

**CARGADOR FUNCIONAL QUE FACILITE EL TRANSPORTE Y CAMBIO DE
ROLLOS DE FILM PLÁSTICO DE POLIETILENO UTILIZADOS EN MÁQUINAS
ENFARDADORAS DE PRODUCTOS LÍQUIDOS EN LA INDUSTRIA
ALIMENTICIA; DISEÑO Y FABRICACIÓN**

AUTOR:
DANIEL ANTONIO GUERRERO SIERRA
CODIGO: 2023304



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Bucaramanga, 26 de Agosto de 2014



**CARGADOR FUNCIONAL QUE FACILITE EL TRANSPORTE Y CAMBIO DE
ROLLOS DE FILM PLÁSTICO DE POLIETILENO UTILIZADOS EN MÁQUINAS
ENFARDADORAS DE PRODUCTOS LÍQUIDOS EN LA INDUSTRIA
ALIMENTICIA; DISEÑO Y FABRICACIÓN**

Presentado ante:
COMITÉ DE PROYECTOS DE GRADO
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

DIRECTOR DE PROYECTO:
D.I. GERMAN E. VARGAS LINARES
Docente Escuela de Diseño Industrial.

AUTOR:
DANIEL ANTONIO GUERRERO SIERRA
CODIGO: 2023304
Estudiante de Diseño Industrial.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS
ESCUELA DE DISEÑO INDUSTRIAL

Bucaramanga, 26 de Agosto de 2014

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme el tiempo y vida para realizar mis proyectos.

A mis Padres, por el esfuerzo y dedicación hacia sus hijos buscando siempre la realización de todos nuestros sueños

A mis Hermanos, por su apoyo incondicional en todo momento y situación.

A mis Amigos, por su apoyo y sus conocimientos.

A mi Profesor, le agradezco por su confianza al creer en el proyecto

A la academia, por brindarme un soporte para ser mejor día a día.

RESUMEN

TÍTULO: Cargador funcional que facilite el transporte y cambio de rollos de film plástico de polietileno utilizados en máquinas enfardadoras de productos líquidos en la industria alimenticia; diseño y fabricación

AUTOR (ES): Daniel Antonio Guerrero Sierra*

PALABRAS CLAVE: Diseño, Cargador, Rollos de Polietileno P.E., industria, alimenticia, enfardadora, sixpack, transporte, instalación.

RESUMEN:

El documento presenta el trabajo de grado desarrollado por el estudiante en mención como parte de su proceso académico para obtener el título de Diseñador Industrial. El proyecto parte de una necesidad de la industria alimenticia, específicamente en plantas procesadoras de lácteos en los procesos de fin de línea, en la preparación, transporte y montaje de rollos de polietileno P.E. en máquinas enfardadoras. El desarrollo del proyecto ha dado como resultado el diseño de un elemento cargador para el uso determinado, la metodología de investigación y desarrollo ha sido planteada empezando con el estudio de las máquinas enfardadoras, el rollo, las condiciones laborales y el planteamiento de requerimientos. Se ha realizado una fase creativa en la cual se ha determinado la mejor forma de dar solución a los requerimientos, así mismo para el diseño mecánico se han estudiado los mecanismos adecuados para la aplicación mencionada y se han hecho los estudios de esfuerzos y cargas para las piezas críticas para dar la mejor solución, que se ha probado para determinar su aplicabilidad en la solución para concluir con el diseño de un cargador funcional con características ergonómicas adecuadas, para la población colombiana, fabricado con tecnología regional, habiendo cumplido los objetivos planteados y dentro del rango establecido para la aplicación en la tarea determinada.

* Producción intelectual

** Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas, Escuela de Diseño Industrial. Director: D.I. GERMAN ENRIQUE VARGAS LINARES

SUMMARY

TITTLE: Functional loader that eases the transportation and replacement of polyethylene film rolls used in baling machines for liquid products in the food industry; design and manufacture.

AUTHOR(S): Daniel Antonio Guerrero Sierra*

KEY WORDS: Design, Loader, P.E. Polyethylene, industry, food, baler, six pack, transportation, installation.

SUMMARY:

This document presents the undergraduate thesis project developed by the mentioned student as part of his academic process in order to achieve the degree of Industrial Designer. This project is a response to a necessity of the food industry, specifically those of the end of line processes that take place in dairy processing plants, in the setting, transportation y assembly of P.E. Polyethylene rolls, used in baling machines. The project's development has produced the design of a loading element for the determined use. The investigation and development methodology has been based on the study of baling machines, the roll itself, work conditions, and the establishment of specific requirements. A creative phase took place in order to determine the best way to provide a solution to the established requirements. Furthermore, the mechanical design has been based on the study of the proper mechanisms for the mentioned application and the stress and load studies for the critical pieces of the product so it provides a better solution, that has been tested to determine its applicability in the solution to conclude with the design of a functional loader with the proper ergonomic properties for the Colombian population, manufactured with regional technology, fulfilling the proposed objectives y within the established range for the application of a determined task.

* Intellectual production

** Physics and Mechanics Engineers Faculty, Industrial Design School. Director: I.D.
GERMAN ENRIQUE VARGAS LINARES

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	15
1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
1.1. Planteamiento del Problema.....	16
1.2. Objetivos.	18
1.2.1. Objetivo General.....	18
1.2.2. Objetivos Específicos.	18
1.3. Alcance del Proyecto.....	18
1.4. Justificación.	19
1.5. Definición del usuario	20
1.5.1. Características generales del usuario primario	20
1.5.2. Características técnicas del usuario primario	20
2. MARCO TEÓRICO	21
2.1. Análisis de Máquina Enfardadora.....	21
2.2. Estudio de las características del rollo	23
2.3. Análisis del Estado del Arte.....	24
2.4. Consideraciones en el Manejo y Transporte de Cargas	26
2.4.1. Factores de Riesgo	29
2.4.2. Control de los factores de riesgo	30
2.4.3. Situaciones especiales de manipulación de cargas.....	31
2.4.4. Seguridad en el uso de carretillas de mano	32
2.4.5. Principales lesiones osteo musculares asociadas al levantamiento de cargas.....	33
2.5. Observación de la Actividad	34
2.6. Método de Evaluación Postural OWAS	34
2.6.1. Aplicación del método Owas.....	35
2.7. Antropometría	41
2.8. Descripción de los procesos de manufactura.....	44
2.9. Descripción de mecanismos de desplazamiento	47
2.10. Centralización de los elementos de diseño.....	53
2.11. QFD	54

2.12. Bocetación	57
2.13. CAD	57
2.14. CONSTRUCCION DEL MODELO FUNCIONAL.....	58
2.15. COMPROBACIONES.....	58
3. FASE ANALITICA	59
3.1. Estudio de las Máquinas enfardadoras.....	59
3.1.1. Enfardadora Vertical INDUMAK	59
3.1.2. Enfardadora RAUMAK MULTIBALER 300	61
3.1.3. Enfardadora para líquidos TECNOTOK	63
3.1.4. Máquina de enfardado Solpack.	65
3.1.5. Máquina de Enfardado Bagger Essi	67
3.1.6. Conclusiones análisis de las Máquinas Enfardadoras.....	69
3.2. Características del rollo de polietileno	70
3.2.1. Características Generales	70
3.2.2. Características de Transporte y almacenamiento de rollos de polietileno	73
3.2.3. Características de la Estiba de Almacenamiento	75
3.3. Análisis de Manipuladores de Rollos.....	77
3.3.1. Conclusiones análisis de manipuladores de rollos	82
3.4. Análisis de la Actividad.....	82
3.4.1. Descripción de la Actividad	82
3.4.2. Descripción del entorno de Trabajo	84
3.4.3. <i>Aplicación del método OWAS</i>	87
2.4.4. Conclusiones análisis de actividad por método Owas	99
3.5. Requerimientos de Diseño.....	100
3.5.1. Conclusiones análisis de requerimientos por QFD	104
4. FASE CREATIVA.....	105
4.1. Bocetación	105
4.2. Determinación mecanismo de elevación.....	108
4.3. Modelado Cad.....	110
4.4. Estudio de Cargas y Esfuerzos.....	113
4.4.1. Análisis del Soporte Central	114
4.4.2. Análisis de la plataforma de elevación	117

4.4.3. Estudio de la pieza omega de soporte	119
4.4.4. Análisis del Refuerzo Rueda Delantera	122
4.5. Modelado rediseñado del cargador después de estudios estáticos	123
5. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO	126
5.2. Fabricación del Modelo.....	128
6. COMPROBACIONES.....	131
6.1. Protocolo de uso del cargador.....	131
6.2. Prueba técnica.....	132
6.3. Prueba de uso	133
6.4. Análisis de tarea con el uso del cargador.....	134
6.5. Lista de chequeo de requerimientos	135
7. CONCLUSIONES.....	138
8. BIBLIOGRAFÍA.....	139
9. ANEXOS.....	142

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de Referencia para Rollos de Polietileno.....	17
Tabla 2. Formato de estudio de las máquinas enfardadoras	22
Tabla 3. Formato de características del Rollo	23
Tabla 4. Formato de análisis de los cargadores	25
Tabla 5. Recomendaciones generales en el uso de carretillas o cargadores	32
Tabla 6. Ocupaciones con riesgo de sufrir lumbalgias.....	33
Tabla 7. Tabla de Codificación de las posturas observadas.....	36
Tabla 8. Código de Postura Espalda.....	36
Tabla 9. Código de Postura Brazos.....	37
Tabla 10. Código de Postura Piernas.....	38
Tabla 11. Código de Cargas y Fuerzas	39
Tabla 12. Código de Postura.....	39
Tabla 13. Categorización del riesgo	40
Tabla 14. Modelo de análisis de la actividad por método Owas.....	41
Tabla 15. Datos antropométricos aplicables al proceso de diseño	41
Tabla 16. Categorización de los tipos de pulido	46
Tabla 17. Acabados metálicos superficiales.	47
Tabla 18. Correlaciones de la Matriz QFD.....	55
Tabla 19. Características Máquina Indumak Tabla Elaborada por el Autor.....	60
Tabla 20. Características Máquina Raumak Multi Baler 300	62
Tabla 21. Características Máquina Tecnotok.....	64
Tabla 22. Características Máquina Solpack	66
Tabla 23. Características Bagger Essi	68
Tabla 24. Requerimientos para rollos y montaje en enfardadoras.....	69
Tabla 25. Características Rollo Polietileno Comercial	71
Tabla 26. Características Rollo de Polietileno Coextruido.....	72
Tabla 27. Características de Transporte de Rollos de Polietileno.....	73
Tabla 28. Características de Almacenamiento de Rollos de Polietileno	74
Tabla 29. Características de las Estibas de Almacenamiento	76
Tabla 30. Requerimientos para uso en una estiba.	77
Tabla 31. Análisis de Cargador de Rollos Freskaleche	78
Tabla 32. Análisis cargador Alpina	79
Tabla 33. Cargador L&D Chile	80
Tabla 34. Cargador de bobinas importado pos ANDEXPORT	81
Tabla 35. Línea temporal de la Tarea Fase Uno TRPE Operario 1	88
Tabla 36. Línea temporal de la Tarea Fase Uno TRPE Operario 1	89
Tabla 37. Línea Temporal de la Tarea Fase 2 Operario 1 Bagger Essi.....	91
Tabla 38. Línea Temporal de la Tarea Fase 2 Operario 2 Bagger Essi.....	91
Tabla 39. Línea Temporal de la Tarea Fase 2 Operario 1 Indumak	93
Tabla 40. Línea temporal de la Tarea Fase 2 Operario 2. Indumak	93

Tabla 41. Análisis Owas Montaje de Rollo en Máquina Bagger Essi - Operario 1	95
Tabla 42. Análisis Owas Montaje de Rollo en Máquina Bagger Essi - Operario 2	96
Tabla 43. Análisis Owas Montaje de Rollo en Máquina Bagger Essi - Operario 3	96
Tabla 44. Análisis Owas Instalación de rollo en Máquina Indumak Operario 1.....	98
Tabla 45. Análisis Montaje de Rollo en Máquina Indumak Opeario 2	98
Tabla 46.: Requerimientos de análisis del método OWAS.....	100
Tabla 47. Requerimientos del cliente	101
Tabla 48. Requerimientos Técnicos	101
Tabla 49. Comparación de los mecanismos de elevación	109
Tabla 50. Costos de Fabricación Cargador	130
Tabla 51. Análisis del método Owas Comprobación de Diseño	134
Tabla 52. Análisis por método Owas comparativo del Operario 1 Fase Analítica	135
Tabla 53. Análisis del cumplimiento de los requerimientos del cliente	136
Tabla 54. Análisis del cumplimiento de los requerimientos técnicos	136
Tabla 55. Análisis de cumplimiento de los objetivos planteados.....	137

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Secuencia de Transporte y almacenaje de Rollos de PE	24
Figura 2. Formas correctas e incorrectas del transporte manual de cargas	26
Figura 3. Almacenamiento y manejo de materiales	27
Figura 4. Determinación del concepto de Transporte de Carga	28
Figura 5. Factor de riesgo determinante en las acciones	30
Figura 6. Posición estándar de levantamiento	30
Figura 7. Ángulos de giro corporal con carga.....	31
Figura 8. Mecanismo de tornillo Sin fin	48
Figura 9. Composición de un Actuador lineal eléctrico	49
Figura 10. Mecanismo de Poleas y Polipastos	50
Figura 11. Sistema de Ganancia de fuerza sistema de Poleas y Polipastos.....	51
Figura 12. Mecanismo de transmisión por cadena.....	52
Figura 13. Partes de un QFD de requerimientos	54
Figura 14. Máquina Enfardadora Indumak	59
Figura 15. Máquina Enfardadora Raumak.....	61
Figura 16. Máquina Enfardadora Tecnotok	63
Figura 17. Máquina Enfardadora Solpack	65
Figura 18. Bagger Essi	67
Figura 19. Ciclo de Transporte y Almacenamiento de Rollos de Polietileno	73
Figura 20. Identificación de Estibas según norma NIMF 15.....	76
Figura 21. Diagrama de Flujo del proceso de cambio de rollo.....	83
Figura 22. Descripción de un proceso de fin de Línea Planta Alpina (Popayán)	84
Figura 23. Distribución mínima planta Chinchiná.....	85
Figura 24. Distribución de Planta Alpina Sopó.....	86
Figura 25. Transporte de Rollos de Polietileno	87
Figura 26. Transporte rollos de Polietileno segunda toma	88
Figura 27. Preparación de Rollos de Polietileno Máquina Bagger Essi	90
Figura 28. Preparación de Rollos de Polietileno Máquina Indumak.....	92
Figura 29. Montaje Rollos de Polietileno.....	95
Figura 30. Montaje de Rollo en Máquina Enfardadora Indumak	97
Figura 31. QFD Matriz de Aplicación.....	103
Figura 32. Bocetación inicial basada en requerimientos.	105
Figura 33. Bocetación idea inicial de control del cargador	106
Figura 34. Disposición final de los elementos de control electrónico	106
Figura 35. Disposición de elementos en el diseño	107
Figura 36. Parámetros de diseño establecidos	108
Figura 37. Bocetación de mecanismo básico en funcionamiento.....	110
Figura 38. Modelado 3D del sistema de elevación propuesto	111
Figura 39. Modelado Cad Alternativa a analizar	112
Figura 40. Partes del cargador	112

Figura 41. Relación antropométrica hombre máquina	113
Figura 42. Análisis de Carga de Estructura Base Modelo	114
Figura 43. Análisis de factor de seguridad.....	115
Figura 44. Análisis de Cargas de Estructura Base Rediseñada	116
Figura 45. Análisis de la plataforma de elevación Modelo	117
Figura 46. Análisis de la plataforma de elevación Modelo	118
Figura 47. Análisis de factor de seguridad.....	119
Figura 48. Análisis de la Omega de Soporte Modelo	120
Figura 49. Análisis Pieza Omega Soporte Rediseñada	121
Figura 50. Análisis Refuerzo de Rueda Delantera Modelo	122
Figura 51. Análisis de Factor de seguridad	123
Figura 52. Modelado de cargador Ajustado.....	124
Figura 53. Esquema del funcionamiento eléctrico	125
Figura 54. Plano de Fabricación Pieza de Refuerzo de Rueda.....	127
Figura 55. Esquema del Proceso de Fabricación Cargador	128
Figura 56. Fotografías del proceso de Fabricación	129
Figura 57. Prueba de carga de rollo de PE	132
Figura 58. Ejecución prueba de montaje de rollo de PE en Máquina Bagger Essi	134

INTRODUCCIÓN

La industria de productos alimenticios y bebidas representa cerca de la tercera parte del valor de las manufacturas colombianas, es decir el 27,59% de las industrias se encuentran dentro del sector de procesamiento de molinería, almidones, bebidas, lácteos y otros productos similares, teniendo así una representación en el PIB (Producto Interno Bruto) de un 4,3% en crecimiento anual.¹

Es por ello y por la alta competitividad del mercado tanto local, como nacional se detona un gran interés de las industrias alimenticias, específicamente las dedicadas al procesamiento de lácteos y similares en la implementación de nuevos sistemas tanto de envasado como de reempaque y embalaje de sus productos, motivo por el cual se han implementado nuevos sistemas de fin de línea que permiten optimizar los procesos y a su vez generan nuevos productos en el mercado a granel que permiten a las empresas posicionarse cada vez más en el mercado ofreciendo nuevas alternativas de presentación de sus productos, lo que genera mayor valor y además fortalece los efectos de marca.

De allí que se ha vuelto una estrategia de mercadeo la implementación de fardos o six pack en el embalaje de lácteos como leches y yogures, dado que para la venta en grandes supermercados el cliente encuentra más cómodo y económica la compra de productos en sistemas de empaque más grandes, como el sixpack.

Dentro del proceso productivo de este sistema de venta, se encuentran las máquinas enfardadoras, las cuales tienen como función hacer el formado y selle del paquete de 6 unidades, proceso en el cual se forma el fardo empezando así por el portarrollo, en el cual se ubican los rollos de polietileno necesarios para la puesta en marcha de la máquina. Ahora bien, transportar, ubicar y ajustar los rollos de film es una tarea que requiere actualmente dos o tres operarios para llevarse a cabo, esto debido al tamaño y peso de los rollos; además el levantamiento de cargas es excesivo para el personal y las posturas generadas por hacer esta tarea no son las ergonómicamente adecuadas; es por ello que este proyecto se ha enfocado en el diseño de un cargador que facilite el transporte y cambio de los rollos de polietileno en este tipo de maquinaria industrial.

¹ MUESTRA MENSUAL MANUFACTURERA, La industria de Alimentos y Bebidas, DANE, Bogotá D.C. 10 de Marzo de 2008.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1.1. Planteamiento del Problema.

En el desarrollo de la industria alimenticia, generalmente en aquellos procesos que se utilizan en el envasado de productos lácteos, jugos y demás presentaciones de bebidas líquidas en bolsa o sachet, encontramos en sus líneas de producción sistemas de fin de línea. Los cuales consisten en el re-empaque “*Volver a embalar o empacar de una forma diferente*”². De sus productos en bolsas de producto de mayor tamaño que agrupan ciertas cantidades para su embalaje y distribución. De este sistema hacen parte las máquinas de enfardado “Es la operación por la que se aseguran las cargas sobre el pallet mediante la utilización de film plástico. El enfardado se hace necesario para aquellos productos que requieren de una mayor protección contra agentes externos; cuyo fin es ejercer una barrera lateral reduciendo la entrada de polvo y otros agentes”³.

La finalidad del enfardado es lograr el formado de paquetes sixpack o tripack “*Sistema de embalaje en grupos de tres o seis unidades*”⁴. Para lo cual se usan rollos de film “*El film se considera una delgada lámina fabricada a partir de la granza del polietileno (PE) y el polipropileno (PP)*”⁵. Plástico de polietileno en diferentes presentaciones y calibres, los cuales son necesarios para el proceso de formado del fardo o paquete de venta al mayoreo.

En este tipo de máquinas, el cambio de rollo se realiza periódicamente por dos o tres operarios cada vez que es requerido, en una producción normal se ejecuta el proceso aproximadamente cada hora y media de operación de la máquina y cada cambio puede tardar hasta 10 minutos. El proceso actual implica que los operarios deben desplazarse hasta el lugar dispuesto para los rollos de polietileno, cargar el rollo hasta la máquina, y luego montarlo en el portarrollo dispuesto para ello; lo que implica el levantamiento de cargas de forma repetitiva dado que en las plantas de producción de gran tamaño como Alpina, Freskaleche, Lechesan, Colanta entre otras, se encuentran entre 6 o 7 máquinas enfardadoras trabajando por períodos de

² Word Magic. Diccionario Premium [en línea] < <http://www.wordmagicsoft.com/diccionario/es-en/reempacar.php> > [citado en 15 Junio de 2014].

³ Enciclopedia Libre Wikipedia [en línea] < <http://es.wikipedia.org/wiki/Enfardado> > [citado en 30 mayo de 2014].

⁴ Enciclopedia Libre Wikipedia [en línea] < <http://es.wikipedia.org/wiki/Tripack> > [citado en 01 junio de 2014].

⁵ Enciclopedia Libre Wikipedia [en línea] < http://es.wikipedia.org/wiki/Film_pl%C3%A1stico > [citado en 01 junio de 2014].

16 a 18 horas diarias en turnos que van desde las 8 a las 10 horas diarias de trabajo para los operarios *“Persona que se dedica a hacer un trabajo de tipo manual”*⁶.

Estas condiciones de trabajo están marcadas por el manejo de grandes y medianas cargas, dependiendo de la presentación y el tipo de líquido a re empacar.

Los rollos de polietileno pueden variar de acuerdo a su peso y tamaño de la siguiente forma:

Tabla 1. Tabla de Referencia para Rollos de Polietileno

SEGÚN MAQUINA	DIÁMETRO (mm)		LONGITUD (mm)		PESO (Kg)	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
INDUMAK	340	400	600	800	35	39
RAUMAK	330	360	650	850	32	40
TECNOTOK	300	360	710	900	37	39
BAGGER	310	400	800	1050	39	49
SOLPAC	320	340	560	800	35	40
Nota:	Todos los rollos tienen núcleos de cartón de 100 mm de diámetro y 8 a 10 mm de pared.					

Tabla Elaborada por el Autor

Los esfuerzos que realizan los operarios encargados de mantener las líneas de producción en funcionamiento presentan incomodidades en el traslado, levantamiento, montaje y manipulación de dichos rollos. Además se ha encontrado que este tipo de levantamiento de carga, por su naturaleza y repetición, es altamente perjudicial para el personal de planta siendo generadores de lesiones *osteomusculares* *“Las lesiones se generan cuando se rompe el equilibrio y la relación que guardan entre sí, las diferentes partes del cuerpo. La exposición a factores de riesgo de postura, el manejo de elementos pesados, entre otras. Ocasionan efectos sobre la salud de las personas”*⁷.

Este tipo de lesiones se pueden evitar con una correcta manipulación de los rollos de polietileno. De ahí que sea de vital importancia la implementación de un cargador que le permita a un solo operario realizar el cambio de rollo de forma óptima y sin riesgos de lesiones por la realización de ésta única actividad.

⁶ The free Dictionary [en línea] < <http://es.thefreedictionary.com/operario> > [citado en 02 junio de 2014]

⁷Sites Goole.com. Lesiones corporales Inadecuadas [en línea] < <https://sites.google.com/site/posturascorporalesinadecuadas/Home/lesiones-osteomusculares> > [citado en 4 junio de 2014].

1.2. Objetivos.

1.2.1. Objetivo General.

Diseñar un Dispositivo cargador que facilite la manipulación, transporte e Instalación de rollos de polietileno utilizados en Maquinaria Industrial destinada a la producción de sixpack y tripack.

1.2.2. Objetivos Específicos.

- Optimizar las operaciones y secuencias a realizar el cambio de rollos de manera fácil y segura, reduciendo los daños en los rollos ocasionados por mala manipulación de los mismos.
- Proponer una solución que brinde seguridad y permita al operario realizar la tarea sin comprometer su integridad física y laboral, disminuyendo riesgos de lesiones por manipulación de las cargas.
- Utilizar recursos propios de la zona ya sean de tipo industrial y/o tecnológico, con el fin de reducir costos de fabricación.
- Construir un modelo funcional escala 1:1, que permita la evaluación de funcionalidad y usabilidad del sistema propuesto contra los sistemas actualmente usados.

1.3. Alcance del Proyecto.

Este proyecto pretende construir el modelo funcional a escala real de un cargador de apoyo para el transporte, manipulación y cambio de rollos de polietileno utilizados en máquinas enfardadoras para productos líquidos, que permita generar mejoras en la ejecución de los procesos “Conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial”⁸. Implícitos en la operación de este tipo de maquinaria industrial.

Mediante el desarrollo formal estético y funcional se desea brindar al cargador una estructura segura y resistente que brinde apoyo al usuario y que además cumpla

⁸The free Dictionary [en línea] <<http://es.thefreedictionary.com/proceso>> [citado en 02 junio de 2014]

con los requerimientos de soporte de carga y permita la instalación de los rollos en las diferentes enfardadoras propuestas.

La propuesta final será el resultado de un proceso metodológico que combine herramientas de diseño, ergonomía y usabilidad llegando a si a un diseño novedoso, práctico y seguro para el usuario.

La construcción del modelo funcional, estará acompañado de planos, especificaciones de materias primas, tecnología regional implementada y procesos de producción propuestos que permitan la evaluación directa con los usuarios.

1.4. Justificación.

La OIT (Organización Internacional del Trabajo) refiere que el manejo manual de carga es la causa de un 20 a 25% del total de los accidentes de trabajo, mientras que en Colombia el 82 por ciento de las enfermedades profesionales diagnosticadas son de origen osteomuscular⁹. Muchos de esos casos están directamente relacionados con el levantamiento repetitivo de cargas, por lo cual se hace necesaria la implementación de elementos que permitan a los trabajadores mejorar las condiciones laborales y a su vez optimicen los procesos productivos, que a su vez que mejoren las condiciones permitan al empresario su fácil implementación en sus procesos productivos.

Uno de éstos elementos es un cargador para rollos de polietileno de gran tamaño manejados en el sector alimenticio, en los procesos de reempaque de productos mediante la utilización de máquinas enfardadoras; de los cuales existen soluciones que no satisfacen los presupuestos esperados por los empresarios colombianos del sector, haciendo difícil su implementación a nivel de producción en sus plantas procesadoras, dado que la mayoría son de fabricación extranjera y requieren importación para ser traídos al país.

Este proyecto pretende solucionar estos inconvenientes mediante el diseño y fabricación de un cargador que permita cumplir cabalmente con tres características principales; primero optimizar el proceso de cambio de rollo de polietileno, segundo, disminuir el riesgo de lesión osteo muscular en los operarios y tercero, permitir la

⁹ EL COLOMBIANO. Las enfermedades son la epidemia silenciosas [en línea] < http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/L/las_enfermedades_profesionales_son_la_epidemia_silenciosa/las_enfermedades_profesionales_son_la_epidemia_silenciosa.asp > [citado en 20 Junio de 2014].

fabricación con tecnología local, para facilitar el acceso de las plantas procesadoras a este tipo de equipos.

1.5. Definición del usuario

1.5.1. Características generales del usuario primario

- Género: Hombres y Mujeres
- Edad: 18 a 60 años
- Estrato: Indiferente
- Ocupación: Operarios de maquinaria Industrial en el sector de producción alimenticia
- Características Físicas: Hombres y Mujeres sin condiciones físicas especiales o discapacidades.

1.5.2. Características técnicas del usuario primario

Personal con conocimiento en operación de maquinaria industrial, específicamente en plantas de procesamiento de productos líquidos en el área relacionada con el final de línea del proceso de envasado y con conocimiento en operación de máquinas enfardadoras.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Análisis de Máquina Enfardadora

Las máquinas de enfardado son aquellas que dispensan un film de PE (Polietileno), a modo de etiqueta extremadamente sencilla y de bajo coste. Además de abrir numerosas posibilidades relacionadas con la forma de presentación de un producto; en efecto, cada producto puede presentar un envase propio, distintivo y reconocible, que favorecen a nivel de marketing la utilización de marcas y acciones de promoción, con el fin de reforzar su valor atractivo en los artículos de sección.¹⁰

Desde el punto de vista de la logística, el enfardado puede desempeñar un papel fundamental. El film de PE es imprimible con láser o con chorro de tinta, además de poderse emplear como soporte de etiquetas. Por ese motivo es ampliamente usado en la industria alimenticia.

Actualmente el mercado nacional posee diferentes referencias en maquinaria importada para el enfardado de productos lácteos, entre ellas se encuentran: INDUMAK, TECNOTOK, RAUMAK, y como productores nacionales, tenemos SOLPACK y el BAGGER ESSI.

Para hacer el estudio de las características de la máquina se ha diseñado un formato donde se consignan los datos principales, haciendo énfasis en aquellos datos relevantes para la ejecución del proyecto como son dimensiones de la máquina, tamaño y posición del portarrollo, tipo de sujeción del rollo a la máquina, dimensiones del plástico que emplea, entre otros, datos que nos permiten determinar los requerimientos inherentes a la máquina que se tendrán en cuenta para el diseño del cargador, para lo cual se determinarán los datos de altura de portarrollo y la forma de instalación del rollo en ellas.

Los datos que se analizarán están consignados en la Tabla 2. Formato de estudio de las máquinas enfardadoras.

¹⁰ A-service. Máquinas de enfardado [En Línea]. <<http://www.a-service.nl/index.php?cid=235,es> > [citado en 15 de junio de 2014]

Tabla 2. Formato de estudio de las máquinas enfardadoras

FORMATO CARACTERISTICAS MAQUINA					
Referencia:	Información comercial de la Máquina		Tipo:	Tipo de Enfardadora	Imagen:
Pais Fabricante:	Pais productor		Version:	Serie de fabricación	Imagen
Medidas Maquina	Ancho	Medida general de la máquina dada en mm.			
	Alto	Medida general de la máquina dada en mm.			
	Profundo	Medida general de la máquina dada en mm.			
Portarrollo:	Características				
	Información que dispone la máquina en el mercado así como su funcionamiento, se puede tener en cuenta el rendimiento productivo				
Posición:	X	Posición de el Portarrollo en la máquina dada en mm.			
	Y	Posición de el Portarrollo en la máquina dada en mm.			
	Z	Posición de el Portarrollo en la máquina dada en mm.			
Tipo de Rollo	Dimenciones	Diametro	Dimensiones del Rollo en mm	Imagen	
Características físicas del rollo		Longitud	Dimensiones del Rollo en mm	Imagen del tipo de rollo	
		Peso	Dimensiones del Rollo en mm		
Ventajas			Desventajas		
Ventajas competitivas de la Máquina			Desventajas competitivas de la Máquina		
Anotaciones:	Anotaciones especiales que le otorga el Autor				

Tabla elaborada por el autor

2.2. Estudio de las características del rollo

Se ha diseñado una tabla mediante la cual se estudian las características del rollo, de acuerdo al calibre, medidas y características según el tipo de rollos.

De este estudio se pretende determinar las características de la carga a soportar, las dimensiones, los tipos de rollos, la forma como se apilan, se transportan, se manipulan y que características se deben tener en cuenta para que el cargador pueda realizar los tres pasos del proceso.

Los formatos de evaluación se registran en la tabla siguiente:

Tabla 3. Formato de características del Rollo

		Tipo de Rollo
	PROPIEDADES MECÁNICAS	
	Describe las características mecánicas	
	PROPIEDADES TÉRMICAS	
	Describe las características térmicas	
	PROPIEDADES ELÉCTRICAS	
	Describe las características eléctricas	
	PROPIEDADES ÓPTICAS	
	Describe las características ópticas	
	CARACTERÍSTICAS	
	características varias	
Imagen		
Referencia de imagen		

Tabla elaborada por el Autor

Para estudiar las características de almacenamiento y manejo se harán una serie de tablas donde se identifiquen estas características, teniendo en cuenta el parámetro descrito en la figura 1. Secuencia de Transporte y almacenaje de Rollos de PE.

Figura 1. Secuencia de Transporte y almacenaje de Rollos de PE

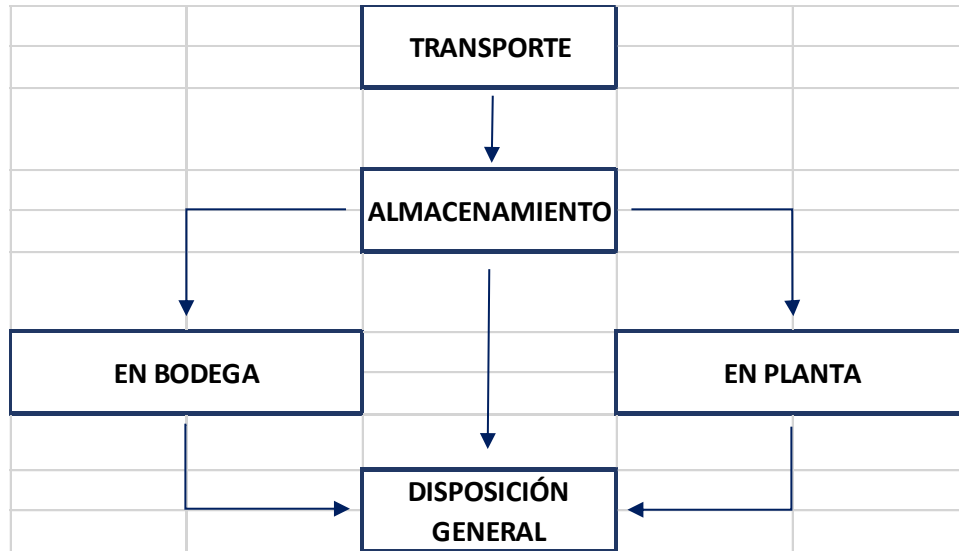


Imagen realizada por el Autor

2.3. Análisis del Estado del Arte

Para estudiar los diferentes cargadores existentes en el mercado se ha diseñado un formato donde consignaremos sus principales características como origen, marca, medidas, tamaño de la carga y peso que soporta, anotaciones de uso y consideraciones que sean determinantes, tal como se muestra en la Tabla 4. Formato de Evaluación de los cargadores. Se hará la investigación partiendo del mercado nacional hasta llegar a lo existente en otros lugares del mundo de modo que se puedan contrastar las diferentes tecnologías usadas y la forma en que estos elementos son utilizados en la industria.

Tabla 4. Formato de análisis de los cargadores

FORMATO CARACTERÍSTICAS CARGADOR (poner nombre o marca)				
Referencia:	referencia	Tipo:	Descripción específica	
País Fabricante:	país de origen	Versión:	Versión	
Medidas Máquina	Ancho	medida del ancho en mm		
	Alto	medida de alto en mm		
	Profundo	medida de profundidad en mm		
Carácterísticas	características del fabricante			
Tipo de Carga	Dimensiones	Diámetro	diametro del rollo	Imagen
Especificar la carga que soporta		Longitud	longitud del rollo	imagen de la carga o del rollo
		Peso	peso del rollo	
Ventajas			Desventajas	
Ventajas que tiene el cargador			Desventajas que tiene el cargador	
Anotaciones:	observaciones importantes			

Tabla elaborada por el Autor

2.4. Consideraciones en el Manejo y Transporte de Cargas

Una correcta manipulación y almacenamiento de los materiales, tanto materias primas como productos terminados, garantiza a las empresas ventajas competitivas en esta nueva etapa de la economía mundial, ya que al tener el mínimo de daños en los materiales, y al contar con unos trabajadores sanos que conocen y aplican técnicas seguras de manejo de cargas, la empresa puede proveer el nivel deseado de servicios al cliente a un costo razonable.¹¹

El manejo inseguro de los materiales es causa frecuente de heridas, fracturas, luxaciones, dolores de espalda, que muchas veces limitan seriamente al trabajador para que siga desempeñando su oficio o para realizar con seguridad cualquier otra actividad.

Figura 2. Formas correctas e incorrectas del transporte manual de cargas

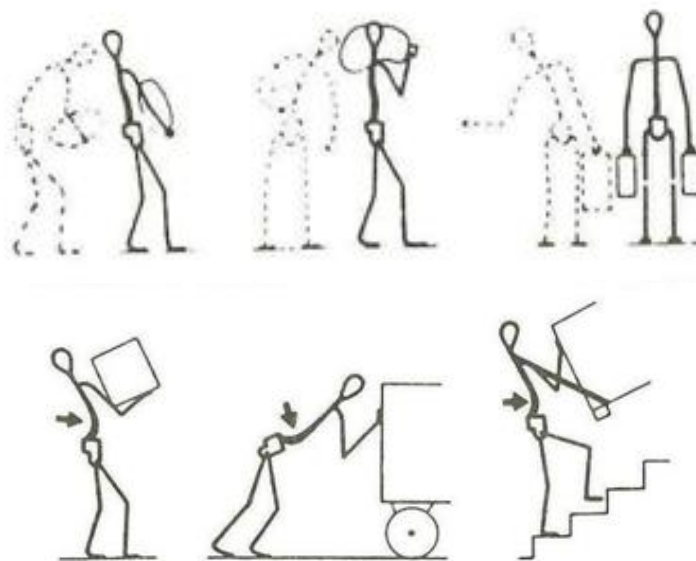


Imagen tomada de: http://www.arlsura.com/articulos2013/situacion_frecuente.html.

Si se realizan este tipo de movimiento de forma constantemente, durante meses o años, por ejemplo, levantando o empujando cargas, los discos intervertebrales se debilitarán causando desde una hernia hasta una ruptura discal¹².

¹¹ MANEJO ED CARGAS EN PUESTOS DE TRABAJO [En Línea] <http://dc505.4shared.com/doc/FqFfk4aC/preview.html>. [citado en 10 julio de 2014]

¹² ARL SURA. Atentos con las posturas y el manejo de cargas. [En Línea] < http://www.arlsura.com/articulos2013/situacion_frecuente.html. > [Citado en 10 septiembre de 2014]

El almacenamiento y manejo de materiales está estrechamente relacionado con el orden, el aseo y las condiciones de seguridad. Por ejemplo, un producto mal apilado no sólo genera desorden sino que además es muy probable que pueda derrumbarse y ocasionar lesiones a las personas, y daños en los materiales.

Figura 3. Almacenamiento y manejo de materiales



Zona de apilamiento de rollos en planta Bonest Zipaquirá. Imagen tomada por el Autor

Todo trabajador debe recibir capacitación sobre los métodos seguros para el manejo manual de materiales y sobre la forma correcta de utilizar las ayudas mecánicas disponibles. Además, debe conocer los riesgos que a primera vista no son detectables, y que pueden producir lesiones o afectaciones a su integridad y la de sus compañeros.

Muchos accidentes ocurren mientras se transporta materia prima o productos terminados en el lugar de trabajo. Por lo tanto, es de vital importancia tener áreas seguras para el manejo y almacenamiento de materiales.

El manejo de cargas se puede definir como la preparación y colocación de los materiales para facilitar su movimiento o almacenamiento. Comprende todas las operaciones a que se somete el producto excepto el trabajo de elaboración propiamente dicho.

Se debe considerar que el movimiento de materiales debe reducirse al mínimo suprimiendo cuantas manipulaciones sea posible, esto habla de un trabajo eficiente y menos riesgoso.

Figura 4. Determinación del concepto de Transporte de Carga



Imagen tomada de: http://ergonomia-chuscoff-garcia.blogspot.com/2011_09_01_archive.html

En definitiva, se entiende por manipulación a todas las operaciones que se realicen con las manos. Por lo tanto trae aparejado el contacto directo del operario con materiales de cualquier tipo.

Entre las causas más frecuentes de accidentes en el manejo de materiales se encuentran:

- Desconocer el método para levantar o descargar objetos en forma apropiada.
- Levantar o transportar objetos demasiado pesados.
- Recorrer distancias muy largas transportando materiales.
- Sujetar incorrectamente o tomar objetos en forma inadecuada.
- Apilar o retirar materiales de manera incorrecta.
- No usar los elementos de protección personal, como zapatos de seguridad y guantes y arneses. ¹³

Se entiende por carga a cualquier objeto susceptible de ser movido, incluyendo personas, animales y materiales que se manipulen por medio de grúa u otro medio mecánico pero que requiere del esfuerzo humano para moverlos o colocarlos en su posición definitiva.

¹³ Almacenamiento y Manipulación [en línea] <<http://dc505.4shared.com/doc/FqFfk4aC/preview.html> [citado en julio 21 de 2014].

Manipulación manual de cargas: cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento.

El límite máximo de levantamiento de cargas, según la resolución 2400 de 1979 del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, título X, Capítulo I, Del manejo y transporte manual de materiales¹⁴, artículo 392, determina que la carga máxima que puede transportar un trabajador es de 25 Kg para los hombres y 12,5 Kg para las mujeres.

Así mismo en el Capítulo II, Del manejo y Transporte de materiales se han tomado las siguientes disposiciones:

- Artículo 398. Los equipos para el transporte de cargas serán contruidos en materiales resistentes que ofrezcan seguridad en su manejo y transporte.
- Artículo 399. Los transportadores de banda, cangilones, cadena, rodillo, monorriel, de tornillo sin fin, neumáticos, etc. Se diseñarán para la carga máxima a soportar, la cual no podrá excederse.
- Artículo 400. Todo engranaje, cremallera, polea, roldana u otra parte móvil se resguardarán y además se dejará acceso a su lubricación y mantenimiento.
- Artículo 401. Los transportadores tendrán un sistema de freno para evitar que cedan con la carga a soportar.
- Artículo 406. Los transportadores deberán indicar en un letrero grande y visible la carga máxima a soportar.

2.4.1. Factores de Riesgo

Los factores de riesgo que determinan lesiones son los siguientes:

- Esfuerzos. La carga o la tensión que se genera en las diferentes articulaciones y en los tejidos blandos del cuerpo pueden alcanzar fácilmente cientos de kilogramos. Además, a medida que se incrementa el esfuerzo muscular como consecuencia de cargas altas, disminuye la circulación sanguínea en el músculo y aparece más rápidamente la fatiga muscular.
- Posturas inadecuadas. Por posturas inadecuadas se entiende las posiciones del cuerpo fijas o restringidas, las posturas que sobrecargan los músculos y los tendones, las posturas que cargan las articulaciones de una manera asimétrica, y las posturas que producen carga estática en la musculatura.

¹⁴ILO.ORG. resolución 2400 de 1979 [En Línea] <<http://www.ilo.org/dyn/travail/docs/1509/industrial%20safety%20statute.pdf>. > [Citado en 22 julio de 2014].

Figura 5. Factor de riesgo determinante en las acciones

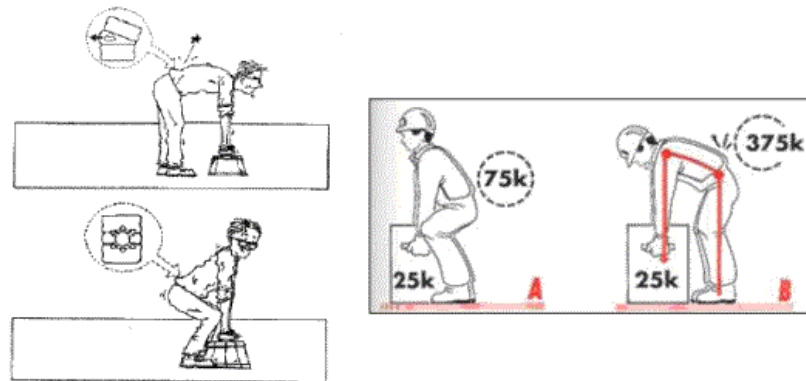


Imagen tomada de <http://www.efdeportes.com/efd98/efunc.htm>

- Repetitividad. Este factor se refiere a la realización de tareas con ciclos de trabajo, muy cortos y repetidos.
- Falta de descanso. Cuando no se establecen suficientes pausas para recuperarse.
- Otros factores: tipo de carga, tipo de agarre, espacio en el lugar de trabajo.

2.4.2. Control de los factores de riesgo

Figura 6. Posición estándar de levantamiento

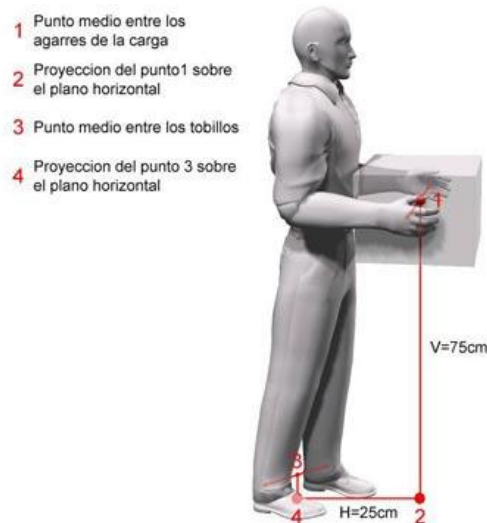


Imagen tomada de: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

Posición de la carga respecto del cuerpo: Un factor fundamental en la aparición de riesgo por manipulación manual de cargas es el alejamiento de las mismas respecto al centro de gravedad del cuerpo. En este alejamiento intervienen dos factores: la distancia horizontal (H) y la distancia vertical (V), que nos darán las "coordenadas" de la situación de la carga. Cuanto más alejada esté la carga del cuerpo, mayores serán las fuerzas compresivas que se generan en la columna vertebral y, por tanto, el riesgo de lesión será mayor.

2.4.3. Situaciones especiales de manipulación de cargas

Figura 7. Ángulos de giro corporal con carga

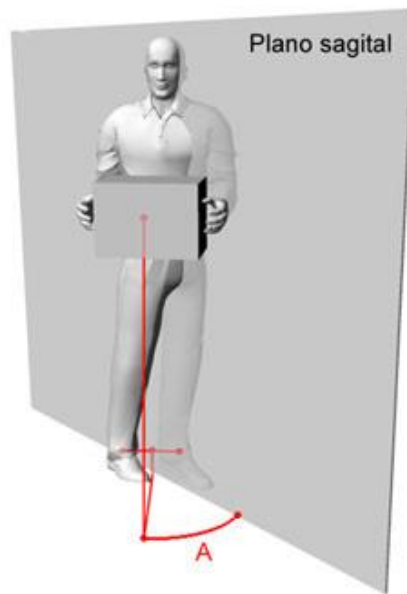


Imagen Tomada de: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>

- Los giros del tronco: Siempre que sea posible no debes hacer giros ya que estos aumentan las fuerzas compresivas de la zona lumbar.
- La inclinación del tronco: La postura correcta al manejar una carga es con la espalda derecha.

2.4.4. Seguridad en el uso de carretillas de mano

Las carretillas de mano, zorras y carros en general son utilizados en muchos procesos industriales para el transporte interior de materiales. Debido a que su funcionamiento y manejo es sencillo, esto puede provocar lesiones a los operadores tales como: esfuerzos físicos excesivos, golpes con estructuras, caídas de objetos y materiales, etc. A continuación se detallan recomendaciones generales a tener en cuenta durante el uso de estos equipos.

Tabla 5. Recomendaciones generales en el uso de carretillas o cargadores

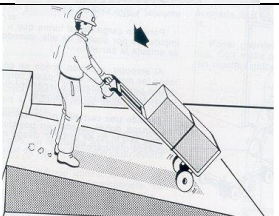
- Las carretillas no están diseñadas para transportar personas, sino materiales. - Se debe prever cargar la carretilla de forma tal que los materiales no se deslicen ni rueden fuera de ella. - Se debe evitar realizar esfuerzo físico excesivo. Si la carga a transportar es muy pesada se debe pedir ayuda.	
- Evitar utilizar las carretillas como patinetas, dándole impulso y subiéndose sobre ellas. - Toda persona debe utilizar calzado de seguridad y guantes para el manejo de materiales. - No deje equipos parados, aunque sea por muy poco tiempo, en los pasillos de circulación.	
- Tener en cuenta como equilibrar la carga, para que la misma no se deslice ni se realicen malos esfuerzos. - Nunca se debe correr con una carretilla.	
- Al bajar una rampa nunca se debe ir delante de la carretilla. - Evitar conducir una carretilla con las manos húmedas o grasientas. Usar guantes o llevar un trapo para limpiarse las manos.	

Tabla tomada de: <http://dc505.4shared.com/doc/FqFfk4aC/preview.html>

2.4.5. Principales lesiones osteo musculares asociadas al levantamiento de cargas

- **LUMBALGIA:** Desorden músculo esquelético a nivel de la columna lumbar relacionado con el trabajo. Se tiene la sensación de dolor o molestia entre el límite inferior de las costillas y los glúteos.

Entre las causas más comunes de este tipo de lesiones se encuentran: estructuras musculares, los ligamentos se molestan y las estructuras óseas de la columna vertebral se desvían generalmente se producen por compresión radicular o medular, condiciones reumatológicas variadas, enfermedades colágenas vasculares, deformidades posturales, defectos genéticos, entre otros. Las ocupaciones de riesgo de sufrir lumbalgias son las especificadas en la figura 3.

Tabla 6. Ocupaciones con riesgo de sufrir lumbalgias

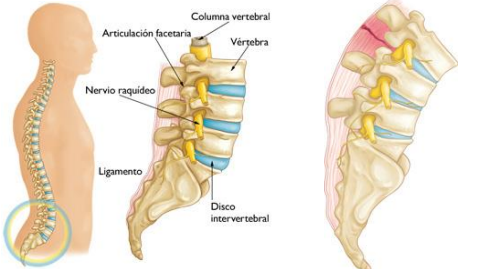
Lumbalgia	Ocupación	Tipo
 Desgarro del ligamento lumbar.	Operadores de Vehículos. Constructores, Trabajadores de servicios. Agricultura, Industria y comercio	Conductores de buses y camiones, Ingenieros de Suelos
		Vehículos de minería
		Trabajadores de trenes, operadores de trenes subterráneos
		Trabajadores y Manipuladores de Materiales
		Servicios de Limpieza y construcción
		Recolectores de basura
		Trabajadores de mantenimiento
		Cuidadores de Salud 7 Enfermeras
		Trabajadores de finca y campo.
		Mecánicos, reparación de maquinaria pesada, operadores de maquinaria.
Imagen tomada de: http://orthoinfo.aaos.org/topic.cfm?topic=A00498	Ejemplos de ocupaciones con alto riesgo de desordenes de espalda baja . Fuente: Johanning E (2000)	

Imagen tomada de <http://www.slideshare.net/oscarreyesnova/lumbalgia1-1?related=1> adaptada por el Autor

Los grupos de riesgo están relacionados con las condiciones de trabajo (carga física), los factores organizacionales y psicolaborales, los factores individuales de cada trabajador y los relacionados con las condiciones de seguridad.

Los factores de riesgo ocupacionales que están relacionados con la aparición de enfermedades lumbares son: el trabajo físico pesado, el levantamiento de cargas y posturas forzadas a nivel de columna, movimientos de flexión y rotación del tronco, posiciones estáticas, entre otras. Dentro de las características de la carga que genera estas lesiones están: es demasiado voluminosa, pesada o difícil de sujetar, la carga corre el riesgo de caerse y generar lesiones al trabajador, o debe ubicarse

lejos del tronco del trabajador hacia adelante o los lados de modo que varía su centro de gravedad.

Las características individuales principales son: la falta de aptitud física para la realización de la tarea, el insuficiente conocimiento del trabajo o lesiones lumbares anteriores.

Otras lesiones son las fracturas o desgarres de los miembros superiores o inferiores, machucones, entre otros traumatismos relacionados con la movilización de cargas pesadas y largar cuando se hace de forma manual.¹⁵

2.5. Observación de la Actividad

Se ha determinado a el método OWAS (Ovako Working Analysis System) como método de observación directa de la actividad a ser aplicado en el proceso de cambio de rollo en dos plantas de producción distintas, con el fin de llegar a determinar las características del entorno en el que se realiza la actividad, el método se basará en la obtención de registros fotográficos y videos que permitan determinar las características de la tarea realizada en las plantas y así tener en cuenta los elementos a intervenir en el diseño del elemento cargador. En la observación tendremos en cuenta la distribución de las salas de empaque para así dar soluciones de acuerdo al entorno en que se desarrolle la tarea.

2.6. Método de Evaluación Postural OWAS

Se analizara la actividad con el método Owas en el cual se determinarán las posturas y cargas máximas de la ejecución actual de la tarea, el número de operarios y otras consideraciones relevantes a aplicar en el diseño.

En sí el método OWAS basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea, permitiendo identificar hasta 252 posiciones diferentes como resultado de las posibles combinaciones de la posición de la espalda (4 posiciones), brazos (3 posiciones), piernas (7 posiciones) y carga levantada (3 intervalos).

¹⁵SLIDESHARE. Lumbalgias Presentación en diapositivas [en Línea] <<http://www.slideshare.net/oscarreyesnova/lumbalgia1-1?related=1> > [Citado 22 julio de 2014].

La primera parte del método, de toma de datos o registro de posiciones, puede realizarse mediante la observación "in situ" del trabajador, el análisis de fotografías, o la visualización de videos de la actividad tomados con anterioridad.

Una vez realizada la observación el método codifica las posturas recopiladas. A cada postura le asigna un código identificativo, es decir, establece una relación unívoca entre la postura y su código. El término "Código de postura" será utilizado en adelante para designar dicha relación.

En función del riesgo o incomodidad que representa una postura para el trabajador, el método OWAS distingue cuatro Niveles o "Categorías de riesgo" que enumera en orden ascendente, siendo, por tanto, la de valor 1 la de menor riesgo y la de valor 4 la de mayor riesgo. Para cada Categoría de riesgo el método establecerá una propuesta de acción, indicando en cada caso la necesidad o no de rediseño de la postura y su urgencia.

Así pues, realizada la codificación, el método determina la Categoría de riesgo de cada postura, reflejo de la incomodidad que supone para el trabajador. Posteriormente, evalúa el riesgo o incomodidad para cada parte del cuerpo (espalda, brazos y piernas) asignando, en función de la frecuencia relativa de cada posición, una Categoría de riesgo de cada parte del cuerpo.

Finalmente, el análisis de las Categorías de riesgo calculadas para las posturas observadas y para las distintas partes del cuerpo, permitirá identificar las posturas y posiciones más críticas, así como las acciones correctivas necesarias para mejorar el puesto, definiendo, de esta forma, una guía de actuaciones para el rediseño de la tarea evaluada.¹⁶

2.6.1. Aplicación del método Owas

2.6.1.1. Codificación de las posturas observadas:

El método comienza con la recopilación, previa observación, de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante la realización de la tarea. El método asigna cuatro dígitos a cada postura observada en función de la posición de la espalda, los brazos, las piernas y de la carga soportada, configurando de este modo su código identificativo o "Código de postura".

¹⁶ ERGONAUTAS: COM. OWAS (Ovako Working Analysis System) [En línea] <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php> > [Citado en 04 julio de 2014].

Para aquellas observaciones divididas en fases, el método añade un quinto dígito al "Código de postura", dicho dígito determina la fase en la que ha sido observada la postura codificada.

Tabla 7. Tabla de Codificación de las posturas observadas

CODIFICACIÓN DE LAS POSTURAS OBSERVADAS				
Posición de Espalda	Posición de los Brazos	Posición de las Piernas	Carga	Fase

- **Posiciones de la espalda:** El primer miembro a codificar será la espalda. Para establecer el valor del dígito que lo representa se deberá determinar si la posición adoptada por la espalda es derecha, doblada, con giro o doblada con giro. El valor del primer dígito de "Código de postura" se obtendrá consultado la tabla que se muestra a continuación.

Tabla 8. Código de Postura Espalda

POSICIÓN DE LA ESPALDA		Primer código de postura
Espalda derecha		1
El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas		
Espalda doblada		2
Existe flexión del tronco. Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20°		
Espalda con giro		3
Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°		
Espalda doblada con giro		4
Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea.		

Tabla tomada de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>. Y adaptada por el autor

- **Posiciones de los Brazos:** Seguidamente, será analizada la posición de los brazos. El valor del segundo dígito del "Código de postura" será 1 si los dos brazos están bajos, 2 si uno está bajo y el otro elevado y, finalmente, 3 si los dos brazos están elevados, tal y como muestra la siguiente tabla de codificación.

Tabla 9. Código de Postura Brazos

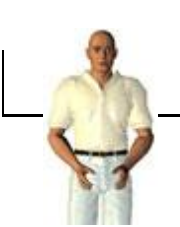
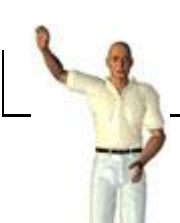
POSICIÓN DE LOS BRAZOS		Segundo código de postura
Los dos brazos bajos		1
Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros.		
Un brazo bajo y el otro elevado		2
Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros.		
Los dos brazos elevados		3
Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros.		

Tabla tomada de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>. Y adaptada por el autor

- **Posiciones de las piernas:** Con la codificación de la posición de las piernas, se completarán los tres primeros dígitos del "Código de postura" que identifican las partes del cuerpo analizadas por el método. La Tabla proporciona el valor del dígito asociado a las piernas, considerando como relevantes 7 posiciones diferentes.

Tabla 10. Código de Postura Piernas

POSICIÓN DE LAS PIERNAS		Tercer código de postura
Sentado		1
De pie con las dos piernas rectas con el peso equilibrado entre ambas		2
De pie con una pierna recta y la otra flexionada con el peso desequilibrado entre ambas		3
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas		4
Aunque el método no explicita a partir de qué ángulo se da esta circunstancia, puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.		
De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado entre ambas		5
Puede considerarse que ocurre para ángulos muslo-pantorrilla inferiores o iguales a 150° Ángulos mayores serán considerados piernas rectas.		
Arrodillado		6
El trabajador apoya una o las dos rodillas en el suelo.		
Andando		7

Tabla tomada de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>. Y adaptada por el autor

- **Cargas y fuerzas soportadas:** Se determinará el rango de cargas a evaluar, de entre los propuestos por el método, pertenece la que el trabajador levanta cuando adopta la postura. La consulta de la Tabla permitirá al evaluador asignar el cuarto dígito del código en configuración, finalizando en este punto la codificación de la postura para estudios de una sola tarea (evaluación simple).

Tabla 11. Código de Cargas y Fuerzas

Cargas y Fuerzas soportadas	Cuarto código de postura
Menos de 10 Kg	1
Entre 10 a 20 Kg	2
Entre 20 y 30 Kg	3
Mas de 40 Kg	4

Tabla tomada de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>. Y adaptada por el autor

- **Código de postura**

Identifica la fase en la que se ha observado la postura, por lo tanto, este valor sólo tendrá sentido para aquellas observaciones en la que por motivos de claridad y simplificación se decide dividir la tarea objeto de estudio en más de una fase, es decir, para evaluaciones de tipo "Multi-fase".

El método original, no establece valores concretos para el dígito de la fase, así pues, será el criterio del evaluador el que determine dichos valores. Los valores establecidos se distinguen en la tabla siguiente.

Tabla 12. Código de Postura

Fase	Quinto código de postura	
	Codificación alfanumérica	Codificación numérica
Transporte de rollos de polietileno	TRPE	1
Preparación de rollos de polietileno	PRPE	2
Montaje de rollos de polietileno	MRPE	3

Tabla tomada de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>. Y adaptada por el autor

- **Categorías de riesgo**

El método clasifica los diferentes códigos en cuatro niveles o categorías de riesgo. Cada Categoría de riesgo, a su vez, determina cuál es el posible efecto sobre el sistema músculo-esquelético del trabajador de cada postura recopilada, así como la acción correctiva a considerar en cada caso.

Tabla 13. Categorización del riesgo

Categoría del Riesgo	Efectos sobre el sistema	Acción correctiva
1	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas a corto plazo.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Tabla tomada de <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>. Y adaptada por el autor

- **Tabla de observación:**

En la tabla de observación se determinarán según las tablas anteriores la caracterización de cada postura en un límite de tiempo establecido según la clasificación de carga por colores y determinando las posturas más comprometidas según el operario y la sub tarea a realizar.

La evaluación por tarea y operario se hará según la Tabla 13. Modelo de análisis de la actividad por método Owas.

Tabla 14. Modelo de análisis de la actividad por método Owas

Análisis por método OWAS - Determinar fase de la tarea																																			
Línea temporal de la tarea OPERARIO UNO (determinar video o imágenes)																																			
Segundo	1	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102
Espalda	1	Evaluación según tablas anteriores y determinación de color por color																																	
	2																																		
	3																																		
	4																																		
Brazos	1	Evaluación según tablas anteriores y determinación de color por color																																	
	2																																		
	3																																		
Piernas	1	Evaluación según tablas anteriores y determinación de color por color																																	
	2																																		
	3																																		
	4																																		
	5																																		
	6																																		
Carga	1	Evaluación según tablas anteriores y determinación de color por color																																	
	2																																		
	3																																		
	4																																		

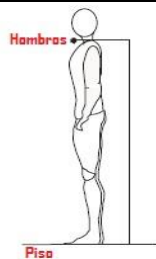
Tabla elaborada por el autor

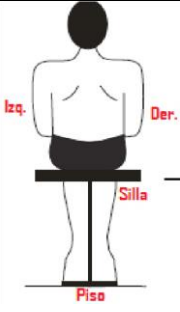
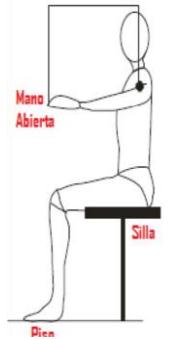
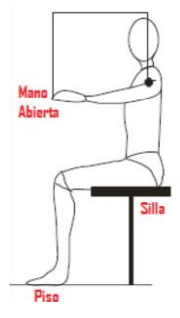
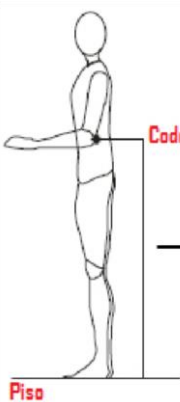
El fin del método será determinar las posturas más comprometidas en la ejecución de la tarea, las cuales se corregirán en la fase de diseño y en la comprobación se hará una comparación mediante este método para determinar si hay corrección de las mismas. Se tendrán en cuenta para la segunda prueba las mismas consideraciones anteriores.

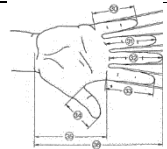
2.7. Antropometría

Los datos antropométricos a tener en cuenta en el desarrollo del proyecto se han consignado en la Tabla 14. Datos antropométricos aplicables al proceso de diseño, tomando como referencia el percentil 50 para hombres y mujeres entre 25 y 31 años.

Tabla 15. Datos antropométricos aplicables al proceso de diseño

CARACTERIS TICA DE DISEÑO	MEDIDA ANTROPOMETRICA	IMAGEN	MEDIDA EN cm Percentil 50
Este punto limita el borde superior de polígono de coordinación viso – manual para trabajo fino.	Altura del Hombro: Se registra en milímetros. Es la distancia vertical medida desde el suelo hasta el punto equidistante del cuello y el acromion. Se ubica la parte fija del antropómetro en el plano del suelo y la móvil en el punto descrito del hombro.		Hombres: 144,3 Mujeres: 102

Ancho del cargador	Anchura máxima del cuerpo: Se mide con el antropómetro, equipado con dos ramas rectas, en forma de compás de corredera y se anota en milímetros. Se registra estando el sujeto sentado, con los antebrazos en ángulo recto en relación con los brazos. La medida es la distancia entre los bordes más laterales entre los codos.		Hombres: 46,5 Mujeres: 42,4
Distancia hacia el frente a la cual pueden colocarse perillas, botones, displays.	Alcance de brazo frontal: Es la distancia horizontal desde el punto donde se cruzan los planos sagital y frontal en la cabeza, hasta la punta de los dedos, con los brazos extendidos lateralmente formando ángulo de 90° con el tronco y paralelos al plano frontal. Este punto cierra el polígono de coordinación viso - manual y determina la posición más distante hacia el frente, a la que deben colocarse perillas o botones en displays o los productos en operaciones de ensamblado ligero.		Hombres: 76,7 Mujeres: 69,2
Posición más anterior de perillas o controles.	Longitud codo-dedo medio: Es la distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el eje vertical que se produce en la mano con la mano extendida, cuando el individuo tiene su brazo extendido. El brazo extendido debe hacer ángulo de 90° con el tronco, en el sentido horizontal y en el vertical. Esta medida determina la colocación más anterior de palancas o volantes que requieran el uso de fuerza del operador. Para aquellos volantes que requieran de fuerza de par, la distancia debe ser más corta.		Hombres: 48,2 Mujeres: 42,3
Altura de apoyo del cargador	Altura del codo: Es la distancia vertical medida desde el suelo hasta la depresión del codo cuando el sujeto tiene el brazo paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo formando un ángulo de 90°. Se extiende la rama móvil del antropómetro hasta la depresión del codo, manteniéndola perpendicular al plano del suelo. Este punto limita el borde inferior del polígono de coordinación viso - manual, con importancia para la determinación de la altura de planos de trabajo. Si dicho plano implica la aplicación de fuerza mediante el apoyo del cuerpo, se recomienda situar su altura entre 5 y 7		Hombres: 110,3 Mujeres: 102

	centímetros por abajo del codo. Si el plano es para reposo (por ejemplo los brazos de un sillón) o para trabajo fino (por ejemplo escribir), se recomienda colocarlo a la altura del codo o ligeramente por arriba		
Angulo de Visión de pie	Altura de ojos: Se registra en milímetros. Se sitúa una regla u otro elemento de referencia, sobre el eje horizontal que pasa por el centro de la pupila. Se mide la distancia vertical entre la referencia utilizada con el eje antes descrito y el suelo, cuidando de mantener el instrumento vertical y paralelo al plano medio sagital del cuerpo. Esta altura determina el horizonte óptico de las personas en posición de pie.		Hombres: 162,3 Mujeres: 149,5
Altura trocánter mayor o cresta iliaca	Altura al trocánter mayor: es la altura del piso al punto trocánter, para el diseño se deberá tener en cuenta esta altura como la altura a la cual se instala un eje del portarrollo sin flexión de piernas.		Hombres: 90,4 Mujeres: 83,4
Ancho de la palma de la mano	Ancho palma de la mano: es la medida tomada desde la falange del dedo meñique y hasta la falange del dedo índice.		Hombres 8,6 Mujeres 7,5
Longitud de la mano	Longitud de la mano: es la medida tomada desde la muñeca y hasta el dedo más largo.		Hombres 18,5 Mujeres 17
Agarre de la mano	Diámetro de Agarre: es el diámetro que forma el agarre de la mano		Hombres: 13,8 Mujeres: 13

Medidas tomadas del Libro Datos Antropométricos para el Diseño¹⁷. Tabla Elaborada por el autor.

¹⁷ María Fernanda MARADEI G, Francisco M. ESPINEL C., Astrid A. PEÑA L. Datos antropométricos para el Diseño. Primera Edición. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Noviembre de

2.8. Descripción de los procesos de manufactura

Se ha tenido en cuenta los procesos productivos propios de la región de modo que en el diseño se contemplen como métodos de fabricación para reducir costos de manufactura del elemento según las características del mercado y de la industria que está interesada en su implementación.

El sector industrial en Santander así como en el resto del país es variado y se cuenta con diferentes procesos de fabricación para todo tipo de materias primas, en el caso de la industria de maquinaria y alimentos se tiene en cuenta el sector específico a intervenir y se destinan recursos y mano de obra capacitada en procesos de transformación de materiales como Mecanizado, soldado doblado de materiales metálicos, pulido inyección e incluso tratamientos de vanguardia como lo son el corte de material metálico por láser, electro erosionado y wáter jet o corte por agua. Describiremos los primordiales o más usados en la industria:

- **Mecanizado:** el mecanizado se ejecuta con el fin de obtener piezas de dimensiones y acabados requeridos, utilizando procesos de manufactura por arranque de viruta. El arranque de viruta consiste en arrancar de la pieza en bruto el material sobrante por medio de máquinas herramienta apropiada.¹⁸ Los aspectos fundamentales a tener en cuenta son: Material sobrante, Profundidad de corte, Velocidades de avance y de corte. El manejo de estas características logra la elaboración de gran variedad de formas y piezas de uso industrial con acabados inmejorable en todo tipo de materiales.
- **Doblado de chapa metálica:** El doblado es un proceso de conformado sin separación de material y con deformación plástica utilizado para dar forma a chapas. Se utiliza, normalmente, una prensa que cuenta con una matriz –si es con estampa ésta tendrá una forma determinada- y un punzón -que también puede tener forma- que realizará la presión sobre la chapa. En el proceso, el material situado a un lado del eje neutro se comprimirá –zona interior- y el situado en el lado opuesto –zona exterior- será traccionado como consecuencia de los esfuerzos aplicados. Esto provoca también un pequeño adelgazamiento en el codo de la chapa doblada, cosa que se acentúa en el centro de la chapa.

2009. Pág. 51 -56.

¹⁸INMOCOM. *Procesos de Mecanizado [en línea]* <
http://www.imocom.com.co/productos/metalmecanica/herramientas_para_procesos_de_mecanizado/procesos_de_mecanizado > [citado en 10 julio de 2014]

A consecuencia de este estado de tracción-compresión el material tenderá a una pequeña recuperación elástica. Por tanto, si queremos realizar un doblado tendremos que hacerlo en un valor superior al requerido para compensar dicha recuperación elástica. Otra posible solución es realizar un rebaje en la zona de compresión de la chapa, de esta forma aseguramos que toda la zona está siendo sometida a deformación plástica. También podría servir estirar la chapa así aseguramos que toda la zona supera el límite elástico.

Según el ángulo o la forma que queramos dar al doblado existen matrices que nos proporcionan la forma deseada.¹⁹

- **Procesos de soldadura y corte:** En la mayoría de los procesos de soldadura, se requiere la generación de altas temperaturas, para así poder fundir los metales a unir. El tipo de fuente calorífica se utiliza habitualmente como descripción básica del tipo de procedimiento, por ejemplo: soldadura por gas, soldadura al arco.

Uno de los problemas más importantes en soldadura, es que los metales reaccionan muy rápidamente con la atmósfera cuando sus temperaturas aumentan. El método de proteger el metal fundido del ataque de la atmósfera es la segunda característica más importante que diferencia un proceso de otro. Las diferentes técnicas comportan desde fluxes de recubrimiento, los cuales forman una escoria protectora, hasta una protección de gas inerte. En algunas ocasiones se elimina la atmósfera mediante vacío.

Algunos procedimientos han sido desarrollados para aplicaciones muy específicas, mientras que otros permanecen flexibles y cubren una amplia gama de actividades de soldadura. A pesar de que la soldadura básicamente se utiliza para unir metales similares e incluso disimilares, se utiliza cada vez más para reparar y reconstruir componentes desgastados o deteriorados.

Introducido por primera vez a finales del siglo XIX, el proceso de soldadura al arco aún permanece como el más ampliamente conocido y utilizado en las técnicas de soldaduras. Como su propio nombre indica, la fuente de calor es un arco eléctrico establecido entre las partes a soldar y un electrodo metálico. La energía eléctrica, transformada en calor, genera una temperatura en el arco de unos 7.000° C (10.000° F), haciendo que los metales se fundan y se unan.

El equipamiento puede variar en tamaño y complejidad, distinguiéndose entre los distintos tipos de protección del arco y los tipos de consumibles o materiales de aportación utilizados. Los procedimientos de soldadura al arco incluyen: Soldadura manual con electrodo –MMA -, Soldadura semiautomática con gas de protección –

¹⁹WIKIPEDIA. ORG. Doblado de chapa [En Línea] http://es.wikipedia.org/wiki/Doblado_de_chapa > [Citado en 25 de julio de 2014].

GMAW -, Soldadura TIG con gas de protección –GTAW -, Soldadura por arco sumergido – SAW.²⁰

- El pulido se utiliza Como tratamiento previo a los baños de Cobre-Níquel, et c. También es utilizado como terminación final en piezas de bronce, acero inoxidable, cobre aluminio o cualquier metal.

Tabla 16. Categorización de los tipos de pulido

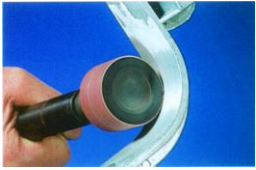
Pulido	Características
	El Pulido consiste en el desbaste realizado a través de discos de grano grueso a piezas metálicas, combinando diferentes tipos de abrasivos para producir una superficie razonablemente lisa y plana.
Alisado	Características
	El Alisado trata de la eliminación de las irregularidades superficiales del metal buscando la mayor uniformidad posible, se realiza utilizando diferentes tipos de grano a la vez que se hace mas fino.
Abrillantado	Características
	El abrillantado consiste en la remoción de pequeñas irregularidades y afinamiento de la superficie, este tipo de acabado es de gran calidad

Tabla elaborada por el Autor

Como protección final la pieza es sellada con una capa de LACA INCOLORA, que puede ser a la Piroxilina o Laca al Horno.

²⁰ESSAB España. Procedimientos de Soldadura y Corte [En Línea] <<http://www.esab.com/es/sp/education/procesos.cfm>>. [Citado en 25 de julio de 2014]

Acabados metalmecánicos:

Tabla 17. Acabados metálicos superficiales.

Pulido (Espejo.)	Características
	El pulido a espejo es un acabado superficial brillante de excelente calidad que se aplica principalmente a e acero Inoxidable o a el aluminio, aunque con el aso del tiempo puede ir perdiendo brillo a medida que el metal se oxida naturalmente.
Pulido (Satinado.)	Características
	El satinado es una acabado superficial metálico de carácter opaco o bruñido sin dejar d ser de buena calidad, su textura y apariencia es mejor a medida que se reduce el tipo y finura del grano de pulido. Este acabado es de carácter mas uniforme que el acabado a espejo a medida que se elabora.

Tabla elaborada por el Autor

- Pulido Espejo (Brillante).y Pulido Satinado (Opaco Bruñido). ²¹

2.9. Descripción de mecanismos de desplazamiento

Se han determinado cuales son los principales tipos de mecanismos de movimiento y desplazamiento que se pueden usar en el desarrollo del proyecto, ésta información es de vital importancia para determinar la aplicabilidad al diseño.

²¹QUIMICA PRATO Y CIA. LTDA Pulido de Metales [En Línea]
<<http://www.quimicaprato.cl/pulido.htm> > [Citado en 25 de Julio de 2014].

- **Tornillo sin fin - corona**

Este mecanismo permite transmitir el movimiento entre árboles que se cruzan, según se muestra en la figura. El árbol motor coincide siempre con el tornillo sin fin, que comunica el movimiento de giro a la rueda dentada que engrana con él, llamada corona. Una vuelta completa del tornillo provoca el avance de un diente de la corona. En ningún caso puede usarse la corona como rueda motriz. Puede observarse un tornillo sin fin en el interior de muchos contadores mecánicos.

Figura 8. Mecanismo de tornillo Sin fin

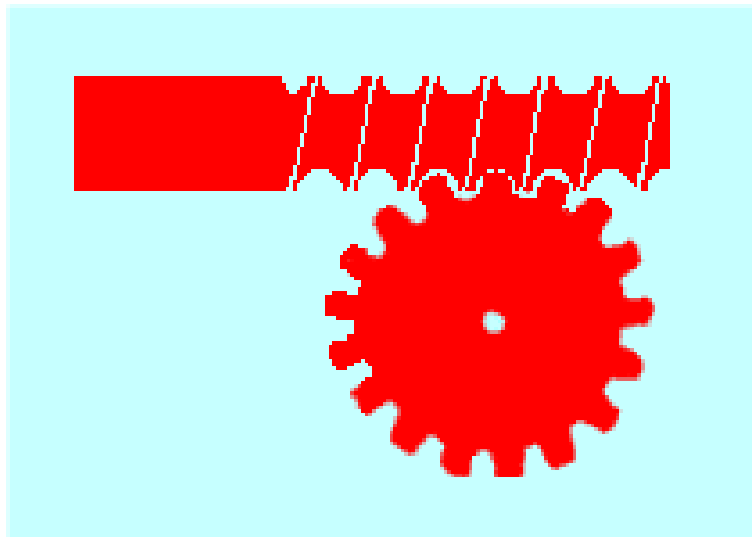


Imagen tomada de:

http://www.iesjosehierrogetafe.com/dep/tecnologia/mecanismos/tornillo_sin_fin.htm

Por cada vuelta de la corona, el tornillo completa tantas vueltas como número de dientes tenga la corona. Por lo tanto, la relación de transmisión del mecanismo es simplemente $i = 1 / d \text{ corona}$, donde i es la relación de transmisión y d es el número de dientes de la corona.

La relación de transmisión resulta ser inferior a la unidad, de manera que el mecanismo actúa siempre como reductor. Alternativamente, puede calcularse en función del diámetro primitivo de la corona y del paso de rosca del tornillo, definido como la distancia entre dos surcos consecutivos de la hélice.²²

²²IESJOSEHIERROGETAFE. Tornillo Sinfin Corona [En Línea] <
http://www.iesjosehierrogetafe.com/dep/tecnologia/mecanismos/tornillo_sin_fin.htm> Citado en 25
julio de 2014].

- **Actuadores lineales eléctricos.**

Los actuadores eléctricos son una solución muy práctica dado que el carro está diseñado para las diferentes aplicaciones, la desventaja competitiva más clara es el precio de compra de estos productos, uno de los principales proveedores en Festo, las características de estos actuadores se relacionan en el Anexo A. Características de los actuadores Eléctricos Festo.²³

Figura 9. Composición de un Actuador lineal eléctrico

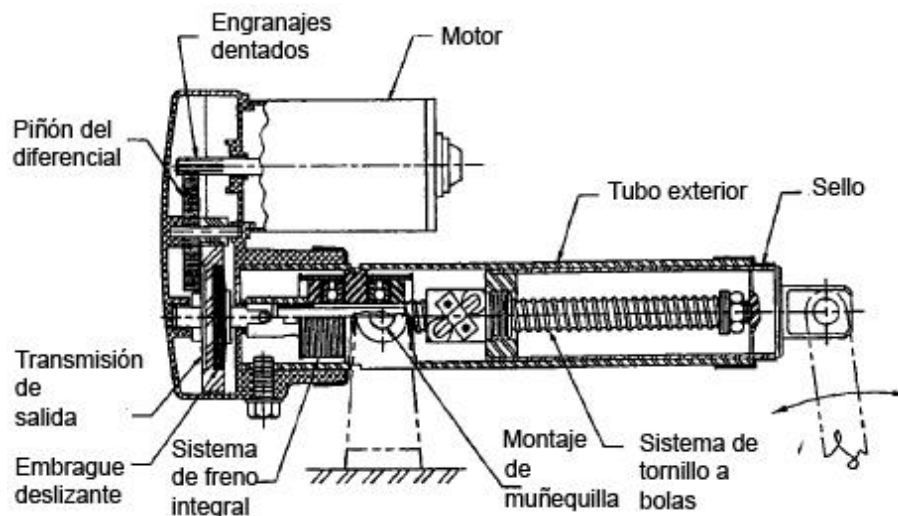


Imagen tomada de; http://www.tecnoficio.com/electricidad/velocidad_de_motores_electricos4.php

- **Transmisión por poleas y polipastos**

Es una combinación de poleas fijas y móviles recorridas por una sola cuerda que tiene uno de sus extremos anclado a un punto fijo.

Los elementos técnicos del sistema son los siguientes:

La polea fija tiene por misión modificar la dirección de la fuerza (potencia) que ejercemos sobre la cuerda. El hecho de ejercer la potencia en sentido descendente facilita la elevación de cargas, pues podemos ayudarnos de nuestro propio peso.

²³FESTO.COM. Actuadores lineales Electromagnéticos [En Línea]
<http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/17299/Electric_Linear_drives_es.pdf> [Citado de 12 de julio de 2014].

- La polea móvil tiene por misión proporcionar ganancia mecánica al sistema. Por regla general, cada polea móvil nos proporciona una ganancia igual a 2.
- La cuerda (cable) transmite las fuerzas entre los diferentes elementos. Su resistencia a la tracción ha de estar en función del valor de la resistencia y de la ganancia mecánica del sistema, que a su vez depende del número de poleas móviles y de su combinación con las fijas. Como se muestra en la figura.

Figura 10. Mecanismo de Poleas y Polipastos

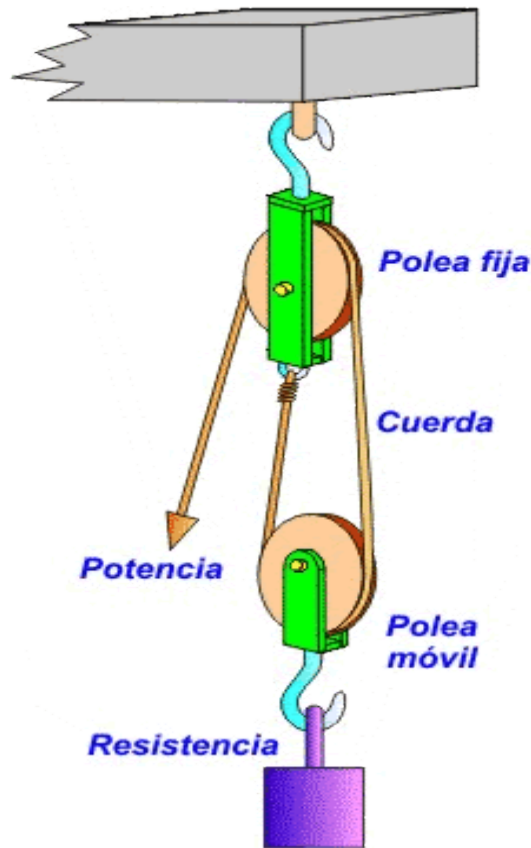


Imagen tomada de:

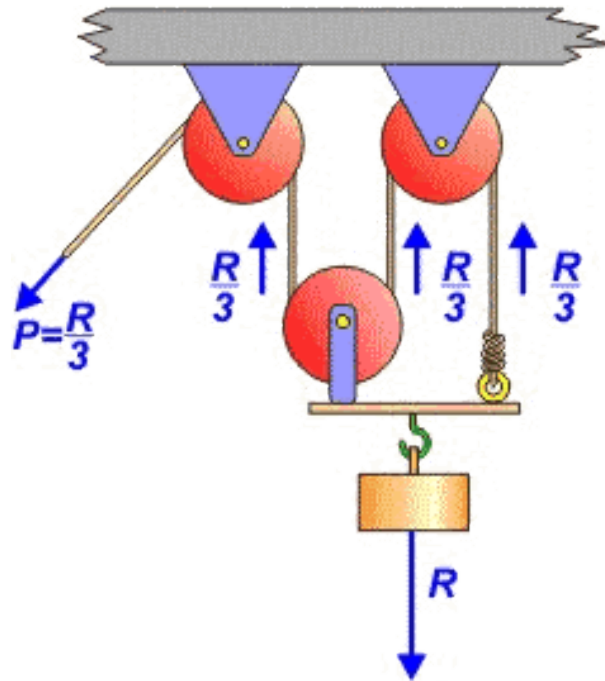
http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_polipasto.htm

En este mecanismo la ganancia mecánica y el desplazamiento de la carga van en función inversa: cuanto mayor sea la ganancia conseguida menor será el desplazamiento.

Se emplea en la elevación o movimiento de cargas siempre que queramos realizar un esfuerzo menor que el que tendríamos que hacer levantando a pulso el objeto.

La ganancia de cada sistema depende de la combinación realizada con las poleas fijas y móviles, por ejemplo, podremos obtener ganancias 2, 3 o 4 según empleemos una polea fija y una móvil, dos fijas y una móvil o una fija y dos móviles respectivamente.

Figura 11. Sistema de Ganancia de fuerza sistema de Poleas y Polipastos



Tomada de: http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_polipasto.htm

Este sistema tiene el inconveniente de que la distancia a la que puede elevarse un objeto depende de la distancia entre poleas (normalmente entre las dos primeras poleas, la fija y la primera móvil). Para solucionarlo se recurre a mecanismos en los que varias poleas fijas y móviles acoplados respectivamente en ejes comunes, son recorridos por la misma cuerda.

- **Transmisión por cadenas**

Este tipo de transmisiones trabaja de acuerdo con el principio de engranaje. La transmisión por cadena consta de la rueda de cadena conductora, de la rueda conducida y de la cadena que abraza las ruedas y engrana con sus dientes, como se muestra en la figura.

Figura 12. Mecanismo de transmisión por cadena

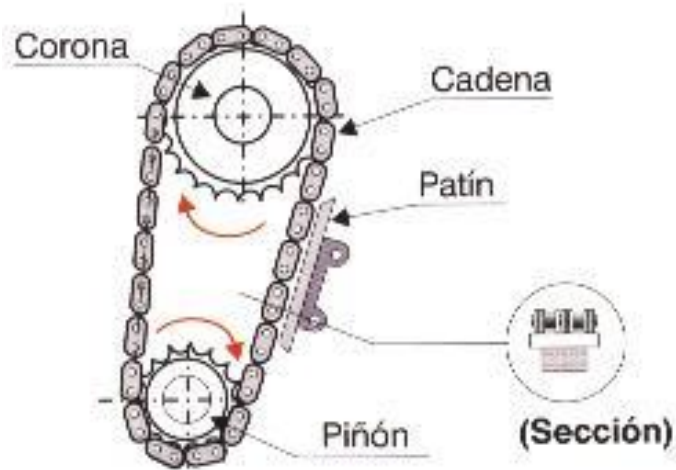


Imagen tomada de:

http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/mecanica/maquinas_y_circuitos/cadena.htm

Aplicación

Las transmisiones por cadena se emplean en las máquinas de transporte (motocicletas, bicicletas, automóviles, transportadores); en las máquinas motrices (agrícolas, perforadoras petrolíferas); en los accionamientos de las máquinas-herramientas y otras máquinas.

Ventajas

Posibilidad de emplearlo dentro de una gama notable de distancia entre ejes.

Dimensiones exteriores menores que las de las transmisiones por correas.

Ausencias de deslizamiento

Alto rendimiento del 0.98

Fuerzas pequeña actuantes sobre los árboles, ya que no necesitan una lata tensión inicial

Posibilidad de transmitir el movimiento a varias estrellas.

Clasificación

Según su aplicación

Cadenas de carga: sirven para suspender, elevar y bajar cargas, se emplean predominantemente en las máquinas elevadoras de cargas, trabajan con bajas velocidades (hasta 0,25 m/s) y grandes cargas. Se hacen de eslabones redondos o de bridas sencillas.

Cadenas de tracción: sirven para mover cargas en las máquinas transportadoras, trabajan con velocidades medias (hasta 2 – 4 m/s). Se componen de bridas de forma sencilla y ejes con casquillos o sin estos. Se emplean también cadenas abiertas (vaucanson) con eslabones estampados.

Cadenas impulsoras: sirven para transmitir la energía mecánica de un árbol a otro, trabajan con grandes velocidades; se ejecutan con pasos menores, para reducir las cargas dinámicas, y con pasadores resistentes al desgaste.

Parámetros principales

- La potencia
- La velocidad de las cadenas y de rotación de las ruedas.
- La relación de transmisión
- Número de dientes de las ruedas
- El paso de la cadena

Otras características de este mecanismo se encuentran consignadas en el Anexo B. Mecanismo de Cadena.²⁴

2.10. Centralización de los elementos de diseño

Una vez realizado los primeros análisis de la fase teórica iremos determinando las características o requerimientos que el elemento cargador podría integrar en su forma y su función. Se llevará a cabo una clasificación según su aspecto técnico, humano, formal-estético y expresivo-formal con el fin de evaluar y determinar su importancia y valor

²⁴FERRO. Cadenas de Trasmisión [En Línea]
<http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/3_anio/mecanica_electrica/CADENAS_DE_TRANSMISION.pdf> [Citado en 26 d Julio de 2014].

2.11. QFD

A fin de abarcar todos los requerimientos obtenidos y direccionar el proceso de diseño, usaremos el QFD (Despliegue de la función calidad), y sus ventajas como una matriz de relaciones para determinar el punto de partida, de la fase analítica, a la fase creativa.

El QFD permite dar una definición clara al desarrollo del diseño produciendo un punto de enfoque rápido y guía al diseñador en sus fases siguientes. Por lo tanto, el QFD se usará siguiendo el método tradicional que se basa en las necesidades del cliente para desarrollar una nueva estrategia en el desarrollo de productos y realizando una comparación con los demás productos que pueden usarse para nuestra aplicación en el mercado.

Figura 13. Partes de un QFD de requerimientos



Documento matriz facilitado en clase de fundamentos de diseño mecatrónico por el Profesor Luis Eduardo Bautista y adaptado por el Autor

Teniendo como base la figura 8 se explican las partes del diagrama:

- **Requerimientos de usuario:** como su nombre lo indica hace referencia a lo que quiere o necesita el cliente, o más bien, que requiere el operario para el elemento ideal.
- **Requerimientos técnicos:** estos requerimientos son aquellos con los cuales el diseñador proponemos mejoras en relación a aplicaciones técnicas dispuestas a satisfacer los que el usuario propone.
- **Relación entre requerimiento de usuario y técnicos:** En sí es la matriz donde se establece el grado de afinidad (Ga) que existe entre una variable y un requerimiento. Se clasifica según la escala numérica de la tabla

Tabla 18. Correlaciones de la Matriz QFD

RELACIONES	Símbolo	Valor (Ga)	Descripción
Fuerte Correlación	●	9	Este valor se da si existe una afinidad o influencia fuerte entre el requerimiento y la variable
Existe Correlación	○	3	Este valor se da si existe una afinidad media entre el requerimiento y la variable
Posible Correlación	▽	1	Este valor se da si la afinidad es débil entre el requerimiento y la variable

http://www.qfdlat.com/Herramientas_QFD/herramientas_qfd.html, adaptado por el Autor

- **Correlaciones:** Entre las mismas variables que se establecen pueden haber relaciones en mayor (+) o menor (-) medida. Esta relación no tiene una valoración numérica, pero se tiene en cuenta al establecer su grado de afinidad en la matriz.
- **Dirección de la Mejora:** Como lo dice su nombre es hacia donde buscamos que exista mejoras en relación a características que sean fácilmente comparables siendo máxima (▲), Objetiva (○) o mínima (▼).
- Para cada requerimiento se establece un *valor de desempeño (Vd)* y para cada variable un valor que determina *el nivel de dificultad (Nd)*. Estos valores se representan con una escala numérica que va de 1 a 5, donde 1 es el nivel más bajo y 5 el más alto.

- Valoración de desempeño: Se determina calculando la importancia absoluta y la importancia relativa del requerimiento con respecto al peso relativo.

$$\text{Importancia absoluta de cada requerimiento} = \sum (Vd \times Ga)$$

$$\text{Importancia relativa (\%)} = \frac{\text{Importancia absoluta de cada requerimiento}}{\sum \text{Importancia absoluta de todos los requerimientos}}$$

- Valoración Metodológica: Se determina calculando la importancia absoluta y la importancia relativa de la variable con respecto a su nivel de dificultad.

$$\text{Importancia absoluta de cada variable} = \sum (Nd \times Ga)$$

$$\text{Importancia relativa (\%)} = \frac{\text{Importancia absoluta de cada variable}}{\sum \text{Importancia absoluta de todas las variables}}$$

Por medio de los porcentajes dados por la importancia relativa, puede ser visible la importancia de cada variable y requerimiento por medio de un gráfico, ya sea de barras o lineal, y permite establecer aquellos requerimientos que serán parámetros en el proceso de diseño.

- Evaluación técnico competitiva. Es una comparación entre nuestro producto respecto a 4 productos similares presentes en el Mercado donde se le da un valor entre 1 y 5 comparando los objetivos y requerimientos que cumplen o tienen en común, siendo el número 1 la calificación más baja y 5 la más alta; las características se evidencian a través de una gráfica de productos.
- Evaluación competitiva del cliente. Es una comparación de nuestro producto con producto respecto a 4 productos similares presentes en el Mercado donde se le da un valor entre 1 y 5 comparando los requerimientos planteados por el cliente, siendo el número 1 la calificación más baja y 5 la más alta, los resultados se evidencian en una gráfica de comparación.

Se establecerán cuáles serán los alcances de los mismos, es decir, hasta qué punto se puede llegar y que recursos pueden ser necesarios a la hora de diseñar el cargador y establecer una mejor relación de este con el entorno de trabajo. Estas decisiones se deben tomar basados en los resultados y deberán ser resueltos todos los requerimientos en la fase de diseño.

2.12. Bocetación

Este es el punto clave entre la fase analítica a la creativa. Los requerimientos seleccionados pasan a ser parámetros, y es necesario establecer estrategias de diseño que puedan permitir el desarrollo de los mismos a un nivel visual y apreciativo.

Aprovechando las propiedades del dibujo como un lenguaje universal, la bocetación comienza con una técnica de dibujo donde se contemplan los requerimientos principales de la fase analítica y se condensan en un modelo preliminar que contempla a través de alternativas la forma en que se da solución al problema. Así mismo con la contemplación de los diferentes mecanismos estudiados a la solución del problema, el objetivo es generar una idea o dos ideas preliminares que permitan cumplir con los parámetros de diseño ya demarcados. Se hará una evaluación de las alternativas bocetadas por medio de una heurística donde se determinará cuál es la mejor idea y esta se mejorará en la fase siguiente.

2.13. CAD

Una vez aprobada la, o las alternativas, se procede a realizar un diseño detallado de las mismas por medio de un software de modelado 3D, en este caso Solid Edge; donde se detalla su estructura y las propiedades de sus materiales y elementos de unión, a fin de realizar pruebas de simulación de elementos finitos bajo índices de fuerza que se establecen según requerimientos de las actividades y objetos que se manipulan en el mismo.

De las simulaciones realizadas se establecerán puntos de mejora, arreglos correctivos, e integración de elementos, rediseños que deben ser debatidos según consideraciones del diseñador y del usuario para determinar mejoras y determinar los planos de fabricación del modelo.

2.14. CONSTRUCCION DEL MODELO FUNCIONAL

Se certifica la aprobación del modelo a fabricar según la fase anterior, se generarán los planos constructivos y se establecerán los procesos de fabricación, se contara como evidencia de este proceso un material fotográfico del proceso y un diagrama esquemático de cómo se llegó a la construcción del modelo.

2.15. COMPROBACIONES

Una vez construido el modelo funcional se harán dos tipos de pruebas, una de uso y una técnica. La prueba técnica pretenderá concluir si los requerimientos de ésta área planteados fueron cumplidos, se hará una tabla de chequeo y mediante evaluación heurística se calificará el nivel de cumplimiento de cada requerimiento de modo que se pueda concluir cuantitativamente si se ha concluido con éxito el desarrollo del proyecto.

La prueba de uso pretenderá evaluar el proceso de ejecución de la tarea con el cargador y determinar si existen posturas comprometidas dentro del mismo, se hará una comparación cualitativa con el primer Owas aplicado en la fase analítica y se determinaran las mejoras al proceso, de forma que se tenga una idea más clara de cómo se ha mejorado la condición de trabajo del operario en la ejecución de la actividad.

3. FASE ANALITICA

3.1. Estudio de las Máquinas enfardadoras

Según el formato diseñado se estudian las diferentes enfardadoras presentes en el mercado.

A continuación se relacionan las principales marcas del mercado y sus principales características.

3.1.1. Enfardadora Vertical INDUMAK

Figura 14 Máquina Enfardadora Indumak



Tomada de: <http://www.envapack.com/enfardadoras-verticales-indumak/>

Las enfardadoras Indumak, son máquinas automáticas que permiten agrupar bols as individuales bien sea tipo almohada, con fuelle o tipo ladrillo provenientes de un a o dos máquinas verticales automáticas. Los fardos pueden ser agrupaciones de paquetes en una, dos o tres columnas o Desordenados²⁵.

Esta operación permite la automatización uniendo velocidad, calidad y practicidad cambiando rápidamente la inversión inicial en beneficios.

²⁵ ENVAPACK. Enfardadoras verticales Indumak [en línea] < <http://www.envapack.com/enfardadoras-verticales-indumak/> > [citado en 12 de junio de 2014].

Tabla 19. Características Máquina Indumak

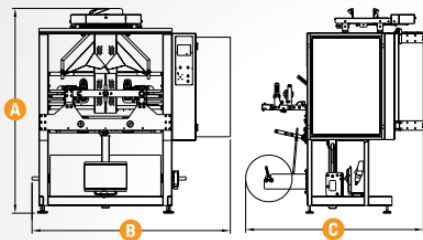
FORMATO CARACTERISTICAS MAQUINA INDUMAK						
Referencia:	MK 30	Tipo:	Enfardadora Vertical de productos líquidos			Imagen:
País Fabricante:	BRASIL		Versión:	MK 30 Indumak		
Medidas Máquina	Alto	1950 mm	Características del Portarrollos			
	Ancho	1743 mm				
	Profundo	1560 mm				
Portarrollos:						
Posición:	Alto	El portarrollo contempla una varilla roscada de Diámetro = 1-1/2" y 1800mm de longitud, la cual auto centra el rollo con dos manzanas cónicas				
	450 mm					
Tipo de Rollo	Diámetro	Mínimo 340 mm Máximo 400 mm	Imagen			Las diferentes presentaciones de producto utilizadas en el Sixpack determinan el Ancho del rollo a usar ya que tiene relación directa con el tamaño del fardo y el calibre con el peso
Utiliza Rollo de Polietileno Coextruido impreso a una cara, con variación de calibre entre 2 y 4.	Longitud	Mínimo 600 mm Máximo 800 mm				
	Peso	Mínimo 35 Kg Máximo 39 Kg				
Anotaciones:	El fraccionamiento de la película es realizado por cintas de arrastre, además de eso posee el control de velocidad variable para diferentes presentaciones. La concepción de la maquina según su fabricante fue realizada para tener un fácil acceso a las partes de la máquina, facilitando el mantenimiento, conservación y limpieza del equipo.					Imagen tomada de: < http://www.indumak.com/es/productos/detalhes/enfardadeira/MK30#0? >
Ventajas				Desventajas		
* Posibilidad de cambio de cuello para enfardado de diferentes tipos de producto.				* El porta rollo tiene un canal que esta ajustado para su eje de funcionamiento normal el cual lo hace difícil de reemplazar en caso de daños		
* Poca cantidad de mecanismos lo cual la hace económica y de poco peso.				* Sistemas Fijos con excepción del cuello formador del plástico		
*Sistema neumático en seco, no necesita lubricación						
*Certificación Europea.						



Imagen tomada de:
<<http://www.indumak.com/es/productos/detalhes/enfardadeira/MK30#0?>>>

Tabla Elaborada por el Autor.

3.1.2. Enfardadora RAUMAK MULTIBALER 300

Figura 15. Máquina Enfardadora Raumak



Tomada de: <http://www.raumak.com.br/es/produtos/24>

La enfardadora Multi Baler 300 es una maquina automática que posibilita mayor control sobre el proceso productivo y, dependiendo del volumen, es capaz de recibir productos de dos envasadoras simultáneamente.

Raumak es la pionera en la fabricación de enfardado, deteniendo así, la pose de la Carta Patente Industrial de este equipo²⁶.

²⁶ Raumak star Machine. Multi valer 300 [en línea] < <http://www.raumak.com.br/es/produtos/24> > [citado en 15 junio de 2014].

Tabla 20. Características Máquina Raumak Multi Baler 300

FORMATO CARACTERISTICAS MAQUINA RAUMAK							
Referencia:	Multibaler	Tipo:	Enfardadora Vertical de productos líquidos			Imagen:	
País Fabricante:	BRASIL		Versión:	300 H Multibaler		 Imagen tomada de: <http://www.raumak.com.br/es/productos/24>	
Medidas Máquina	Alto	2010 mm	Características del Portarrollo				
	Ancho	1913 mm					
	Profundo	1620 mm					
Portarrollo:	Eje de dos pulgadas compuesto por un par de Manzanas cónicas que presionan el Núcleo de cartón del rollo y es fijado por presión, posee freno integrado debido al halado de el polietileno						
Posición:	Alto	El portarrollo es un rodillo compuesto sin motor, este eje móvil de gran tamaño desenrollan el plástico según características de halado del plástico según programación y tipo de producto.					
	450 mm						
Tipo de Rollo	Diámetro	Mínimo 330 mm Máximo 360 mm		Las diferentes presentaciones de producto utilizadas en el Sixpack determinan el ancho del rollo a usar ya que tiene relación directa con el tamaño del fardo y el calibre con el peso			
Utiliza Rollo de Polietileno Coextruido impreso a una cara, con variación de calibre entre 2 y 4.	Longitud	Mínimo 650 mm Máximo 850 mm					
	Peso	Mínimo 32 Kg Máximo 40 Kg					
Anotaciones:	La Multibaler 300 es una enfardadora Automática que posibilita mayor control sobre procesos productivos y depende de los volúmenes de producto logrando recibir producto de dos máquinas envasadoras simultáneamente.						
Ventajas				Desventajas			
* Sellado horizontal liso auxiliar				* Estructura de Acero al Carbono SAE 1020 con tratamiento especial y Antioxidante.			
* Conjunto formador de fardos extraíble y cambiabile				* Pintado Electrostáticamente.			
* Sistema neumático en seco , no necesita lubricación.				* Sistema de Control Abre-Cierre Fijo.			
* Posee la carta de patente mas actual en este tipo de equipos							
* Sistema Abre-Cierre con bujes en seco.							
* Sistema fechador incluido							
* Certificación Europea							

Taba Elaborada por el Autor

3.1.3. Enfardadora para líquidos TECNOTOK

Figura 16. Máquina Enfardadora Tecnotok



Tomada de: http://tecnotok.com/site/enfardadeira_liquidos.php?cod_idioma=3

Diseñada para el enfardamiento automático de leche, agua, yogurt y productos similares, es una máquina de alto valor agregado, con la mejor productividad y flexibilidad para los productos. Este equipo está construido en acero inoxidable, el cual es apto para trabajar con más de una máquina envasadora, optimizando recursos con la agilidad y la precisión que sus productos necesitan para atender, con calidad y confianza las exigencias del mercado.

Posee Accesorios opcionales, como un tubo formador y cuello ajustables, desbobinador sin necesidad de eje central, sistema de cierre y soldadura rápida para cambiar la bobina, disminuyendo substancialmente el tiempo de parada de su línea de producción²⁷.

²⁷ TECNOTOK. Enfardadora para Líquidos [en línea] <http://tecnotok.com/site/enfardadeira_liquidos.php?cod_idioma=3> [citado en 15 junio de 2014].

Tabla 21. Características Máquina Tecnotok

FORMATO CARACTERISTICAS MAQUINA TECNOTOK						
Referencia:	Enfardadora	Tipo:	Enfardadora Vertical de productos líquidos		Imagen:	
País Fabricante:	BRASIL		Versión:			
Medidas Máquina	Alto	1980 mm	Características del Portarrollo 			
	Ancho	1825 mm				
	Profundo	1675 mm				
Portarrollo:	Bobina de P.E de fácil instalación que no posee eje central, el ajuste de el rollo se realiza a través de guías laterales que ajustan y centran de manera rápida el rollo y este es controlado por variador desde el PLC					
Posición:	Alto	El desbobinador Flex contempla una pareja de ejes de gran dimensión en la cual se usan dos guías o aletas para centrar y ajustar el rollo				
	500 mm					
Tipo de Rollo	Diámetro	Mínimo 300 mm Máximo 360 mm	Imagen 	El fardo es construido de acuerdo con la presentación a usar en la maquina presentando sellados simples con corte integrado por presión.		
Utiliza Rollo de Polietileno Tricapa Coextruido impreso a una cara, con variación de calibre entre 2 y 4.	Longitud	Mínimo 710 mm Máximo 900 mm				
	Peso	Mínimo 37 Kg Máximo 39 Kg				
Anotaciones:	Diseñada para el enfardamiento automático de leche, agua, yogurt y similares; es una máquina con desbobinado controlado desde el PLC , con capacidad variable, su funcionamiento es mecánico asistido por servomotor para mayor control de movimiento.					
Ventajas				Desventajas		
* Construcción en Acero Inoxidable.				* Accesorios adicionales dependiendo de el tipo de presentación.		
* Desbobinadora sin eje central				* Ajuste de Cuellos y Tubos formadores de forma Independiente		
* Sistema de sellado por soldadura rápida y corte por Presión.				* Lubricación Mecánica a través de grasa.		



Imagen tomada de:
<http://tecnotok.com/site/enfardadeira_liquidos.php?cod_idioma=3>.



Imagen tomada de:
<http://tecnotok.com/site/enfardadeira_liquidos.php?cod_idioma=3>.

Tabla Elaborada por el Autor

3.1.4. Máquina de enfardado Solpak.

Figura 17. Máquina Enfardadora Solpak



Fotografía tomada de < <http://www.solpak.com.co> >

La máquina enfardadora automática Solpak realiza un sobre-envoltura en bolsas de 1000 ml utilizando materiales de empaque flexibles pre impreso. La máquina tiene la capacidad de operar en línea con una máquina llenadora de forma sincronizada²⁸.

²⁸ SOLPACK. Maquina RU enfardadora automática de bolsas [en Línea] <http://www.solpak.com.co/sitespk/> > [citado en 16 de junio de 2014].

Tabla 22. Características Máquina Solpack

FORMATO CARACTERISTICAS MAQUINA SOLPACK							
Referencia:	RU	Tipo:	Enfardadora vertical de productos líquidos			Imagen:	
País Fabricante:	COLOMBIA		Versión:	RU		 Imagen tomada de: <http://www.envapack.com/solpak-s-a-innovacion-en-maquinas-empacadoras/>	
Medidas Máquina	Alto	2050 mm	Características del Portarrollo				
	Ancho	1800 mm					
	Profundo	1350 mm					
Portarrollo:	El portarrollo es un sistema de desbobinado de velocidad variable que consiste en el apoyo del rollo sobre dos tubos sincronizados por un tren de engranajes						
Posición:	Alto	El portarrollo permite un montaje del rollo de forma rápida debido a no poseer un eje central y su alineado de forma manual por medio de guías de plástico que se deslizan en uno de sus ejes.					
	450 mm						
Tipo de Rollo	Diámetro	Mínimo 300 mm Máximo 400 mm		El reempaque del producto no tiene un orden en el manejo o disposición en la bolsa solo se depositan por gravedad para luego ser enfardadas, esta máquina posibilita el enfardado con agarradera.			
Utiliza Rollo de Polietileno Coextruido impreso a una cara, con variación de calibre entre 2 y 4.	Longitud	Mínimo 550 mm Máximo 820 mm					
	Peso	Mínimo 33 Kg Máximo 39 Kg					
Anotaciones:	El traccionamiento de la película es realizado por cintas de arraste, además de eso posee el control de velocidad variable para diferentes presentaciones. La concepción de la máquina se basa en la menor cantidad de partes y sistemas para una mejor intervención al momento de realizar los ajustes de la máquina de acuerdo ala presentación y reducir el mantenimiento.						
Ventajas			Desventajas				
* Máquina sincronizada completamente en línea con la máquina empacadora			* Los desarrollos de maquinaria solpack son de excelente calidad y bajo costo pero se especializan en productos sólidos y presentaciones líquidas específicas como el empaque de yogurt y Avena				
* Sellos de calidad en la bolsa.							
* Flexibilidad en los formatos a empacar (desde 100 hasta 1100 c.c.)							

Tabla Elaborada por el Autor

3.1.5. Máquina de Enfardado Bagger Essi

Figura 18. Bagger Essi



Fotografía Tomada por el Autor.

ESSI Bagger es una máquina de sellado de película vertical que se especializa en el re-empaque de Sachet de peso y dimensión específicos en un único “paquete” de seis unidades que se denomina comercialmente como sixpack. Esta máquina agrupa los Sachet de forma vertical, haciéndola completamente diferente a los modelos de otras marcas presentes en el mercado. Su funcionamiento básico es recibir las 6 bolsas, distribuir las y guiarlas verticalmente por un tubo formador hasta el sellado horizontal, donde se encuentran con el film plástico que las contiene y es sellado para obtener como resultado un sixpack con agarradera y con la opción de impresión térmica del logo de la empresa.²⁹

²⁹ ENTREVISTA con Equipo de Trabajo del Departamento de Diseño, Desarrollo e Innovación, Empresa Essi Sas, Bucaramanga. 19 de Junio 2014

Tabla 23. Características Bagger Essi

FORMATO CARACTERISTICAS MAQUINA BAGGER						
Referencia:	O812	Tipo:	Enfardadora Horizontal de productos líquidos			Imagen:
País Fabricante:	COLOMBIA		Versión:	V-01		
Medidas Máquina	Alto	2750 mm	Características del Portarrollo			
	Ancho	1920 mm				
	Profundo	1320 mm				
Portarrollo:	Portarrollo de ajuste Neumático por presión de aire y controlado a través de un eje central, el es controlado por programación de des bobinado desde PLC.					
Posición:	Alto	De fácil montaje ya que esta diseñado para solo apoyarse y el sistema se ajusta automáticamente en una manzana de engranaje accionada mediante presión de aire.				
	580 mm					
Tipo de Rollo	Diámetro	Mínimo 310 mm Máximo 400 mm		Fardo de tipo horizontal para seis bolsas de productos en presentación de 900ml o superior con agarradera, ésta con posibilidad de grabado térmico		
Utiliza Rollo de Polietileno Coextruido Tricapa impreso a una cara, con variación de calibre entre 2 y 4.	Longitud	Mínimo 800 mm Máximo 1050 mm				
	Peso	Mínimo 39 Kg Máximo 49 Kg				
Anotaciones:	El Arrastre de la película es realizado por un Motor que posee control de velocidad variable para diferentes presentaciones. La concepción de la maquina según su fabricante fue realizada para tener un fácil acceso a las partes de la máquina, facilitando el mantenimiento, conservación y limpieza del equipo debido ala modularidad de su ensamblaje.					
Ventajas				Desventajas		
* Posibilidad de fardos con diferente tipo de agarre según presentación.				* Peso considerable en los elementos del manipulación debido a su función.		
* Facilidad de Mantenimiento				*cuello de formado de fardo Independiente para cada presentación.		
* Eje de porta bobinas de ajuste Automático						

Tabla Elaborada por el Autor

3.1.6. Conclusiones análisis de las Máquinas Enfardadoras.

La maquinaria para realizar procesos de reempaque o enfardadoras que se usa en Colombia posee características físicas muy similares entre todas las marcas, debido a esto observamos que las dimensiones generales están entre los 1900 a 2800 mm de altura; con anchos entre 1800 a 1950 mm y profundidades entre los 1300 a 1550 mm de longitud.

Presenta opciones para los clientes ante la forma de instalación de los rollos ya sea con ejes centrales o sin ellos; se ha determinado que la altura del eje del portarrollo oscila entre los 450 y 580 mm, medida referenciada desde el plano horizontal del suelo.

Se observa también que las dimensiones máximas en las bobinas de polietileno usadas no superan los 400 mm de diámetro con longitudes entre los 600 y 1050 mm de longitud.

Debido a la longitud y diámetro de la bobina de polietileno entra un factor más a afectar directamente el peso de trabajo y es el calibre de film plástico, dependiendo el tipo que se utilice para el re-empaque del producto “calibre entre 2 a 4”, los pesos máximos de bobina a utilizar están en los 50 kg.

El 40% de la maquinaria de enfardado posee rodillos de des bobinado los cuales no hacen uso de un eje central para efectuar la tarea, esta característica hace que se deba tener en cuenta en nuestro proyecto una alternativa en la instalación de los rollos mediante el uso de eje central, en cuyo caso se deberá considerar el peso del eje en el cálculo del peso a soportar por el cargador; aunque como ya se estudió en el análisis el cargador debe permitir la instalación de los rollos de polietileno para cualquiera de las máquinas presentes en el mercado.

Tabla 24. Requerimientos para rollos y montaje en enfardadoras

MAQUINAS ENFARDADORAS	
CARACTERISTICA O REQUERIMIENTO A TENER EN CUENTA	CLASIFICACION
Altura de elevación del rollo entre 450 y 580 mm (Vertical)	Requerimiento Técnico
Diámetro máximo de bobina 400 mm	Requerimiento Técnico
Longitud de bobina entre 600 y 1050 mm	Requerimiento Técnico
destinado al uso de bobinas entre 2 a 4" de calibre	Característica
Bobina máximo de 50 Kg	Requerimiento Técnico
40% maquinas usan rodillos de des bobinado, 60% je de Montaje y Alineación	Requerimiento Técnico

Tabla realizada por el Autor

3.2. Características del rollo de polietileno

3.2.1. Características Generales

Las láminas de polietileno, popularmente llamadas hojas de plástico, tienen aplicaciones en casi cualquier campo que puedas imaginar, incluyendo elaboración de alimentos, medicina, electrónica e impresión. También se utilizan como envoltura en todo tipo de envases. La universalidad de sus aplicaciones se debe a sus propiedades mecánicas, eléctricas, térmicas y ópticas, que son versátiles y flexibles. Su espesor, transparencia y colores varían; y su resistencia eléctrica y sus propiedades térmicas pueden alterarse para satisfacer las necesidades de casi cualquier industria. Las láminas de plástico prácticamente envuelven al mundo en estos días.³⁰

En la industria en contexto se usan rollos de polietileno comercial y coextruido, cuyas características se enumeran en la tabla siguiente.

³⁰EHOWENESPAÑOL. Educación y Ciencia [en Línea]. <
http://www.ehowenespanol.com/propiedades-laminas-polietileno-info_367811/ > [citado en 20 junio 2014].

Tabla 25. Características Rollo Polietileno Comercial

ROLLO DE POLIETILENO COMERCIAL	
	PROPIEDADES MECÁNICAS
	* Las láminas de polietileno son plásticos ligeros resistentes a la corrosión de los productos químicos y tienen una baja absorción de la humedad. * Las láminas de plástico se pueden cortar fácilmente con unas tijeras y son fácilmente dobladas y plegadas.
	PROPIEDADES TÉRMICAS
	* Las hojas de plástico fueron diseñadas para tener baja conductividad térmica y bajo coeficiente de expansión. * Son buenos aislantes térmicos y no se dilatan mucho cuando la temperatura cambia. * Sus propiedades térmicas los hacen excelentes aislantes para la industria de la vivienda.
	PROPIEDADES ELÉCTRICAS
	* Es uno de los materiales dieléctricos mejor conocidos que se utilizan para aislar cables eléctricos. * Tiene una alta constante dieléctrica, una característica que lo hace útil en la transmisión de energía de una señal de alto voltaje. * En particular, los cables de control blindados SDN usan recubrimiento de polietileno.
	PROPIEDADES ÓPTICAS
	Existen dos tipos básicos de polietileno (PE) que influyen en sus propiedades ópticas: polietileno de alta densidad (HDPE) y polietileno de baja densidad (LDPE). * El HDPE tiene un peso molecular más alto y las moléculas de PE están densamente compactadas. * El LDPE tiene mejor estructura cristalina pero de un peso molecular menor. * La densidad y la estructura cristalina influyen en las propiedades ópticas de difuminación, transparencia y brillo. * El HDPE muestra más difuminación y es menos transparente pero más brillante que el LDPE.
	CARACTERISTICAS
	* El PE mas usado en la industria de los alimentos es el LPDE a que su producción es mas sencilla y económica. * La relación peso calibre están directamente relacionada, a Mayor calibre mayor peso luego su textura al tato es mas rustica. * El LDPE usado en la industria de alimentos tiene un punto de fusión bajo. * Rango de extrusión variable desde el Calibre 2 a calibre 10.
Imagen tomada por el Autor.	Información Tomada de: < http://www.ehowenespanol.com/propiedades-laminas-polietileno-info_367811/ >

Tabla Elaborada por el Autor

Tabla 26. Características Rollo de Polietileno Coextruido

INTRODUCCION: PE COEXTRUIDO	Tomado de: < http://es.wikipedia.org/wiki/Coextrusi%C3%B3n >
El proceso de coextrusión de polímeros es uno de los más importantes en el sector industrial para obtener un mejor coste/beneficio en variedad de aplicaciones. Se utiliza cuando el perfil de exigencias que debe cumplir el semielaborado no puede ser reunido por un único material, o bien cuando se quiere ahorrar empleando un material barato para rellenar el interior de un semielaborado cuyas capas exteriores deben tener altas prestaciones. Se trata de una técnica de extrusión con la que es posible “unir” dos o más materiales plásticos con características diferentes en una configuración determinada.	
 Imagen tomada por el Autor.	
ROLLO DE POLIETILENO COEXTRUIDO	
PROPIEDADES MECÁNICAS	
* Las láminas de polietileno coextruido son plásticos ligeros resistentes a la corrosión de los productos químicos, según su fabricación y al número de capas que la componen presenta variedad de aplicaciones en la industria.	
* Las láminas de Polietileno coextruido tienen alta resistencia a la punción y al rasgado debido a los diferentes materiales usados.	
* Presenta mayor resistencia al impacto y la abrasión.	
PROPIEDADES TÉRMICAS	
* Contribuir a la rigidez y performance de maquinado de altas velocidades de empaqueo y temperatura.	
* Presentan alta resistencia al fundido y al sellado térmico.	
* Mayor Propiedad Adhesiva y de fusión por calor presentando un sellado uniforme si la temperatura es la ideal.	
PROPIEDADES ÓPTICAS	
La coextrusión permite a un convertidor ofrecer las construcciones que desempeñan múltiples tareas a la vez. Una capa exterior puede estar diseñada para tener características especiales para impresión, así como en su interior características de fusión térmica. Esta propiedad de diseño permiten tener un polímero con funciones ópticas especiales para la industria alimenticia.	
* El PE coextruido tiene mejor estructura cristalina pero tiene la capacidad de ser extruido en diferentes colores predominando el blanco.	
* Requerimientos funcionales y ópticos deseados.	
CARACTERISTICAS	
* El polietileno coextruido presenta una buena alternativa pos su Barrera / Sabor y Olor.	
* Muy Utilizado para reducir el costo de polímeros de alto precio.	
* Da a los productos líquidos una vida de anaquel de 15 a 90 días siendo el optimo para procesos UHT.	
* Permite Extracción a Nivel Industrial desde 2 a 7 capas de diferentes polímeros logrando versatilidad en la industria.	
* El costo beneficio es superior debido a la posibilidad de introducir polímeros reciclados en las capas intermedias.	
* Este tipo de polímero permite el agregado de Aditivación y colores destinado a medios de impresión.	
* Rango de extrusión variable desde el Calibre 0,2 a calibre 8.	
Información Tomada de: < http://www.plastinal.com.mx/coex.html > y < http://plaen.blogspot.com/2012/08/películas-coextruidas-para-ensado-de.html >	

Tabla Elaborada por el Autor

3.2.2. Características de Transporte y almacenamiento de rollos de polietileno

El ciclo de transporte y almacenamiento de los rollos de polietileno se puede resumir como lo indicamos en la Figura 6.

Figura 19. Ciclo de Transporte y Almacenamiento de Rollos de Polietileno



Elaborada por el Autor

Las características de transporte las relacionamos en la tabla de características a continuación.

Tabla 27. Características de Transporte de Rollos de Polietileno

TRANSPORTE DE ROLLOS DE POLIETILENO	
IMAGEN	CARACTERÍSTICAS
	* El P.E. se fabrica con los requerimeintos que el cliente necesita y se prepara en una bobina con caraCterísticas especiales como diámetro máximo a usar y la longitud deseada. * Los rollos de P.E. son apilados en pallets dispuestos para el transporte terrestre, estos se soportan en cuñas con la forma del rollo para disminuir las marcas por presión que pueden dañar el material. * El transporte a las empresas se realiza regularmente por tierra ya que las producciones solicitadas por las empresas de alimentos se fabrican, embalan y entregan en toneladas.
Imágen tomada de: < http://www.solostocks.com.mx/venta-productos/termoplasticos-materiales-plasticos/ldpe-polietileno-baja-densidad/bobina-de-pelicula-de-polietileno-natural-de-baja-densidad-pebd-995294 >	

Tabla Elaborada por el Autor

Las tres sub-fases siguientes del transporte y almacenamiento de los Rollos las describimos en la tabla siguiente.

Tabla 28. Características de Almacenamiento de Rollos de Polietileno

ALMACENAMIENTO DE ROLLOS DE POLIETILENO	
IMAGEN	CARACTERÍSTICAS
	* El P.E. es recibido por las empresas en estibas de carga, estas estibas contiene rollos por alrededor de 5 toneladas de material.
	* Los rollos de P.E. son aplidados en cuartos con control de humedad e iluminación moderada y en algunos casos con buena ventilación o ventilacion natural.
	* El transporte a las empresas se realiza de forma interna con cargadores o plataformas para estibas
Zona de almacenamiento planta el RANCHERO Chiquinquirá. Imagen tomada por el autor	
ALMACENAMIENTO EN PLANTA	
IMAGEN	CARACTERISTICAS
	* El transporte a las empresas de forma interna se realiza con diferentes medios entre ellos cargadores o plataformas para estibas y pequeños carritos para transporte indibidual
	* El acceso del polietileno se dispone fuera de las salas tanto de llenado como de rempacado para ser utilizado solo cuando es necesario
	* Las estibas son dejadas en sitios especiales donde se puede acceder a ellos con un cargador y sean de facil acceso para los operarios.
Transporte y almacenamiento planta FRESKALECHE. Imagen tomada: por el autor	
DISPOSICIÓN GENERAL	
IMAGEN	CARACTERISTICAS
	* Una vez la estiba con material es dejada en un sitio de fácil acceso son trasladados de manera interna por los operarios a las diferentes salas donde sera utilizado
	* El P.E. es ubicado en algunos casos en plataformas dentro de las salas de reempaque se almacena allí hasta que es utilizado según el tipo de producción a realizar
	* Estas estructuras no sobrepasan los 300mm de altura pero pueden tener capacidad para 50 rollos de polietileno
Zona de almacenamiento planta ALPINA (SOPO). Imagen tomada: por el autor	

Tabla Elaborada por el Autor

3.2.3. Características de la Estiba de Almacenamiento

Los rollos de Polietileno son depositados sobre estibas para su correcto almacenaje y facilitar su transporte desde la zona de almacenaje hasta la zona de producción, del análisis de ellas podemos obtener información sobre las alturas de las mismas, de modo que se ha determinado ésta altura como la mínima en el desplazamiento del cargador.

3.2.3.1. Estibas de madera

Las estibas o plataformas horizontales en madera son elaboradas acorde a las necesidades del cliente, bajo especificaciones técnicas reconocidas oficialmente y compatibles con el manejo de montacargas o estibadoras. El tipo de madera es el más utilizado ya que garantizan el almacenamiento y transporte de mercancías y cargas, facilitando la manipulación y movimiento de varios objetos poco manejables, pesados y/o voluminosos con bajos costos de producción.

3.2.3.2. Estibas en Madera (NIMF-15)

La Norma fitosanitaria NIMF-15 (CO-76005-HT-DB): Normas Internacionales para Medidas Fitosanitarias No. 15 (NIMF-15), de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) que entró en vigor en 2004 afirma que se debe garantizar el tratamiento térmico fitosanitario de estibas (pallets) y embalajes de madera para sus exportaciones. Esta reglamentación básicamente indica que dichos embalajes deben tener tratamientos fitosanitarios y una marca en la madera que así lo certifiquen. Estos tratamientos los marcamos a través de un sello indeleble con una nomenclatura que está reglamentada en la NIMF 15, (CO-76005-HT-DB).³¹

³¹ MADEPAL. Estibas en Madera [En línea] <http://madepal.com/productos/estibas-pallets/> [Citado en 29 junio de 2014].

Figura 20. Identificación de Estibas según norma NIMF 15



Imagen tomada de: <http://madepal.com/productos/estibas-pallets/>

El código de dos letras indica el país según ISO, el código numérico de identificación asignado por Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Y la abreviatura del tratamiento aplicado de acuerdo con la Convención Internacional de Protección Fitosanitaria, (HT es térmico, MB indica bromuro de metilo (prohibido desde 2009) y DB que la madera tratada ha sido descortezada).

Las demás características las describimos en la tabla 11.

Tabla 29. Características de las Estibas de Almacenamiento

Tabla de Características de las Estibas de Madera		
Estibas en Madera: Medidas		Medida en Plg.
	1150 x 1100 mm	(45.28 x 43.31 in)
	1200 x 1200 mm	(47.24 x 47.24 in)
	1140 x 1140 mm	(44.9 x 44.9 in)
	1250 x 1500 mm	(49.21 x 59.06 in)
	1250 x 1250 mm	(49.21 x 49.21 in)
	1219 x 1016 mm	(48 x 40 in)
	1067 x 1067 mm	(42 x 42 in)
	1219 x 1219 mm	(48 x 48 in)
	Altura de la estiba	Grosor Madera
	150 mm	22 mm
Altura de trabajo 130 mm; 600mm entre ejes		

Imágenes tomadas de: <http://madepal.com/productos/estibas-pallets/>

Tabla tomada de Madepal.com y adaptada por el Autor

La estiba es un elemento importante en el apilamiento y almacenaje de productos y materias primas por esta razón nuestro elemento cargador debe poder adaptarse o estar configurado para su uso en una estiba para ello tendremos los siguientes requerimientos consignados en la tabla 30 enumerada a continuación.

Tabla 30. Requerimientos para uso en una estiba.

ESTIBAS Y PLATAFORMAS DE ALMACENAMIENTO	
CARACTERISTICA O REQUERIMIENTO A TENER EN CUENTA	CLASIFICACION
Separacion maxima entre los soportes de las ruedas no puede ser mayor a 700 mm	Requerimiento Técnico
Altura maxima en el soporte de las ruedas 150 mm	Requerimiento Técnico
Longitud Maxima para el soporte de las ruedas 1000 mm	Requerimiento Técnico
Elemento estable y de perfil Bajo con buena movilidad	Requerimiento Técnico

Tabla elaborada por el Autor.

3.3. Análisis de Manipuladores de Rollos.

En las tablas a continuación relacionamos las marcas más representativas de cada uno de acuerdo a los implementados en el país y los productos extranjeros, para un total de 8 cargadores de diferentes formas, tamaños y tecnologías usadas para hacer el levantamiento; se encuentra que en las plantas colombianas se prefiere usar carretas para hacer la instalación del rollo pero que estos no permiten el acceso hasta la zona de maquinaria, por lo tanto algunos operarios prefieren no hacer uso de ellos; además que la tecnología implementada en ellos no permite mucha versatilidad en el uso, ya que su accionamiento es netamente manual o estático.

De acuerdo al formato diseñado para la evaluación se estudiaron 8 tipos de cargadores que se han considerado de vital importancia para el desarrollo del proyecto, a continuación relacionamos el primero de ellos, los demás análisis se encuentran consignados en los Anexos digitales carpeta de análisis cargadores de rollos, Anexo C. Análisis de cargadores existentes.

Tabla 31. Análisis de Cargador de Rollos Freskaleche

FORMATO CARACTERÍSTICAS CARGADOR DE ROLLOS (FRESKALECHE)					
Referencia:	Desconocida	Tipo:	Cargador de Rollos de P.E		Imagen: 
País Fabricante:	Colombia	Versión:	Desconocida		
Medidas Máquina	Ancho	500 mm.			
	Alto	850 mm			
	Profundo	1200 mm			
Carácterísticas	Cargador manual de rollos de P.E. Fabricado en Acero Inoxidable, de operación manual para cargas sin exepción o discriminación alguna. Su funcionamiento está condicionado a el apilamiento de hasta 4 rollos que surten tanto máquinas de envasado como maquinaria de enfardado, no posee accionamiento de ninguna clase.				
Tipo de Carga	Dimensiones	Diámetro	450 mm, máximo.	Imagen 	Ref. Imagen tomada por el autor.
Rollos de polietileno coextruido tricapa			300 mm, mínimo.		
		Longitud	900 mm, máximo.		
			500 mm, mínimo.		
		Peso	No Aplica		
			No Aplica		
Ventajas			Desventajas		
* Fácil elaboración y bajo costo.			* El operario levanta los rollos y los acomoda en el cargador		
* Libre de mantenimiento.			*No posee ajuste alguno en el desplazamiento de los rollos en el carro		
* Producto Nacional.			* Presenta dificultades en el montaje de el rollo en el mismo carro de transporte.		
* Propuesta económica para la industria nacional.			* Debido a su nivel de uso se encuentran marcados en algunas secciones y al acomodar el rollo marcan y dañan algunas partes del rollo, principalmente las primeras capas del rollo.		
* Manipulación de varios rollos en un solo trayecto					
Anotaciones:	Este cargador utilizado en la industria santandereana se utiliza para el abastecimiento de máquinas envasadoras y enfardadoras como consecuencia a la utilización en salas con control de ambiente su material de fabricación es el Acero Inoxidable.				

Tabla elaborada por el Autor

Tabla 32. Análisis cargador Alpina

FORMATO CARACTERÍSTICAS CARGADOR UNIVERSAL PACK (ALPINA)					
Referencia:	Desconocida	Tipo:	Cargador de rollos de P.E		Imagen: 
País Fabricante:	Colombia	Versión:	Desconocida		
Medidas Máquina	Ancho	600 mm.			
	Alto	1200 mm.			
	Profundo	850 mm			
Características	Cargador manual de rollos de P.E. fabricado a pedido, de operación manual para cargas no mayores a 50 kg. Su funcionamiento se realiza a través de una plataforma que se mueve a lo largo de un eje roscado que al ser accionado por medio de una palanca eleva el rollo a la posición deseada				
Tipo de Carga	Dimensiones	Diámetro	450 mm, máximo.	Imagen 	Ref.: Imagen Tomada por el Autor.
Rollos de polietileno coextruido Tricapa			300 mm, mínimo.		
		Longitud	900 mm, máximo.		
			500 mm, mínimo.		
		Peso	50 Kg, máximo.		
			No Aplica		
Ventajas			Desventajas		
* Fácil adquisición y bajo costo.			* Si el rollo es de grandes dimensiones el operario realiza mayor esfuerzo para el levantamiento.		
* Producto Nacional.			* Presenta dificultades en el montaje de el rollo en el mismo carro de transporte.		
* Propuesta económica para la industria nacional.			* Los soporte laterales que se utilizan para acomodar el rollo marcan y dañan algunas partes del rollo, principalmente las primeras capas del rollo.		
Anotaciones:	En conversaciones con los operarios afirman que no usan frecuentemente el cargador debido al esfuerzo que hay que realizar con los rollos de gran peso, incomodidad de levantar el rollo para acomodarlo en el propio cargador y debido a la demora en su usose aumenta la fatiga física que ejerce sobre el brazo para poder hacer la instalación del rollo.				

Tabla elaborada por el Autor.

Tabla 33. Cargador L&D Chile

FORMATO CARACTERÍSTICAS CARGADOR DE BOBINAS L&D					
Referencia:	Tipo L&D	Tipo:	Elevador y Girador de Bobinas Móvil		Imagen:
País Fabricante:	Chile	Versión:	Desconocida		
Medidas Máquina	Ancho	600 mm.			
	Alto	2500 mm.			
	Profundo	850 mm			
Características	Cargador Automático de bobinas de diseño eléctrico-mecánico con capacidad para 150 Kg en Acero con acabados en pintura electrostática destinado a la industria en general.				
Tipo de Carga	Dimensiones	Diámetro	800 mm, máximo.	Imagen	
Para todo tipo de rollos en el mercado.			300 mm, mínimo.		
		Longitud	900 mm, máximo.		
			No Aplica		
		Peso	150 Kg, máximo.		
			No Aplica		
Ventajas				Desventajas	
* Capacidad de carga hasta los 150 Kg				* Mantenimiento Constante en sus partes móviles	
* Control Eléctrico para elevación independiente				* Control electrónico extraíble ya que puede golpearse y causar daños tanto al operario como a la máquina	
* Control de volteo para rollos de tipo Manual					
* Versatilidad en el desplazamiento debido a sus ruedas libres				* Costos de importación Adicionales.	
Anotaciones:	Después de varios correos enviados al fabricante no hubo contacto para determinar los costos de venta.				

Tabla elaborada por el Autor

Tabla 34. Cargador de bobinas importado pos ANDEXPORT

FORMATO CARACTERISTICAS CARGADOR DE BOBINAS (ANDEXPORT)					
Referencia:	EF-ANDEX 1500	Tipo:	Elevador Electrónico de bobinas		Imagen:
País Fabricante:	Chile	Versión:	Tipo electrónico		
Medidas Máquina	Ancho	630 mm.			
	Alto	1760 mm.			
	Profundo	980 mm			
Características	Cargador Automático de bobinas de diseño eléctrico. Estos carros está especialmente diseñados para impresión, envasado y la industria del papel, todas áreas que usan rodillos de diferentes materiales con altura máxima de elevación de 1500 mm máximo.				
Tipo de Carga	Dimensiones	Diámetro	600 mm, máximo.	Imagen	
Para todo tipo de rollos en el mercado.			200 mm, mínimo.		
		Longitud	1000 mm, máximo.		
			No Aplica		
		Peso	400 Kg, máximo.		
			No Aplica		
Ventajas				Desventajas	
* Capacidad de carga hasta los 400 Kg				* Mantenimiento periódico específicamente al control electrónico	
* Control Eléctrico con aislamiento				* Gran volumen en el mecanismo interno con autonomía de 24 horas de uso continuo dependiendo de la carga a levantar	
* Rodillos de soporte recubiertos para evitar daños				* Costos de importación Adicionales.	
* Rueda tipo patín en el frente y ruedas libres trasera para control					
Anotaciones:	Componentes electrónicos con los que están fabricados presentan sobre costo en la importación,con énfasis especial en el tipo de batería y el material con el cual está fabricada				

Tabla elaborada por el Autor

3.3.1. Conclusiones análisis de manipuladores de rollos

Del análisis de los manipuladores encontramos que dentro del mercado colombiano existen carretas de carga que no permiten versatilidad para la instalación, por lo tanto se deben estudiar estos casos en el entorno de la tarea, de modo que tengamos un alto grado de impacto sobre los mismos. En el mercado latino y europeo encontramos diferentes tipos de cargadores y manipuladores para la industria que nos permiten concluir que los costos de importación son altos y que la tecnología usada es versátil, por lo cual sabemos que dentro del desarrollo del proyecto se deberán determinar similitudes y diferencias con estos elementos para lograr el objetivo principal.

3.4. Análisis de la Actividad

3.4.1. Descripción de la Actividad

Descripción básica: Cambio y/o sustitución de rollo de polietileno en máquinas en fardadoras.

Determinación Paso a paso: De acuerdo a la observación directa de la actividad se han determinado las siguientes etapas en el proceso de cambio de rollos de polietileno en máquinas enfardadoras. Este diagrama se encuentra ajustado teniendo en cuenta las máquinas de mayor adquisición comercial en el país.

Figura 21. Diagrama de Flujo del proceso de cambio de rollo



Imagen Realizada por el Autor

3.4.2. Descripción del entorno de Trabajo

El trabajo en plantas de producción de lácteos en cuanto al fin de línea cuenta básicamente con bandas transportadoras que conectan las máquinas envasadoras con las máquinas enfardadoras, y posteriormente las bandas de transporte de Sixpack hacia un Packer o cestillos según sea el caso, la figura 22 describe el proceso de re-empaque de una planta modelo.

Figura 22. Descripción de un proceso de fin de Línea Planta Alpina (Popayán)

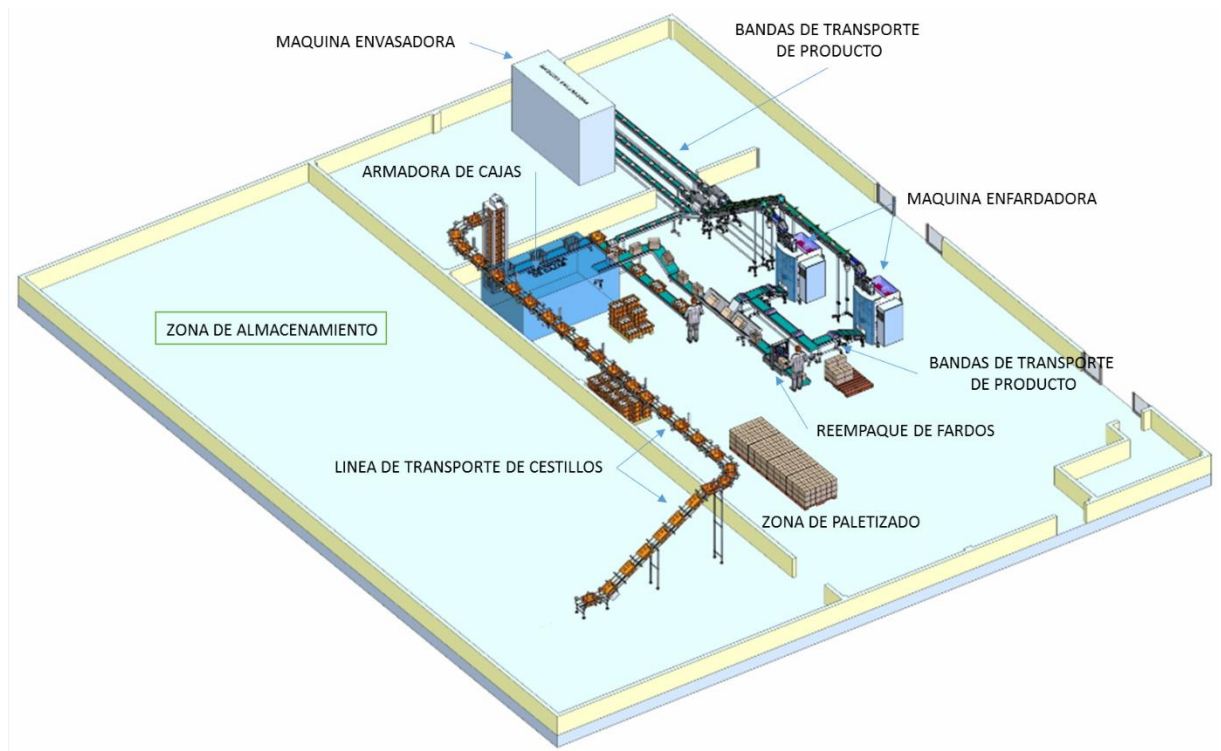


Imagen Realizada por el Autor

Se ha encontrado en este análisis que el espacio de trabajo es estrecho, que las plantas no están diseñadas de tal manera que permitan el fácil acceso a la maquinaria, de modo que se debe considerar esta limitación en el diseño; además se encuentra que como mínimo el espacio entre una máquina y otra o la pared es de 1,3 mts; lo que implica que el operario realmente tiene entre 60 y 70 cm reales para poder manipular los rollos de polietileno, lo que hace la tarea bastante incómoda. Se encuentra que el ambiente de trabajo oscila entre los 10°C y 45° C según el lugar del país donde se encuentre ubicada la planta y que la demarcación

es clara. Para ilustrar como debe ubicarse el operario y como desplazarse hemos tomado de referencia la planta Alpina de Chinchiná, en la cual el espacio máximo entre máquinas y la pared es de 1,5 mts; como se muestra en la figura 10.

Figura 23 Distribución mínima planta Chinchiná

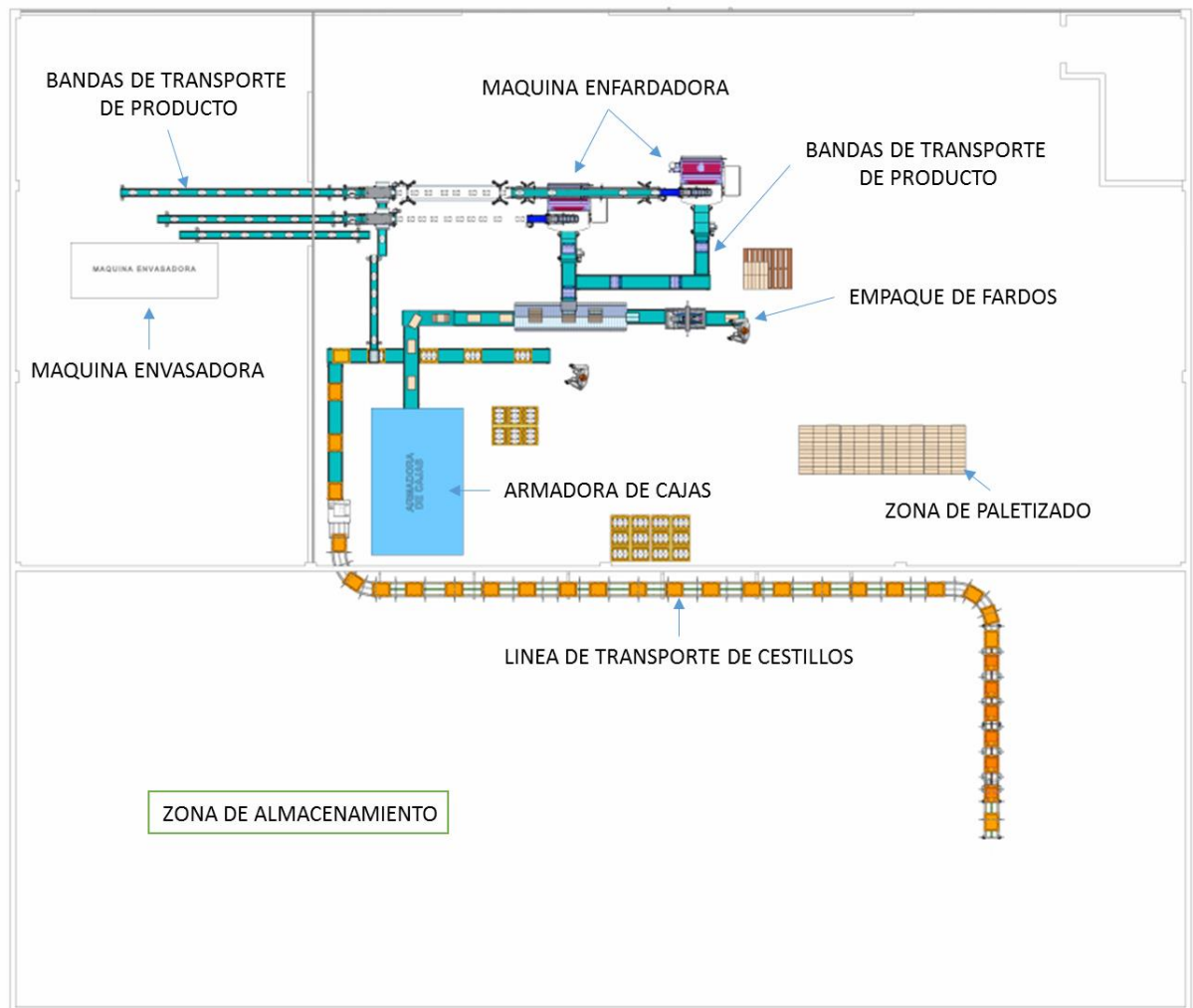


Imagen realizada por el autor- Fin de línea de planta Alpina Chinchiná según caracterización de la planta de procesamiento de lácteos

La distribución de una planta está determinada por la organización de la misma, un ejemplo de ello es la planta de Alpina de Sopó, donde el fin de línea se distribuye según las figuras a continuación.

Figura 24. Distribución de Planta Alpina Sopó



Zona de re empaque de productos lácteos Planta Alpina (Sopo). Imágenes tomadas por el Autor

3.4.3. Aplicación del método OWAS

3.4.3.1. Fase Uno (TRPE) Transporte de rollos de Polietileno.

Para esta fase tenemos a dos operarios que van a transportar un rollo de Polietileno desde la bodega a la sala de re-empaque donde se encuentra la máquina, tiempo estimado de la tarea 1:40 minutos con una carga de 49 Kg. El video de referencia para hacer éste análisis se encuentra registrado en el Anexo D Método Owas Fase analítica, video 1 y en la figura 20 relacionamos las posiciones mas comprometidas del proceso.

Figura 25. Transporte de Rollos de Polietileno



Transporte rollos Planta ESSI. Captura de Imagen de video tomado por el autor

Tendremos en cuenta como Operario Uno a la persona que se encuentra a la izquierda de la imagen y operario dos la persona a la derecha de la misma, la descripción detallada del método se encuentra en el Anexo G Secuencia de imágenes por método Owas.

Figura 26. Transporte rollos de Polietileno segunda toma



Transporte de Rollos Planta ESSI. Captura de Pantalla de video tomado por el Autor

Según el análisis se han clasificado los esfuerzos realizados por el operario en las tablas a continuación, en las cuales se encuentran clasificadas las posturas según los patrones ya marcados anteriormente para cada una de las zonas del cuerpo implícitas en el desarrollo de la tarea.

Tabla 35. Línea temporal de la Tarea Fase Uno TRPE Operario 1

Análisis por metodo OWAS - FASE UNO (TRPE)																																						
Linea temporal de la tarea OPERARIO UNO (Video Etapa uno, duración 1:40 minutos) T= 3 seg, Carga 49Kg																																						
Segundo	1	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102			
Espalda	1	1	1	1	1			2			2						2			2						2		2			1	1						
	2								2																			2		2	3		3	2	2	2		
	3				2		3	2			2		2	2	2	2	2		2	2		2	2	2	2													
	4																																					
Brazos	1	1	1	1	1			2	2	2	2		2	2		2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	2			1	1	2	2		1	1		
	2				1		2	2				2			2								2						2	3								
	3																																					
	4																																					
Piernas	1																																					
	2																																					
	3	1			1	1	2	2																			2		2	3	2		3					
	4		1	1																								2				1						
	5																																	2				
	6																																			3	3	
	7																																					
Carga	1																																		1	1		
	2	1	1																										2	3	2	2	2					
	3			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3					3	3					
	4																																					

Tabla Elaborada por el Autor

Tabla 36. Línea temporal de la Tarea Fase Uno TRPE Operario 1

Línea temporal de la tarea OPERARIO DOS (Video Etapa uno, duracion 1:40 minutos) T= 3 seg, Carga 49Kg																																						
Segundo	1	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102			
Espalda	1																																					
	2	3	3	3	2		2			2					2		2	2		2						2	3	2		1	1			3	2	1	1	
	3								2		2		2	2	2		2			2		2	2	2	2	2					3	3						
	4																																					
Brazos	1	1	1		1	1			2	2	2	2		2	2	2		2	2	2	2	2	2		2	2	2	2			1	2	2	2	1	1		
	2			2			2	2					2				2							2						1	1							
	3																																					
Piernas	1																																					
	2																																					
	3					2	1		2																	2	3		1		2		3				1	1
	4				2				2																		2	3		1								
	5	2	3																									2		1				2				
	6																																	2		2		
	7									2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2											
Carga	1	1																										1	1	1	1					1	1	
	2		2																																			
	3			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3					3						
	4			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3					3	3					

Tabla elaborada por el Autor

Fin de la fase UNO.

Esta fase es la misma en todas las zonas de re-empaque de productos de todas las empresas del país, ya que en algunas empresas se tienen pequeños dispositivos adaptados los operarios no los usan ya que por apreciación de ellos es más rápido si se carga el rollo de esta forma.

Conclusiones fase UNO.

De acuerdo a las tablas anteriores se ha concluido que para el operario 1 la carga del rollo se ejecuta haciendo esfuerzos en la espalda dado que el momento de hacer la inclinación para tomar el rollo la carga es más fuerte sobre la zona de la espalda, así mismo en el transporte las posiciones dos y tres indica una postura con espalda doblada, lo que se mantiene el tiempo que los operarios demoran desde la bodega hasta la posición en planta de la máquina. En las posiciones de piernas y brazos hay carga y flexión cuando se carga y descarga el rollo, de modo que se deben mejorar estas posiciones, el operario uno tiene sobre esfuerzo en la parte lumbar baja, además la carga que soportan los operarios es un total de 49 kg; además la posición de carga y descargue del rollo están mal ejecutadas por parte de ellos, lo que genera mayor riesgo de lesión en un operario si el otro descarga el peso en el transporte.

Para el operario 2 se encuentra que la posición de espalda en el cargue y descargue del rollo se ven seriamente afectadas, dado que la posición con giro de espalda se

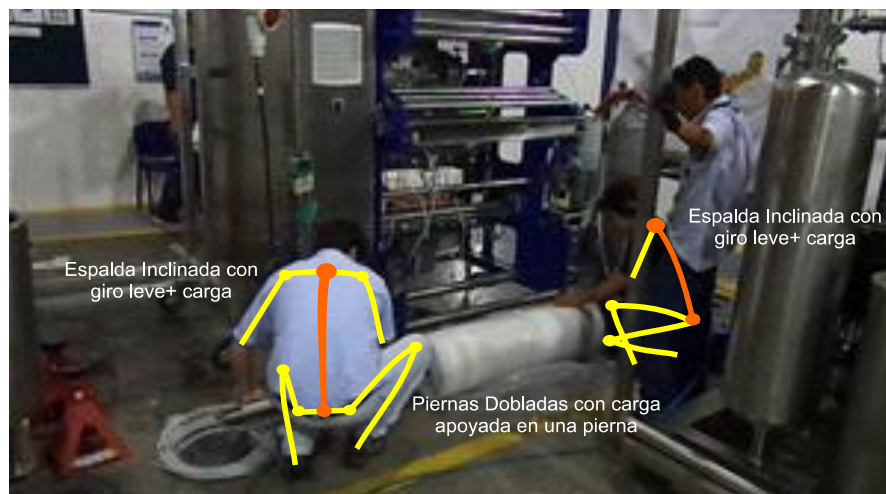
mantiene en grado 3, lo que genera mayor tensión dorso-lumbar, de modo que aumentan los riesgos, así mismo para el transporte se tendrán en cuenta las mismas características del operario 1.

3.4.3.2. Fase Dos (PRPE) Preparación de rollos de Polietileno.

Para esta fase analizaremos dos procedimientos en los cuales se involucran dos o tres operarios que realizan la preparación de un rollo de Polietileno antes de ser montado en la máquina.

Para nuestro primer caso tendremos; tiempo estimado de la tarea 40 Segundos con una carga de 49 Kg más 20 Kg del eje central del portarrollo de una máquina enfardadora Bagger Essi. La secuencia de imágenes de esta fase se encuentra registrada en el Anexo No.1 Secuencia de imágenes por método Owas, el video analizado pertenece al Anexo Digital. Video 2. Etapa 2 Preparación; la figura 22 relaciona las posturas más críticas del proceso.

Figura 27. Preparación de Rollos de Polietileno Máquina Bagger Essi



Preparación del rollo en Maquinas BAGGER. Imagen tomada por el autor

Tendremos en cuenta como operario uno a la persona que se encuentra a la izquierda de la imagen y operario dos la persona a la derecha de la misma.

A continuación relacionamos el análisis de cada imagen según la clasificación del método, donde se especifican los riesgos para cada operario según las tablas siguientes.

Tabla 37. Línea Temporal de la Tarea Fase 2 Operario 1 Bagger Essi

Análisis por metodo OWAS - FASE DOS (PRPE)																											
Línea temporal OPERARIO UNO (Video UNO, duracion 60 Segundos) T= 2 seg, Carga 49Kg + 20kg																											
Segundo	1	2	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58						
Espalda	1	1									1	1															1
	2		2	3	3	3	2	2	2	2	2		3							3	2						
	3																										
	4														3	3	3	3	3								
Brazos	1	2	2	3	3	2	1	2	2	2		1	1	2	2	2	2	2			1	1					
	2									2											2						
	3																		3								
Piernas	1																										
	2											1															
	3	2	2								2													2	2		
	4				3			3	3		2																
	5			3		3	3			3			2	3													
	6														3	3	3	3	3	3							
	7																										
Carga	1				2	1					1	1	1	1						2	1	1					
	2	2	2	3	3			2	2	2					3	3	3	3	3								
	3																										
	4																										

Tabla elaborada por el autor

Tabla 38. Línea Temporal de la Tarea Fase 2 Operario 2 Bagger Essi

Análisis por metodo OWAS - FASE DOS (PRPE)																											
Línea temporal OPERARIO DOS (Video UNO, duracion 60 Segundos) T= 2 seg, Carga 49Kg + 20kg																											
Segundo	1	2	4	7	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49	52	55	58						
Espalda	1	1	1	1	1								2	2	2	2					2						1
	2					2	2	2					2	2	2	2											
	3																										
	4							3	3	3							3	3	3	3							
Brazos	1	1	1	1	1	1	1	1							1						2	1					
	2								2				2	2	2					3							
	3									3	3						3	3	3								
Piernas	1																										
	2																										
	3																										
	4																										
	5																										
	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	7																										
Carga	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1										1
	2					2													2	2	2						
	3																										
	4																										

Tabla elaborada por el autor

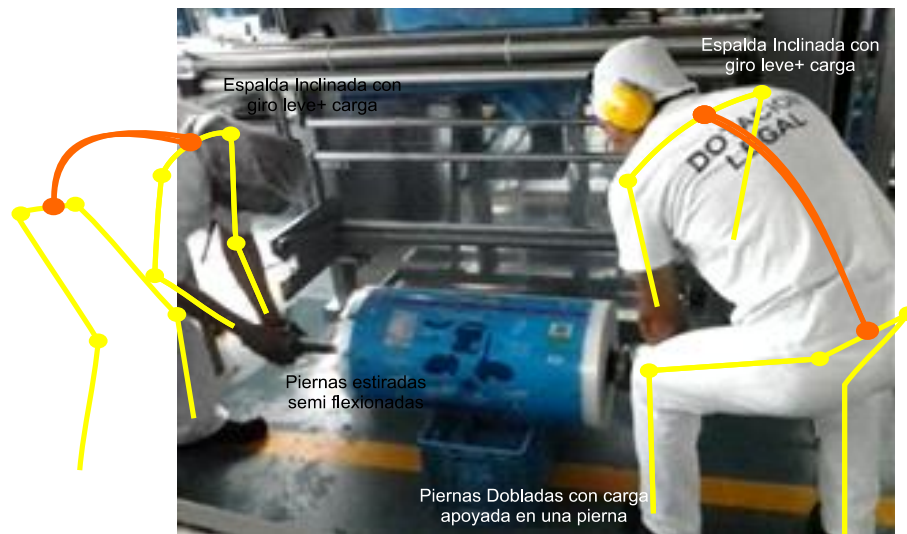
Conclusiones Análisis Preparación para Máquina Bagger Essi.

Para el proceso de preparación del rollo en la máquina enfardadora Essi, se ha determinado que el operario 1 trabaja el 60% de tarea con la espalda doblada con esfuerzos de carga de hasta 20 kg, dado que éste debe introducir el eje del portarrollo en la bobina del rollo. El operario dos no interviene directamente en la tarea, pero la posición en la cual descansa mientras espera a que el otro operario hace la tarea no es la adecuada en ningún caso.

Análisis de preparación para máquina enfardadora Indumak.

Para nuestro segundo caso tendremos a dos operarios que realizan la preparación de un rollo de Polietileno antes de ser montado en la máquina, tiempo estimado de la tarea 2:10 Minutos con una carga de 40 Kg más 15 Kg del eje roscado central con ajuste por manzanas cónica, este análisis se hace de un montaje en la planta de Alpina, para una máquina Indumak. El video del cual se ha hecho el análisis se encuentra en los Anexos E y F. Método Owas Fase analítica Video 2 y Video 3.

Figura 28. Preparación de Rollos de Polietileno Máquina Indumak.



Preparación del rollo en Maquinas INDUMAK (alpina). Imagen elaborada por el autor

Tendremos en cuenta como Operario Uno a la persona que se encuentra a la Derecha de la imagen y operario dos la persona ala Izquierda de la misma.

La secuencia de imágenes del análisis se encuentra en el Anexo No.1 Secuencia de imágenes por método Owas.

Tabla 39. Línea Temporal de la Tarea Fase 2 Operario 1 Indumak

Análisis por método OWAS - FASE DOS (PRPE)																																										
Línea temporal OPERARIO UNO (Video Dos, duración 2:10 Minutos) T= 3 seg, Carga 45Kg + 15kg																																										
segundo	1	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117		
Espalda	1													2	2					2										2	2											
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2									3			3								2	2	2	2		2	2	2	2	2	
	3																																									
	4														3				2	2	2		3				3	3	3	3												
Brazos	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3		2	3			2	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1
	2																																									
	3																				3			2																		
Piernas	1																																									
	2														2				3	3	3										2	2										
	3																																									
	4	2	2	2	2																																					
	5																																									
	6																																									
	7																																									
Carga	1																																									
	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	3																																									
	4																																									

Tabla elaborada por el autor

Tabla 40. Línea temporal de la Tarea Fase 2 Operario 2. Indumak

Análisis por método OWAS - FASE DOS (PRPE)																																										
Línea temporal OPERARIO DOS (Video Dos, duración 2:10 Minutos) T= 3 seg, Carga 45Kg + 15kg																																										
segundo	1	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117		
Espalda	1																	2		2					3	3	3	3												2	2	
	2	2	2		3	3	3	3	3	3	3	3						3		3		3	3	3						3	2	2	2	2	2	3	3	3	3			
	3																																									
	4		3											3	3	3	3	3																								
Brazos	1	2	2	2		2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2			2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2			2	2	2	2	3	3	2	1	1	
	2				3													3	3	2													1	1								
	3																																									
	4																																									
Piernas	1																																									
	2																																									
	3																																									
	4	2	2																																							
	5																																									
	6																																									
	7																																									
Carga	1			2	3	3	3	3	3	2	2	2			2	3	3		2		2	2																			1	1
	2	2	2																																							
	3																																									
	4																																									

Tabla elaborada por el autor

Fin de la fase Dos.

La preparación de los rollos de polietileno es distinta para las máquinas que son de una u otra forma parecida o cuyo principio de montaje sea el mismo, así como la preparación del rollo para ser instalado depende de la habilidad propia de cada Operario.

Conclusiones Fase Dos para máquina enfardadora Indumak.

El operario 1 realiza la preparación con la espalda inclinada la mayor parte del tiempo y hay momentos en donde realiza levantamiento de carga con la espalda inclinada y las rodillas flexionadas, de modo que la preparación es incómoda, dado que debe hacer esfuerzo de carga y dar golpes al eje en posición de flexión y giro, la carga para una mujer es elevada. El operario dos realiza la tarea con la espalda inclinada y como sostiene una barra del eje del portarrollo y es una tarea de aguante por los golpes que recibe el eje por parte del operario 1; no es muy cómoda la ejecución de la tarea porque se deben hacer movimientos de aguante constantes.

Conclusiones Fase DOS

En esta fase se concluye que la preparación realizada sobre el piso es muy incómoda, de modo que se debe tener en cuenta la altura justa para hacer el cambio de rollo, dado que el cargador debe permitir al operario introducir el eje del portarrollo de forma que sea más sencillo y no haya flexión de piernas en la ejecución de la tarea.

3.4.3.3. Fase Tres (MRPE) Montaje de rollos de Polietileno.

En esta fase Terminaremos el análisis de los dos procedimientos en los cuales se realiza el montaje del rollo ya en la máquina para ello tendremos dos videos uno en el cual se involucren tres operarios y el segundo donde la tarea la realizan dos operarios, éstos se encuentran en los Anexos digitales, video 2 y video 3.

Inicialmente tendremos a tres operarios que realizan el montaje de un rollo de Polietileno en la máquina, tiempo estimado de la tarea 25 Segundos con una carga de 49 Kg más 20 Kg del eje central.

Figura 29. Montaje Rollos de Polietileno



Montaje de rollo en Maquina BAGGER planta ESSi. Imagen tomada por el autor

Tendremos en cuenta como Operario Uno a la persona que se encuentra a la izquierda de la imagen y operario dos la persona de en Medio y operario tres a la derecha de la misma.

Tabla 41. Análisis Owass Montaje de Rollo en Máquina Bagger Essi - Operario 1

Análisis por Método OWAS - FASE TRES (MRPE)														
OPERARIO UNO (Video Uno, duracion 25 Segundos) T= 2 seg, Carga 49Kg + 20kg														
Segundo	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
Espalda	1											1	1	
	2	1	3	3	3	3	3			2	2			
	3													
	4						4	4	4					
Brazos	1	1	2	3	3	3	3	3	3	2	1	1	1	1
	2													
	3													
Piernas	1													
	2	1									2	1	1	
	3									2				
	4		2				3	4	4					
	5			3	3	3				3				
	6													
	7													
Carga	1	1	1								1	1	1	1
	2		2	3	3	3	4	4	3					
	3													
	4													

Tabla elaborada por el Autor

Tabla 42. Análisis Owas Montaje de Rollo en Máquina Bagger Essi - Operario 2

Análisis por Método OWAS - FASE TRES (MRPE)																								
OPERARIO DOS (Video Uno, duracion 25 Segundos) T= 2 seg, Carga 49Kg + 20kg																								
Segundo	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24											
Espalda	1	1	1	1						1	1	1	1	1										
	2				3																			
	3							4	4															
	4					3	3																	
Brazos	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	1	1	1	1										
	2																							
	3																							
Piernas	1																							
	2	1	1							1	1	1	1	1										
	3			1			3	4	4															
	4																							
	5				3	3																		
	6																							
	7																							
Carga	1	1	1	1						1	1	1	1	1										
	2				2	3	3	4	3															
	3																							
	4																							

Tabla elaborada por el Autor

Tabla 43. Análisis Owas Montaje de Rollo en Máquina Bagger Essi - Operario 3

Análisis por Método OWAS - FASE TRES (MRPE)																								
OPERARIO TRES (Video Uno, duracion 25 Segundos) T= 2 seg, Carga 49Kg + 20kg																								
Segundo	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24											
Espalda	1												1											
	2	2	2	3	3	3	3					2												
	3																							
	4							4	4	4	4	3												
Brazos	1	2	2	2	3	3	3	3	3	2			1	1										
	2										3	3												
	3																							
Piernas	1																							
	2											2	1											
	3																							
	4						4	4	3	3	3													
	5				3	3	3																	
	6	3	3	3																				
	7																							
Carga	1	1									2	2	1	1										
	2		2	2	3	3	3	4	4	3														
	3																							
	4																							

Tabla elaborada por el Autor

Conclusión montaje de rollo en máquina enfardadora Bagger Essi

Se requieren tres operarios para hacer la tarea, el operario 1 realiza el montaje con la espalda totalmente inclinada, de hecho en el caso más crítico levanta la carga con la espalda girada, con carga de 20 a 25 kg por operario. El operario dos no interviene al inicio de la tarea, pero debe intervenir cuando los otros operarios no pueden hacer la tarea, se determina que este operario hace la tarea con las piernas inclinadas y la espalda con giro. Para el operario 3, al hacer la fuerza hace un giro de espalda muy pronunciado, se alza la carga con las piernas flexionadas y se mantiene esta posición para poder hacer la instalación.

Análisis montaje en máquina enfardadora Indumak

Para este Segmento tenemos a dos operarios que realizan el montaje de un rollo de Polietileno en la máquina en la planta Alpina, para una máquina Indumak. Tiempo estimado de la tarea 20 Segundos con una carga de 45 Kg más 15 Kg del eje central.

Figura 30. Montaje de Rollo en Máquina Enfardadora Indumak



Montaje del rollo en Maquinas INDUMAK (alpina). Imagen elaborada por el autor

Tendremos en cuenta como Operario Uno a la persona que se encuentra a la Derecha de la imagen y operario dos la persona ala Izquierda de la misma.

En este caso hablamos de dos operarios para hacer el montaje del rollo, con un eje de portarrollo con ajuste rosca en un extremo. El video de análisis se encuentra en los Anexos digitales el Video 3. En las tablas 43 y 44 se establecen las valoraciones del método para los dos operarios que intervienen en el desarrollo de la tarea.

Tabla 44. Análisis Owas Instalación de rollo en Máquina Indumak Operario 1

Análisis por método OWAS - FASE TRES (MRPE)												
OPERARIO UNO (Video Dos, duracion 20 Segundos) T= 1 seg. Carga 45Kg + 15kg												
Espalda	1	1	1			1					1	1
	2			3	3					2	2	
	3											
	4					3	4	4	3			
Brazos	1	1	1	2	2	1	2	3	3	2	1	1
	2										1	
	3											
Piernas	1											
	2	1								2	2	1
	3		1			2						
	4				4							
	5			3			3	4	4	3		
	6											
	7											
Carga	1	1	1	2	2	1	2				1	1
	2									3		
	3							4	4			
	4											

Tabla elaborada por el Autor

Tabla 45. Análisis Montaje de Rollo en Máquina Indumak Operario 2

Análisis por método OWAS - FASE TRES (MRPE)												
OPERARIO DOS (Video Dos, duracion 20 Segundos) T= 1 seg, Carga 45Kg + 15kg												
Espalda	1	1									1	1
	2		2				3	4	4	3	2	
	3											
	4			3	3	3						
Brazos	1	1	2	2	2	2	2	3	3	2	1	1
	2										1	
	3											
Piernas	1											
	2										1	1
	3									2		
	4						3	4	4	3		
	5		3	3	4	3						
	6	3										
	7											
Carga	1	1	1	2	2	2	2				1	1
	2									3		
	3							4	4			
	4											

Tabla elaborada por el Autor

Conclusiones Montaje de Rollo en máquina Indumak

El Operario 1 al acercarse a instalar el rollo se inclina la espalda y se gira para hacer la fuerza, se ejecuta la acción con carga elevada y las piernas flexionadas. El operario 2 hace la fuerza con espalda girada y con flexión en las piernas. La fuerza es extrema al acercarse a la máquina para instalar el rollo.

Fin de la fase TRES

La Instalación de los rollos de polietileno es específica para cada máquina, luego su montaje varia de pendiendo del tipo de eje central que posee se debe tener en cuenta que los montajes analizados se han ejecutado en máquinas con eje central que serían los casos más específicos, dado que la carga aumenta el peso del eje central del portarrollo.

2.4.4. Conclusiones análisis de actividad por método Owas

En el análisis de la actividad a través del método Owas encontramos que cada fase en la cual dividimos la tarea posee problemas específicos como:

En la fase uno se nota una tendencia a realizar el trabajo con la espada recta con giro en el trayecto de desplazamiento hasta la máquina, sumándole el tipo de carga a transportar el operario tiene desgaste a nivel de la espalda baja debido a esa posición. La carga por operario oscila entre los 15 y 20 kg dependiendo de la máquina y el entorno. El peso total del rollo es de 40 a 50 kg lo que impide a un solo operario hacer la tarea y se denota que en ocasiones deben intervenir hasta tres personas en la realización de la tarea.

Otro momento crítico observado es el levantamiento y retorno del rollo a la superficie horizontal del suelo ya que el operario no presta atención o desconoce la forma correcta de levantar una carga, esto acarrea presiones en la espalda baja que se podrían disminuir si el rollo fuese transportado adecuadamente; el nivel de carga siempre es alto y está por fuera de los rangos mínimos; además el tamaño del rollo influye mucho en el sistema de carga porque requiere mínimo dos operarios para hacer todo el proceso, además si se tiene en cuenta que una lesión puede ser ocasionada en cualquier descuido o en un levantamiento de carga de 1 segundo, se debe tener en cuenta que:

No se puede instalar el eje del portarrollo a nivel del suelo, el elemento debe permitir ajusta la altura hasta la adecuada para instalar el eje.

El cargador debe ajustarse en alturas para hacer todos los procesos, contando como altura mínima la altura de la estiba de almacenamiento y como máxima la altura del portarrollo de la máquina más alta.

La instalación del rollo en la máquina debe permitir no tener que levantar el rollo sino deslizar o colocar de forma que el operario no tenga que intervenir en este proceso, y deba colocarse en mala posición para acceder a la máquina.

Se debe evitar que el operario tenga contacto directo con la carga elevada del rollo.

El cargador debe evitar posiciones críticas de espalda y de rodillas, dado que son las posiciones más pronunciadas a tener en cuenta en el proceso actual.

Tabla 46. Requerimientos de análisis del método OWAS

ANALISIS METODO OWAS	
CARACTERISTICA O REQUERIMIENTO A TENER EN CUENTA	CLASIFICACION
Mejorar el nivel postural del operario	Factor Humano
Buscar la menor intervencion entre el operario y el rollo	Factor Humano
Reducir los esfuerzos realizados por el operario	Factor Humano
Utilizar tablas de antropometria en el diseño del cargador	Factor Humano
evitar las posiciones criticas en el manejo de rollos	Factor Humano
La relacion funcion trabajo mejore los momentos posturales del operario	Factor Humano
Buscar la mejor relacion antropometrica , hombre-maquina	Formal Estetico

Tabla realizada por el autor.

3.5. Requerimientos de Diseño

Se establecen los requerimientos más importantes del estudio, contrastados con los requerimientos del usuario y en comparación con otros cargadores existentes en el mercado, tal como se explicó en la fase de marco teórico.

Tabla 47. Requerimientos del cliente

REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE	
FUNCION	Que sea sencillo de asegurar y estabilizar
	Que tenga la posibilidad de rotar y acomodar el rollo
	Que se eleve a diferentes alturas
USABILIDAD	Que sea de manipulación sencilla
	La fuerza de uso y operación sea Baja
	Lenguaje de uso sea claro para el operario
	Apto para cualquier Usuario
FIABILIDAD	Elemento de bajo mantenimiento
	el diseño debe brindar seguridad al Usuario
	Los diferentes materiales Usados sean confiables
RENDIMIENTO	Elemento apto para la manipulación de cargas
	Levantamiento de rollos en los rangos de altura requerida
	Tiempo ilimitado de trabajo

Tabla elaborada por el Autor

Tabla 48. Requerimientos Técnicos

REQUERIMIENTOS TECNICOS	
TECNICOS	Elemento con bajo mantenimiento
	Apto para la manipulación de rollos
	Evitar los daños del rollo en el transporte
	Bloqueo que ruede en el momento de usar la carga
	Permitir la rotación del rollo
	Carga de funcionamiento entre 0 y 60 Kg
	Materiales utilizados aptos para la aplicación
	Realice cambios de rollo en todas las maquinas
	Fabricación de bajo costo
	Construcción con materiales de la región
	Elaboración con materiales estandarizados
ASPECTO HUMANO	Minimizar el riesgo postural en el operario
	Facilitar la movilidad en la zona de trabajo
	estar relacionado con los percentiles antropométricos de la región
	Elementos de control sencillos y eficientes
FORMAL	Diseño con buen lenguaje de Uso

Tabla realizada por el Autor

Esta organización de requerimientos nos permite ordenar y entablar la forma correcta de plantear un análisis más detallado.

Se ha obtenido como resultado una matriz como se muestra en la figura, la matriz completa se encuentra en el Anexo H. Matriz QFD, para obtener mayor información sobre la aplicación del método es necesario consultarlo.

En la figura 31. Encontraremos un resumen de la matriz del QFD aplicada y determinaremos el nivel de importancia de los requerimientos más importantes a tener en cuenta.

Figura 31. QFD Matriz de Aplicación

QFD

ANÁLISIS CARGADOR DE BOBINAS DE PE
DANIEL A. GUERRERO :CODIGO 2023304

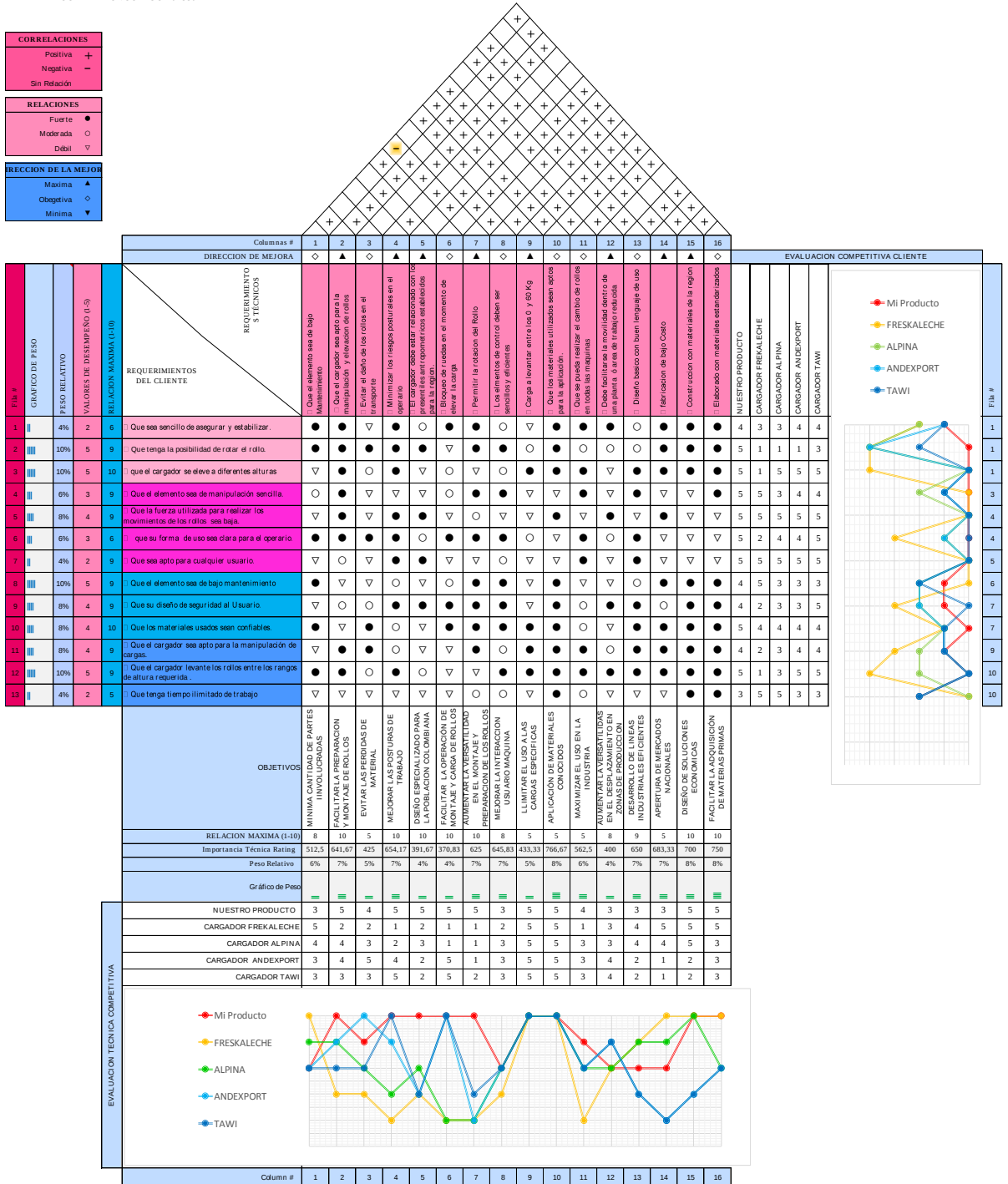


Imagen realizada por el Autor

3.5.1. Conclusiones análisis de requerimientos por QFD

La grafica de peso relativo nos hace referencia a los puntos básicos que se deben tener en cuenta para determinar los requerimientos más determinantes en el desarrollo del proyecto; los puntos más relevantes según el análisis en orden de importancia son:

- Variación de altura a determinadas posiciones según lo establecido por la altura de la estiba y la altura máxima para la instalación en la máquina.
- Soporte mínimo de carga hasta 60 kg.
- Posibilidad de corregir la posición del rollo en el cargador sin hacer el desmontaje del mismo.
- La fuerza utilizada para mover el cargador rollo debe estar dentro de la norma.
- Mejorar las posturas de trabajo en los operarios y disminuir el número de operarios requeridos para hacer el montaje.
- El mantenimiento del cargador debe ser accesible y económico.
- Fabricar en materiales de fácil adquisición, así mismo el diseño debe enfocarse en la producción local y nacional, por lo tanto se debe tener en cuenta que el precio de adquisición sea bajo.
- Evitar que el rollo se dañe o sufra golpes en el proceso.
- Facilitar la preparación y el montaje en la máquina.

De la evaluación técnica competitiva se ha podido determinar que nuestro cargador cumple con la mayoría de los requerimientos planteados, según lo muestra la gráfica, por consiguiente esta es una alternativa de competencia en el mercado.

En la fase de evaluación competitiva por parte del cliente es un producto superior que cumple con las expectativas propias de las áreas de trabajo y suple las necesidades propias de cada planta de procesamiento.

Con estos requerimientos se procede a ejecutar la fase creativa y de diseño del cargador.

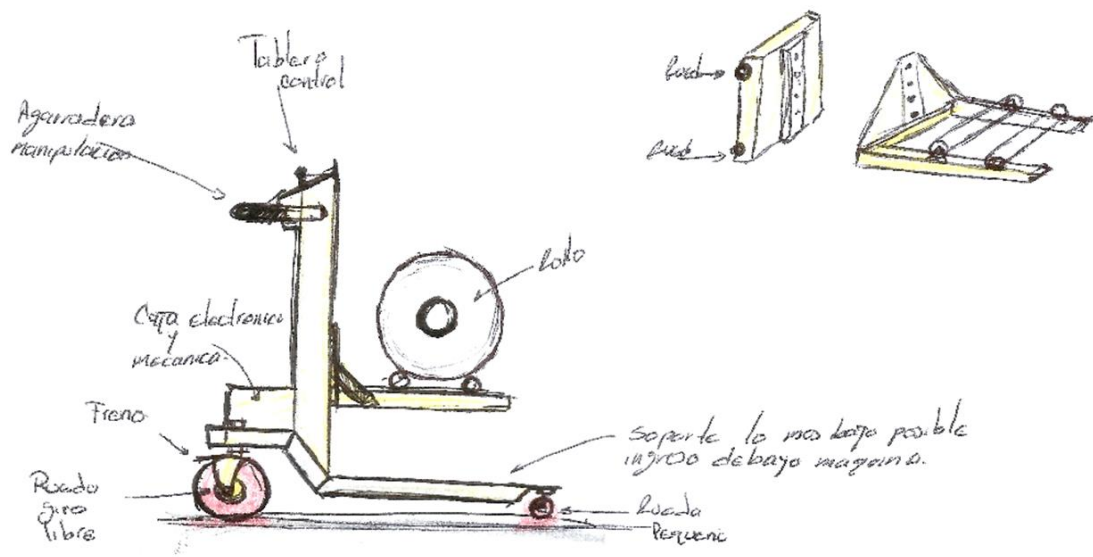
4. FASE CREATIVA

4.1. Bocetación

De acuerdo a los requerimientos y su importancia se han generado diferentes bocetos de ideas que pretenden dar solución a cada uno de ellos según la clasificación anterior.

Proponemos una forma inicial y definimos algunos parámetros de diseño claves que den una idea global de lo que se está buscando como se muestra en la figura.

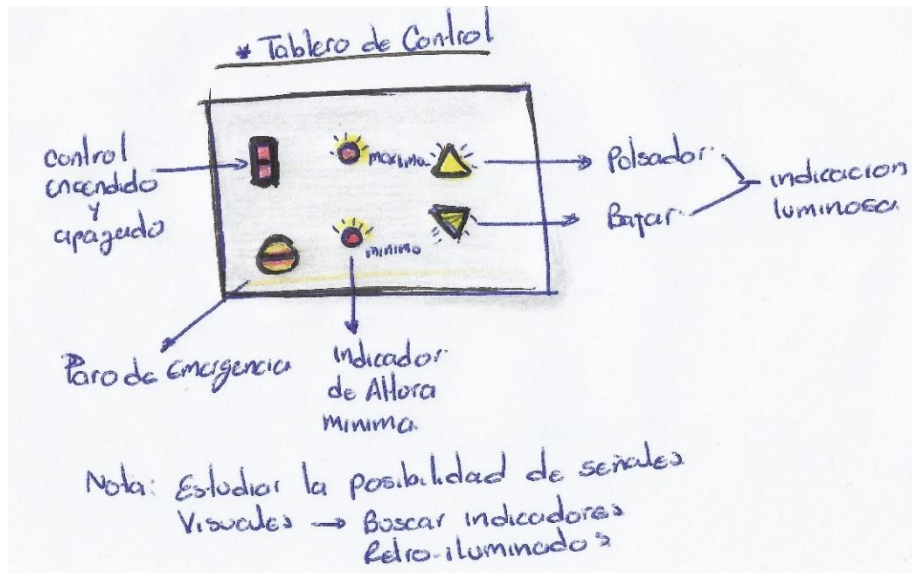
Figura 32. Bocetación inicial basada en requerimientos.



Dibujo realizado por el autor

Teniendo en cuenta los requerimientos en cuanto a la parte de control asignamos las posibles variables de diseño y ubicación para tener una aproximación a lo que requerimos en el proceso de integración de mecanismos y usabilidad del elemento, como se muestra en la figura.

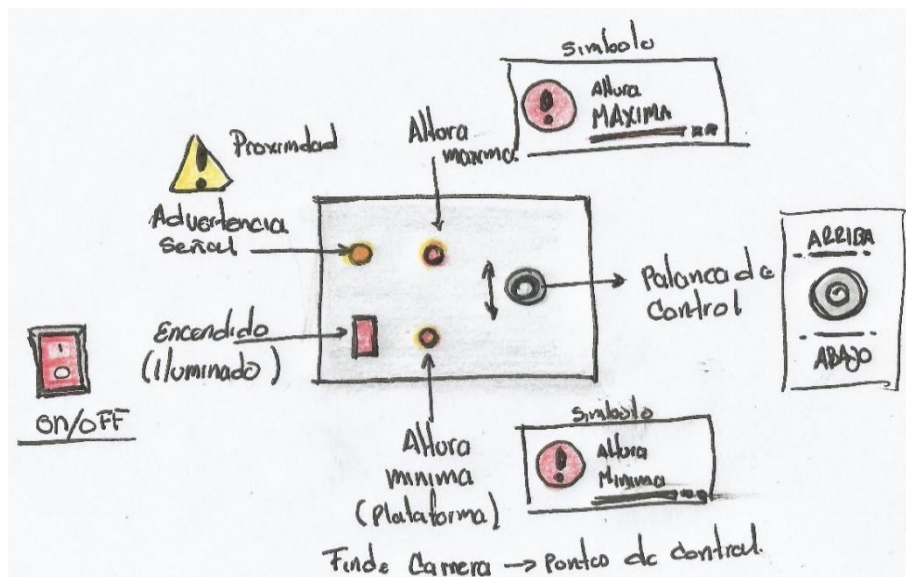
Figura 33. Bocetación idea inicial de control del cargador



Dibujo realizado por el autor

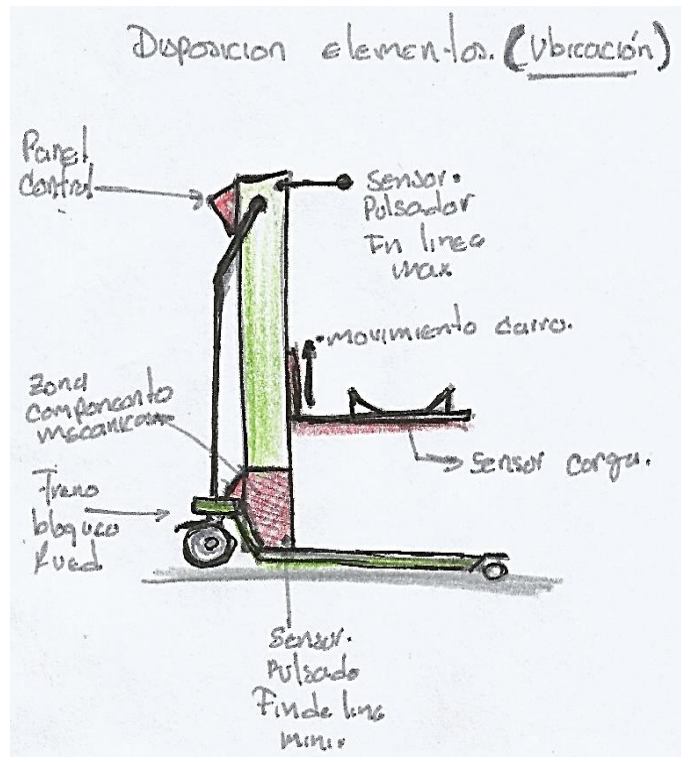
Se realizó una disposición básica de los componentes electrónicos y de control mínimos a utilizar; a su vez los requerimientos y los elementos involucrados para el manejo de la carga se disponen a consideración para definir los diferentes componentes del cargador, como se muestra en la figura.

Figura 34. Disposición final de los elementos de control electrónico



Dibujo realizado por el Autor

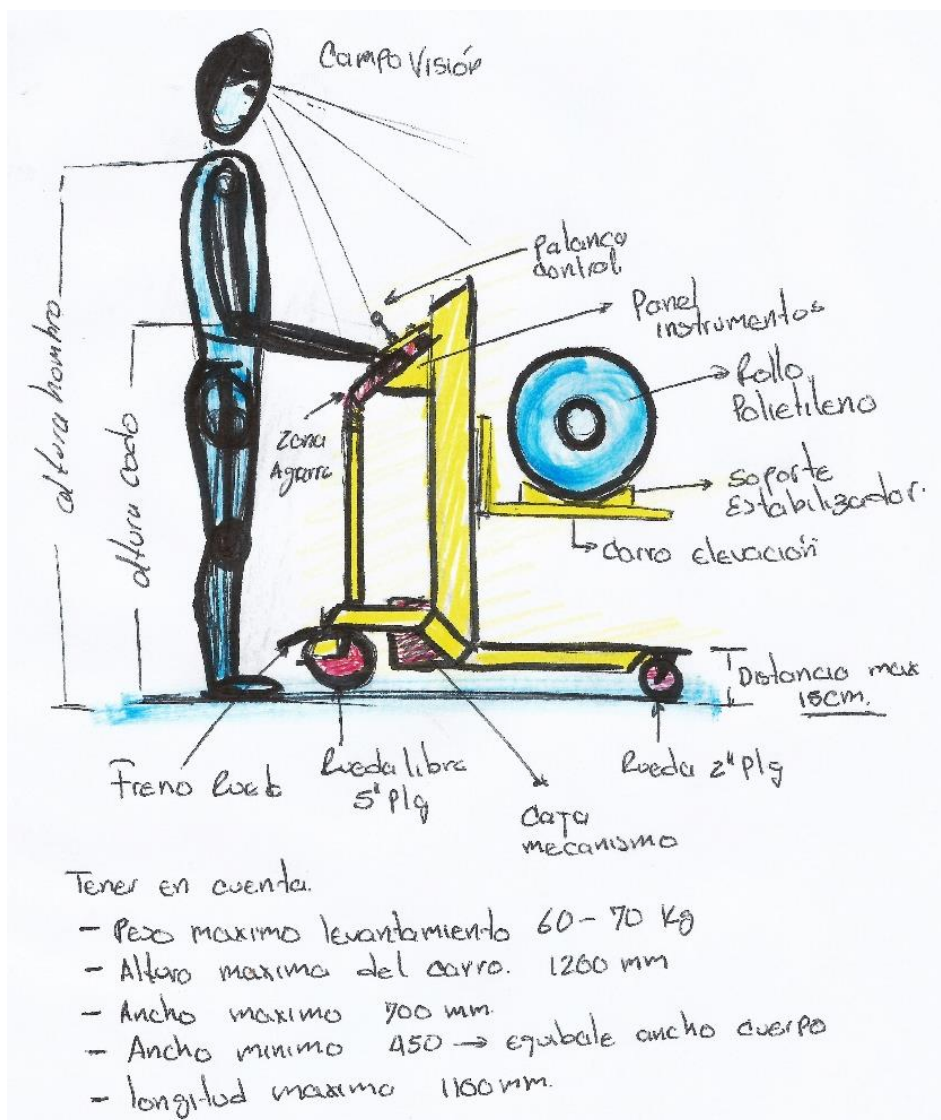
Figura 35. Disposición de elementos en el diseño



Dibujo realizado por el Autor

Se han determinado los parámetros mínimos a tener en cuenta a partir de los cuales se hará el modelado Cad, estos parámetros han sido el resultado de la recopilación de información durante la fase de investigación y teniendo en cuenta los aspectos ergonómicos y de antropometría, los aspectos más relevantes se encuentran nombrados en la figura a continuación.

Figura 36. Parámetros de diseño establecidos



Dibujo realizado por el autor

4.2. Determinación mecanismo de elevación

Se ha escogido el mecanismo de transmisión por cadena según el estudio de los mismos del marco teórico, la tabla comparativa de mecanismos la presentamos a continuación.

Tabla 49. Comparación de los mecanismos de elevación

TORNILLO SINFIN CORONA		ACTUADOR LINEAL ELECTRICO	
Imagen	Características	Imagen	Características
	Permite transmitir movimiento de rotación entre dos ejes perpendiculares.		Permite transmitir movimiento de mayor precisión y gran velocidad
	Aumenta la velocidad de giro del eje		Reduce drásticamente la velocidad de giro
	Utilizado en mecanismos para reducir la velocidad y aumentar la potencia.		Utilizado en proceso de control .
	Relación de velocidad directa		Presentan mas eficiencia y menor ruido
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
* Presenta buena ventaja mecánica	*Alto costo de fabricación.	* Control de velocidad y de posición	*costo de fabricación muy Elevados
* Multiplicador de fuerza	* debe garantizarse la perpendicularidad del mecanismo para evitar desgastes	* Multiplicador de fuerza	* Utilizado en aplicaciones especializadas
*fabricados en Materiales aleados para Aumentar su duración	* No recomendable en dimensiones largas	* Mayor control en la Posición de vástago	*Mayor estructura y Volumen
		* Mejor respuesta electrónica	* mayor robustez en dimensiones largas

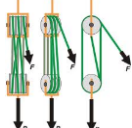
POLEAS Y POLIPASTOS		PIÑON CADENA	
Imagen	Características	Imagen	Características
	* Cambio direccional de las fuerzas vinculadas con el trabajo		*Aplicable a mecanismos con ejes separados
	*la cuerda es el medio de transmisión de la fuerza.		* Eficiencia de transmisión de 98% aprox.
	* la Distancia Aumenta la cantidad de trabajo realizado		* Es considerado un Solido y seguro sistema de transmisión.
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
* Presenta buena ventaja mecánica	* la fuerza a utilizar depende de el numero de poleas y la distancia a recorrer	*No produce resbalamientos	* Mayor peso en el mecanismo.
* Multiplicador de fuerza	* Algunas poleas no distribuyen de forma regular la fuerza.	* Relación de Velocidad Constante	* Necesidad de lubricación.
* Fabricados en todo tipo de materiales y diámetros		* Buena relación entre Uso y Mantenimiento	*En distancia largas entre los ocurre Pandeo entre la cadena debido al peso.
		* Presenta Gran Variedad de configuraciones	

Tabla elaborada por el autor

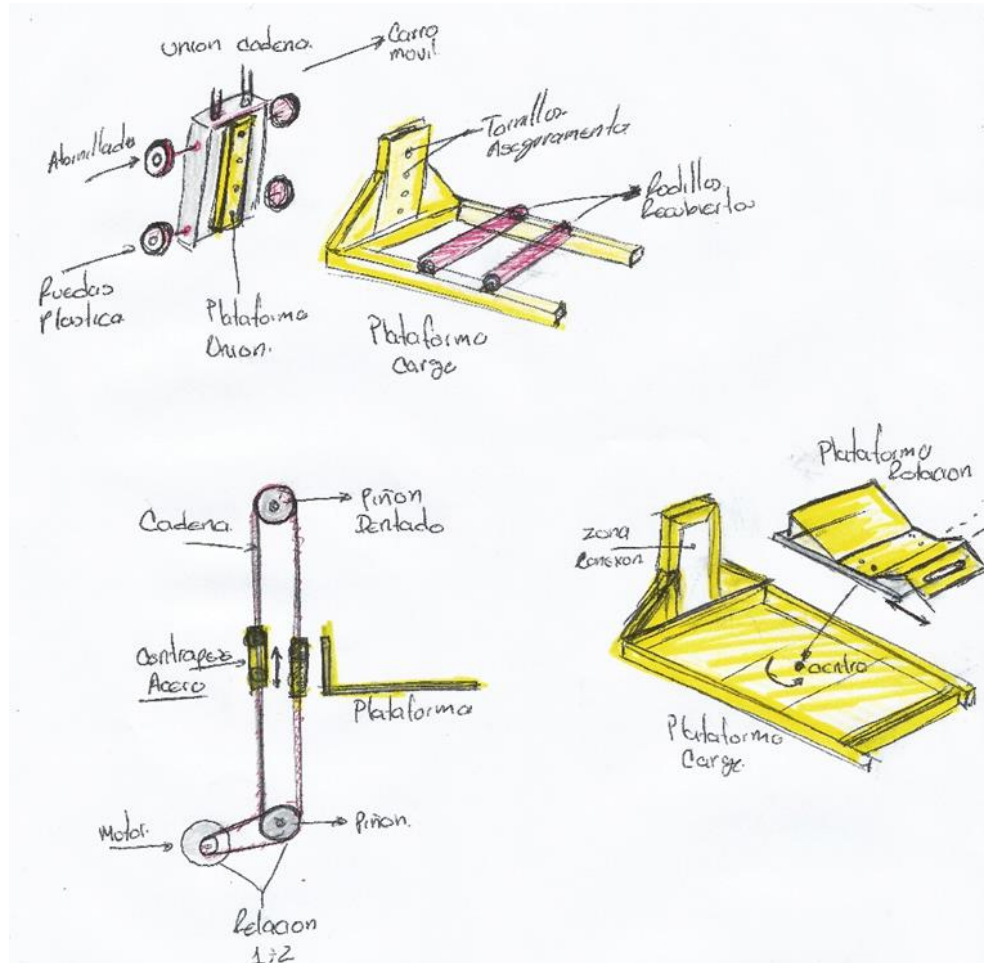
En el análisis de los mecanismos se tuvo en cuenta varios factores. El costo, la eficiencia y la disposición propia del mecanismo en el mercado fueron parte fundamental de su selección.

Los mecanismos de sinfín corona y electro actuadores son más sencillos en su aplicación pero los costos de adquisición son muy elevados, además según el tipo de aplicación debe considerarse la importación de algunos elementos lo cual incrementa en tiempo y valor su uso.

La aplicación de poleas es económica pero no es eficiente debido a que hay que mover la cuerda longitudes muy largas para obtener eficiencia, además para lograr mayor trabajo debemos realizar polipastos más complejos lo cual aumenta el grado de mantenimiento para una máquina de tipo industrial.

El mecanismos de piñón cadena nos ofrece gran variedad de configuraciones con elementos de tipo estándar y buen desempeño por eso lo hace el mecanismo ideal para nuestra aplicación. Este mecanismo se ha de aplicar al diseño del cargador porque presenta un 95% de confiabilidad, facilidad adquisición, con parámetros claros de funcionamiento, con capacidades de mantenimiento elevadas y además su costo es moderado; además de dar confiabilidad por sus múltiples aplicaciones similares, la ubicación se describe a continuación en la figura.

Figura 37. Bocetación de mecanismo básico en funcionamiento



Dibujo realizado por el autor

4.3. Modelado Cad

Habiendo escogido el mecanismo y con los parámetros de la fase de Bocetación claros, se realiza un modelado Cad 3d en software solid Edge de Siemens, donde se determinan los diferentes componentes del elemento, se determinan las medidas reales y se determina el diseño al detalle antes de la fase de análisis de cargas y definición de materiales.

El resultado del modelado lo mostramos en la figura a continuación:

Figura 38. Modelado 3D del sistema de elevación propuesto

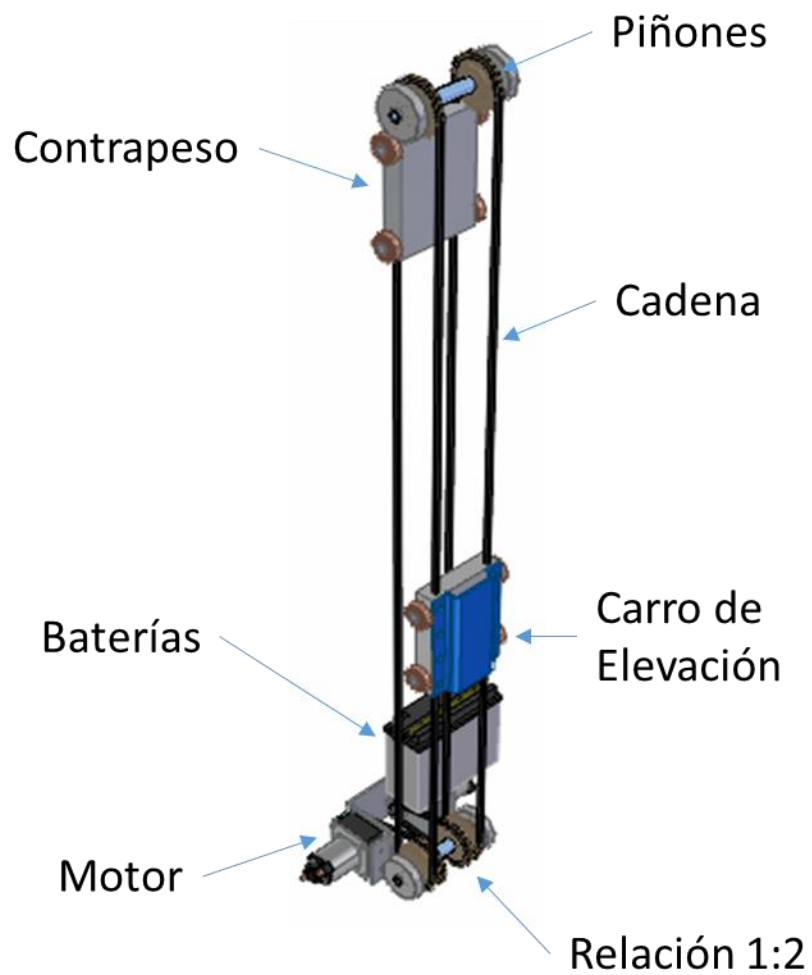


Imagen realizada en el Programa Solid Edge

Figura 39. Modelado Cad Alternativa a analizar

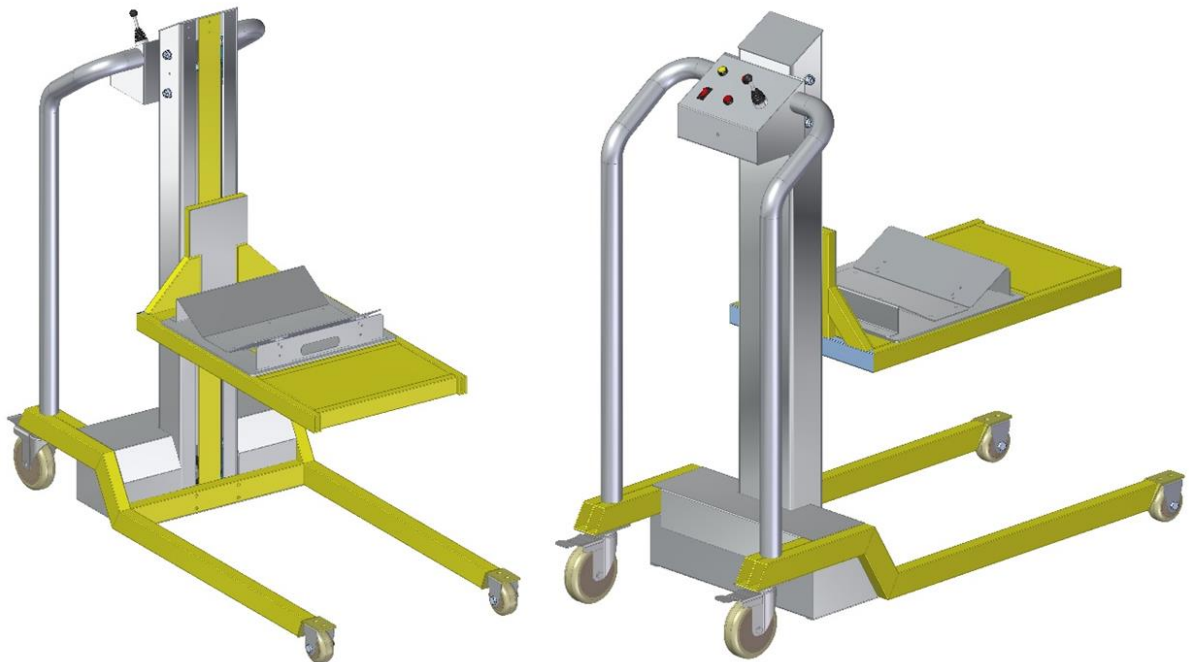


Imagen realizada por el autor

A continuación presentamos una imagen descriptiva de los principales componentes del cargador, donde se explica cada una de las partes diseñadas del mismo para que el lector comprenda su funcionamiento.

Figura 40. Partes del cargador

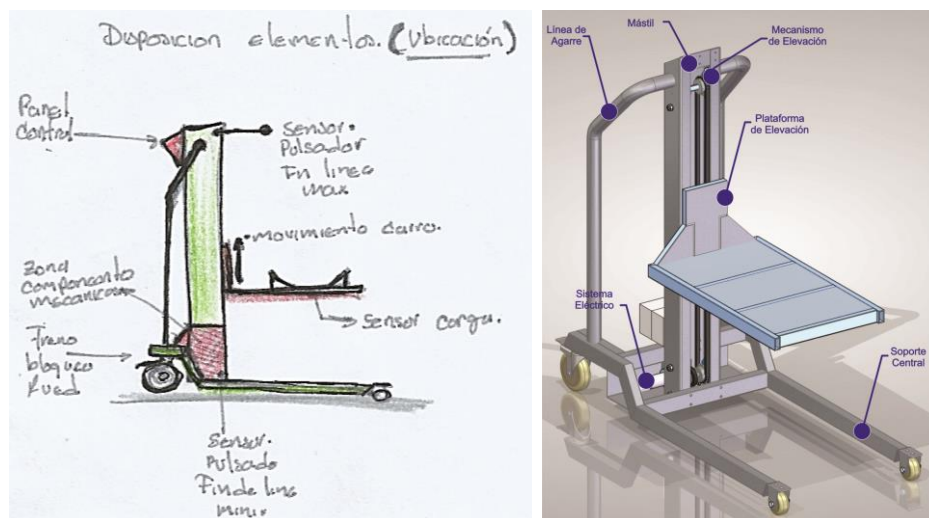


Imagen realizada por el autor

Teniendo claras las partes y características a ubicar en el modelado realizamos algunos ajustes en las dimensiones con el fin de adaptarlo antropométricamente a los perfiles regionales donde tenemos claro alturas como la del codo al suelo para el diseño de la agarre, la disposición ideal para la ubicación de panel de control y sus elementos forma en general, aspecto que podremos ver en la figura a continuación.

Figura 41. Relación antropométrica hombre máquina

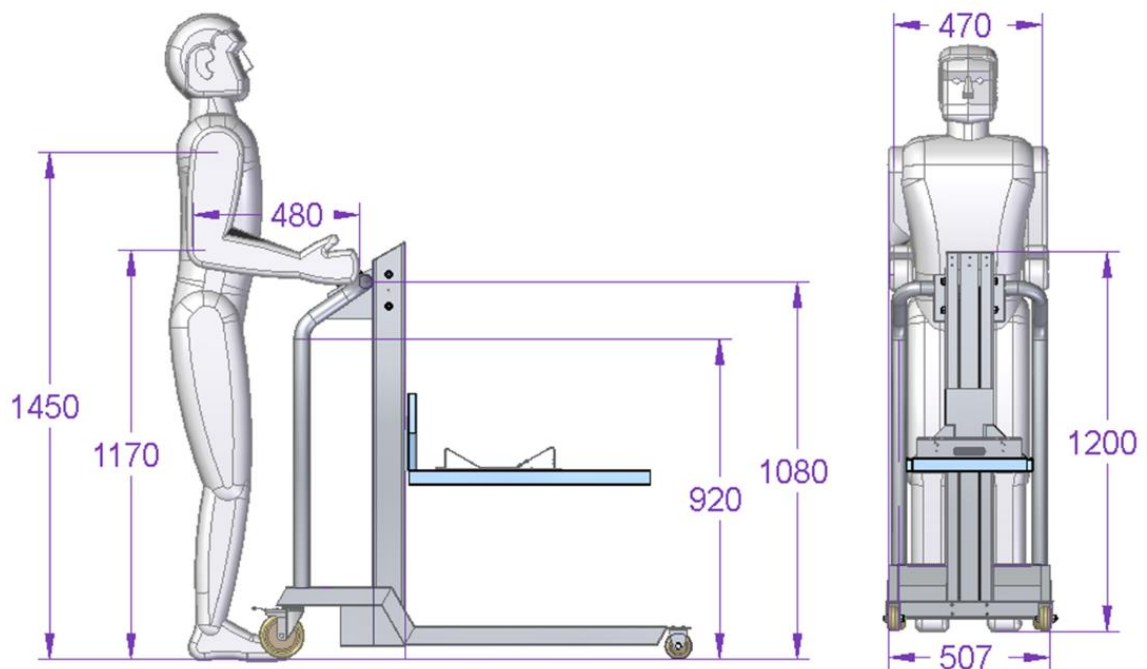


Imagen generada desde Solid Edge

4.4. Estudio de Cargas y Esfuerzos

La realización de un análisis de esfuerzos internos a un elemento da la certeza de buen diseño ya que confirma que soporta el trabajo para el cual fue concebido, por ende el estudio individual de esfuerzos a piezas generan un factor de seguridad y confianza acorde a lo que se busca en un elemento industrial

Para el análisis CAD del cargador partiremos del modelo propuesto; aplicaremos cargas para determinar virtualmente los posibles fallos en el diseño o en la aplicación de materiales en las partes y piezas que por diseño serán las más propensas a fallo.

Se han analizado las diferentes partes del cargador obteniendo los siguientes resultados:

4.4.1. Análisis del Soporte Central

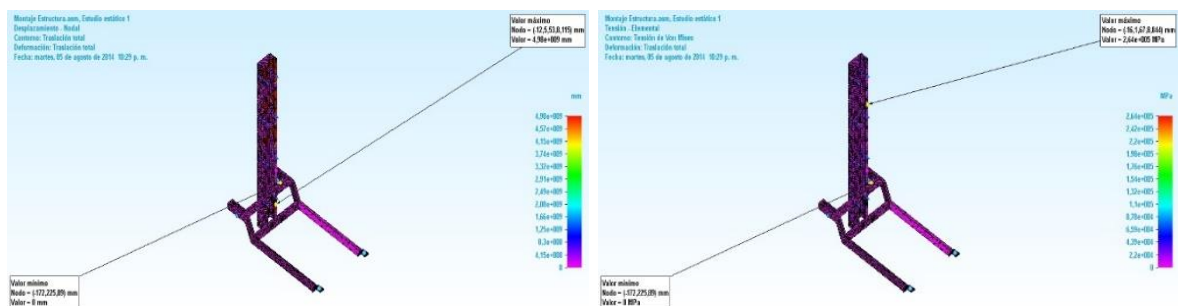
Se ha analizado el soporte central del cargador obteniendo de este mismo dos estudios de cargas y esfuerzos, los cuales relacionamos a continuación; el primero muestra el estudio del modelado inicial y el segundo es el estudio del rediseño propuesto para encontrar las dimensiones adecuadas de la pieza estudiada y alcanzar niveles de esfuerzo y un factor de seguridad adecuados para la ejecución de la tarea y las condiciones que se han propuesto.

- **Montaje Estructura Estudio estático 1_1.**

A la estructura Base inicialmente aplicamos 3500 N equivalentes a 356 Kg-F cifra que está por encima de los requerimientos de diseño y contempla además el peso generado por otros componentes, con los siguientes resultados, presentados en la figura donde relacionamos el componente de traslación total que se compara con el límite elástico y debe ser mayor, el factor de deformación y el factor de seguridad, éste último debe ser mayor o igual a 1 en el mínimo; así como las características del material con el cual se ha realizado el estudio.

Figura 42. Análisis de Carga de Estructura Base Modelo

Componente de resultados: Traslación total					Componente de resultados: Deformación Von Mises				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	-172,071 mm	225,439 mm	89,003 mm	Mínima	0 MPa	-172,071 mm	225,439 mm	89,003 mm
Máxima	4,98e+009 mm	-12,500 mm	53,833 mm	114,978 mm	Máxima	2,64e+005 MPa	-16,081 mm	67,837 mm	843,966 mm



Imágenes tomadas de Solid Edge

Figura 43. Análisis de factor de seguridad

Componente resultante: Factor de seguridad					Acero Hot Roled (HR) A-36				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Densidad	Módulo de elasticidad	Límite elástico	Tensión de rotura	Coefficiente de Poisson
Mínima	0	670,378 mm	-250,000 mm	-9,127 mm	7860,000 kg/m ³	199947,953 MPa	250,000 Mpa	400,000 Mpa	0,29
Máxima	1,8e+308	-172,071 mm	225,439 mm	89,003 mm					

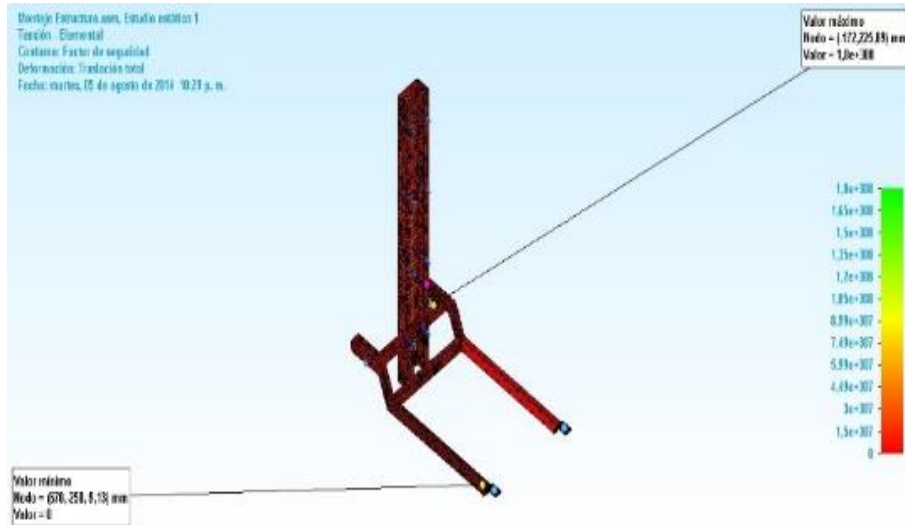


Imagen Tomada de Solid Edge

Teniendo en cuenta las propiedades del Material para el Acero Hot Roled (HR) A-36 la deformación está por encima del límite elástico y a su vez el factor de seguridad se encuentra entre 0 y 1,8 esta característica nos dice que posiblemente falle debido a la carga.

Si desea verificar los datos remitirse al informe: Anexo I. "Montaje Estructura Estudio estático 1_1.docx" que se encuentra como anexo.

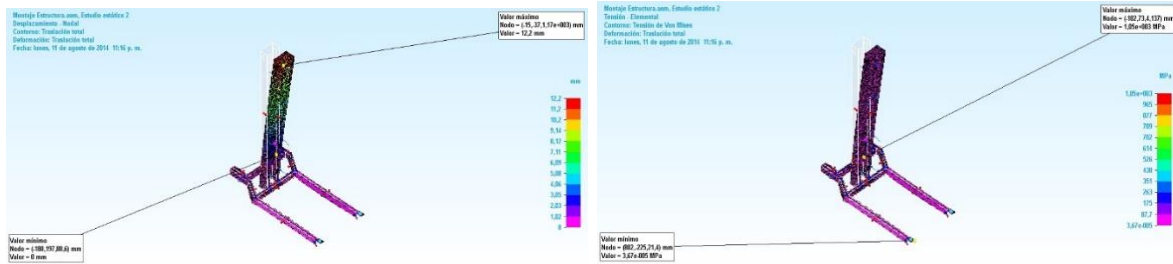
De éste análisis preliminar se determina que es necesario aplicar un rediseño a la pieza, de modo que se generan las modificaciones y se realiza el estudio nuevamente para determinar si se corrigió el problema de resistencia en el componente analizado.

- **Montaje Estructura Estudio estático 2_1.**

A continuación a la estructura Base realizamos cambios en el material y aplicamos 2000 N equivalentes a 205 Kg-F, cifra que está por encima de los requerimientos de diseño y contempla además el peso generado por otros componentes, con los siguientes resultados:

Figura 44. Análisis de Cargas de Estructura Base Rediseñada

Componente de resultados: Traslación total					Componente de resultados: Von Mises				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	-180,231 mm	196,500 mm	88,564 mm	Mínima	3,67e-005 MPa	801,956 mm	-225,397 mm	21,419 mm
Máxima	12,2 mm	-15,000 mm	-37,000 mm	1175,000 mm	Máxima	1,05e+003 MPa	-102,298 mm	73,442 mm	137,064 mm



Componente resultante: Factor de seguridad					Acero ANSI 1040				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Densidad	Módulo de elasticidad	Límite elástico	Tensión de rotura	Coefficiente de Poisson
Mínima	0,249	-102,298 mm	73,442 mm	137,064 mm	7833,000 kg/m ³	20500,953 Mpa	530,001 Mpa	358,527 Mpa	7833,000 kg/m ³
Máxima	1,44E+07	801,956 mm	-225,397 mm	21,419 mm					

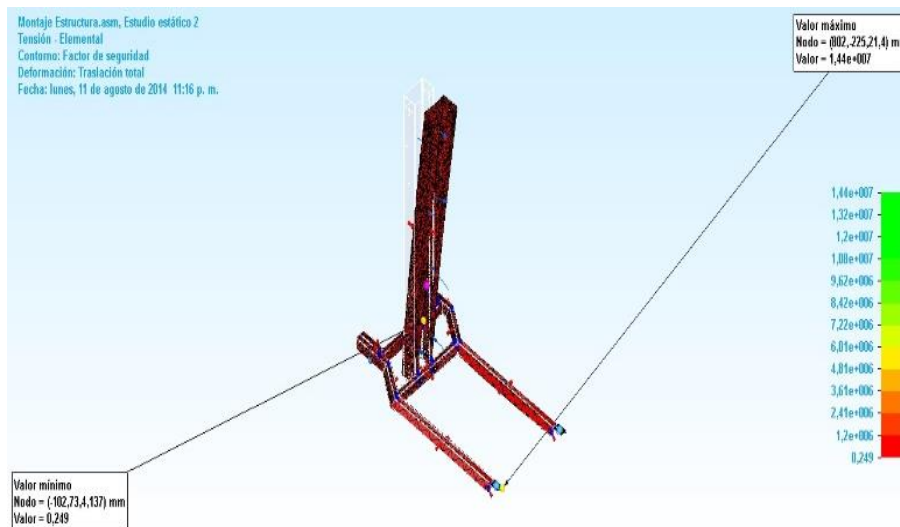


Imagen tomada de Solid Edge

Ahora y teniendo en cuenta las nuevas propiedades del material para el Acero ANSI 1040 las deformaciones se encuentran dentro de los límites permisibles aunque el factor de seguridad se mantuvo entre 0 y 1,8 el cual dice que se encuentra entre n margen de diseño aceptable.

Si desea verificar los datos remitirse al informe: Anexo J. “Montaje Estructura Estudio estático 2_1.docx” que se encuentra como anexo.

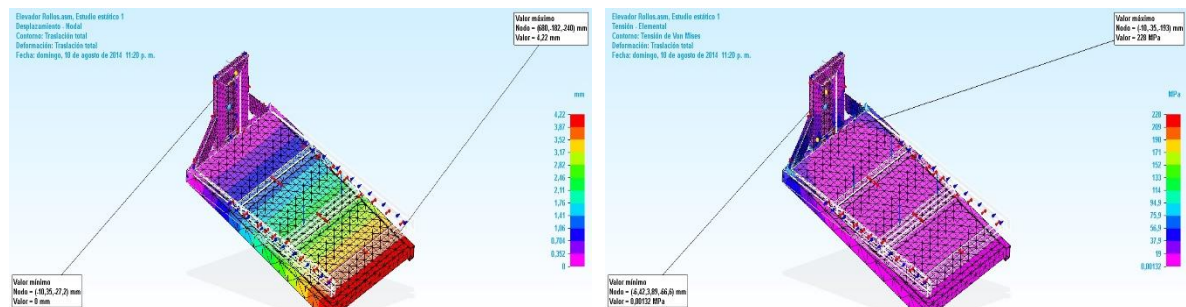
4.4.2. Análisis de la plataforma de elevación

- Elevador Rollos Estudio estático 1_1

Para el soporte de elevación de rollos aplicaremos dos fuerzas de 600N equivalente a 125 Kg-F peso que se encuentra por encima del requerimiento de peso a levantar obteniendo los siguientes resultados relacionados en la imagen.

Figura 45. Análisis de la plataforma de elevación Modelo

Componente de resultados: Traslación total					Componente de resultados: Von Mises				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	-10,000 mm	35,000 mm	-27,163 mm	Mínima	0,00132 MPa	-6,419 mm	3,889 mm	-66,609 mm
Máxima	4,22 mm	680,000 mm	-181,500 mm	-240,000 mm	Máxima	228 MPa	-10,000 mm	-35,000 mm	-192,837 mm



Componente resultante: Factor de seguridad					Acero Hot Rolled (HR) A-36				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Densidad	Módulo de elasticidad	Límite elástico	Tensión de rotura	Coefficiente de Poisson
Mínima	1,1	-10,000 mm	-35,000 mm	-192,837 mm	7860,000 kg/m ³	199947,953 MPa	250,000 Mpa	400,000 Mpa	0,29
Máxima	1,89E+05	-6,419 mm	3,889 mm	-66,609 mm					

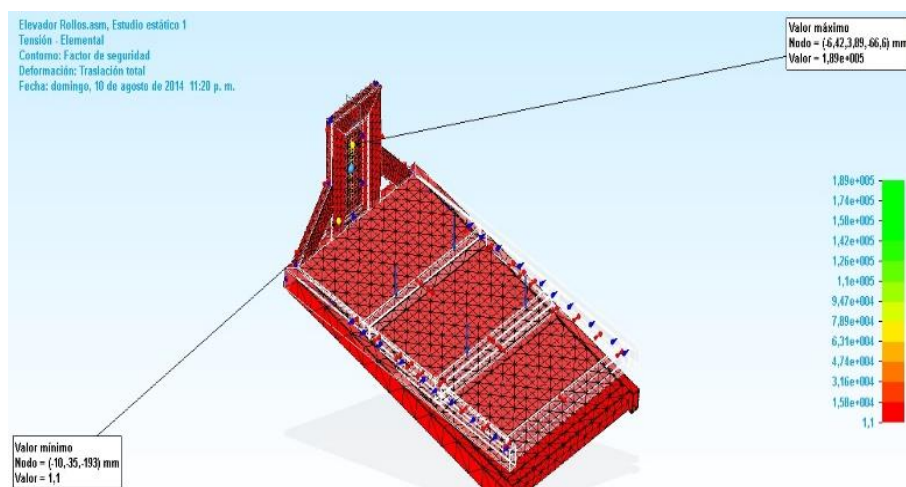


Imagen tomada de solid Edge

Las cargas aplicadas al material para el Hot Rolled (HR) A-36 las deformaciones se encuentran dentro de los límites permisibles confirmado por el rango del factor de seguridad se encuentra entre 1,1 y 1,8 el cual dice que se encuentra entre el margen de diseño aceptable.

Si desea verificar los datos remitirse al informe: Anexo K. “Elevador de rollos estudio estático 1_1.docx” incluye video y otras mediciones que se encuentra como anexo.

- **Elevador Rollos Informe estático 2-1**

Para el soporte de elevación realizamos un rediseño en su estructura dando algunos refuerzos a los cuales aplicaremos dos fuerzas de 1000 N equivalente a 105 Kg-F peso que se encuentra por encima del requerimiento de peso a levantar obteniendo los siguientes resultados:

Figura 46. Análisis de la plataforma de elevación Modelo

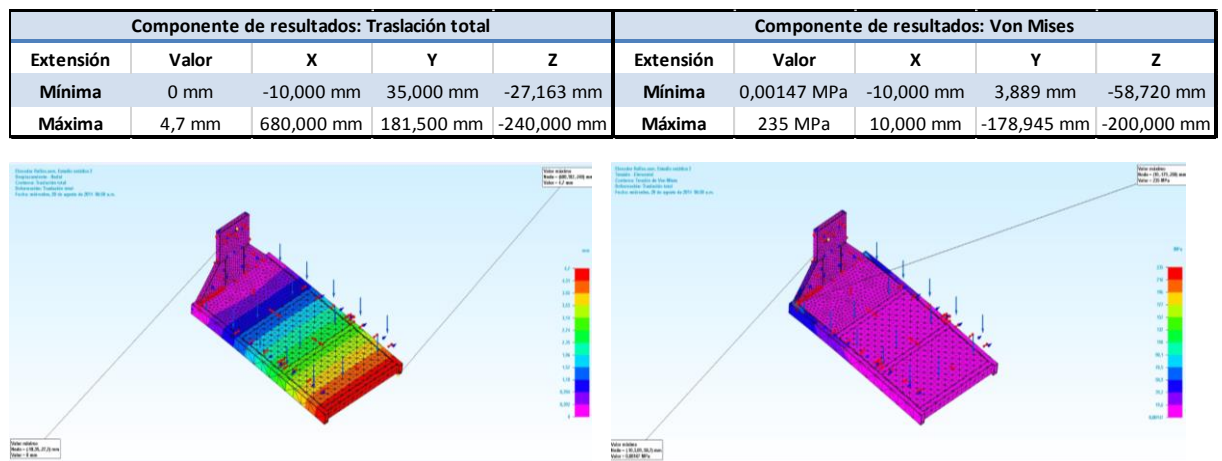


Imagen tomada de Solid Edge

Figura 47. Análisis de factor de seguridad

Componente resultante: Factor de seguridad					Acero ANSI 1040				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Densidad	Módulo de elasticidad	Límite elástico	Tensión de rotura	Coefficiente de Poisson
Mínima	1,11	10,000 mm	-178,945 mm	-200,000 mm	7833,000 kg/m ³	20500,953 Mpa	530,001 Mpa	358,527 Mpa	7833,000 kg/m ³
Máxima	3,60E+05	-10,000 mm	3,889 mm	-58,720 mm					

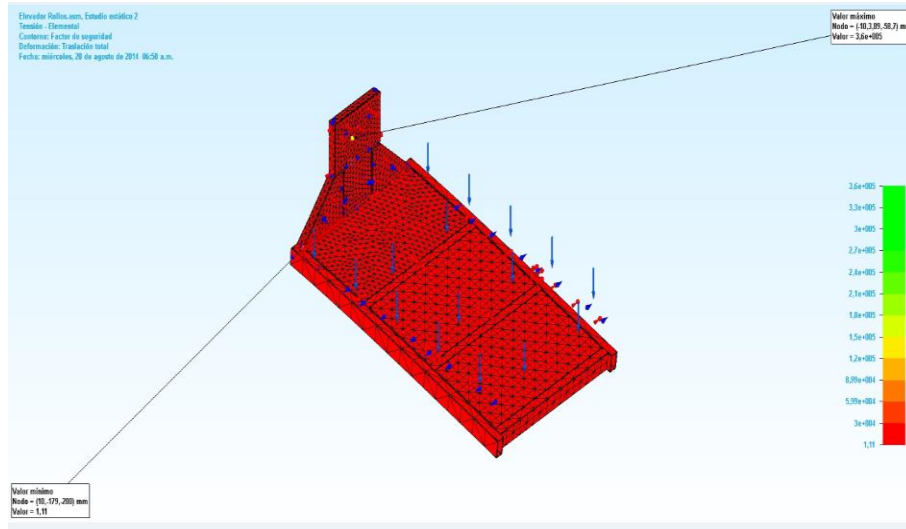


Imagen tomada de Solid Edge

Las cargas aplicadas al material para Acero AISI 1040 nos dicen que la deformación se encuentra dentro de los límites permisibles confirmado por el rango del factor de seguridad se encuentra entre 1,1 y 3,6 el cual dice que se encuentra en un margen de diseño aceptable.

Si desea verificar los datos remitirse al informe: Anexo L. “Elevador de rollos estudio estático 2_1.html” incluye video y otros mediciones y se encuentra como anexo.

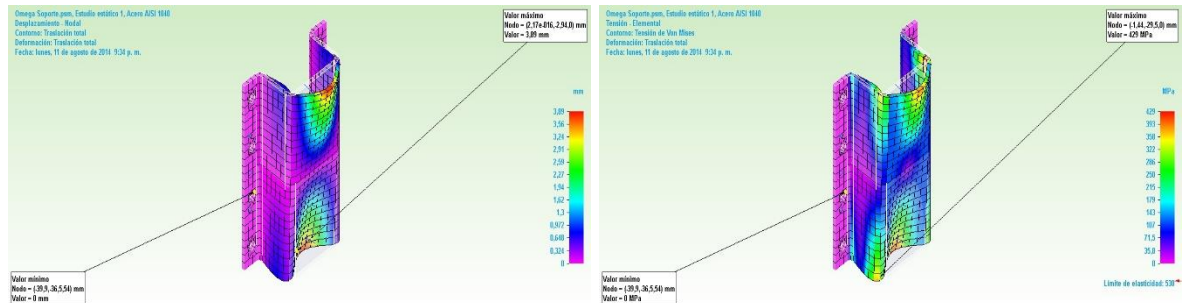
4.4.3. Estudio de la pieza omega de soporte

- **Omega Soporte Estudio estático 1_1**

Uno de los elementos más críticos es la omega de soporte cuya función es empalmar el carro de elevación con la plataforma de elevación la cual soporta y mueve toda la carga, para ello realizamos el estudio de cargas con una fuerza de 1000 N equivalente a 105 Kg-f, los resultados se nombran a continuación:

Figura 48. Análisis de la Omega de Soporte Modelo

Componente de resultados: Traslación total					Componente de resultados: Von Mises				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	-39,864 mm	-36,477 mm	54,000 mm	Mínima	0 MPa	-39,864 mm	-36,477 mm	54,000 mm
Máxima	3,89 mm	0,000 mm	-2,935 mm	0,000 mm	Máxima	429 MPa	-1,437 mm	-29,532 mm	0,000 mm



Componente resultante: Factor de seguridad					Acero ANSI 1040				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Densidad	Módulo de elasticidad	Límite elástico	Tensión de rotura	Coefficiente de Poisson
Mínima	1,24	-1,437 mm	-29,532 mm	0,000 mm	7833,000 kg/m ³	20500,953 Mpa	530,001 Mpa	358,527 Mpa	7833,000 kg/m ³
Máxima	1,8e+308	-39,864 mm	-36,477 mm	54,000 mm					

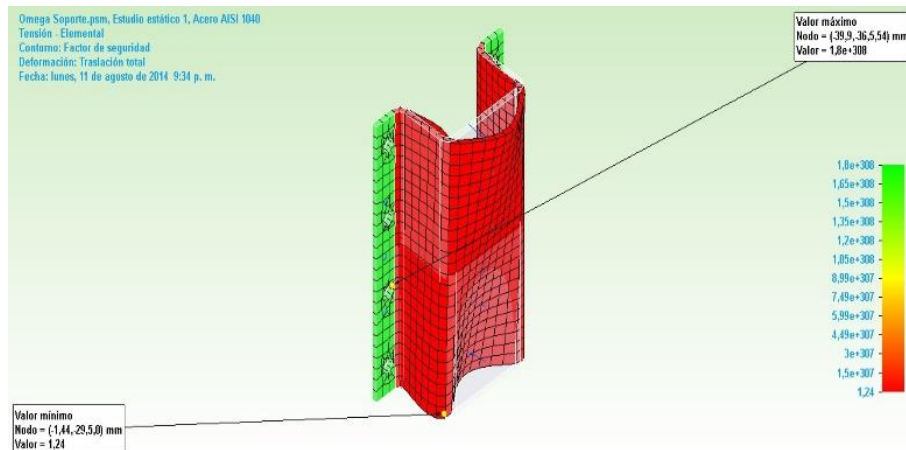


Imagen tomada de Solid Edge

En este estudio en particular los análisis me dicen que me encuentro muy cerca del límite elástico del material el cual podría fallar con una carga superior a 100 kg, adicionalmente tenemos un factor de seguridad entre 1,2 y 1,8. Debido a esto rediseñaremos la pieza para aumentar los valores del factor de seguridad, como es una pieza con un calibre comercial haremos un ajuste al calibre siguiente y analizamos con los mismos parámetros del análisis anterior.

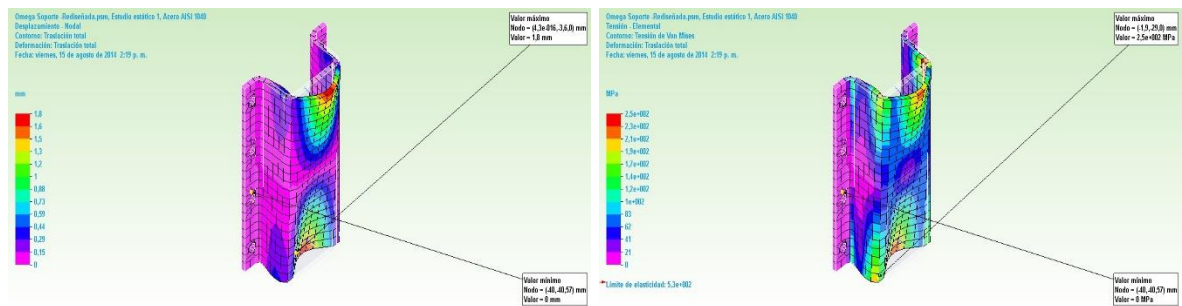
Si desea verificar los datos remitirse al informe: Anexo M. "Omega Soporte Estudio estático 1_1.docx" incluye video y otras mediciones que se encuentra como anexo.

- **Omega Soporte - Rediseñada Estudio estático 2_1**

Se aumentó el calibre de la lámina de la pieza al siguiente en la tabla de materiales comerciales para determinar una mejora en las condiciones de deformación y factor de seguridad de la pieza.

Figura 49. Análisis Pieza Omega Soporte Rediseñada

Componente de resultados: Traslación total					Componente de resultados: Von Mises				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	-40,00 mm	-40,18 mm	56,88 mm	Mínima	0 MPa	-40,00 mm	-40,18 mm	56,88 mm
Máxima	1,8 mm	0,00 mm	-3,61 mm	0,00 mm	Máxima	2,5e+002 MPa	-1,91 mm	-29,38 mm	0,00 mm



Componente resultante: Factor de seguridad					Acero ANSI 1040				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Densidad	Módulo de elasticidad	Límite elástico	Tensión de rotura	Coefficiente de Poisson
Mínima	2,1	-1,91 mm	-29,38 mm	0,00 mm	7833,000 kg/m ³	20500,953 Mpa	530,001 Mpa	358,527 Mpa	7833,000 kg/m ³
Máxima	1,8e+308	-40,00 mm	-40,18 mm	56,88 mm					

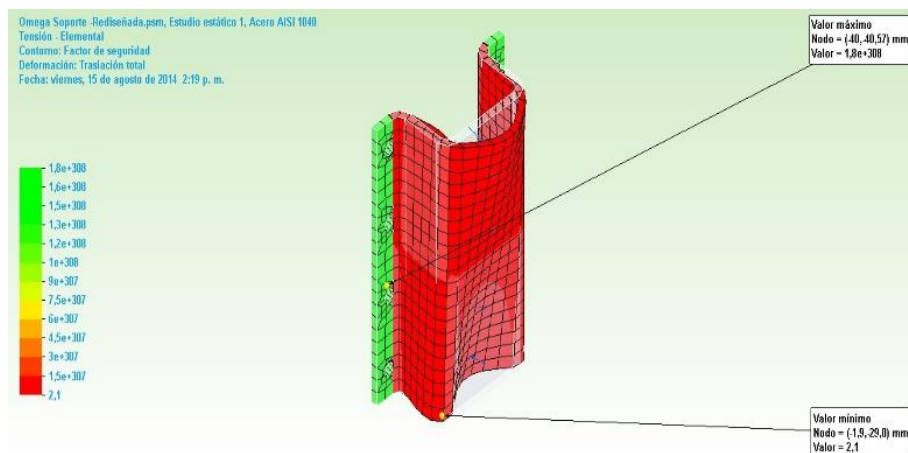


Imagen tomada de Solid Edge

La prueba nos arroja datos como el incremento del factor de seguridad de un mínimo de 2,1 a, 1800 esto es un aumento considerable en la resistencia de la pieza mejorando las cargas con las que se proyecta su uso.

Si desea verificar los datos remitirse al informe: Anexo N. “Omega Soporte - Rediseñada Estudio estático 2_1.docx” incluye video y otras mediciones que se encuentra como anexo.

4.4.4. Análisis del Refuerzo Rueda Delantera

Refuerzo Rueda Delantera Estudio estático 1_1

Otra de las partes a analizar fue el soporte diseñado para la rueda delantera el cual fue diseñado para mantener el perfil bajo de el cargador para el ingreso del mismo a estibas. Los datos que nos arrojó el estudio con una fuerza aplicada de 500 N. los resultados en la imagen a continuación.

Figura 50. Análisis Refuerzo de Rueda Delantera Modelo

Componente de resultados: Traslación total					Componente de resultados: Von Mises				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Extensión	Valor	X	Y	Z
Mínima	0 mm	1,783 mm	-22,500 mm	-3,211 mm	Mínima	0 MPa	4,504 mm	17,040 mm	-7,801 mm
Máxima	7,38 mm	-70,000 mm	0,000 mm	-0,000 mm	Máxima	180 MPa	-1,913 mm	7,500 mm	-4,240 mm

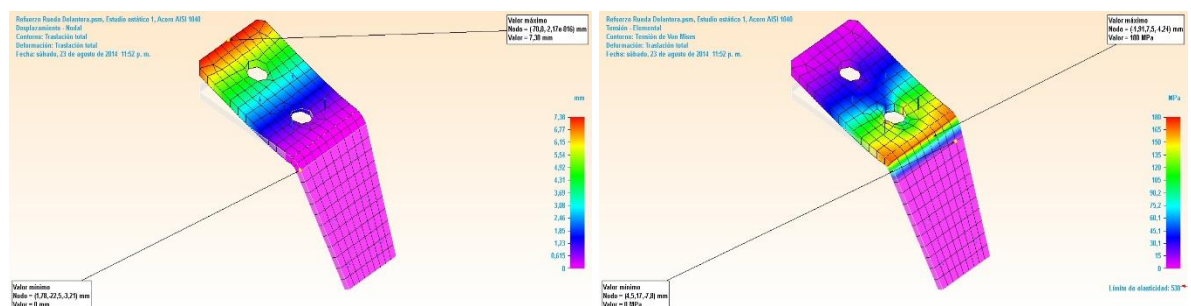


Imagen Tomada de Solid Edge

Figura 51. Análisis de Factor de seguridad

Componente resultante: Factor de seguridad					Acero ANSI 1040				
Extensión	Valor	X	Y	Z	Densidad	Módulo de elasticidad	Límite elástico	Tensión de rotura	Coefficiente de Poisson
Mínima	2,94	-1,913 mm	7,500 mm	-4,240 mm	7833,000 kg/m ³	20500,953 Mpa	530,001 Mpa	358,527 Mpa	7833,000 kg/m ³
Máxima	274	-70,000 mm	-19,500 mm	-3,581 mm					

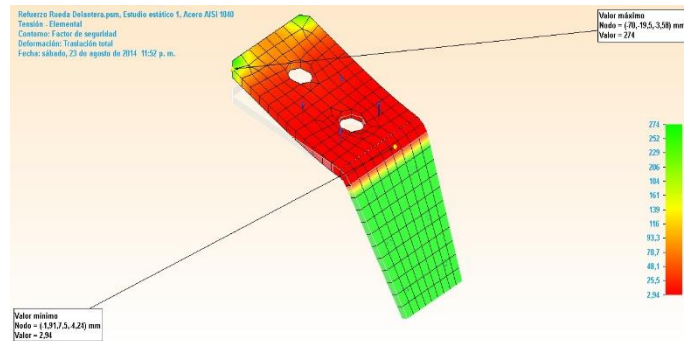


Imagen tomada de Solid Edge

Los resultados del análisis nos indican que la pieza tiene un factor de seguridad de 2,9 a 274 esta característica hace que la pieza se encuentre en un buen rango de trabajo, su diseño tiene en cuenta el desplazamiento de la pieza que es 7mm máximo para que cumpla la función de amortiguador, esta característica no es garantía de correcto funcionamiento pero se espera un buen comportamiento en superficies no regulares.

Si desea verificar los datos remitirse al informe: Anexo Ñ “Refuerzo Rueda Delantera Estudio estático 1_1.docx” incluye video y otras mediciones que se encuentra como anexo.

Los demás parámetros a tener en cuenta y los informes del análisis de cada una de las piezas se encuentran en el documento de Anexos digitales del presente proyecto.

4.5. Modelado rediseñado del cargador después de estudios estáticos

El modelado para la fabricación del cargador se ha modificado de acuerdo a los estudios anteriores, por lo tanto se ha ajustado el modelado CAD a éstos requerimientos de soporte de cargas, el resultado se referencia en los planos de fabricación que se encuentran en los anexos digitales del proyecto y a continuación presentamos una imagen del modelado final del cargador.

Figura 52. Modelado de cargador Ajustado

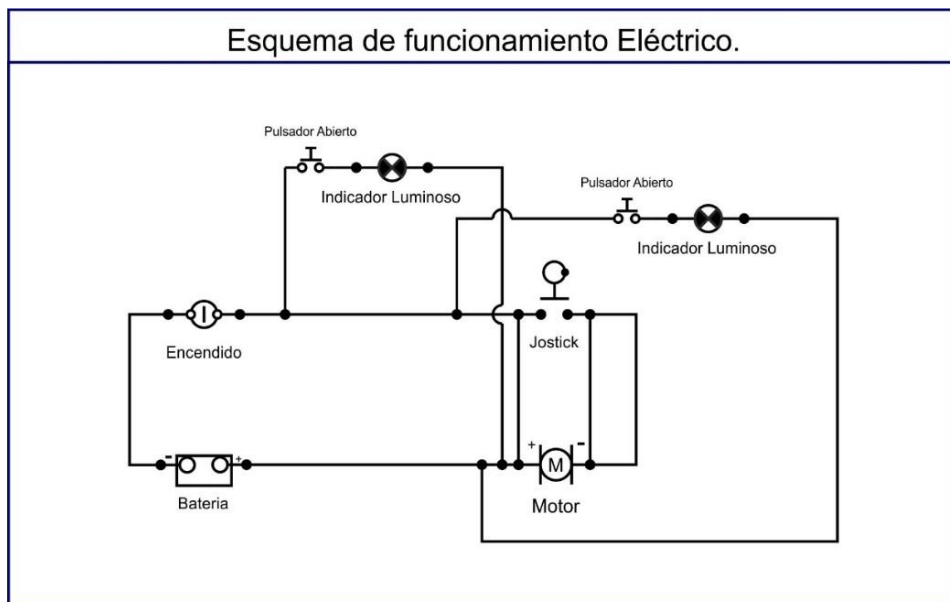


Imagen Tomada de Solid Edge

4.6. Diagrama del funcionamiento eléctrico del cargador

Se ha planteado el funcionamiento del cargador, de acuerdo a los parámetros de diseño, se ha determinado como función principal la graduación de altura del cargador mediante la transmisión de movimiento por cadena, para lo cual se ha determinado el siguiente diagrama que determina esquemáticamente el planteamiento del sistema eléctrico del elemento. Aclaramos que dado que es un diagrama explicativo se han obviado algunas normas de dibujo eléctrico. El resultado de este esquema lo presentamos en la figura a continuación.

Figura 53. Esquema del funcionamiento eléctrico



Simbología tomada de: <http://www.simbologia-electronica.com/simbolos-electricos-electronicos/simbolos-electronicos.htm> .

Imagen realizada por el autor

5. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO

5.1. Planos de Fabricación

Del modelado final se han sacado los planos de fabricación del cargador de acuerdo a las características mencionadas anteriormente, cada plano cuenta con una vista isométrica, un rótulo y la información necesaria para su fabricación como características del material y demás. La norma el modelo se explica en la figura a continuación y los demás planos se encuentran en el Anexo O. Planos de Fabricación.

Figura 54. Plano de Fabricación Pieza de Refuerzo de Rueda

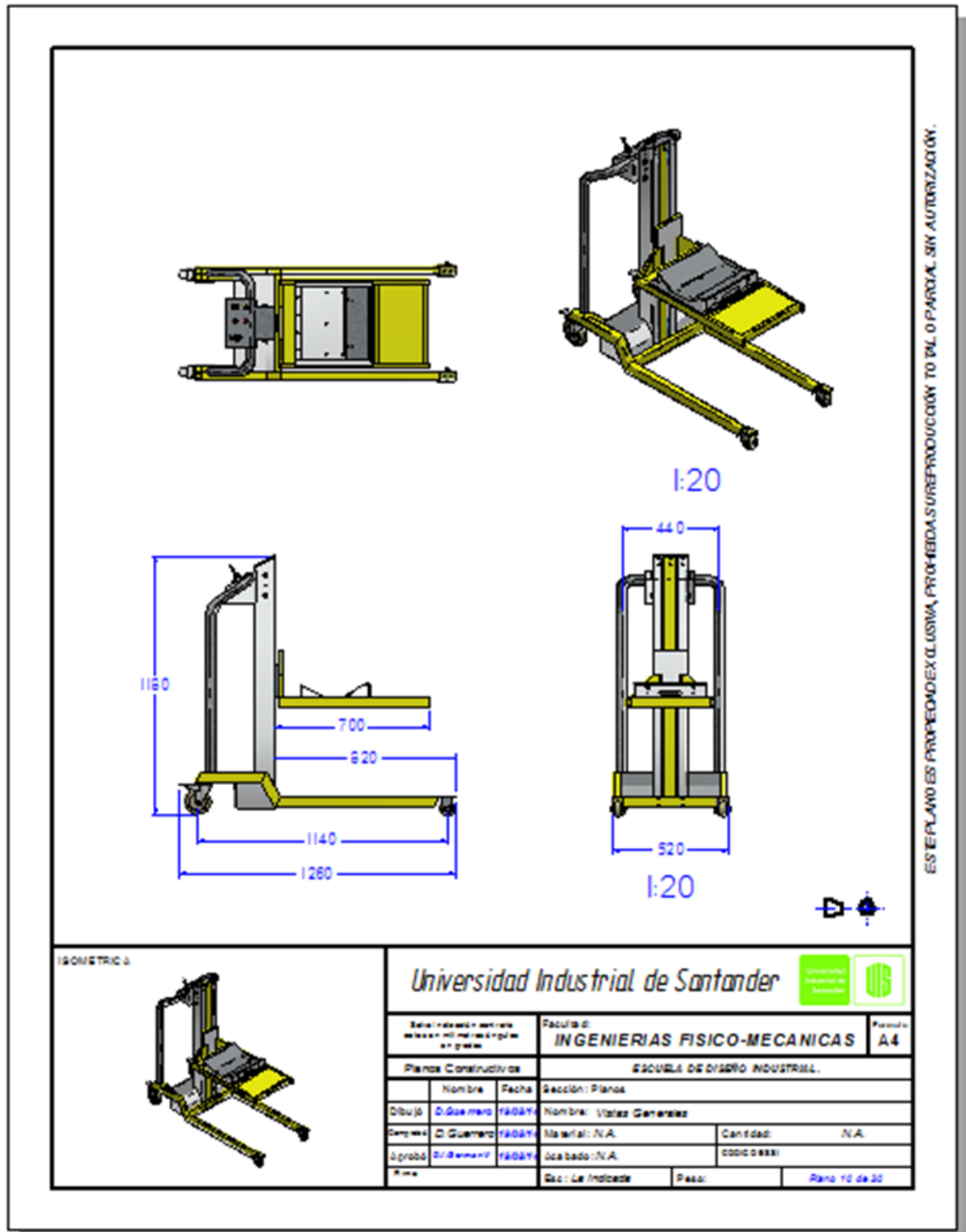


Imagen realizada por el autor

5.2. Fabricación del Modelo.

El proceso básico de fabricación del cargador se relaciona en la figura a continuación:

Figura 55. Esquema del Proceso de Fabricación Cargador

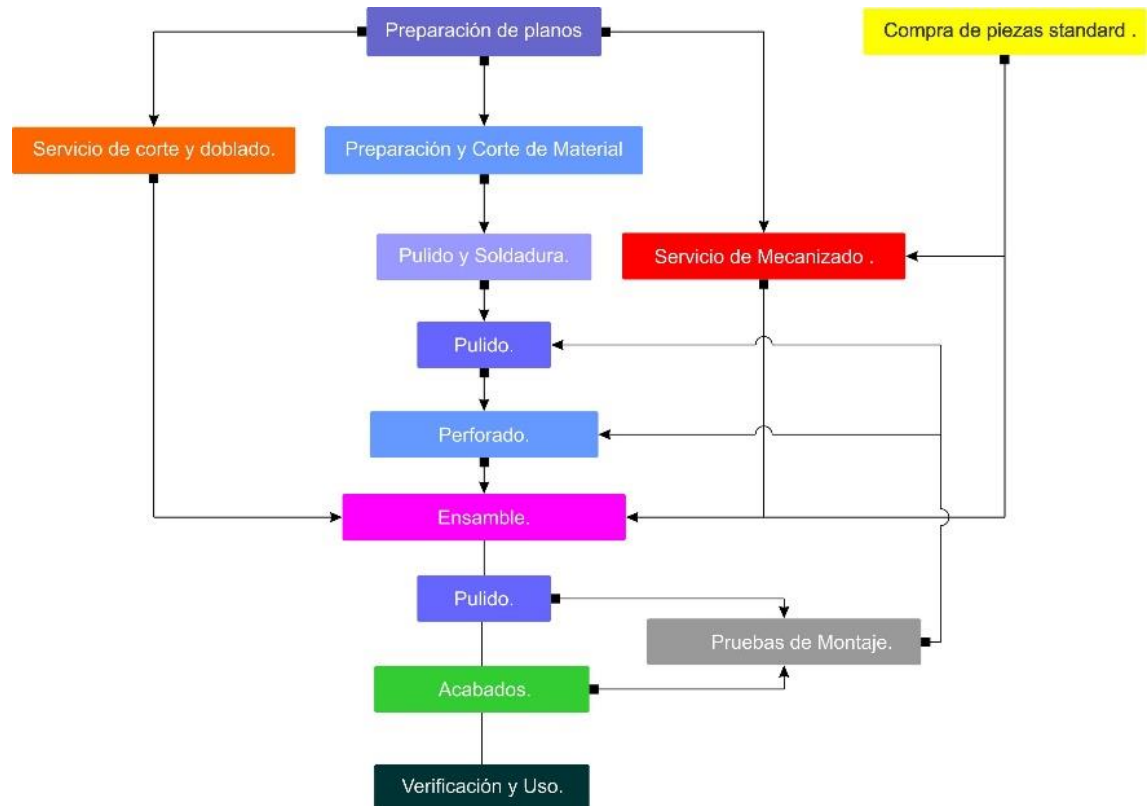


Imagen realizada por el Autor

La figura a continuación muestra algunas fases del proceso de construcción en soldadura, ensamble y el modelo de comprobaciones final.

Figura 56. Fotografías del proceso de Fabricación



Imagen tomadas por el autor

Los costos de Fabricación del modelo del cargador se relacionan en la tabla de costos que presentamos a continuación, donde separamos las piezas estándar usadas en la fabricación del elemento y las piezas fabricadas como parte del desarrollo del proyecto.

Tabla 50. Costos de Fabricación Cargador

Metal Mecanico	Cantidad	Costo	Doblado	Cantidad	Costo
Perfil Estructural 50x30 Acero 4013	6 mts	60.000	lamina Acero 1/4	500 cm 2	50.000
Perfil Estructural 40x20 Acero 4013	6 mts	40.000	Lamina Cal= 14	400 cm 2	35.000
Tubo 1-1/2 "	6 mts	80.000	Lamina Cal= 12	400 cm 2	30.000
subtotal		180.000	Lamina Cal= 16	400 cm 2	25.000
Consumibles	Cantidad	Costo	Lamina Cal= 18	400 cm 2	20.000
Discos de corte	5 Und	20.000	Lamian Cal= 10	300 cm 2	55.000
Discos de desbaste	2 Und	13.000	Servicio de Doblado		60.000
Discos Flat	3 Und	24.000	Servicio de Corte		40.000
Soldadura Rebestida	3 Kg	25.000	Imprevistos		50.000
subtotal		82.000	subtotal		365.000

Piezas Comerciales	Cantidad	Costo	Otros	Cantidad	Costo
Chumaceras	4 Und	80.000	Prensas		25.000
Ruedas fijas 3"	2 Und	14.000	Brocas		35.000
Rodachines de 5" con bloqueo y freno	2 Und	38.000	Bochas		6.000
Rodamiento	1 Und	10.000	Herramientas		80.000
Cadena 35B-1	4,5 mts	60.000	Recubrimientos		20.000
Piñon 35B-18	1 Und	19.000	Pintado		100.000
Piñon 35B-19	4 Und	80.000	Mano de Obra		200.000
Piñon 35B-9	1 Und	15.000	transporte		80.000
Tornilleria Acero Inoxidable		50.000	Imprevistos		100.000
subtotal		366.000	subtotal		646.000

Componentes Electronicos	Cantidad	Costo
Motor	1 Und	350.000
baterias 12V 7ah	2 Und	110.000
Jostick Electronico	1 Und	20.000
Indicadores Led	2 Und	16.000
Encendido luminoso	1 Und	5.000
Pulsadores	2 Und	15.000
Cable Cal= 18	10 mts	20.000
Conectores	24 Und	15.000
Imprevistos		50.000
subtotal		601.000
Total Global		2.060.000

Tabla elaborada por el Autor

6. COMPROBACIONES

6.1. Protocolo de uso del cargador

De acuerdo al diseño del cargador se ha establecido un protocolo de uso el cual básicamente consta de las siguientes etapas.

- Revisar que el cargador esté en perfecto estado y encender el sistema eléctrico.
- Desbloquear las ruedas si están bloqueadas
- Empujar el cargador y llevarlo hasta la zona de almacenamiento de rollos
- Ubicar el cargador justo al lado del rollo o la carga a levantar
- Bloquear o estabilizar el cargador, se dispone del freno y bloqueo de ruedas traseras
- Ubicar la plataforma de elevación al nivel de la estiba o estante de almacenamiento
- El operario debe tomar el rollo y tumbarlo sobre el cargador y ajustarlo en caso de ser necesario
- Se eleva el cargador con el rollo para separarlo de la estiba o estante.
- Transportar el rollo hasta la maquina por los caminos delimitados
- Al llegar a la maquina se debe ubicar el rollo frente al portarrollo y bloquear las ruedas.
- Manipular el cargador para ajustar el cargador unos centímetros más alto del nivel del portarrollo si es necesario o a nivel del portarrollo (Depende de la máquina en la cual se esté trabajando)
- Introducir el eje del portarrollo en el núcleo de la bobina si es necesario y ajustar (si la máquina tiene eje de portarrollo, en caso negativo obviar este paso)
- Desajustar las ruedas e introducir el cargador y el rollo dentro de la máquina para ajustar en el portarrollo.
- Retire el cargador, ubique en un lugar seguro y apague el sistema.

6.2. Prueba técnica

De acuerdo a los requerimientos técnicos y de fiabilidad del elemento se ha determinado una prueba técnica en la cual se probaran los siguientes requerimientos:

- Variación de altura del cargador entre 15 cm y 100 cm
- Efectividad del mecanismo de elevación
- Soporte de carga con un rollo
- Desplazamiento y manejo del cargador
- Estabilidad

Para esta prueba en el laboratorio del departamento de Diseño, Desarrollo e Innovación de la empresa Essi Sas, se han planteado una serie de pruebas de corriente al motor que controla el mecanismo de elevación, cuyo resultado es exitoso permitiendo al cargador elevarse desde los 15 a los 100 cm de altura. La comprobación de esta prueba se encuentra en el anexo digital Pruebas cargador, prueba de mecanismo. Se determina que el sistema de elevación es funcional y que la forma en que se planteó el mecanismo es efectivo en cuanto a la forma de lograr el movimiento de graduación de altura.

Al hacer la prueba de carga se determina que el sistema puede cargar un rollo y en la plataforma de elevación, el peso de prueba es de aproximadamente 35 kg. Para un rollo de polietileno blanco. La figura a continuación muestra las características principales de esta prueba.

Figura 57. Prueba de carga de rollo de PE



Imagen tomada por el autor

Se comprobó la efectividad en la carga de un rollo y el transporte de la misma a partir del desplazamiento del cargador desde la zona de almacenamiento de rollos hasta la zona de ubicación de la máquina como se muestra en el video en el Anexo P. Pruebas del cargador, Transporte de Rollo en Cargador. En el cual se denota la versatilidad del cargador para ingresar a espacios reducidos en planta, además se demostró que es posible transportar un rollo de 105 cm de ancho por espacios reducidos, lo cual cumple con los requerimientos planteados. La estabilidad del cargador se denota en la forma en que se transporta el rollo, tal como se observa en los videos adjuntos mencionados anteriormente.

6.3. Prueba de uso

Se planteó una prueba de uso con el fin de comprobar los siguientes requerimientos:

- El protocolo de uso planteado para ejecutar la tarea
- Comprobar que un solo operario puede hacer la instalación del rollo de polietileno
- Determinar si las posturas de la fase 1 de estudio de la actividad se corrigieron para poder hacer una comparación con el método owas.
- Determinar si hay fallas en el uso del elemento cargador para ser corregidas.

La prueba de uso consiste en realizar la tarea planteada con la ayuda del modelo y analizar las posturas críticas del proceso por parte del operario, los videos de estas comprobaciones se encuentran en la carpeta de anexos digitales, Anexos O y P. Video de montaje 1 y montaje 2, y Transporte de Rollo en Cargador. De estos videos se concluye que el cargador puede ser usado por un solo operario, que se puede transportar, preparar y montar el rollo de forma rápida en la máquina y que el protocolo de uso planteado es adecuado para el cargador.

Para la instalación del rollo en la máquina, se ha referenciado una imagen la cual relacionamos a continuación. (Se recomienda tener en cuenta que por fase de pruebas de la máquina enfardadora no fue posible desmontar el rollo que estaba instalado, por lo tanto se tomó el rollo que estaba colocado y se simuló el rodamiento de instalación en el portarrollo). La figura a continuación permite determinar la postura y la forma de situar el rollo en el portarrollo, las demás imágenes que muestran este proceso están en los anexos digitales de las pruebas.

Figura 58. Ejecución prueba de montaje de rollo de PE en Máquina Bagger Essi



Imagen tomada con maquina BAGGER por Claudia Flórez

6.4. Análisis de tarea con el uso del cargador

Mediante el método Owas se han determinado las posturas más comprometidas del protocolo de uso del cargador y se han analizado para hacer una comparación con la primera evaluación realizada en la fase analítica. La tabla de análisis la presentamos a continuación

Tabla 51. Análisis del método Owas Comprobación de Diseño

Análisis por método OWAS - COMPROBACION DE DISEÑO																											
Línea temporal de la tarea OPERARIO UNO (Segmento de imágenes,) Actividad con cargador																											
Toma	FASE UNO (TRPE)										FASE DOS (PRPE)								FASE TRES (MRPE)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Espalda	1	1	1	1			1	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2				2	3																					
	3															2											
	4																										
Brazos	1	1	1		2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2			1																							
	3																										
Piernas	1																										
	2																			1		1			1	1	1
	3			1	2	3	1	1	1	1	1	1								1		1	1				
	4																										
	5																										
	6																										
	7	1	1									1	1	1	1	1	1	1	1								
Carga	1			1																							
	2	1	1				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	3					2	2																				
	4																										

Tabla elaborada por el autor

Al hacer una comparación con el método aplicado anteriormente, se concluye que de dos o tres operarios requeridos para hacer la tarea, se ha pasado a un solo operario que puede hacer la tarea, que las posturas respecto a la primera fase han mejorado considerablemente y que el riesgo de lesión por carga se ha reducido. Hemos tomado una tabla del operario 1 de la fase analítica para hacer la comparación postural, la cual presentamos a continuación.

Tabla 52. Análisis por método Owas comparativo del Operario 1 Fase Analítica

Análisis por método OWAS - FASE UNO (TRPE)																																		Análisis por método OWAS - FASE DOS (TRPE)																																		Análisis por método OWAS - FASE TRES (TRPE)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Linea temporal de la tarea OPERARIO UNO (Video Etapa uno, duración 1:40 minutos) T= 3 seg. Carga 49Kg																																		Linea temporal de la tarea OPERARIO DOS (Video Uno, duración 60 Segundos) T= 2 seg. Carga 49Kg																																		Linea temporal de la tarea OPERARIO TRES (Video Uno, duración 25 Segundos) T= 2 seg. Carga 49Kg + 20Kg																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
segundo	1	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75	78	81	84	87	90	93	96	99	102	105	108	111	114	117	120	123	126	129	132	135	138	141	144	147	150	153	156	159	162	165	168	171	174	177	180	183	186	189	192	195	198	201	204	207	210	213	216	219	222	225	228	231	234	237	240	243	246	249	252	255	258	261	264	267	270	273	276	279	282	285	288	291	294	297	300	303	306	309	312	315	318	321	324	327	330	333	336	339	342	345	348	351	354	357	360	363	366	369	372	375	378	381	384	387	390	393	396	399	402	405	408	411	414	417	420	423	426	429	432	435	438	441	444	447	450	453	456	459	462	465	468	471	474	477	480	483	486	489	492	495	498	501	504	507	510	513	516	519	522	525	528	531	534	537	540	543	546	549	552	555	558	561	564	567	570	573	576	579	582	585	588	591	594	597	600	603	606	609	612	615	618	621	624	627	630	633	636	639	642	645	648	651	654	657	660	663	666	669	672	675	678	681	684	687	690	693	696	699	702	705	708	711	714	717	720	723	726	729	732	735	738	741	744	747	750	753	756	759	762	765	768	771	774	777	780	783	786	789	792	795	798	801	804	807	810	813	816	819	822	825	828	831	834	837	840	843	846	849	852	855	858	861	864	867	870	873	876	879	882	885	888	891	894	897	900	903	906	909	912	915	918	921	924	927	930	933	936	939	942	945	948	951	954	957	960	963	966	969	972	975	978	981	984	987	990	993	996	999	1002	1005	1008	1011	1014	1017	1020	1023	1026	1029	1032	1035	1038	1041	1044	1047	1050	1053	1056	1059	1062	1065	1068	1071	1074	1077	1080	1083	1086	1089	1092	1095	1098	1101	1104	1107	1110	1113	1116	1119	1122	1125	1128	1131	1134	1137	1140	1143	1146	1149	1152	1155	1158	1161	1164	1167	1170	1173	1176	1179	1182	1185	1188	1191	1194	1197	1200	1203	1206	1209	1212	1215	1218	1221	1224	1227	1230	1233	1236	1239	1242	1245	1248	1251	1254	1257	1260	1263	1266	1269	1272	1275	1278	1281	1284	1287	1290	1293	1296	1299	1302	1305	1308	1311	1314	1317	1320	1323	1326	1329	1332	1335	1338	1341	1344	1347	1350	1353	1356	1359	1362	1365	1368	1371	1374	1377	1380	1383	1386	1389	1392	1395	1398	1401	1404	1407	1410	1413	1416	1419	1422	1425	1428	1431	1434	1437	1440	1443	1446	1449	1452	1455	1458	1461	1464	1467	1470	1473	1476	1479	1482	1485	1488	1491	1494	1497	1500	1503	1506	1509	1512	1515	1518	1521	1524	1527	1530	1533	1536	1539	1542	1545	1548	1551	1554	1557	1560	1563	1566	1569	1572	1575	1578	1581	1584	1587	1590	1593	1596	1599	1602	1605	1608	1611	1614	1617	1620	1623	1626	1629	1632	1635	1638	1641	1644	1647	1650	1653	1656	1659	1662	1665	1668	1671	1674	1677	1680	1683	1686	1689	1692	1695	1698	1701	1704	1707	1710	1713	1716	1719	1722	1725	1728	1731	1734	1737	1740	1743	1746	1749	1752	1755	1758	1761	1764	1767	1770	1773	1776	1779	1782	1785	1788	1791	1794	1797	1800	1803	1806	1809	1812	1815	1818	1821	1824	1827	1830	1833	1836	1839	1842	1845	1848	1851	1854	1857	1860	1863	1866	1869	1872	1875	1878	1881	1884	1887	1890	1893	1896	1899	1902	1905	1908	1911	1914	1917	1920	1923	1926	1929	1932	1935	1938	1941	1944	1947	1950	1953	1956	1959	1962	1965	1968	1971	1974	1977	1980	1983	1986	1989	1992	1995	1998	2001	2004	2007	2010	2013	2016	2019	2022	2025	2028	2031	2034	2037	2040	2043	2046	2049	2052	2055	2058	2061	2064	2067	2070	2073	2076	2079	2082	2085	2088	2091	2094	2097	2100	2103	2106	2109	2112	2115	2118	2121	2124	2127	2130	2133	2136	2139	2142	2145	2148	2151	2154	2157	2160	2163	2166	2169	2172	2175	2178	2181	2184	2187	2190	2193	2196	2199	2202	2205	2208	2211	2214	2217	2220	2223	2226	2229	2232	2235	2238	2241	2244	2247	2250	2253	2256	2259	2262	2265	2268	2271	2274	2277	2280	2283	2286	2289	2292	2295	2298	2301	2304	2307	2310	2313	2316	2319	2322	2325	2328	2331	2334	2337	2340	2343	2346	2349	2352	2355	2358	2361	2364	2367	2370	2373	2376	2379	2382	2385	2388	2391	2394	2397	2400	2403	2406	2409	2412	2415	2418	2421	2424	2427	2430	2433	2436	2439	2442	2445	2448	2451	2454	2457	2460	2463	2466	2469	2472	2475	2478	2481	2484	2487	2490	2493	2496	2499	2502	2505	2508	2511	2514	2517	2520	2523	2526	2529	2532	2535	2538	2541	2544	2547	2550	2553	2556	2559	2562	2565	2568	2571	2574	2577	2580	2583	2586	2589	2592	2595	2598	2601	2604	2607	2610	2613	2616	2619	2622	2625	2628	2631	2634	2637	2640	2643	2646	2649	2652	2655	2658	2661	2664	2667	2670	2673	2676	2679	2682	2685	2688	2691	2694	2697	2700	2703	2706	2709	2712	2715	2718	2721	2724	2727	2730	2733	2736	2739	2742	2745	2748	2751	2754	2757	2760	2763	2766	2769	2772	2775	2778	2781	2784	2787	2790	2793	2796	2799	2802	2805	2808	2811	2814	2817	2820	2823	2826	2829	2832	2835	2838	2841	2844	2847	2850	2853	2856	2859	2862	2865	2868	2871	2874	2877	2880	2883	2886	2889	2892	2895	2898	2901	2904	2907	2910	2913	2916	2919	2922	2925	2928	2931	2934	2937	2940	2943	2946	2949	2952	2955	2958	2961	2964	2967	2970	2973	2976	2979	2982	2985	2988	2991	2994	2997	3000
Espejo	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Tabla elaborada por el autor

Al hacer un análisis comparativo de la función determinamos que cantidad de posturas que generan riesgo de lesión se disminuyeron lo más posible, trasladando al operario a una posición erguida y con la espalda recta, sin levantamiento de carga prolongada y con pocos movimientos repetitivos. El contacto con el rollo se redujo y se trasladó solo a la acción de tumbar el rollo sobre el cargador antes de transportarlo, lo demás se puede hacer sin tener contacto con él. Lo cual verifica el cumplimiento del objetivo de minimizar y mejorar el proceso.

6.5. Lista de chequeo de requerimientos

Para verificar el cumplimiento de los objetivos planteados al inicio del desarrollo del proyecto se ha determinado una lista de chequeo de cumplimiento de requerimientos en la cual se determinará si se ha dado cumplimiento a los requerimientos planteados en la matriz QFD y así mismo a los objetivos específicos del proyecto, esta evaluación es heurística y se limitará a calificar de acuerdo a las pruebas realizadas y la evidencia presentada el nivel de cumplimiento de cada requerimiento tanto del cliente como técnico, como de los objetivos planteados en el desarrollo del proyecto. La escala utilizada es de 1 a 9, donde 1 es el nivel de cumplimiento más bajo y 9 el más alto. De acuerdo a lo anterior en las tablas

siguientes presentamos los resultados y el nivel de cumplimiento de cada requerimiento.

Tabla 53. Análisis del cumplimiento de los requerimientos del cliente

TIPO	REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE	CUMPLE
FUNCIÓN	Que sea sencillo de asegurar y estabilizar.	9
	Que tenga la posibilidad de rotar el rollo.	7
	que el cargador se eleve a diferentes alturas	9
USABILIDAD	Que el elemento sea de manipulación sencilla.	8
	Que la fuerza utilizada para realizar los movimientos de	8
	Que su forma de uso sea clara para el operario.	7
	Que sea apto para cualquier usuario.	7
FIABILIDAD	Que el elemento sea de bajo mantenimiento	6
	Que su diseño de seguridad al Usuario.	7
	Que los materiales usados sean confiables.	7
RENDIMIENTO	Que el cargador sea apto para la manipulación de cargas.	7
	Que el cargador levante los rollos entre los rangos de altura requerida .	9
	Que tenga tiempo ilimitado de trabajo	5
% de cumplimiento		82%

Tabla elaborada por el autor

Tabla 54. Análisis del cumplimiento de los requerimientos técnicos

REQUERIMIENTOS TECNICOS	CUMPLE
Que el elemento sea de bajo Mantenimiento	6
Que el cargador sea apto para la manipulación y elevacion de rollos	8
Evitar el daño de los rollos en el transporte	7
Minimizar los riesgos posturales en el operario	8
Bloqueo de ruedas en el momento de elevar la carga	9
Permitir la rotacion del Rollo	6
Los elementos de control deben ser sencillos y eficientes	8
Carga a levantar entre los 0 y 60 Kg	8
Que los materiales utilizados sean aptos para la aplicación.	7
Que se pueda realizar el cambio de rollos en todas las máquinas	6
Debe facilitarse la movilidad dentro de una planta ó area de trabajo reducida	7
Diseño básico con buen lenguaje de uso	7
Fabricación de bajo Costo	7
Construcción con materiales de la región	8
Elaborado con materiales estandarizados	8
% de Cumplimiento	81%

Tabla elaborada por el autor

Tabla 55. Análisis de cumplimiento de los objetivos planteados

OBJETIVOS PLANTEADOS	CUMPLE
MINIMA CANTIDAD DE PARTES INVOLUCRADAS	8
EVITAR LAS PERDIDAS DE MATERIAL	7
MEJORAR LAS POSTURAS DE TRABAJO	8
DISEÑO ESPECIALIZADO PARA LA POBLACION COLOMBIANA	8
FACILITAR LA OPERACIÓN DE MONTAJE Y CARGA DE ROLLOS	8
AUMENTAR LA VERSATILIDAD EN EL MONTAJE Y PREPARACION DE LOS ROLLOS	8
MEJORAR LA INTERACCION USUARIO MAQUINA	7
LIMITAR EL USO A LAS CARGAS ESPECIFICAS	9
APLICACIÓN DE MATERIALES CONOCIDOS	9
MAXIMIZAR EL USO EN LA INDUSTRIA	6
AUMENTAR LA VERSATILIDAD EN EL DESPLAZAMIENTO EN ZONAS DE PRODUCCION	7
DESARROLLO DE LINEAS INDUSTRIALES EFICIENTES	8
APERTURA DE MERCADOS NACIONALES	6
DISEÑO DE SOLUCIONES ECONOMICAS	7
FACILITAR LA ADQUISICIÓN DE MATERIAS PRIMAS	7
% de Cumplimiento	84%

Tabla elaborada por el autor

7. CONCLUSIONES

Este proyecto ha desarrollado una solución a la actividad correspondiente a la preparación, transporte y montaje de rollos de polietileno en máquinas enfardadoras en plantas procesadoras de lácteos y jugos a nivel nacional, se ha desarrollado un cargador que permite cumplir con las características mínimas para la ejecución de la tarea dentro de los requerimientos planteados y con las propiedades acordes a este tipo de trabajos.

En cuanto al cumplimiento de objetivos planteados se ha diseñado un cargador que permite optimizar el proceso de preparación, montaje e instalación del rollo, dado que se reduce el número de operarios requeridos para hacer la tarea de 3 a 1 operario, así mismo se evita que ellos tengan contacto directo con la carga del rollo, por lo que el tiempo de transporte se reduce considerablemente y las posturas del proceso se reducen a posturas más erguidas como se demostró en la comparación del método Owas.

En cuanto al cumplimiento de requerimientos se han cumplido el 80% de los requerimientos planteados en la matriz QFD. Se han cumplido los requerimientos técnicos, ergonómicos y de uso planteados para dar una solución que en la fase de pruebas demostró su fiabilidad en la realización de la tarea.

La solución presentada, es de fácil fabricación y por lo tanto eso mejora las condiciones de implementación en la industria nacional, por lo que sus materiales y componentes son de adquisición normal y económica, permitiendo su reproducción nivel industrial.

Se ha acompañado este proyecto con planos, videos de comprobación y demás elementos necesarios para su correcta interpretación.

8. BIBLIOGRAFÍA.

- Word Magic. Dictionaries Premium <
<http://www.wordmagicsoft.com/diccionario/es-en/reempacar.php> >
- Enciclopedia Libre Wikipedia < <http://es.wikipedia.org/wiki/Enfardado> >.
- Enciclopedia Libre Wikipedia < <http://es.wikipedia.org/wiki/Tripack> >.
- Enciclopedia Libre Wikipedia <
http://es.wikipedia.org/wiki/Film_pl%C3%A1stico >.
- The free Dictionary < <http://es.thefreedictionary.com/operario> >.
- Setes Goole.com. Lesiones corporales Inadecuadas
<<https://sites.google.com/site/posturascorporalesinadecuadas/Home/lesiones-osteomusculares>>.
- Wictionario. < <http://es.wiktionary.org/wiki/dise%C3%B1o> >.
- The free Dictionary < <http://es.thefreedictionary.com/proceso> >.
- EL COLOMBIANO. Las enfermedades son la epidemia silenciosa <
http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/L/las_enfermedades_profesionales_son_la_epidemia_silenciosa/las_enfermedades_profesionales_son_la_epidemia_silenciosa.asp >.
- A-service. Máquinas de enfardado. <http://www.a-service.nl/index.php?cid=235>,es.
- ENVAPACK. Enfardadoras verticales Indumak <
<http://www.envapack.com/enfardadoras-verticales-indumak/> >.
- Raumak star Machine. Multi valer 300
<<http://www.raumak.com.br/es/produtos/24> >.
- TECNOTOK. Enfardadora para Líquidos

<http://tecnotok.com/site/enfardadeira_liquidos.php?cod_idioma=3>.

- ENTREVISTA con Equipo de Trabajo del Departamento de Diseño y Desarrollo, Empresa Essi Sas, Bucaramanga. 19 de Junio 2014
- UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA. Evaluación Ergonómica de puestos de trabajo < <http://www.ergonautas.upv.es/> >.
- MANEJO ED CARGAS EN PUESTOS DE TRABAJO [En Línea] <http://dc505.4shared.com/doc/FqFfk4aC/preview.html>.
- ILO.ORG. resolución 2400 de 1979 [En Línea] <<http://www.ilo.org/dyn/travail/docs/1509/industrial%20safety%20statute.pdf>>.
- MANEJO ED CARGAS EN PUESTOS DE TRABAJO [En Línea] <http://dc505.4shared.com/doc/FqFfk4aC/preview.html>
- SLIDESHARE. Lumbalgias Presentación en diapositivas [en Línea] <http://www.slideshare.net/oscarreyesnova/lumbalgia1-1?related=1>
- ARL SURA. Atentos con las posturas y el manejo de cargas. [En Línea] < http://www.arlsura.com/articulos2013/situacion_frecuente.html. > [Citado en 10 septiembre de 2014]
- ERGONAUTAS.COM. OWAS (Ovako Working Analysis System) [En línea] <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php> >
- MARIA FERNANDA MARADEI G, Francisco M. ESPINEL C., Astrid A. PEÑA L. Datos antropométricos para el Diseño. Primera Edición. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Noviembre de 2009.
- INMOCOM. Procesos de Mecanizado [en línea] < http://www.imocom.com.co/productos/metalmecanica/herramientas_para_procesos_de_mecanizado/procesos_de_mecanizado >
- WIKIPEDIA: ORG. Doblado de chapa [En Línea] <http://es.wikipedia.org/wiki/Doblado_de_chapa>.
- ESSAB España. Procedimientos de Soldadura y Corte [En Línea] <<http://www.esab.com/es/sp/education/procesos.cfm>>.
- QUIMICA PRATO Y CIA. LTDA Pulido de Metales [En Línea]

<<http://www.quimicaprato.cl/pulido.htm>>

- IESJOSEHIERROGETAFE. Tornillo Sinfín Corona [En Línea]
<http://www.iesjosehierrogetafe.com/dep/tecnologia/mecanismos/tornillo_sin_fin.htm>
- FESTO.COM. Actuadores lineales Electromagnéticos [En Línea]
<http://www.festo.com/net/SupportPortal/Files/17299/Electric_Linear_drives_es.pdf>
- CONCURSO. Mecanismos Polipastos [En Línea]
http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/mecanismos/mec_polipasto.htm
- PORTALESO.COM Transmisión por Cadena [En Línea] <
http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/tecnologia/mecanica/maquinas_y_circuitos/cadena.htm>
- FRRO.Cadenas de Transmisión [En Línea]
<http://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/quimica/3_anio/mecanica_electrica/CADENAS_DE_TRANSMISION.pdf>
- ENTREVISTA con Equipo de Trabajo del Departamento de Diseño, Desarrollo e Innovación, Empresa Essi Sas, Bucaramanga.
- EHOWENESPAÑOL. Educación y Ciencia [en Línea]. <
http://www.ehowenespanol.com/propiedades-laminas-polietileno-info_367811/ >
- MADEPAL. Estibas en Madera [En línea]
<http://madepal.com/productos/estibas-pallets/>.

9. ANEXOS

- Anexo A: Características de los actuadores eléctricos Festo.
- Anexo B: Mecanismo de Cadena.
- Anexo C: Análisis de Cargadores existentes.
- Anexo D: Método Owas Fase Analítica (Video 1).
- Anexo E: Método Owas Fase Analítica (Video 2).
- Anexo F: Método Owas Fase Analítica (Video 3).
- Anexo G: Secuencia de imágenes por método Owas.
- Anexo H: Matriz QFD.
- Anexo I: Montaje estructura estudio estático 1_1.docx.
- Anexo J: Montaje estructura estudio estático 2_1.docx.
- Anexo K: Elevador de rollos estudio estático 1_1.docx.
- Anexo L: Elevador de rollos estudio estático 2_1.html.
- Anexo M: Omega soporte estudio estático 1_1.docx.
- Anexo N: Omega soporte rediseñada estudio estático 2_1.docx.
- Anexo Ñ: Refuerzo rueda delantera estudio estático 1_1.docx.
- Anexo O: Planos de fabricación (PDF).
- Anexo P: Pruebas del Cargador.