rebabas, sin embargo, hay una pieza donde se ve mal soldado.</p> <p>2</p>	<p>No presenta rebabas ni piezas mal soldadas.</p> <p>3</p>
<p>Mínimo número de componentes</p>	<p>Tiene 5 componentes principales.</p> <p>2</p>	<p>Se compone de 5 piezas principales.</p> <p>2</p>	<p>Se compone de 3 piezas principales.</p> <p>3</p>	<p>Se compone de 5 piezas principales.</p> <p>2</p>	<p>Está compuesto de 6 piezas principales</p> <p>2</p>
<p>Aspecto agradable</p>					

	Utiliza formas simples pero elegantes que destacan junto con los colores usados.	Los colores y las formas son muy usadas en el mercado.	Hace uso de formas que no suelen verse en los soportes para pantallas.	Usa formas comunes, sin embargo, el color resulta agradable.	Usa formas comunes, sin embargo, el color resulta agradable.
TOTAL	39	36	38	36	37

De lo que se describe anteriormente se puede destacar que el soporte diseñado tiene ventaja sobre los soportes para pantalla de computadora encontrados en el mercado, ya que presenta las siguientes características que se destacan: los colores y formas empleados son diferentes a lo que suele encontrarse en el mercado, presenta una gran estabilidad debido a que usa una prensa de sujeción con perilla para colocarse en la mesa de trabajo, aunque el número de piezas no disminuye, si se encuentra en el rango de piezas que tienen los productos que se encuentran en el mercado y por lo tanto, las piezas para su ensamble son fáciles de manipular y entender.

5.11 Posturas adoptadas al usar el sistema en el espacio de trabajo

A continuación, se muestra un render donde se visualiza la interacción que tiene la OC con su lugar de trabajo y se exponen las posturas que adopta al utilizar el sistema ergonómico. En dicha imagen se puede observar que adopta una posición semi sentada, por lo tanto, mantiene la postura erguida de la espalda.



Figura 63. Vista lateral de la cajera en su espacio de trabajo
Fuente: elaboración propia



Figura 64. Vista frontal de la cajera en su espacio de trabajo
Fuente: elaboración propia

CAPITULO 6.

DISEÑO A NIVEL DETALLE

6.1 Planos

En esta sección se muestran los planos necesarios para la construcción de las dos partes del sistema, se compone de 17 planos y se muestran de la siguiente manera:

- Plano 1. Se muestran las vistas principales de la silla para trabajar de pie.
- Plano 2. Se muestra la vista en explosivo para visualizar cada uno de los componentes de la silla para trabajar de pie.
- Plano 3. Se muestra el explosivo de la base de la silla.
- Plano 4 y 5. Se muestran las vistas principales de los componentes de la base.
- Plano 6. Se muestra el explosivo del tubo 1 del sistema.
- Plano 7. Se muestran las vistas principales de las partes del tubo 1.
- Plano 8. Se muestran las vistas principales del tubo 2.
- Plano 9. Se muestra el explosivo del mecanismo de inclinación de la silla.
- Plano 10. Se muestran las vistas principales de los componentes del mecanismo de inclinación.
- Plano 11. Se muestran las vistas principales de la estructura del soporte para el respaldo.
- Plano 12. Se muestran las vistas principales del asiento y del respaldo.
- Plano 13. Se muestran las vistas principales del soporte para pantalla.
- Plano 14. Se muestra el explosivo del soporte para visualizar cada uno de los componentes.
- Plano 15, 16 y 17. Se muestran las vistas principales de cada una de las partes del soporte para pantallas.

Así también, se anexa un disco para poder visualizar los movimientos de la silla para trabajar de pie (ajuste de altura, inclinación y giro).

4

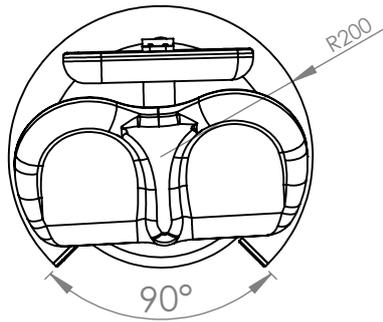
3

2

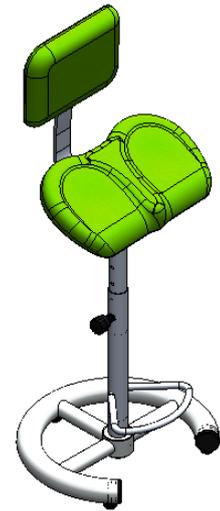
1

F

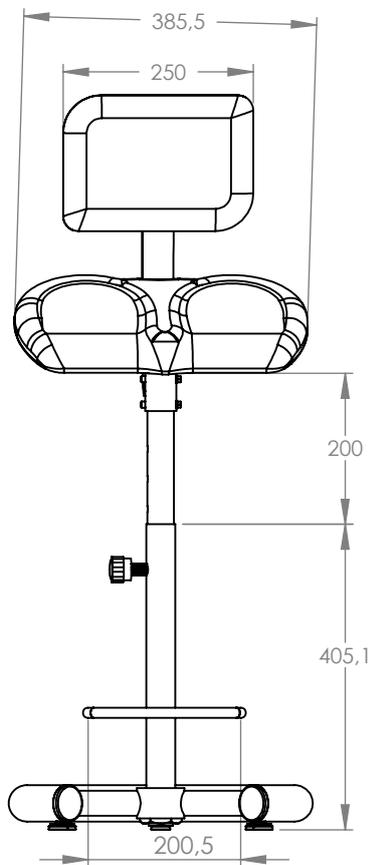
F



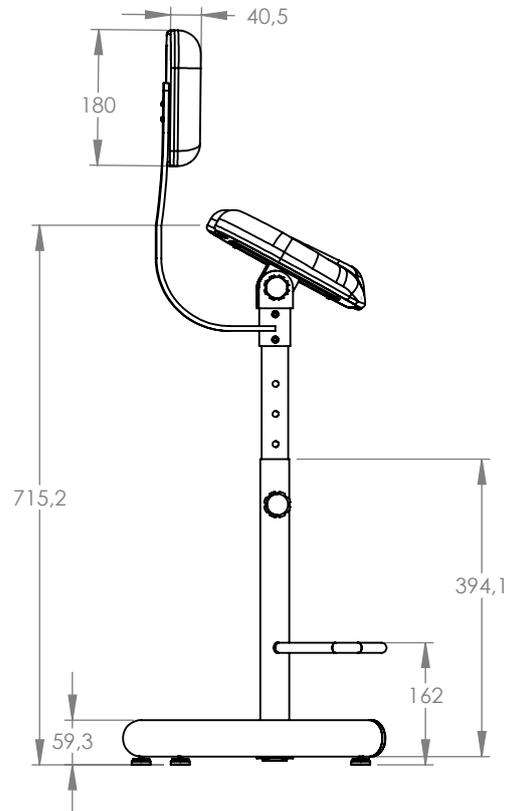
V. SUPERIOR



ISOMÉTRICO



V. FRONTAL



V. LATERAL

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		

GENERAL:
SILLA ERGONÓMICA

TÍTULO:
SE-VISTAS

		ESCALA. 1:10

N.º DE DIBUJO
SE-1

A4

HOJA 1

4

3

2

1

A

A

4

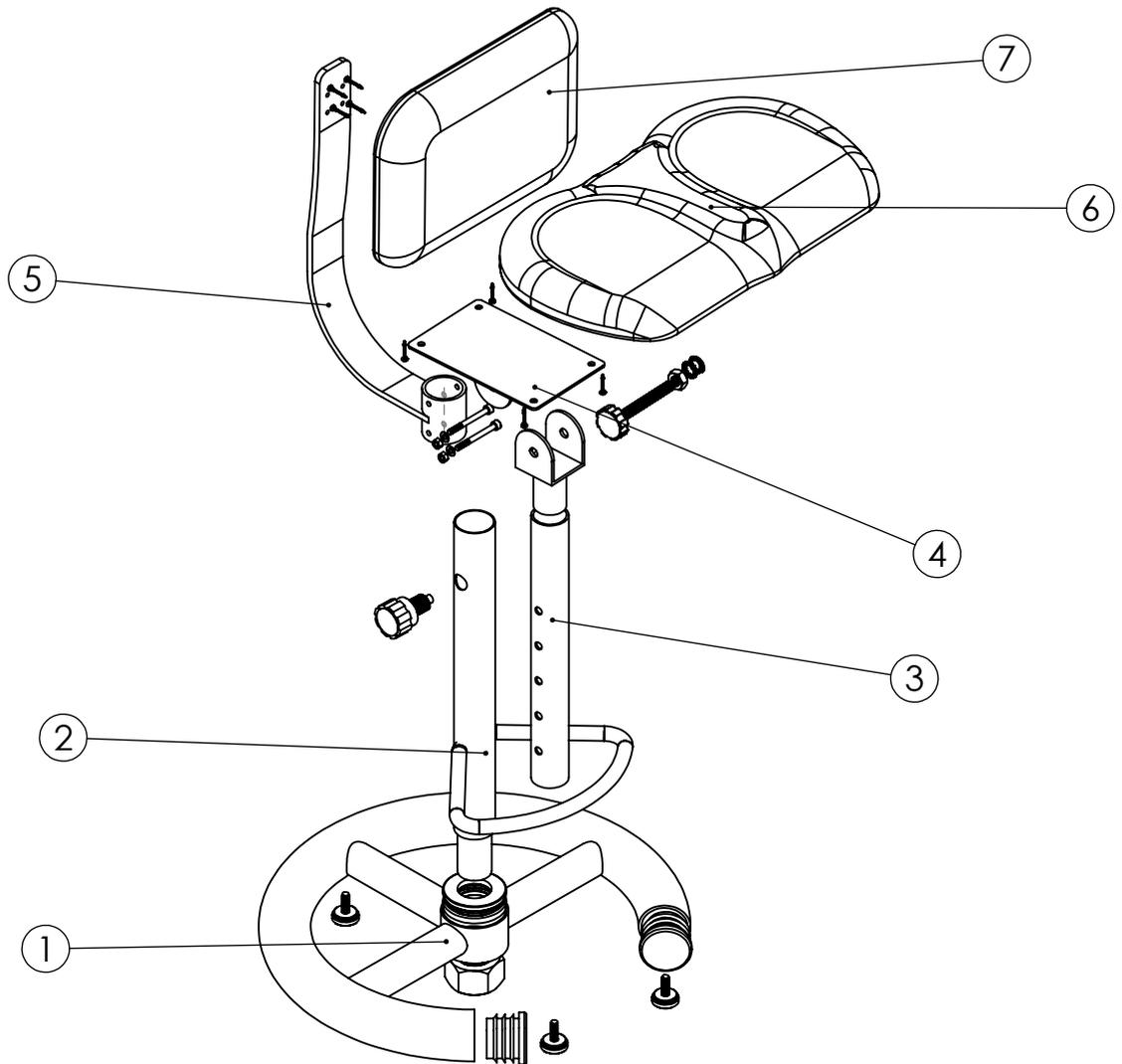
3

2

1

F

F



E

E

D

D

C

C

No. de elemento	Nombre del elemento	Descripción del material	Cantidad
1	Base	Perfil redondo de 1 1/2" calibre 30 y lámina calibre 14	1
2	Estructura parte 1	Perfil redondo calibrado de 1 1/2" calibre 18 y perfil redondo calibrado de 1/2" calibre 18	1
3	Estructura parte 2	Perfil redondo calibrado de 1 3/8" calibre 14	1
4	Mecanismo de inclinación	Lámina negra calibre 11 y lámina negra calibre 13	1
5	Soporte del respaldo	Placa de 1/4"	1
6	Asiento	Espuma de poliuretano con piel integrada	1
7	Respaldo	Hule espuma 17 STD	1

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		

GENERAL:

SILLA ERGONÓMICA

TÍTULO:

SE-EXPLOSIVO

A

A

ESCALA: S/E

N.º DE DIBUJO

SE-2

A4

HOJA 2

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

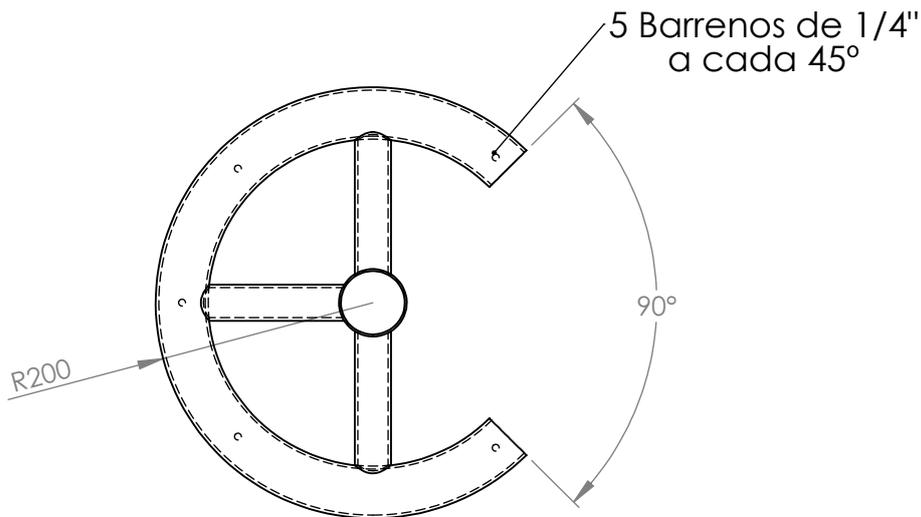
C

B

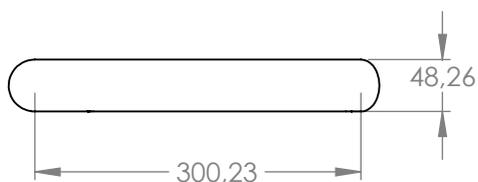
B

A

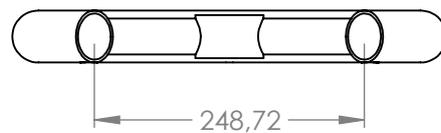
A



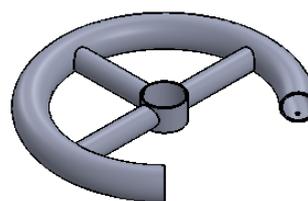
V. SUPERIOR



V. FRONTAL



V. LATERAL



ISOMÉTRICO

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		

GENERAL:
SILLA ERGONÓMICA

TÍTULO:
SE-CÍRCULO BASE

ESCALA: 1:5

N.º DE DIBUJO

SE-4

A4

HOJA 4

4

3

2

1

4

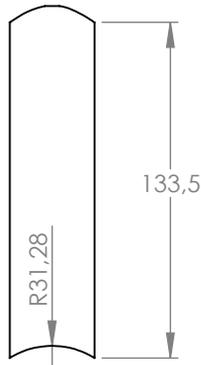
3

2

1

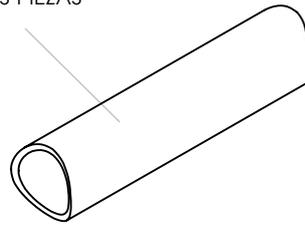
F

F



V. SUPERIOR

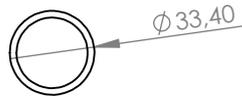
TRES PIEZAS



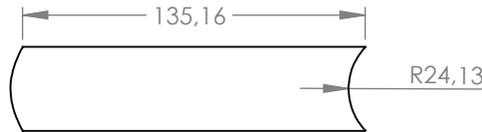
ISOMÉTRICO

E

E



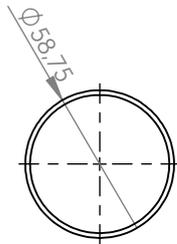
V.FRONTAL



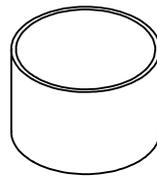
V.LATERAL

D

D



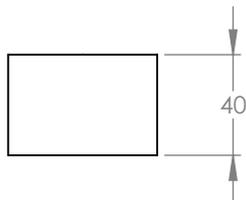
V. SUPERIOR



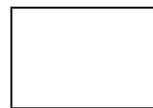
ISOMÉTRICO

C

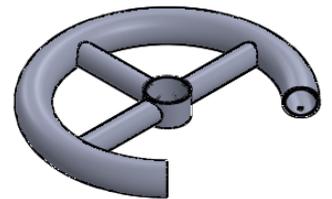
C



V.FRONTAL



V.LATERAL



PIEZA: CENTRO Y TUBOS DE REFUERZO ISOMÉTRICO, ESCALA 1:10

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		

GENERAL:
SILLA ERGONÓMICA

TÍTULO: SE-CENTRO Y TUBOS
DE REFUERZO

A

A

ESCALA: 1:2

N.º DE DIBUJO

SE-5

A4

HOJA 5

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

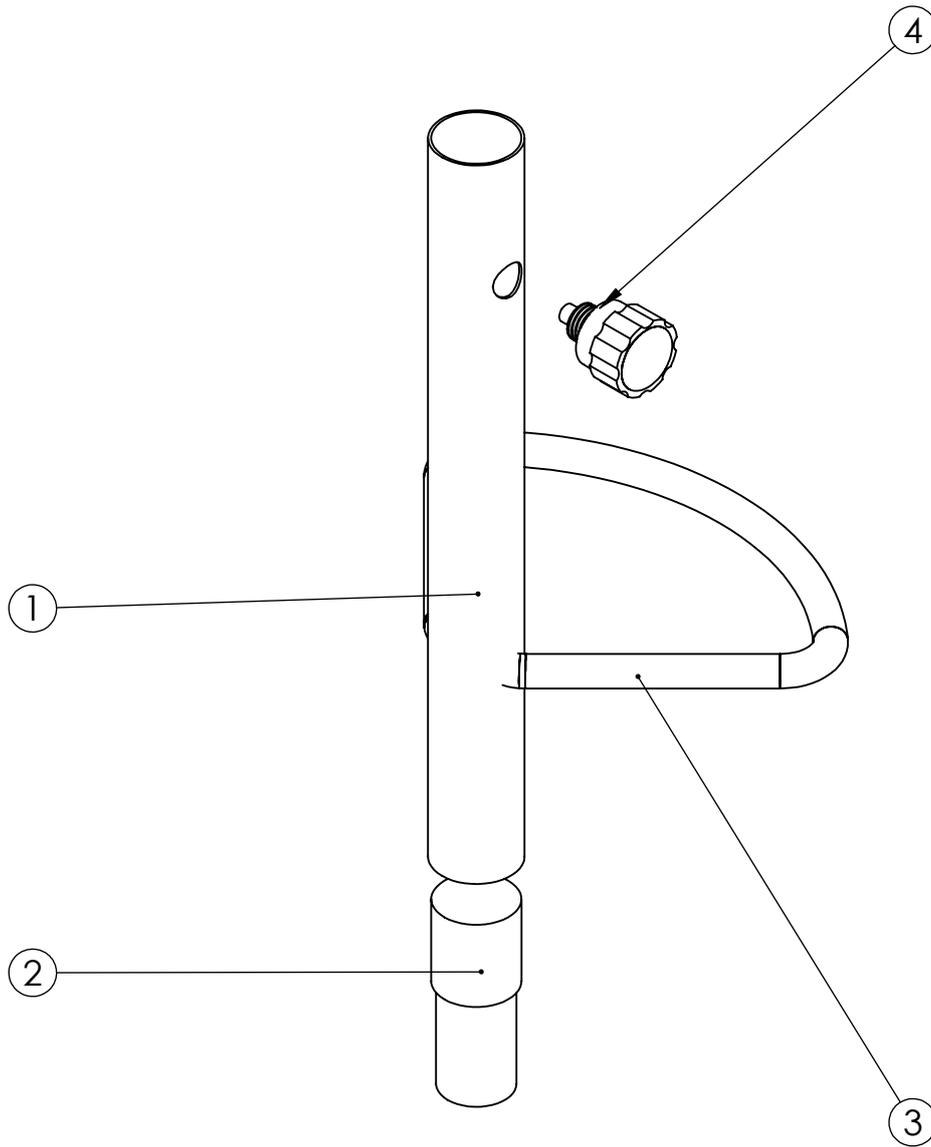
E

D

D

C

C



No. de pieza	Nombre de la pieza	Descripción de la pieza	Cantidad
1	Tubo principal 1	Tubo calibrado de acero inoxidable de 1 1/2" calibre 18	1
2	Redondo para base	Redondo de 1/2"	1
3	Reposapiés	Tubo calibrado de acero inoxidable de 1/2" calibre 18	1
4	Perilla de ajuste de altura	Perilla de doble acción con tornillo y tuerca M10	1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
		ESCALA: 1:2

GENERAL:

SILLA ERGONÓMICA

TÍTULO:

SE-ESTRUCTURA PARTE 1
(EXPLOSIVO)

N.º DE DIBUJO

SE-6

A4

HOJA 6

4

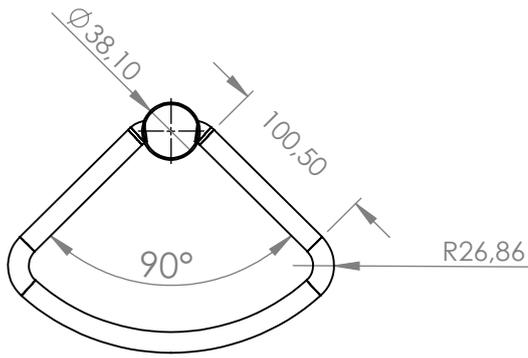
3

2

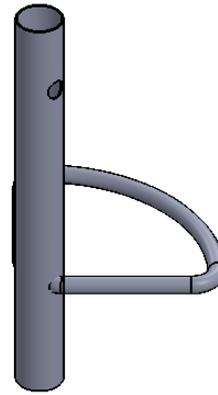
1

A

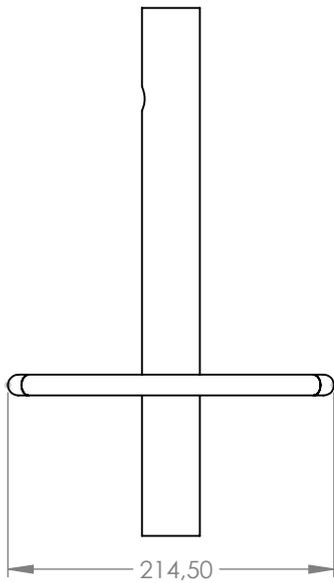
A



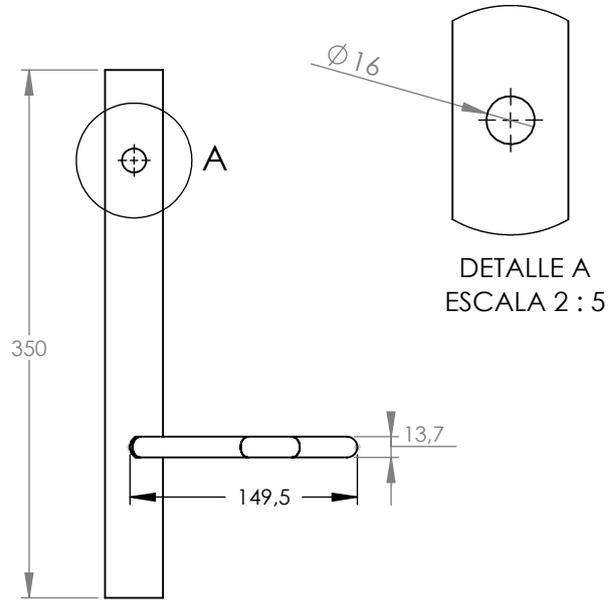
V. SUPERIOR



ISOMÉTRICO



V. FRONTAL



V. LATERAL

DETALLE A
ESCALA 2 : 5

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

NOMBRE		FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
		ESCALA: 1:5

GENERAL:	TÍTULO:
SILLA ERGONÓMICA	SE-TUBO PRINCIPAL 1
N.º DE DIBUJO	
SE-7	
HOJA 7	

A4

A

4

3

2

1

F

F

E

E

D

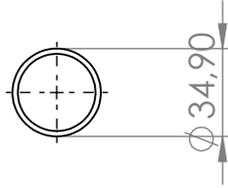
D

C

C

B

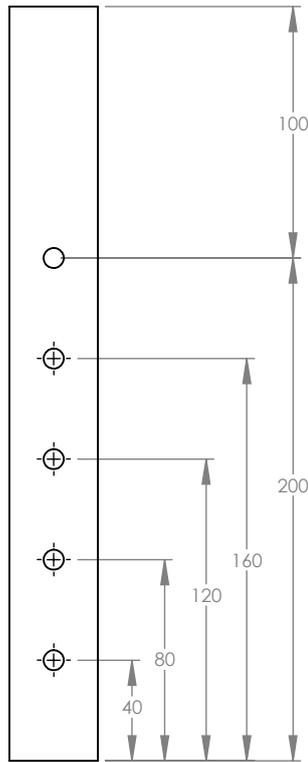
B



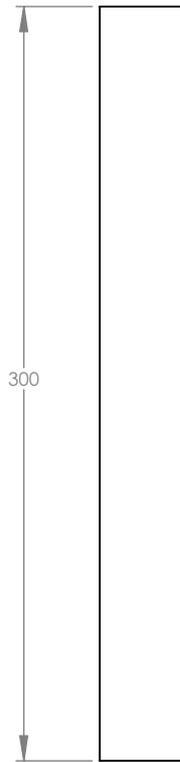
V. SUPERIOR



ISOMÉTRICO



V. FRONTAL



V. LATERAL

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

NOMBRE		FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
		ESCALA: 1:2

GENERAL:	TÍTULO:
SILLA ERGONÓMICA	SE-ESTRUCTURA PARTE 2
N.º DE DIBUJO	
SE-8	
HOJA 8	

A4

4

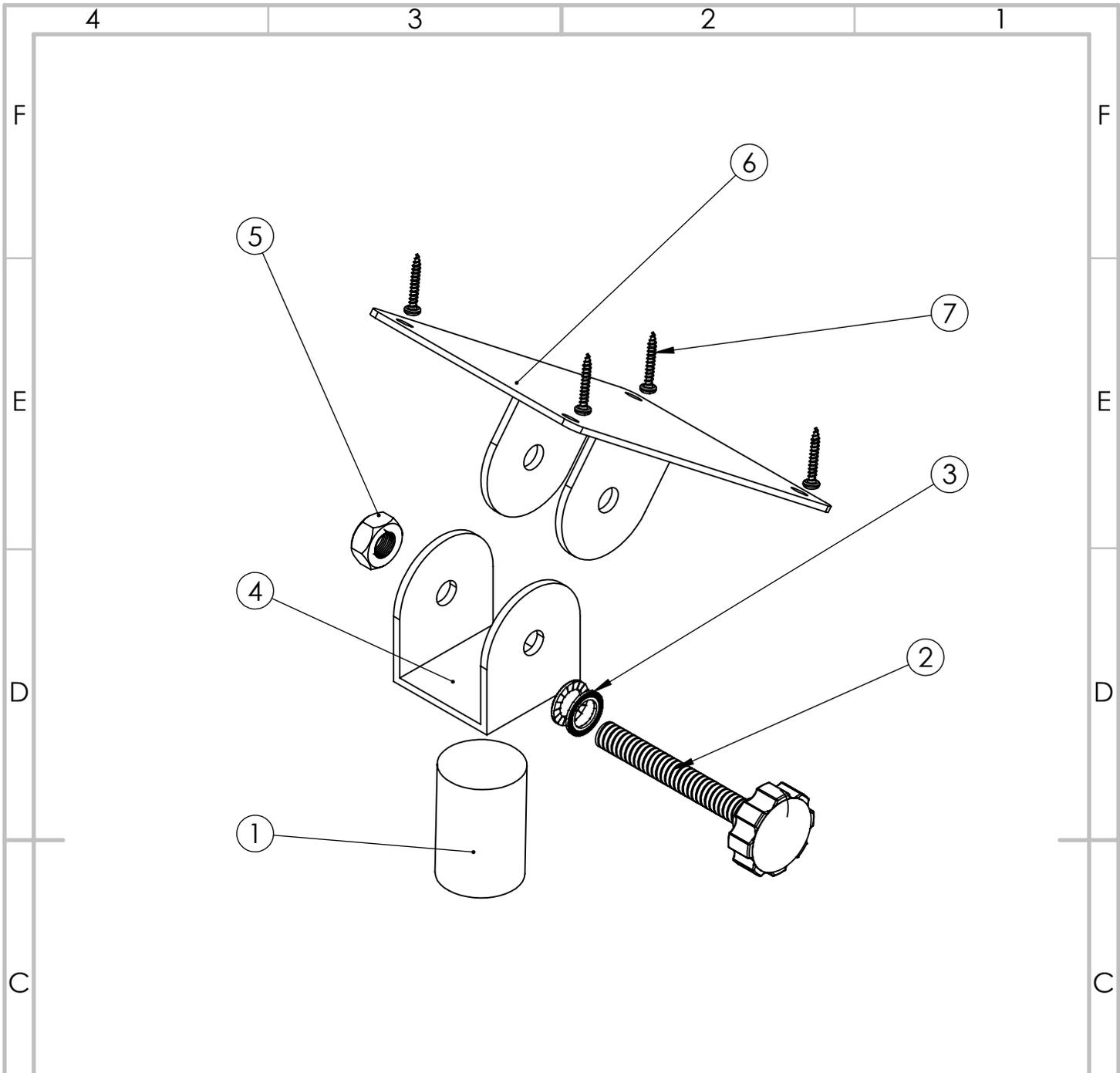
3

2

1

A

A



No. de pieza	Nombre de la pieza	Descripción de la pieza	Cantidad
1	Redondo mecanismo	Redondo de 1 E2 1/4"	1
2	Perilla de mecanismo	Perilla de acero inoxidable con tornillo M10 x 85 mm	1
3	Arandelas	Arandelas de seguridad de acero inoxidable M10	2
4	Pieza 1 mecanismo	Lámina negra calibre 11	2
5	Tuerca	Tuerca hexagonal M10	1
6	Pieza 2 mecanismo	Lámina negra calibre 13	1
7	Pija	Pija fijadora galvanizada de 1/4" x 20 mm	4

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:
DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

NOMBRE		FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
		ESCALA. 1:2

GENERAL:	TÍTULO:
SILLA ERGONÓMICA	SE-MECANISMO DE INCLINACIÓN (EXPLOSIVO)
N.º DE DIBUJO	SE-9
	A4
HOJA 9	

4

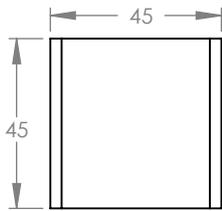
3

2

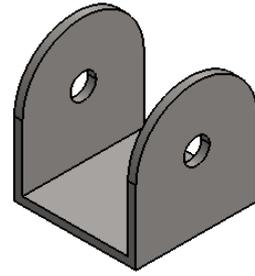
1

F

F



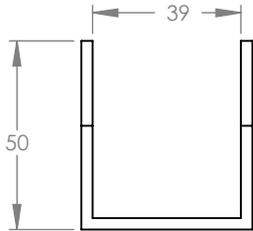
V. SUPERIOR



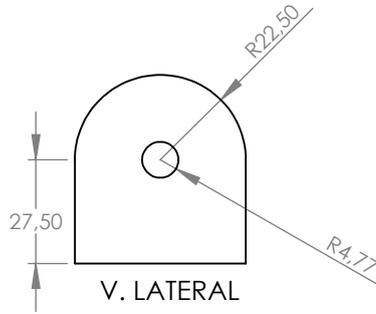
ISOMÉTRICO
ESCALA 1:2

E

E



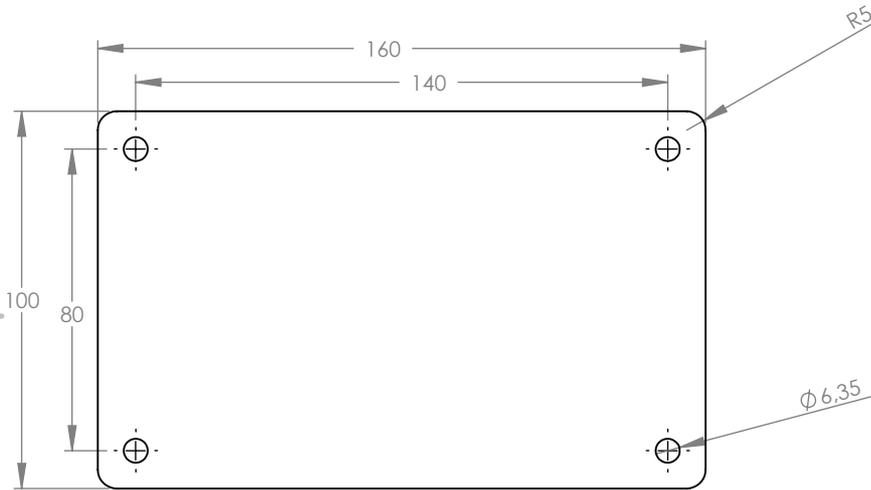
V. FRONTAL



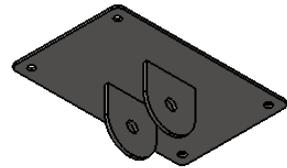
V. LATERAL

D

D



V. SUPERIOR



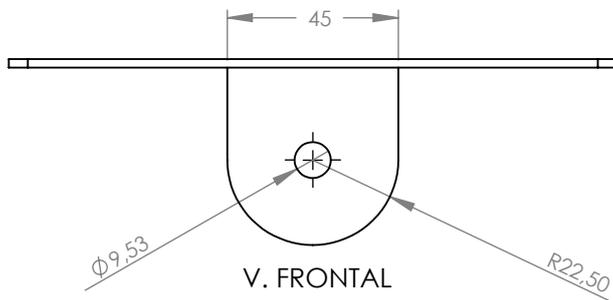
ISOMÉTRICO
ESCALA 1:5

C

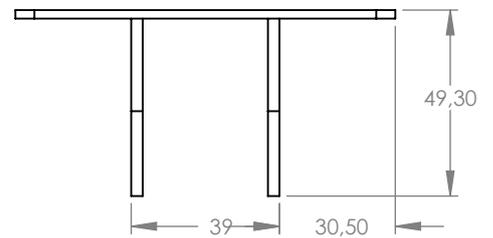
C

B

B



V. FRONTAL



V. LATERAL

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

NOMBRE		FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
		ESCALA: 1:2

GENERAL:	TÍTULO:
SILLA ERGONÓMICA	SE-PIEZA 1 Y 2 MECANISMO

N.º DE DIBUJO	SE-10	A4
		HOJA 10

4

3

2

1

A

A

4

3

2

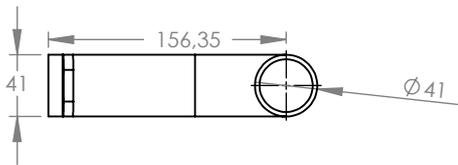
1

F

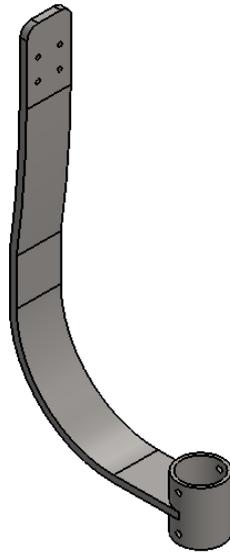
F

E

E



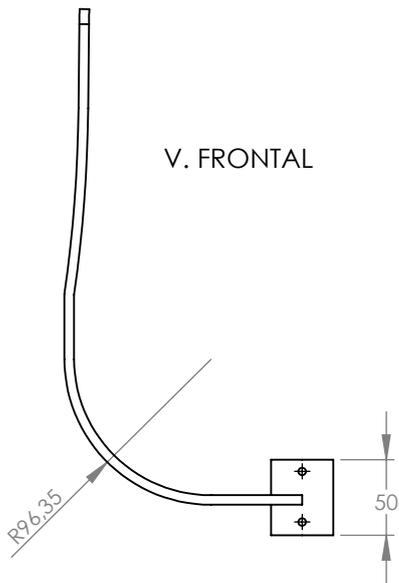
V. SUPERIOR



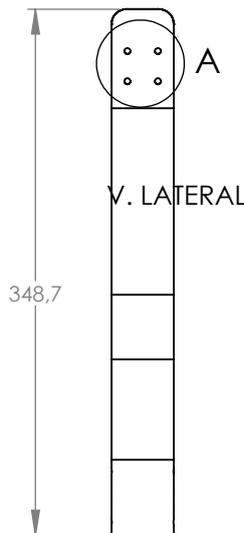
ISOMÉTRICO

D

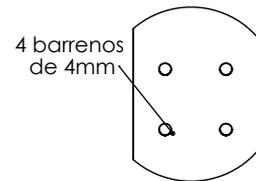
D



V. FRONTAL



V. LATERAL



DETALLE A
ESCALA 2 : 5

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		

GENERAL:
SILLA ERGONÓMICA

TÍTULO:
SE-SOPORTE RESPALDO

	ESCALA. 1:5

N.º DE DIBUJO	A4
SE-11	

4

3

2

1

A

A

4

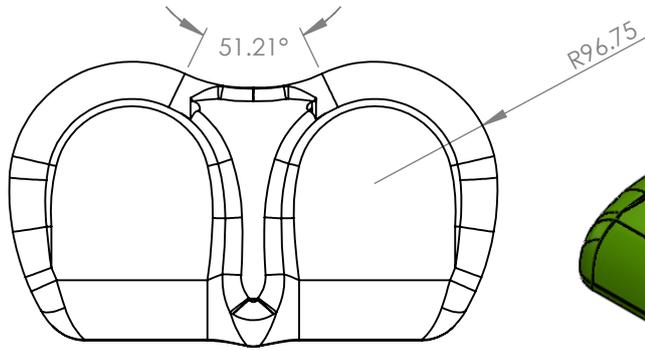
3

2

1

F

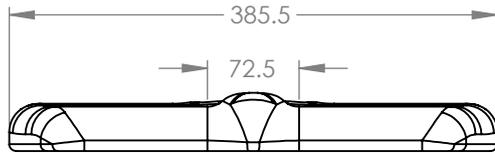
F



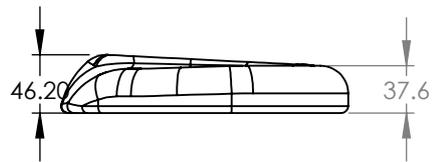
V. SUPERIOR



ISOMÉTRICO



V. FRONTAL



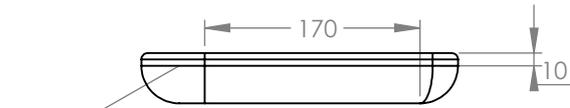
V. LATERAL

E

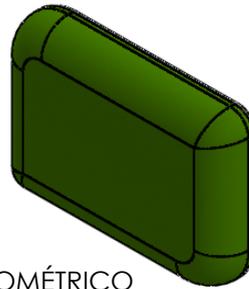
E

D

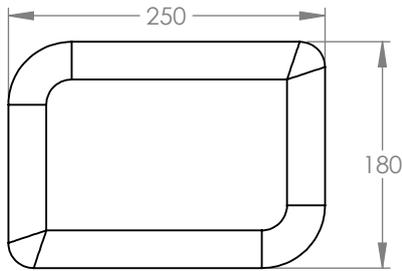
D



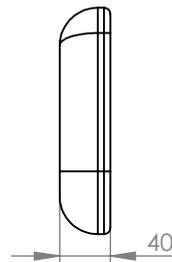
V. SUPERIOR



ISOMÉTRICO



V. FRONTAL



V. LATERAL

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		

GENERAL:
SOPORTE PARA PANTALLA

TÍTULO:
SP- ASIENTO Y REPALDO

		ESCALA. 1:5

N.º DE DIBUJO	SE-12	A4

4

3

2

1

A

A

4

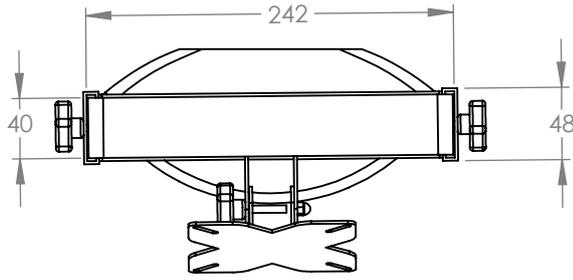
3

2

1

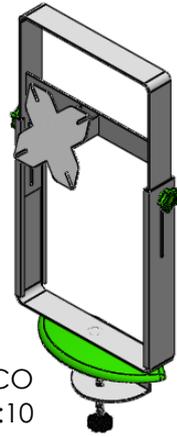
F

F



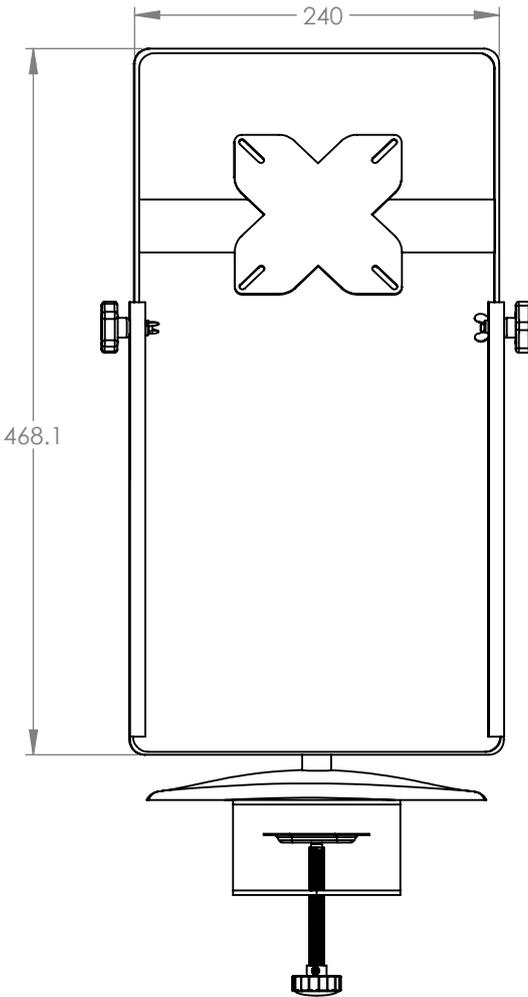
V. SUPERIOR

ISOMÉTRICO
ESCALA 1:10

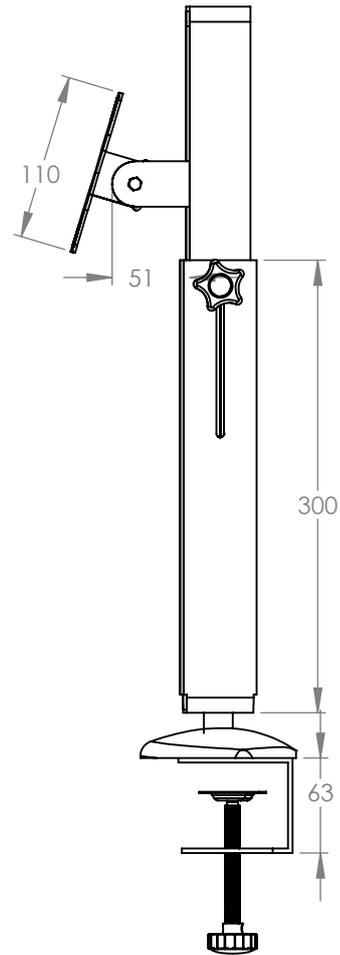


E

E



V. FRONTAL



V. LATERAL

D

D

C

C

B

B

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		

GENERAL:
SOPORTE PARA PANTALLA

TÍTULO:
SP-VISTAS

		ESCALA: 1:5

N.º DE DIBUJO
SP-13

A4

HOJA 13

4

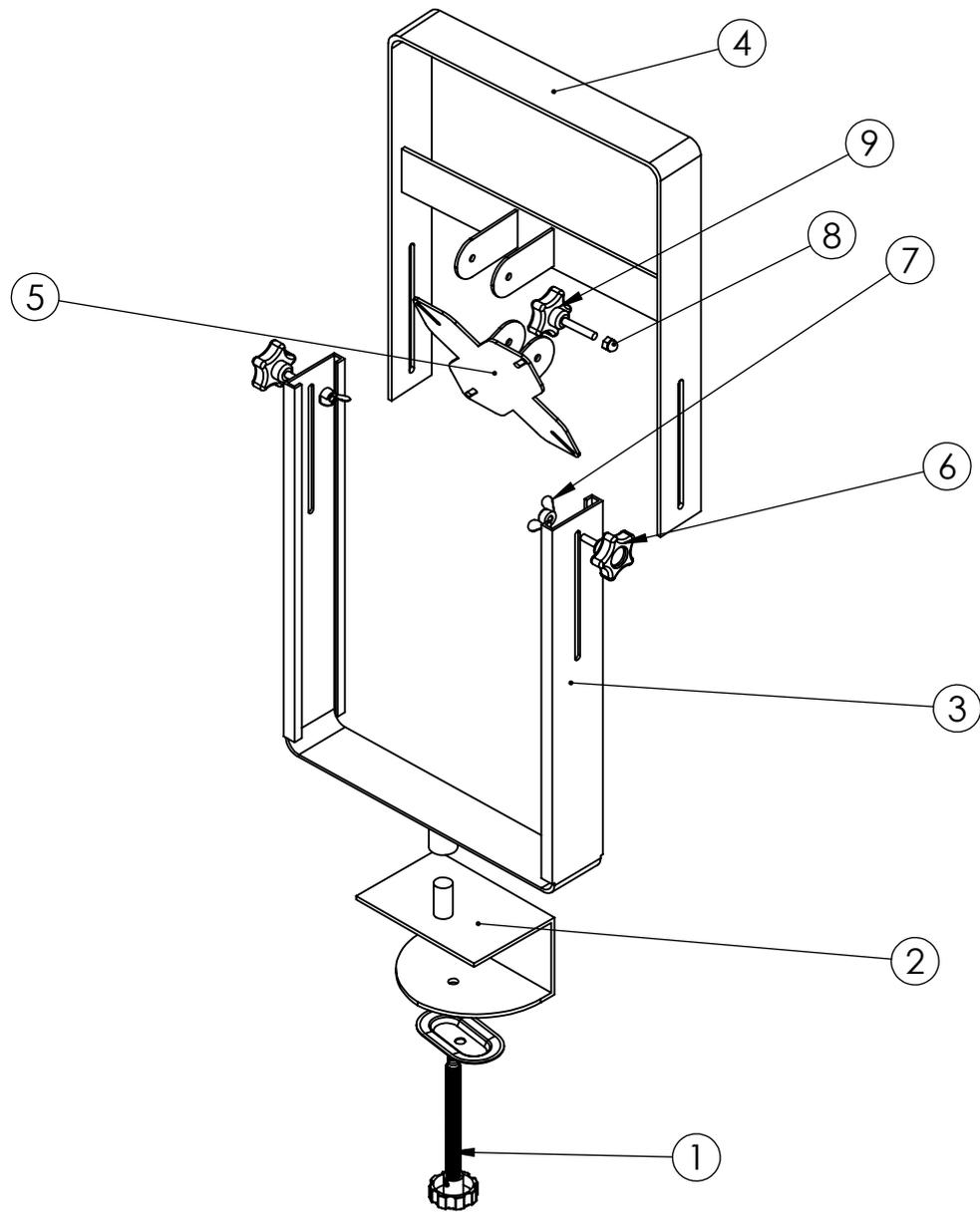
3

2

1

A

A



No. de pieza	Nombre de la pieza	Descripción de la pieza	Cantidad
1	Perilla	Perilla de plástico con platillo y tornillo 1/4" x 42	1
2	Prensa de sujeción	Lámina negra calibre 14	1
3	Soporte parte 1	Lámina negra calibre 14	1
4	Soporte parte 2	Lámina calibre 14	1
5	Mecanismo inclinación	Lámina negra calibre 14	14
6	Perilla de ajuste	Perilla de plástico con tornillo M5x10	2
7	Tuerca de ajuste	Tuerca mariposa M5	2
8	Perilla de inclinación	Perilla de plástico con tornillo M5x30	2
9	Tuerca de inclinación	Tuerca ciega M5	2

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
		ESCALA: 1:5

GENERAL:
SOPORTE PARA PANTALLA

TÍTULO:
SP-EXPLOSIVO

N.º DE DIBUJO

SP-14

A4

HOJA 14

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

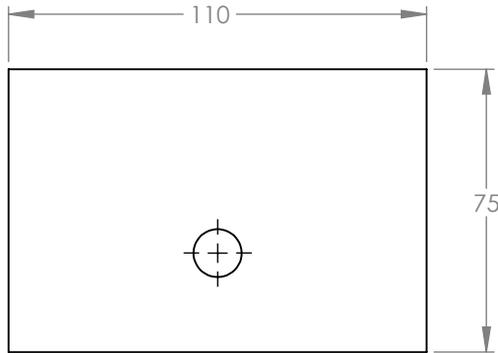
C

B

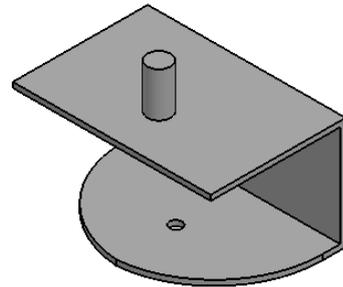
B

A

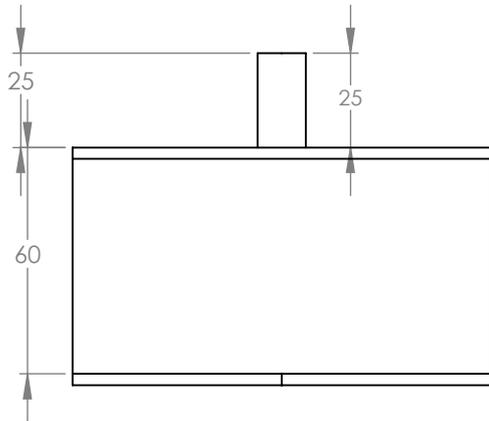
A



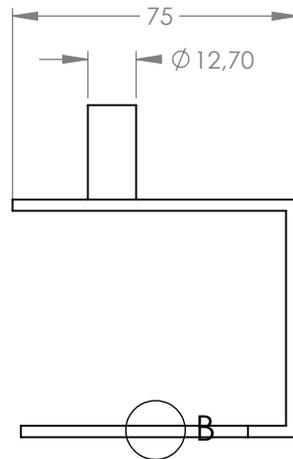
V. SUPERIOR



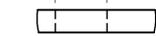
ISOMÉTRICO



V. FRONTAL



$\varnothing 6,80$



DETALLE B
BARRENO
ESCALA 1 : 1

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		

ESCALA: 1:2

GENERAL:

SOPORTE PARA PANTALLA

TÍTULO:

SP. PRENSA

N.º DE DIBUJO

SP-15

A4

HOJA 15

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

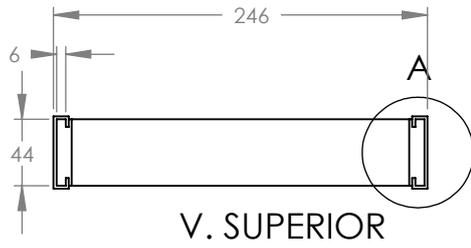
C

B

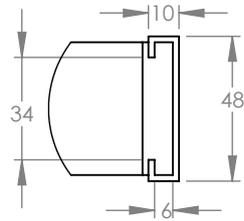
B

A

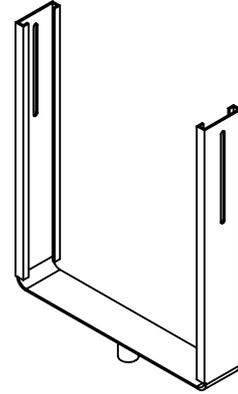
A



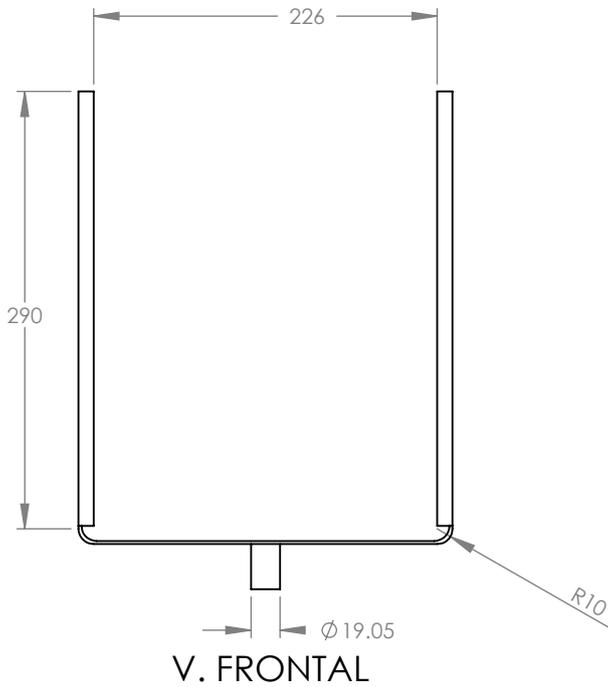
V. SUPERIOR



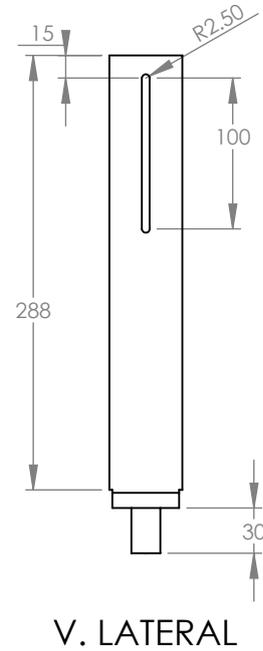
DETALLE A
ESCALA 2 : 5



ISOMÉTRICO



V. FRONTAL



V. LATERAL

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

	NOMBRE	FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
		ESCALA: 1:5

GENERAL:	TÍTULO:
SOPORTE PARA PANTALLA	SP- SOPORTE PARTE 1
N.º DE DIBUJO	SP-16
	A4
	HOJA 16

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

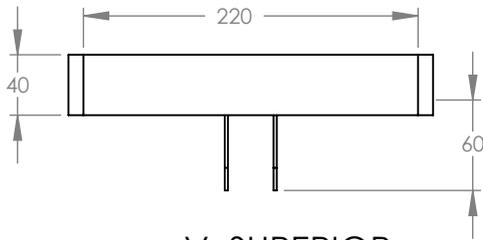
C

B

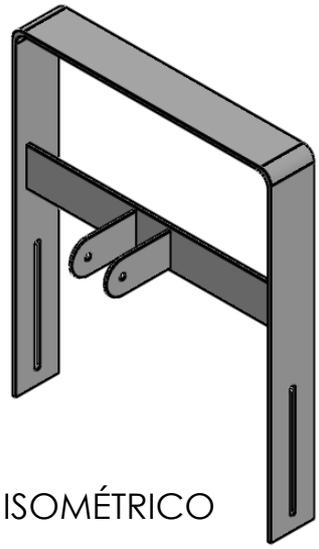
B

A

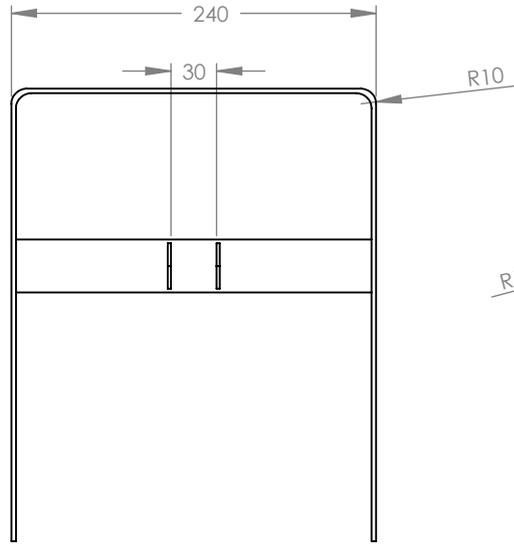
A



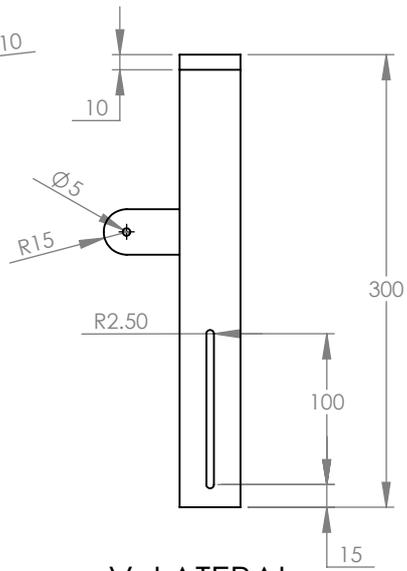
V. SUPERIOR



ISOMÉTRICO



V. FRONTAL



V. LATERAL

SI NO SE INDICA LO CONTRARIO:
LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
DE LA MIXTECA

TÍTULO TESIS:

DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE UN SISTEMA ERGONÓMICO
PARA POSTURAS EN PERSONAL DE CAJAS DE TIENDAS DE
AUTOSERVICIO EN HUAJUAPAN DE LEÓN OAXACA

NOMBRE		FECHA
DIBUJ.	ERIKA F. AGUILAR LÓPEZ	MAYO DE 2018
VERIF.		
APROB.		
FABR.		
		ESCALA. 1:5

GENERAL:
SOPORTE PARA PANTALLA

TÍTULO:
SP-SOPORTE PARTE 2

N.º DE DIBUJO

SP-17

A4

HOJA 17

4

3

2

1

6.2 Proceso de construcción del sistema

Debido a que la propuesta sólo se desarrolló hasta el nivel conceptual, sólo se puede describir continuación el proceso para su construcción de manera general.

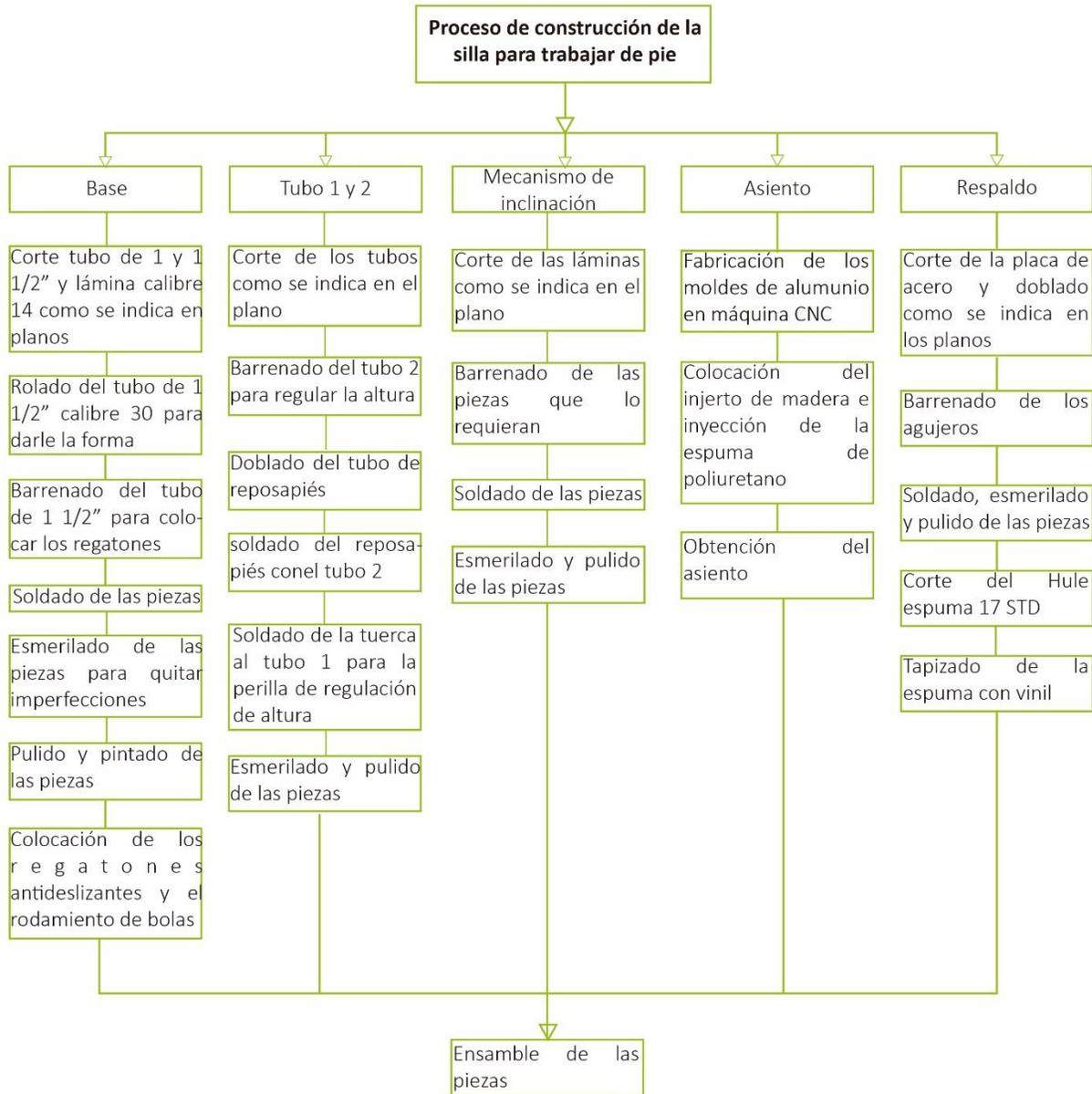


Figura 65. Proceso de construcción de la silla para trabajar de pie

Fuente: elaboración propia



Figura 66. Proceso de construcción del soporte para pantalla
Fuente: elaboración propia

6.3 Costos de las piezas del sistema

En las tablas siguientes se muestran los costos de cada una de las partes del sistema. Así mismo, sólo se incluye el costo de los materiales por lo que la mano de obra no se contempló. Además, cabe mencionar que estos costos sólo están considerados hasta enero de 2018 por lo que los costos pueden variar.

Tabla 39. Costo aproximado de la silla para trabajar de pie

Material	Precio/unidad	Cantidad por usar	Precio total
Tubo mecánico de 1 ½" C-30	304.96 (6m)	0.6 m	50.76
Tubo mecánico de 1" C-30	175.18 (6m)	0.45 m	13.1385
Tubo calibrado de acero inoxidable de 1 ½" calibre 18	870 (6 m)	0.40 m	58
Tubo calibrado de acero inoxidable de ½" calibre 18	310(6m)	0.45 m	23.25
Tubo calibrado de acero inoxidable de 1 3/8" calibre 18	620(6.1 m)	0.40 m	40.6557
Lamina negra calibre 11	1,360.92 (1.22X2.44m)	0.01314 m ²	6.0072
Lamina negra calibre 14	851.30 (1.22x2.44)	0.00786 m ²	3.5933
Lamina negra calibre 13	780 (1.22x2.44m)	0.016 m ²	4.19
Tuerca hexagonal galvanizada de 1 ¼"	26.74 pza	1	26.74
Tuerca hexagonal de 3/8"	1.28 pza	1	1.28
Pija fijadora galvanizada 12x1/4"	0.31 pza	8	2.48
Arandelas de seguridad de acero inoxidable para tornillo M10	10075 (100 pzas)	1	107.5
Perilla de acero inoxidable con tornillo M10x80	360 pza	1	360
Regatón antideslizante 1"	45 pza	5	225
Rodamiento 1 ½"	25 pza	1	25
Perilla de fijación doble	400 pza	1	400
Redondo 1"	408.26(6 m)	0.20 m	13.6086
Hule espuma STD	800 (1.90x1.20 m)	0.045	15.78
Placa de acero de ¼ "	1053 (4x8 m)	.014 m ²	20
Tapo de plástico para tubo de 1 ½"	5	2	10
Asiento de espuma de poliuretano piel integral	750 pza	1	750
Total			2142.26

Fuente: elaboración propia

Tabla 40. Costo aproximado del soporte para pantalla de computadora

Material	Precio	Cantidad por usar	Precio unitario
Perilla de plástico tipo estrella tornillo de acero inoxidable M5x50	25	1	25
Perilla de plástico tipo estrella con tornillo de acero M4x 30	17.5	2	35
Tuerca ciega M4	12	1	12
Tornillo M4 x 20	2	4	8
Lamina negra calibre 14	851.30 (1.22x2.44)	0.20 m2	57.32
Perilla con platillo, con tornillo de ¼"	55	1	55
Tuerca mariposa M4	15	2	30
Rondana plana M4	.5	2	1
Total		223.32	

Fuente: elaboración propia

En conclusión, los costos de las partes del sistema tienen un costo muy bajo en comparación con lo encontrado en el mercado. Sin embargo, cabe mencionar que estos costos tendrán que subir ya que aún no se contempla la mano de obra.

Conclusiones

Esta tesis tuvo como propósito principal realizar un análisis de las posturas ergonómicas que adoptan los OC durante el desempeño de su trabajo y con ello realizar una propuesta en software 3D que les permita tener un lugar para desempeñar mejor su trabajo sin exponerse a padecer LME. Por lo tanto, se llevó a cabo la aplicación del método REBA, se analizaron los problemas ocasionados en la parte baja del cuerpo, y además los que conlleva la labor de cajero en la parte superior del cuerpo, ya que no bastó con solucionar el problema de estar de pie, sino que además se necesitó enfocarse a las otras partes del cuerpo que se encuentran involucradas y afectadas.

El análisis del puesto de trabajo de cajero se realizó detalladamente durante observaciones directas en el lugar, así como a través de las respuestas obtenidas por parte de las personas que laboran como cajeras. Sin embargo, no sólo bastó esta observación, se evaluó también el puesto de trabajo mediante el método ergonómico REBA para comprobar si efectivamente existían daños por trabajar de pie.

Mediante la aplicación del QFD se tradujeron las necesidades de los usuarios en características de ingeniería para el desarrollo del sistema. Lo cual ayudó a evaluarlas para conocer su importancia al momento de aplicarlas en el desarrollo.

Mediante la aplicación de levantamientos antropométricos se obtuvieron las dimensiones necesarias para diseñar el sistema, ya que por medio de los percentiles que se eligieron, este sistema se adecua a la persona más pequeña como a la más grande, esto tomado de la muestra significativa utilizada para esta investigación.

Las propuestas finales de diseño presentadas cumplen con los requerimientos funcionales, ergonómicos y estéticos establecidos, además se involucran los materiales, costos y procesos para la fabricación de estas.

Ya que la propuesta sólo se quedó a nivel virtual, se utilizaron herramientas para evaluar si verdaderamente las partes, con el diseño y materiales propuestos cumplen y resisten el uso.

Como puntos finales se pueden mencionar los siguientes:

- Aunque la propuesta no fue construida, se puede observar mediante el análisis realizado virtualmente que cumple con las características de resistencia y funcionamiento.
- Esta propuesta está pensada para las cajeras que laboran en la ciudad de Huajuapán de León, sin embargo, cabe aclarar que de igual manera puede ser utilizada para cualquier cajera del país, ya que, al realizar la comparación de las medidas antropométricas obtenidas y las medidas de antropometría nacional, se puede observar que las medidas son muy similares.

- De acuerdo con el costo aproximado obtenido se puede decir que tanto la propuesta de la silla como la del soporte para computadora, resultan más económicas en comparación con las ofertadas en el mercado, ya que al ser fabricadas en otros países elevan mucho sus costos.

Trabajos futuros

Como parte del trabajo del ingeniero en diseño, el desarrollo de esta investigación deja como trabajos futuros diversos aspectos en los que puede intervenir el ingeniero en diseño y que se pueden retomar en otras investigaciones, de los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Construir el modelo para comprobar físicamente su funcionalidad, y en dado caso de existir fallas, modificar las partes, material o mecanismos donde se presentan. La construcción de este modelo ayudará a saber exactamente cuál es el costo del sistema, ya que los costos presentados son aproximados.
- Se necesita de la construcción de un sistema de empaque y embalaje para la transportación de las partes que conforman el sistema, por lo que se puede abordar este punto como otro aspecto a futuro.
- Se necesita también que el sistema presentado tenga una marca, para lo cual es necesario retomar el diseño de la identidad corporativa.

Bibliografía

- Acevedo, M. (2013). Definir qué es ergonomía ¿Una misión imposible? *Ergos 03: Definiciones de interés en ergonomía*. Recuperado el 15 de Enero de 2016, de <https://www.ergonomia.cl/eee/ergos03.html>
- Bertalanffy, L. (1995). *Teoría General de los Sistemas* (1ª ed.). (J. Almela, Trad.) México: Fondo de Cultura Económica.
- Camára de Diputados del H. Congreso de la Unión. (17 de Enero de 2006). Ley Fereral del trabajo. *Artículo 475, Título IX, DOF 17-01-2006*.
- Centro Canadiense de Seguridad y Salud Laboral. (10 de Agosto de 1998). Trabajo de Pie- Información básica. Recuperado el 22 de Agosto de 2015, de http://www.ccsso.ca/oshanswers/ergonomics/standing/standing_basic.html#archived
- Clinica Univesidad de Navarra. (2015). *Diccionario Médico*. Recuperado el 22 de Mayo de 2017, de <https://www.cun.es/diccionario-medico>
- Cross, N. (2002). *Métodos de diseño, estrategias para el diseño de productos* (1ª ed.). Limusa.
- De la Vega, E. (2014). *Estudio Antropometrico Nacional*. México : Sociedad de Ergonomistas de México.
- De Montmollin, M. (1997). *Introducción a la ergonomía. Los sistemas hombre-maquina*. México: Limusa.
- Diego-Mass, J. A. (2015). *Ergonautas.upv.es*. Recuperado el 12 de Febrero de 2016, de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Falzon, P. (2009). *Manual de ergonomía*. Madrid: Modus Laborandi.
- Flores, C. (2001). *Ergonomía para el diseño*. México: Designio.
- Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales. (2008). *Prevención de riesgos musculoesqueléticos derivados de la adopción de posturas forzadas*. Madrid: Gráficos y textos s.l. Recuperado el 12 de Marzo de 2017, de <http://www.ladep.es/ficheros/documentos/Preveni%F3n%20de%20riesgos%20muscu%20loesquel%20eticos%20derivados%20de%20la%20adopci%F3n%20de%20posturas%20forzadas.pdf>
- García, M.-G., Läubli, T., Zürich, E., Zürich, Switzerland, & Martin, B. J. (2015). Long Term Muscle Fatigue After Standing Work. *Human Factors*, 20(10), 1-12. doi:10.1177/0018720815590293

Bibliografía

- Gutiérrez, A. M. (2011). *Guía técnica para el análisis de exposición a factores de riesgo ocupacional en el proceso de evaluación para la calificación de origen de la enfermedad profesional*. Colombia: Ministerio de Protección Social. Recuperado el 17 de Enero de 2017, de <http://fondoriesgoslaborales.gov.co/documents/Publicaciones/Guias/GUIA-TECNICA-EXPOSICION-FACTORES-RIESGO-OCUPACIONAL.pdf>
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). México, D.F.: Mc Graw Hill.
- INEGI. (2014). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Recuperado el 15 de enero de 2016, de <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denue/>
- Ingeniería, E. C. (2011). *Escuela Colombiana de Ingeniería*. Obtenido de http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/2956_antropometria.pdf
- Instituto Canario de Seguridad Laboral. (2003). *Lesiones músculo esqueléticas de espalda, columna vertebral y extremidades. Su incidencia en la mujer trabajadora: cajero/as de supermercado*. Canarias: Secretaria de Salud y Medio Ambiente. Recuperado el 15 de Mayo de 2017, de <http://www.jmcprl.net/PUBLICACIONES/F06/files/CAJERAS.pdf>
- Instituto de Seguridad y Salud Laboral. (s.f.). *Región de Murcia*. Recuperado el 22 de Agosto de 2016, de <http://www.croem.es/prevergo/formativo/1.pdf>
- Instituto Nacional de Higiene y Salud en el Trabajo. (2015). *Posturas de trabajo: evaluación del riesgo*. Madrid: (INSHT). Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS%20DE%20PUBLICACIONES/EN%20CATALOGO/ERGONOMIA/Posturas%20de%20trabajo.pdf>
- Kolluru, R., Bartell, S., Pitblado, R., & Stricoff, S. (1998). *Manual de evaluación y administración de riesgos. Para profesionales en cuestiones ambientales*. México: Mc Graw Hill.
- Mondelo, P. R., Gregori, E., Blasco, J., & Barrau, P. (2001). *Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo* (2ª ed.). México, D.F.: Alfaomega.
- Mondelo, P., Torada, E., & Bombardo, P. (2007). *Ergonomía 1: Fundamentos* (3ª ed.). Barcelona, España: Alfaomega.
- Osborne, D. J. (1990). *Ergonomía en acción. La adaptación del medio de trabajo al hombre* (2ª ed.). México: Trillas.
- Organización Internacional del Trabajo. (2011). *OIT*. Recuperado el 7 de Enero de 2017, de <http://www.ilo.org/global/lang--es/index.htm>

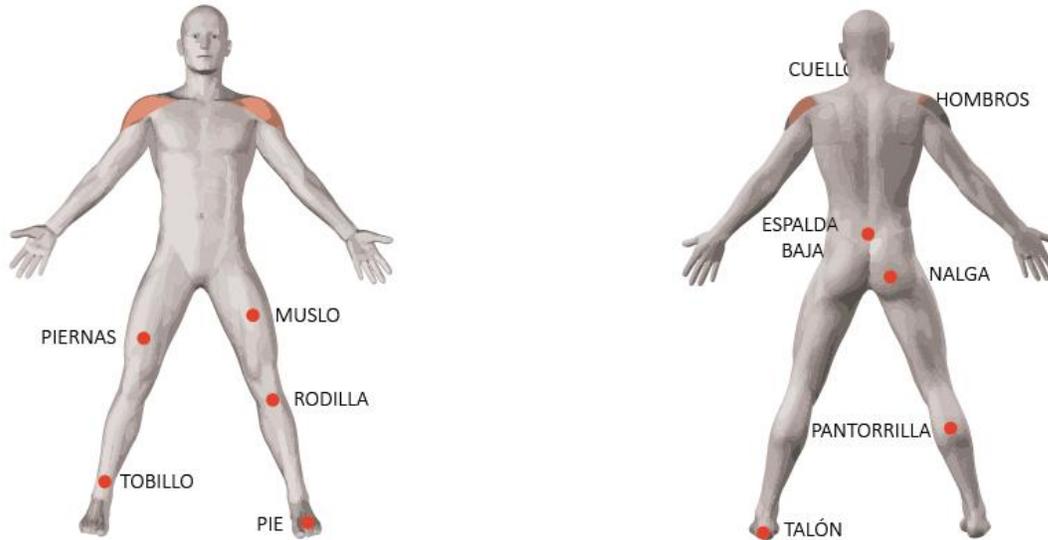
- Quinga, J. E. (2015). Riesgos ergonómicos y su incidencia en el desempeño laboral de los colaboradores del área administrativa en la empresa “Importadora Alvarado Vasconez”, ciudad de Ambato provincia de Tungurahua (Tesis de Pregrado). Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación, Ecuador.
- Real Academia Española. (2017). Diccionario de la lengua española. Recuperado el 22 de Febrero de 2017, de <http://dle.rae.es/?id=6eFNou5>
- Rescalvo, F., & De la Fuente, J. (2004). *Ergonomía en la Salud: Concepción y diseño del puesto de trabajo* (2ª ed.). Barcelona, España: Junta de Castilla y León.
- Rodriguez, G. (1998). *Manual de Diseño Industrial. Curso básico* (3ª ed.). México, D.F.: Gustavo Gili.
- Roebuck, J., KroemerK., & Thomson, W. (1975). *Engineering anthropometry methods*. New York: Wiley-Interscience .
- Ryan, G. A. (1989). The prevalence of musculo-skeletal symptoms in supermarket workers. *Ergonomics*, 32(4), 359-371. doi:10.1080/00140138908966103
- Secretaria de Salud y Medio Ambiente. (2008). *Manual Informativo de Prevención de Riesgos Laborales. Enfermedades profesionales*. Madrid: Gráficas de Diego. Recuperado el 15 de Abril de 2016, de <http://www.inpahu.edu.co/biblioteca/imagenes/libros/Informativo.pdf>
- Soto Toledo, R. (2014). Cómo resistir largas jornadas de trabajo de pie. *HSEC Magazine*(16), 26-27. Obtenido de <http://www.microbyte.cl/hsec/flipbook/201403/#/27>
- Ulrich, K. T., & Eppinger, E. D. (2012). *Diseño y desarrollo de productos* (5ª ed.). México: Mc Graw Hill.
- Waters, T. R., & Dick, R. B. (2014). Evidence of Health Risks Associated with Prolonged Standing at Work and Intervention Effectiveness. *Rehabilitation Nursing*, 40(3). doi:10.1002/rnj.166

ANEXOS

FORMATO DE ENCUESTA APLICADA A LOS OC

- 1- ¿Cuánto tiempo lleva trabajando en este lugar?
- 2- ¿Cuántas horas labora al día?
- 3- De esas horas ¿Cuántas horas labora de pie?
- 4- ¿Cuenta con algún tiempo de descanso durante su día de trabajo?
- 5- Para realizar sus actividades laborales ¿debe estar siempre de pie?
- 6- ¿Cuenta con algún lugar o una silla para descansar?
- 7- De no ser así ¿por qué?
- 8- ¿Qué otras actividades realizan aparte de estar como cajero(a)?

9- ¿Presenta algún malestar físico en alguna parte del cuerpo después de su jornada de trabajo? Señale con una X, en qué parte del cuerpo presenta esto malestares.



10- ¿Con qué frecuencia presenta estos malestares?

11- ¿Cómo alivia las lesiones que presenta?

12- ¿Qué otro movimiento corporal repite más?

13- ¿Utiliza algún tipo de calzado especial?

14- ¿Ha acudido al médico a causa de algunos malestares por estar de pie?

15- ¿Cuánto tiempo después de que empezó a trabajar empezó a presentar estos malestares?

16- ¿Realiza alguna actividad física? ¿Cuántas horas a la semana?