

ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL
MONTACARGAS ELÉCTRICO CROWN 30-WTL

JUAN DIEGO RUIZ GIRALDO

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERIA MECÁNICA
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA
MEDELLÍN
2010

ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA EL
MONTACARGAS ELÉCTRICO CROWN 30-WTL

JUAN DIEGO RUIZ GIRALDO

Proyecto de grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Asesor:

JOHN ALBERTO BETANCUR MAYA
Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
DEPARTAMENTO DE MECÁNICA
MEDELLÍN
2010

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo incondicional durante todo mi proceso de formación académica y profesional, en especial durante el desarrollo de la etapa final.

A mi asesor John Alberto Betancur por su constante apoyo y respaldo, sus conocimientos fueron claves e importantes para la ejecución del proyecto.

A los ingenieros Mauricio Bustamante, Norman Isaza y Carlos Andrés Valderrama por permitirme llevar a cabo la aplicación de los conceptos teóricos, en el Taller de Reparación Molduras de tan prestigiosa empresa O-I Peldar del municipio de Envigado, su acompañamiento fue vital e indispensable para el desarrollo de ésta experiencia, donde cada momento del proyecto, fue enmarcado con la confianza y el reconocimiento de cada propuesta.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. OBJETIVOS.....	16
1.1 OBJETIVO GENERAL	16
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.2.1 Objetivo 1.....	16
1.2.2 Objetivo 2.....	16
1.2.3 Objetivo 3.....	16
1.2.4 Objetivo 4.....	17
1.2.5 Objetivo 5.....	17
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 EL MANTENIMIENTO	18
2.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.....	19
2.2.1 Primera Generación:.....	19
2.2.2 Segunda Generación:.....	19
2.2.3 Tercera Generación:.....	19
2.2.4 Cuarta Generación:	20
2.3 ÁREAS DE ACCIÓN DEL MANTENIMIENTO	21
2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO	22
2.4.1 Correctivo	22
2.4.2 Preventivo.....	23
2.4.3 Predictivo	24
2.4.4 Modificativo.....	25
3. ESTADO DEL ARTE.....	26
3.1 QUÉ ES UN MONTACARGAS	26
3.1.1 Clase 1 - Montacargas de Motor Eléctrico con Pasajero Parado.....	27

3.1.2 Clase 2 - Montacargas de Motor Eléctrico para Pasillo Angosto (Tipo Caminador).....	28
3.1.3 Clase 3 - Montacargas de Motor Eléctrico para Pasillo Angosto Extensible (Tipo Caminador)	29
3.1.4 Clase 4 – Estibadores Manuales o con Motor Eléctrico.....	30
3.1.5 Clase 5 - Montacargas de Motor de Eléctrico (Pasajero en Plataforma)	31
3.1.6 Clase 6 - Montacargas de Motor de Combustión Interna con Pasajero.....	32
3.1.7 Accesorios para montacargas	33
3.2 COMPAÑÍA CROWN.....	34
4. MONTACARGAS ELÉCTRICO CROWN 30-WTL.....	35
4.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS	37
4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	39
4.3 COMPONENTES PRINCIPALES	41
4.4 SUBSISTEMAS DEL MONTACARGAS CROWN 30-WTL.....	43
4.4.1 Subsistema de suministro de energía.....	43
4.4.1.1 Batería	43
4.4.1.2 Cargador de batería.....	44
4.4.2 Subsistema eléctrico.....	45
4.4.3 Subsistema hidráulico.....	46
4.4.4 Subsistema mecánico.....	47
4.4.4.1 Unidad de tracción, freno y giro.....	47
4.4.4.2 Mástil telescópico	48
4.4.4.3 Cabezal y uñas.....	49
4.5 MANTENIMIENTO ACTUAL.....	50
4.6 MODELACIÓN CAD	51
4.6.1.1 Chasis y cabezal.....	52
4.6.1.2 Mástil principal y telescópico	53
5. OPERACIÓN Y SEGURIDAD	54
5.1 TALLER DE REPARACIÓN MOLDURAS.	54
5.1.1 Diagrama taller de molduras.....	55
5.1.2 Diagrama almacén.....	56

5.1.3 Diagrama bodega	57
5.2 CAPACIDAD DEL MONTACARGAS	58
5.2.1 Centro de carga	58
5.2.2 Estibas de madera	59
5.3 OPERACIÓN DEL MONTACARGAS	60
5.3.1.1 Volante	61
5.3.1.2 Traslado.....	62
5.3.1.3 Frenado	62
5.3.1.4 Giro.....	63
5.3.1.5 Subir y bajar las uñas	63
5.3.2 Instructivo de operación.....	64
5.4 FACTORES DE RIESGO	65
5.4.1 Clasificación de los factores de riesgo.....	66
5.5 NORMATIVIDAD	69
5.5.1 Norma ANSI - ITSDF B56.....	69
5.5.2 Norma OSHA Standard 29-CFR Aparte 1910.178	69
5.5.3 Instructivo de seguridad.....	70
6. ANÁLISIS DE FALLA	71
6.1 DETERMINACIÓN DE SUBSISTEMA CRÍTICO	71
6.2 IDENTIFICACIÓN EL PROBLEMA.....	72
6.3 DETERMINACIÓN DE CAUSAS	73
6.3.1 Acción electroquímica de la batería.....	73
6.3.2 Descarga y recarga	73
6.3.3 Factores que influyen en la vida útil y rendimiento de una batería	74
6.3.3.1 Sobrecarga	75
6.3.3.2 Carga insuficiente y sulfatación	75
6.3.3.3 Nivel de electrolito	76
6.3.3.4 Corrosión	76
6.3.3.5 Vibración y temperatura.....	76
6.4 RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO PARA BATERÍA.....	77
6.4.1 Especificaciones técnicas de la batería	77

6.4.2 Limpieza	78
6.4.3 Prueba de densidad específica.....	78
6.4.4 Prueba de medición de voltaje.....	80
6.4.5 Instructivo de conexión y carga	81
6.4.6 Formato de chequeo de voltaje y densidad	82
7. SERVICIOS DE MANTENIMIENTO	83
7.1 HOJA DE VIDA DE MONTACARGAS CROWN 30 - WTL	83
7.1.1 Historial de mantenimiento	84
7.2 MANTENIMIENTO POR SUBCONTRATACIÓN	87
7.2.1 Actividades de mantenimiento por subcontratación.....	87
7.2.1.1 Inspección visual	88
7.2.1.2 Batería	88
7.2.1.3 Sistema hidráulico	88
7.2.1.4 Unidad motriz	89
7.2.1.5 Cableado de potencia.....	89
7.2.1.6 Sistema de control y contactores.....	89
7.2.1.7 Sistema de frenos.....	89
7.2.2 Cotos de mantenimiento por subcontratación.....	90
7.2.2.1 Inspección inicial.....	90
7.2.2.2 Cotización de mantenimiento preventivo	91
7.3 MANTENIMIENTO INTERNO.....	92
7.3.1 Actividades de mantenimiento preventivo.....	92
7.3.2 Lista de chequeo	93
8. LISTA DE REPUESTOS Y PROVEEDORES.....	94
8.1 REPUESTOS TIPO A.....	94
8.2 REPUESTOS TIPO B.....	94
8.3 REPUESTOS TIPO C.....	95
8.4 PROVEEDORES	95
9. CONCLUSIONES	96
10. RECOMENDACIONES	98
BIBLIOGRAFÍA	99

ANEXOS.....	103
-------------	-----

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Especificaciones técnicas montacargas Crown 30 WTL.....	40
Tabla 2. Componentes internos de montacargas Crown 30WTL.....	41
Tabla 3. Componentes externos de montacargas Crown 30WTL.....	42
Tabla 4. Propiedades mecánicas de la madera de pino.....	59
Tabla 5. Tabla de factores de riesgo.....	66
Tabla 6. Factores de riesgo.....	68
Tabla 7. Especificaciones técnicas de la batería.....	77
Tabla 8. Tabla de densidad específica y porcentaje de carga.....	79
Tabla 9. Tabla de voltaje y porcentaje de carga.....	80
Tabla 10. Hoja de vida montacargas Crown 30-WTL.....	83
Tabla 11. Historial de mantenimiento de montacargas.....	84
Tabla 12. Costos de inspección inicial.....	90
Tabla 13. Cotización de mantenimiento preventivo.....	91
Tabla 14. Lista de repuestos tipo A.....	94
Tabla 15. Lista de repuestos tipo B.....	94
Tabla 16. Lista de repuestos tipo C.....	95
Tabla 17. Lista de proveedores.....	95

LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1. Generaciones del Mantenimiento.....	20
Ilustración 2. Elementos estructurales de ingeniería de fábricas.....	21
Ilustración 3. Tipos de Mantenimiento.....	22
Ilustración 4. Ciclo del Mantenimiento Preventivo.....	24
Ilustración 5. Montacargas clase 1.....	27
Ilustración 6. Montacargas clase 2.....	28
Ilustración 7. Montacargas clase 3.....	29
Ilustración 8. Montacargas clase 4.....	30
Ilustración 9. Montacargas clase 5.....	31
Ilustración 10. Montacargas clase 6.....	33
Ilustración 11. Accesorios para montacargas.....	33
Ilustración 12. Montacargas eléctrico CROWN tipo caminador.....	34
Ilustración 13. Montacargas eléctrico CROWN 30-WTL.....	35
Ilustración 14. Diagrama dimensional Crown 30WTL.....	39
Ilustración 15. Componentes internos de montacargas Crown 30WTL.....	41
Ilustración 16. Componentes externos de montacargas Crown 30-WTL.....	42
Ilustración 17. Batería.....	44
Ilustración 18. Cargador de batería.....	44
Ilustración 19. Sistema eléctrico (Circuito de tracción, motor de tracción).....	45
Ilustración 20. Sistema hidráulico (tanque de aceite hidráulico, motor y bomba).....	46
Ilustración 21. Unidad de tracción, freno y giro (freno electromagnético y caja de engranajes con pivote).....	47
Ilustración 22. Mástil principal y mástil telescópico.....	48
Ilustración 23. Cabezal y uñas u horquillas.....	49
Ilustración 24. Modelación CAD de montacargas Crown 30-WTL.....	51
Ilustración 25. Modelación de chasis y cabezal.....	52
Ilustración 26. Modelación de mástil principal y telescópico.....	53

Ilustración 27. Diagrama taller de molduras.....	55
Ilustración 28. Diagrama almacén.....	56
Ilustración 29. Diagrama de la bodega.....	57
Ilustración 30. Centro de Carga.....	58
Ilustración 31. Dimensiones de estiba de madera.....	59
Ilustración 32. Movimientos del montacargas con uñas o chasis primero.....	60
Ilustración 33. Componentes del volante.....	61
Ilustración 34. Controles de movimiento.....	62
Ilustración 35. Diagrama de frenado.....	62
Ilustración 36. Diagrama de giro.....	63
Ilustración 37. Subir y bajar las uñas.....	63
Ilustración 38. Instructivo de operación montacargas Crown 30-WTL.....	64
Ilustración 39. Instructivo de seguridad.....	70
Ilustración 40. Celda de batería.....	77
Ilustración 41. Instructivo de conexión y carga.....	81
Ilustración 42. Formato de chequeo de voltaje y densidad.....	82
Ilustración 43. Lista de chequeo de mantenimiento.....	93
Ilustración 44. Manual del operador.....	102
Ilustración 45. Plano No 1.....	103
Ilustración 46. Plano No 2.....	104
Ilustración 47. Plano No 3.....	105
Ilustración 48. Plano No 4.....	106
Ilustración 49. Plano No 5.....	107
Ilustración 50. Plano No 6.....	108
Ilustración 51. Plano No 7.....	109
Ilustración 52. Plano No 8.....	110
Ilustración 53. Plano No 9.....	111
Ilustración 54. Plano No 10.....	112
Ilustración 55. Plano No 11.....	113
Ilustración 56. Plano No 12.....	114
Ilustración 57. Plano No 13.....	115

Ilustración 58. Plano No 14.	116
Ilustración 59. Plano No 15.	117
Ilustración 60. Diagrama del cableado.	118
Ilustración 61. Diagrama del circuito eléctrico.	119
Ilustración 62. Diagrama del circuito hidráulico.	120

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Manual del operador.....	102
Anexo B. Modelación CAD y planos principales.....	103
Anexo C. Diagrama del cableado eléctrico.....	118
Anexo D. Diagrama del circuito eléctrico.....	119
Anexo E. Diagrama del circuito hidráulico.....	120

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo de grado, se elaboró un Plan de Mantenimiento Preventivo para el montacargas eléctrico CROWN 30-WTL, con el fin de establecer su óptimo estado de funcionamiento y lograr una eficiente gestión del mantenimiento, para lograr el transporte de los materiales pesados que se requieren en el Taller de Reparación de Molduras de la empresa de fabricación de envases de vidrio, O-I Peldar ubicada en el municipio de Envigado, Colombia.

Un plan de mantenimiento que permitirá, no sólo el alto rendimiento de la máquina, sino la intervención en el fortalecimiento de la cultura de mantenimiento, a través de estrategias de sensibilización con los integrantes de este grupo de operación, la normalización de los procesos allí establecidos, con el fin de alcanzar los niveles de competitividad exigidos en los estándares internacionales, la optimización del tiempo y la disminución de costos, de personal requerido, entre otros aspectos claves del ciclo del mantenimiento preventivo.

La metodología utilizada, se centró en las principales actividades de la investigación descriptiva, que a partir de la observación directa del equipo y su funcionamiento, permitió identificar el grado de confiabilidad de los subsistemas que lo componen, el rango de utilidad y las limitaciones, para el diseño de las correspondientes guías y manuales.

En cuanto a la recolección de la información, se utilizaron como fuentes primarias, a los ingenieros y operadores de la sección, asesores comerciales y temáticos, que permitieron identificar las no conformidades y estableciendo a partir del diagnóstico, un modelo de programa preventivo dinámico e innovador; entre las fuentes secundarias, se tuvieron en cuenta, principalmente los catálogos y el historial del equipo, los contratos de mantenimiento y demás registros existentes, todos

analizados e interpretados a la luz de las teorías consultadas en la bibliografía especializada.

Se menciona, como un aspecto de gran importancia para dicho estudio, la colaboración de las directivas de la empresa, que dieron vía libre a este trabajo académico, colaborando con la información requerida y las visitas necesarias a la respectiva planta de producción, información que se integró al conocimiento invaluable del profesor y asesor académico, John Alberto Betancur Maya.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Elaborar un plan de mantenimiento preventivo para el montacargas eléctrico CROWN 30-WTL, en el Taller de Reparación Molduras de la empresa de fabricación de envases de vidrio, O-I Peldar, en el municipio de Envigado, a partir de los documentos existentes, facilitando el control y seguimiento de sus puntos críticos.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.2.1 Objetivo 1

Conocer los subsistemas del montacargas y los principios de funcionamiento, por medio de la investigación del estado del arte y de la modelación CAD (*Computer Aided Design*), facilitando las acciones correctivas y preventivas.

1.2.2 Objetivo 2

Determinar los factores de riesgo existentes en el funcionamiento del montacargas, con un estudio detallado de movimientos, desplazamientos, carga y descarga, en el taller de molduras y la bodega, permitiendo la seguridad del personal encargado.

1.2.3 Objetivo 3

Desarrollar un análisis de las fallas predominantes en el montacargas a partir del historial del equipo, adecuando acciones correctivas y preventivas de acuerdo a las recomendaciones técnicas establecidas.

1.2.4 Objetivo 4

Realizar una evaluación de los servicios de mantenimiento que se hacen al montacargas por *outsourcing* o subcontratación, con el fin de optimizar los recursos existentes en la empresa.

2.2.5 Objetivo 5

Elaborar un listado de las empresas comercializadoras de montacargas, repuestos y componentes de los montacargas, existentes en la ciudad de Medellín, optimizando el tiempo del servicio técnico y la reparación necesaria.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 EL MANTENIMIENTO

Para comprender el concepto de mantenimiento en general, se encuentran varias definiciones, una de ellas dice: es una función empresarial a la que se encomienda el control del estado de las instalaciones de todo tipo, tanto las productivas, como las de servicio, otra de las definiciones plantea: es el conjunto de acciones necesarias para conservar o restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un mínimo costo, mediante la aplicación de actividades como:

- Prevenir y/o corregir averías
- Cuantificar y/o evaluar el estado de las instalaciones
- Mejorar el aspecto económico (costos)

En definitiva, la finalidad del mantenimiento es conservar la planta industrial, como los equipos, los edificios y las instalaciones en condiciones de cumplir con la función para la cual fueron proyectados, con la capacidad y la calidad especificadas, pudiendo ser utilizados en condiciones de seguridad y economía de acuerdo a un nivel de ocupación y un programa de uso definidos por los requerimientos de producción. (PRANDO, 1996)

Son misiones de mantenimiento:

- La vigilancia permanente y/o periódica
- Las acciones preventivas
- Las acciones correctivas (reparaciones)
- El reemplazo de maquinaria

2.2 HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL MANTENIMIENTO

El concepto de mantenimiento nace en la época de la revolución industrial en EE.UU a comienzos del siglo XX y en los años posteriores se impone progresivamente en la Europa de la posguerra. Su significado evoluciona desde la simple función de arreglar y reparar los equipos para asegurar la producción, hasta la concepción actual, con sus funciones de corregir, prevenir y revisar los equipos, con el fin de minimizar costos. Se pueden distinguir cuatro generaciones principales:

2.2.1 Primera Generación:

Esta generación es la más larga de todas, empieza en la revolución industrial, hasta después de la 2ª guerra mundial, aún se implementa en muchas industrias. Este tipo de mantenimiento es el Correctivo, y se encarga únicamente de arreglar fallas y averías.

2.2.2 Segunda Generación:

Se da luego de la 2ª guerra mundial y hasta finales de los años 70, en ésta generación se descubre la relación entre la vida de uso de los equipos y la probabilidad de falla, se comienzan a implementar sustituciones preventivas de piezas. Este mantenimiento es el Preventivo.

2.2.3 Tercera Generación:

Surge a principios de los años 80, en esta generación se comienza a realizar estudio de Causa-Raíz, para de esta manera analizar y averiguar el origen del problema. Es el mantenimiento Predictivo o detección temprana de síntomas incipientes, para actuar antes de que las fallas comiencen a afectar un sistema o equipo, se implementa con fuerza en la detección de fallas.

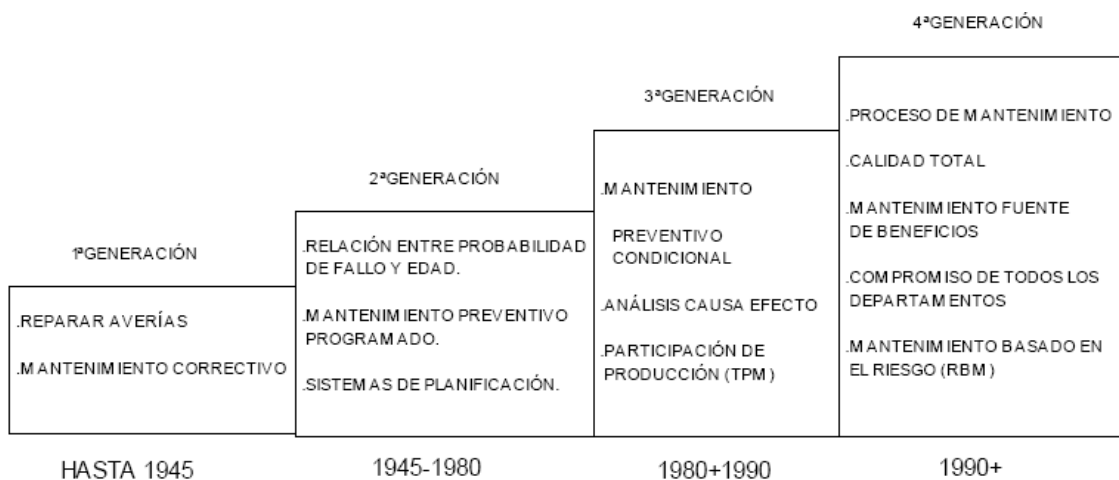
2.2.4 Cuarta Generación:

Nace a principios de los años 90. El mantenimiento ahora se contempla como una parte del concepto de Calidad Total: “Mediante una adecuada gestión del mantenimiento es posible aumentar la disponibilidad de los equipos, al tiempo que se reducen los costos de operación.

Es el mantenimiento basado en el riesgo (MBR), según el cual la definición de mantenimiento se concibe como un proceso de la empresa, al que contribuyen también otros departamentos. Este se identifica como una fuente de beneficios, frente al antiguo concepto de mantenimiento como “Un mal necesario”.

La posibilidad de que una máquina falle y las consecuencias que esto genera para la empresa, es un riesgo que se debe gestionar, teniendo como objetivo la disponibilidad necesaria en cada caso, al mínimo costo. Para esto es necesario un cambio en la mentalidad de las personas, por lo que se utilizan herramientas como: Ingeniería del Riesgo (determinar consecuencias de fallas), Análisis de Fiabilidad (identificar tareas preventivas factibles y rentables), Mejora de la Mantenibilidad (Reducir tiempos y costos de mantenimiento). (PRANDO, 1996)

Ilustración 1. Generaciones del Mantenimiento.



(DIAZ, 2007)

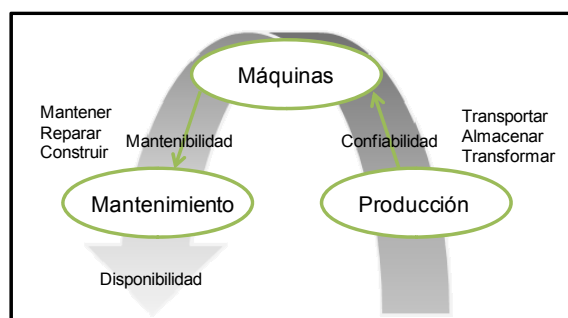
2.3 ÁREAS DE ACCIÓN DEL MANTENIMIENTO

La acción de un adecuado plan de mantenimiento sirve para que, dependiendo del área en que este se ejecute, se realicen tareas de mejoramiento continuo como:

- Mantenimiento de equipos
- Realización de mejoras técnicas
- Colaboración en las nuevas instalaciones:, recepción y puesta en marcha
- Recuperación y nacionalización de repuestos
- Ayudas a fabricación (cambios de formato, proceso, entre otros)
- Aprovisionamiento de útiles y herramientas, repuestos y servicios
- Participar y promover la mejora continua y la formación del personal
- Mantener la seguridad de las instalaciones a un nivel de riesgo aceptable
- Mantenimientos generales (jardinería, limpiezas, vehículos, entre otros)

La correcta gestión del mantenimiento se logra cuando se crea un vínculo directo entre las principales áreas de una compañía generadora de productos o servicios, esto quiere decir, que se genera una retroalimentación que le permite a los distintos departamentos la toma de decisiones en conjunto y no independientemente uno del otro, con la finalidad que la máquina generadora sea la más beneficiada, y en consecuencia la compañía misma.

Ilustración 2. Elementos estructurales de ingeniería de fábricas.

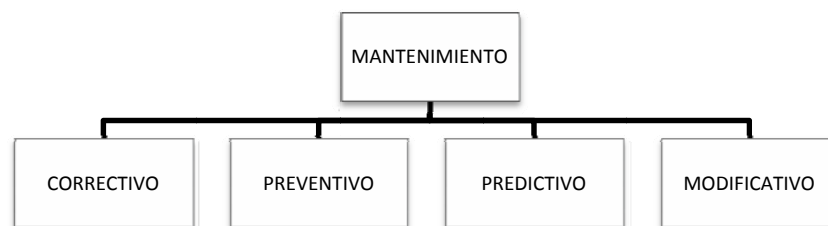


(MORA, 2007b)

2.4 TIPOS DE MANTENIMIENTO

Los 4 tipos de mantenimiento que se conocen son:

Ilustración 3. Tipos de Mantenimiento.



(MORA, 2007b)

2.4.1 Correctivo

El mantenimiento correctivo se encarga de realizar las reparaciones a corto plazo de fallas recurrentes, las cuales pueden generar averías mayores. Estas reparaciones se pueden determinar sensorialmente, por alto ruido, movimientos irregulares, olores extraños, entre otros.

Cuando un mantenimiento correctivo se lleva a cabo, es el personal encargado de la operación de la máquina, el que avisa a mantenimiento para que se encargue de su respectiva reparación, esta reparación debe ser rápida, sencilla y eficiente, de manera que la puesta en marcha no genere nuevos problemas. (BLOCH, y otros, 1999)

Las dos formas de aplicar el mantenimiento correctivo son el desvare y la reparación, en el primero se aplica una reparación inmediata a la máquina, pero ésta no se regresa a su condición estándar, y en la segunda, la reparación es correcta y definitiva, gracias a experiencias previas, se puede devolver la máquina a sus condiciones estándares de producción y mantenimiento. (PRANDO, 1996)

2.4.2 Preventivo

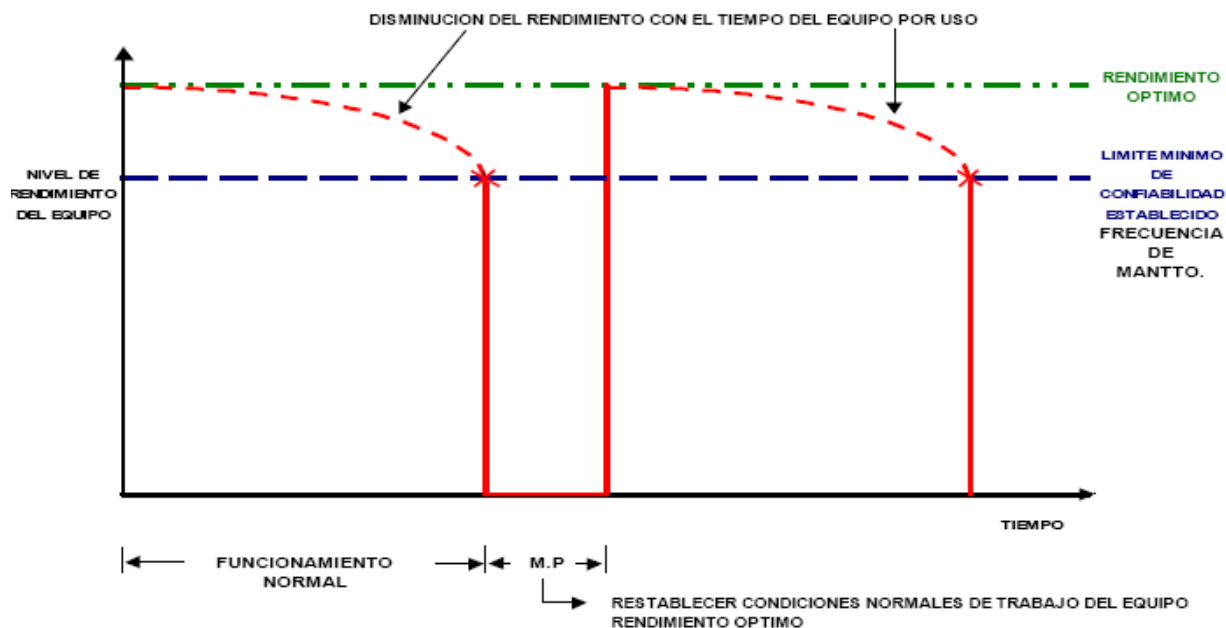
El mantenimiento preventivo se encarga de realizar inspecciones rutinarias a los equipos de una planta, para detectar de esta manera, funcionamientos inadecuados de los mismos y repararlos, ya que mediante la aplicación de estos seguimientos periódicos se evita que una falla pueda llegar a un estado potencialmente crítico.

La forma de hallar la causa raíz que genera una falla en especial, es mediante la utilización de los instrumentos básicos y avanzados de mantenimiento, siendo posible determinar los parámetros que definen el momento en el que se debe realizar la debida reparación o cambio preventivo. Una de las formas de encontrar estos parámetros es por medio del seguimiento de las variables más críticas de un equipo, ya que la correcta trazabilidad de estas variables permite observar y analizar cambios no requeridos según estándares establecidos. (GROSS, 2002)

Con la aplicación de éste seguimiento, es posible intervenir el problema mucho antes de que se desarrolle en algo más complejo o que tan siquiera muestre síntomas de que se ha desgastado y va a fallar. Debido a esto, la vida útil de los elementos incluidos en un mantenimiento preventivo, disminuye un poco, porque se cambian antes de que cumplan por completo su ciclo vida de funcionamiento.

Una de las ventajas que genera la implementación del mantenimiento preventivo es en gran medida, evitar las fallas que pueden detener un equipo por completo generando grandes pérdidas, además de también mejorar los tiempos de reparación, mediante la preparación de los implementos y herramientas indicadas para la intervención, aplicando el ESMED (*Single Minute Exchange of Die*) o cambio de herramientas en pocos minutos, como también la organización de los espacios de trabajo y de ubicación de herramientas y repuestos para agilizar los tiempos de búsqueda de los mismos, entre otras mejoras. (Patton, 1995)

Ilustración 4. Ciclo del Mantenimiento Preventivo



(HUACUZ, 2003)

2.4.3 Predictivo

El mantenimiento predictivo se basa en técnicas de detección temprana de síntomas, las cuales mediante el seguimiento de variables internas o externas de un equipo y la utilización de proyecciones y estadísticas, permite de esta manera predecir el comportamiento de una falla en el futuro, permitiendo así la elaboración de planes de contingencia anticipados, que permitan evitar averías en equipos, como también la ampliación de la vida útil y los periodos de funcionalidad.

Este tipo de mantenimiento, además se respalda en la utilización de variadas técnicas y tecnologías básicas, desarrolladas específicamente para el seguimiento de variables en distintos tipos de elementos, como también condiciones de operación, las cuales pueden ser aplicadas con el equipo en funcionamiento y sin necesidad de detenerlo.

Entre las técnicas más conocidas del mantenimiento predictivo, se encuentran los líquidos penetrantes, radiografía, ultrasonido, análisis de vibraciones, tribología,

termografía, entre otras, técnicas que requieren más preparación y conocimiento por parte de quien las aplica y posteriormente analizar los resultados que éstas arrojan. (DIAZ, 2007)

2.4.4 Modificativo

El mantenimiento modificativo se da cuando se realizan reparaciones continuamente, y no se logra recuperar completamente la funcionalidad del equipo. Debido a esto se hace indispensable aplicar los análisis de causa raíz, para encontrar de esta manera el causante de la falla, y generar los respectivos cambios de diseño o modificaciones pertinentes en el equipo. (MORA, 2007b)

De los anteriores tipos de mantenimiento se puede decir que, para el equipo en estudio, el mantenimiento en mayor porcentaje realizado es el correctivo, y es ahí donde se hace necesario la implementación de un plan que permita tener acciones proactivas y planeadas, las cuales se presentan con detalle en los capítulos siguientes.

3. ESTADO DEL ARTE

3.1 QUÉ ES UN MONTACARGAS

Los montacargas o carretillas elevadoras son herramientas especializadas en el levante, transporte y acarreo de todo tipo de cargas pesadas, porque utilizan un poderoso sistema hidráulico, el cual transfiere esta potencia por las horquillas o uñas, las cuales se ubican debajo de la carga a mover. Son máquinas indispensables para todo tipo de industrias que de una u otra manera, estén involucradas con el movimiento o almacenamiento de mercancías, las cuales por su gran peso y tamaño no podrían ser movidas de un lugar a otro por una o varias personas.

Desde principios de siglo XX los montacargas comenzaron su ardua tarea en la industria, por lo que a lo largo de los años se han construido muchos tipos y modelos de los mismos, cada uno de ellos con características especiales, que los hacen adecuados para un determinado ambiente de trabajo. (INFORMATIVOS@, 2010)

Existen diferentes tipos de montacargas, los manuales, los eléctricos y los de combustión interna, según sea el tipo de montacargas, varía la capacidad de carga, la altura disponible, tamaño de la máquina, como también los costos de operación y mantenimiento.

El tipo de montacargas se escoge de acuerdo a las necesidades de carga a mover, el ambiente en el cual se desenvuelve, si es en interior o exterior, la altura a la cual se deben elevar la uñas para guardar o recoger carga, entre otras características. A continuación se muestran los principales tipos de montacargas que se pueden encontrar en la industria: (BLAGOJEVICH@, y otros, 2004)

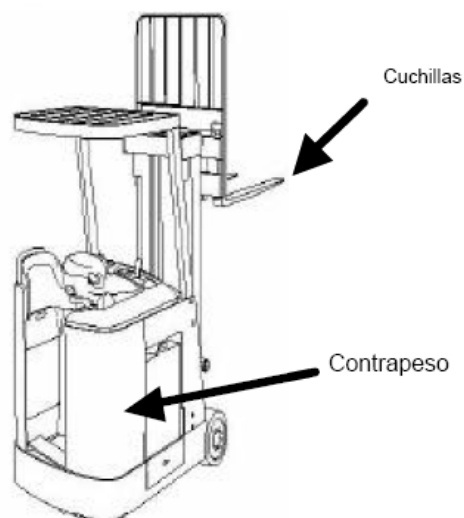
3.1.1 Clase 1 - Montacargas de Motor Eléctrico con Pasajero Parado

El montacargas contiene gran peso en la carrocería que actúa como contrapeso. El pasajero se coloca parado en el interior del montacargas y desde allí lo controla. No pueden ser operados en exteriores, porque no se deben exponer a la lluvia.

Funcionan gracias a grandes y pesadas baterías de plomo, las cuales tardan horas en cargarse y limitan su uso a pocas horas, necesitan de una estación de carga especializada para las baterías y se hace necesario tener varias de ellas para una operación continua.

Son silenciosos, limpios y amigables con el medio ambiente, siendo especiales para interiores por su bajo nivel de ruido, tienen un costo inicial un poco más alto que los de combustión interna, pero con una mayor vida útil, por su poco mantenimiento y ahorro en combustible. Deben ser operados en superficies planas y sin irregularidades, ya que la mayoría de estos montacargas poseen llantas plásticas duras, las cuales no sirven en terreno difícil.

Ilustración 5. Montacargas clase 1



(BLAGOJEVICH@, y otros, 2004)

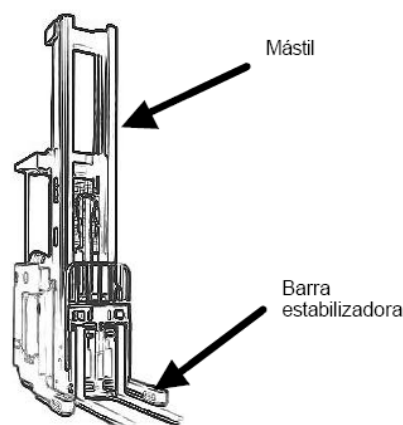
3.1.2 Clase 2 - Montacargas de Motor Eléctrico para Pasillo Angosto (Tipo Caminador)

El montacargas tipo caminador tiene una barra estabilizadora en ambos lados de su estructura para suministrar estabilidad, ya que no existe un contrapeso en la carrocería como en el anterior tipo. El operador está parado detrás del montacargas y lo maneja por medio de un volante giratorio, en el que se encuentran todos los distintos controles de la máquina.

Es especial para maniobrar cargas medianas en pasillos y corredores angostos con facilidad y ligereza, debido al gran radio de giro que le da el volante trasero y la ausencia de un asiento para el conductor. Se pueden encontrar con mástil extensible (telescópico), característica que les permite alcanzar grandes alturas, sin perder la estabilidad y control de manejo. Su capacidad de carga es limitada, lo que los hace inservibles a la hora de levantar cargas extremadamente pesadas.

El montacargas eléctrico Crown 30-WTL al cual se le realiza este estudio, pertenece a esta clasificación, puesto que sus características coinciden con las descritas anteriormente, en las cuales se profundiza durante el desarrollo del proyecto.

Ilustración 6. Montacargas clase 2.



(BLAGOJEVICH@, y otros, 2004)

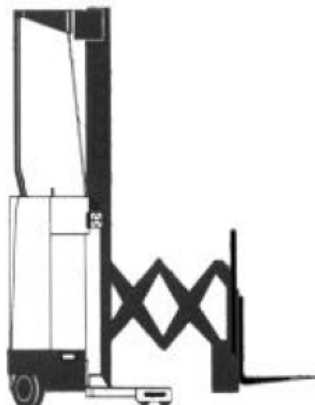
3.1.3 Clase 3 - Montacargas de Motor Eléctrico para Pasillo Angosto Extensible (Tipo Caminador)

En este tipo de montacargas tipo caminador 'extensible', las uñas tienen la posibilidad de extenderse hacia adentro y afuera e inclinarse, debido a un mecanismo de tijeras que se controla a voluntad del operador; también de moverse hacia arriba y abajo por medio del conocido sistema hidráulico, características que le permiten acceder a lugares más difíciles.

Se utiliza para trabajos de carga más especializados, donde el área de los niveles de almacenamiento de una estantería excede el de la carga a guardar, por lo que se hace necesario aprovechar al máximo el espacio con varias cargas, aunque su capacidad de carga disminuye considerablemente.

El operario lo controla por medio de un volante giratorio, ubicado en la parte trasera de la máquina, lo que le concede un gran radio de giro. La potencia para su movimiento lo da una batería de plomo, haciéndolo silencioso y limpio. Cabe anotar que ningún montacargas tipo eléctrico puede ser operado en exteriores en caso de lluvia, debido a los problemas que el agua generaría en su sistema eléctrico.

Ilustración 7. Montacargas clase 3.



(BLAGOJEVICH@, y otros, 2004)

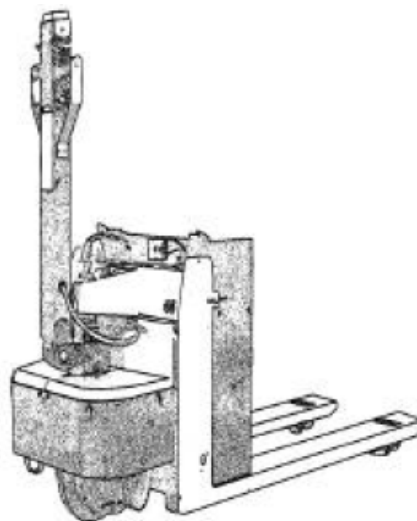
3.1.4 Clase 4 – Estibadores Manuales o con Motor Eléctrico

Este tipo de montacargas, más conocido como estibadores, son unidades de levantamiento bajo (a nivel del suelo) que pueden tener uñas o una plataforma para poderlo realizar. Algunos modelos le permiten al operador ubicarse en una tarima en la parte trasera; en otros, el operador lo maneja desde el volante a pie. Puede encontrarse eléctricos o de accionamiento manual.

Este tipo de estibadores, tanto los eléctricos como los manuales, poseen una gran capacidad de carga y estabilidad, debido a que sus uñas se levantan a pocos centímetros del suelo. Los de tipo eléctrico son bastante lentos en su traslado y de poca duración de trabajo por su pequeña batería.

Es por esto, que los estibadores más comunes en la industria son los manuales, ya que no necesitan una batería para su funcionamiento, pero si un gran esfuerzo físico que varía dependiendo del tamaño y peso de la carga, tanto para el levantamiento como para el traslado por parte del operario.

Ilustración 8. Montacargas clase 4.



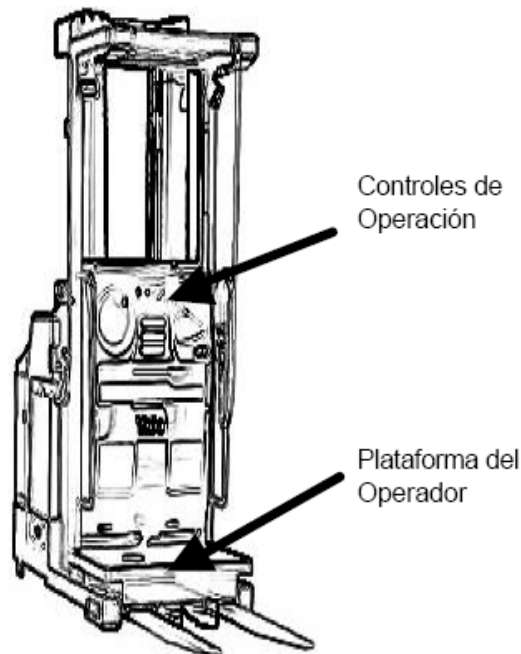
(BLAGOJEVICH@, y otros, 2004)

3.1.5 Clase 5 - Montacargas de Motor de Eléctrico (Pasajero en Plataforma)

En este tipo de montacargas eléctrico, el operador se sitúa sobre una plataforma especial incorporada al mástil de levantamiento, en esta se encuentran los controles de manejo y tanto el operador como la posible carga son transportados a una ubicación elevada. Es adecuado para la realización de reparaciones y mantenimientos en sitios a gran altura, como también para el manejo de cargas que estando en la posición inferior, dan poca visibilidad y dificultad para su apropiado acceso.

Es un tipo de montacargas bastante especializado y poco común en el medio industrial, debido al riesgo que presenta, porque el operario es elevado junto con la carga y este debe estar asegurado a un arnés de protección contra caídas para su operación, en caso de presentarse un accidente.

Ilustración 9. Montacargas clase 5.



(BLAGOJEVICH@, y otros, 2004)

3.1.6 Clase 6 - Montacargas de Motor de Combustión Interna con Pasajero

El operador se ubica en una cabina sentado, donde se encuentran el volante, los pedales y palancas de control, desde esta posición se maniobra el montacargas con gran facilidad y comodidad. Este tipo de montacargas funciona con gas, gasolina o diesel, producen bastante ruido, como también gases y emisiones nocivas, tanto para el operador como para el medio ambiente, no pueden ser operados en interiores sin ventilación.

Poseen las mayores capacidades de carga porque se les encuentra con 2, 4 y hasta 6 cilindros hidráulicos, debido a la potencia que genera el motor de combustión interna. Las uñas pueden variar también desde 1 metro, hasta los 2,5 metros de largo, para manejar y transportar cargas de gran envergadura.

Pueden ser operados tanto en exteriores, como en interiores, siempre y cuando se tenga una adecuada ventilación, como también en superficies irregulares, porque sus llantas neumáticas y no sólidas como las que se encuentran en los montacargas eléctricos.

Su operación es más continua que en los montacargas tipo eléctricos, porque en el evento de acabarse el combustible, la recarga del mismo tarda pocos minutos, mientras que en los eléctricos, en caso de acabarse la carga de la batería, la recarga puede demorar hasta 8 horas en las baterías más grandes, por lo que se hace necesario contar con más de una batería para una operación continua.

Además, el cambio de batería en los montacargas eléctricos es un proceso engorroso, debido al gran peso de una batería que puede llegar a los 206,8 Kg, haciéndose necesario contar con instrumentos especializados para el adecuado cambio, como lo son las plataformas móviles para cada batería.

Ilustración 10. Montacargas clase 6.



(BLAGOJEVICH@, y otros, 2004)

3.1.7 Accesorios para montacargas

Existen gran variedad de accesorios para incorporar en las uñas de los montacargas, que facilitan el levantamiento de diferentes tipos de elementos, los cuales no podrían ser levantados de manera ordinaria. En la mayoría de los montacargas se puede aumentar o disminuir la distancia entre las uñas, en unos manualmente y en otros de forma automática. (BLAGOJEVICH@, y otros, 2004)

Ilustración 11. Accesorios para montacargas.



Accesorio para sujetar barriles

(BLAGOJEVICH@, y otros, 2004)



Accesorio para izaje

3.2 COMPAÑÍA CROWN

La compañía estadounidense manufacturera CROWN, es una de las empresas especializadas en el manejo de cargas y materiales a través de montacargas manuales y eléctricos más importantes en el mundo, sus diseños y modelos de maquinaria se encuentran desde mediados del siglo XX, en todas las industrias americanas y de los 5 continentes. Son los montacargas eléctricos uno de los productos más reconocidos de CROWN, porque allí se encuentran plasmados la tecnología de punta, seguridad, innovación y sostenibilidad que la compañía provee.

El montacargas eléctrico tipo caminador, es uno de los modelos más versátiles de todos, porque proporciona grandes prestaciones, en cuanto a capacidad de carga, agilidad, altura máxima alcanzable y durabilidad de la batería, todo esto resumido en una máquina de mediano peso y tamaño, la cual es capaz de desenvolverse en ambientes de pasillos y corredores estrechos. (CROWN@, 2010)

Ilustración 12. Montacargas eléctrico CROWN tipo caminador.



(CROWN@, 2010)

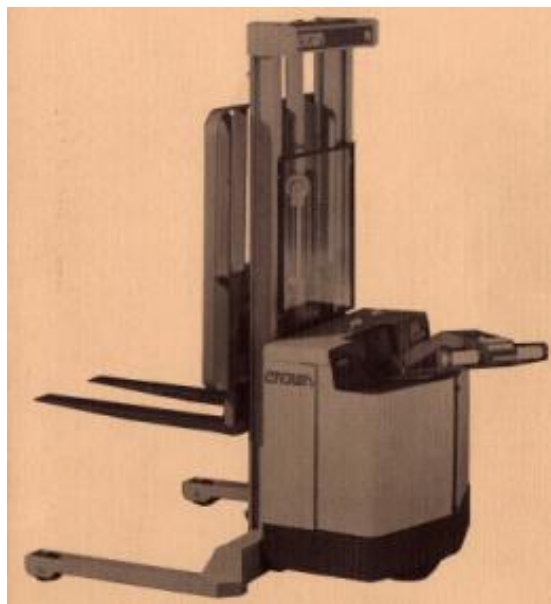
4. MONTACARGAS ELÉCTRICO CROWN 30-WTL

El montacargas eléctrico CROWN 30-WTL, se encuentra en el taller de reparación molduras de la empresa productora de envases de vidrio O-I Peldar en Envigado, es un equipo especializado para mejorar el rendimiento productivo de este departamento en especial, mediante el debido uso y cumplimiento de las normas de operación y seguridad indicadas.

Es un montacargas tipo caminador con mástil telescópico, el cual de una forma fácil, segura y eficiente, permite mover cargas pesadas en espacios estrechos y confinados como corredores y pasillos, con una configuración especial que le permite dar giros cerrados con facilidad y alcanzar grandes alturas de carga.

Una batería eléctrica de plomo es la encargada de suministrar la energía para su operación, la cual puede proveer hasta 5 horas continuas de trabajo en la máquina, con tiempos de cargado por batería de 8 a 9 horas. (CROWN, 1976)

Ilustración 13. Montacargas eléctrico CROWN 30-WTL



(CROWN, 1976)

Este montacargas realiza el transporte de las estibas de madera en las que se ubica el equipo de moldura de las referencias de envases de vidrio que se producen, las cuales se guardan en estanterías especializadas para el almacenamiento de cargas pesadas.

Cada estiba de madera cargada puede pesar entre 650 Kg y 800 Kg, por lo que el montacargas es la herramienta indicada para transportar la moldura de una manera rápida y segura para el personal que lo maneja, como también garantizar la integridad y conservación del equipo de moldura, el cual es delicado y muy costoso.

Dentro del taller de reparación molduras, el montacargas realiza continuos viajes llevando y trayendo estibas cargadas de moldura, principalmente de la bodega de almacenaje del taller, hacia los respectivos bancos de trabajo de los ajustadores.

También se encarga de transportar las estibas de moldura reparada, hacia la zona de producción, la cual se encuentra cerca del taller de reparación molduras y de igual manera, de regresar la moldura sucia que sale de producción nuevamente al taller, en donde es ubicada en las zonas de lavado por arena, también por acción del montacargas.

Además, de las funciones principales mencionadas anteriormente, esta máquina se utiliza para suplir el movimiento de equipo de moldura nuevo o en préstamo. Ésta moldura es la que llega nueva de la compañía Moldes Medellín, empacada en cajas grandes de cartón, las cuales se descargan del camión que las trae al taller por medio del montacargas.

También se utiliza, para el cargue y descargue de camiones que transportan cajas de cartón y guacales con moldura de préstamo, entre las plantas de Zipaquirá y Soacha, Cundinamarca, con la de Envigado, Antioquia.

4.1 VENTAJAS Y DESVENTAJAS

El montacargas Crown 30-WTL tipo caminador, el cual se ubica en la clasificación número dos (2), es el adecuado para el cumplimiento de las tareas de transporte y manejo de carga pesada que se dan en el taller de reparación molduras, por las siguientes características:

- Posee un amplio radio de giro, el cual le permite maniobrar con facilidad la carga en espacios y pasillos estrechos.
- Es de fácil operación, puesto que los controles son pocos y se encuentran todos ubicados en un volante giratorio, permitiéndole al operario manejar la máquina con gran versatilidad.
- Posee una capacidad de carga media-baja (3000 lb), adecuada para el manejo de las estibas de madera cargadas con moldura.
- Es muy estable, las barras que tiene a cada lado de la carrocería le proporcionan firmeza a la hora de levantar y bajar cargas pesadas desde gran altura, proporcionando seguridad tanto para el personal como para la carga.
- Por ser eléctrico, no produce gases nocivos para el personal o para el medio ambiente, además es silencioso y no se recalienta, a diferencia de los montacargas de combustible.
- Su mantenimiento es sencillo, debido a las pocas piezas móviles que lo conforman y a la baja necesidad de intervención de las mismas.
- Puede operar de 4 a 5 horas continuas, por carga de batería, dependiendo del estado de la misma, permitiendo un flujo de trabajo sin interrupciones.
- Puede ser operado en dos diferentes velocidades de traslado, dándole la agilidad necesaria para moverse rápido o lentamente dependiendo de la situación.
- Las dos uñas o tenedores que soportan la carga, pueden graduar su espaciamiento, permitiendo adaptarse a diferentes tipos de carga.
- La distancia entre las barras de estabilidad es la adecuada para el manejo de las estibas de madera, porque son construidas bajo medidas estándar.

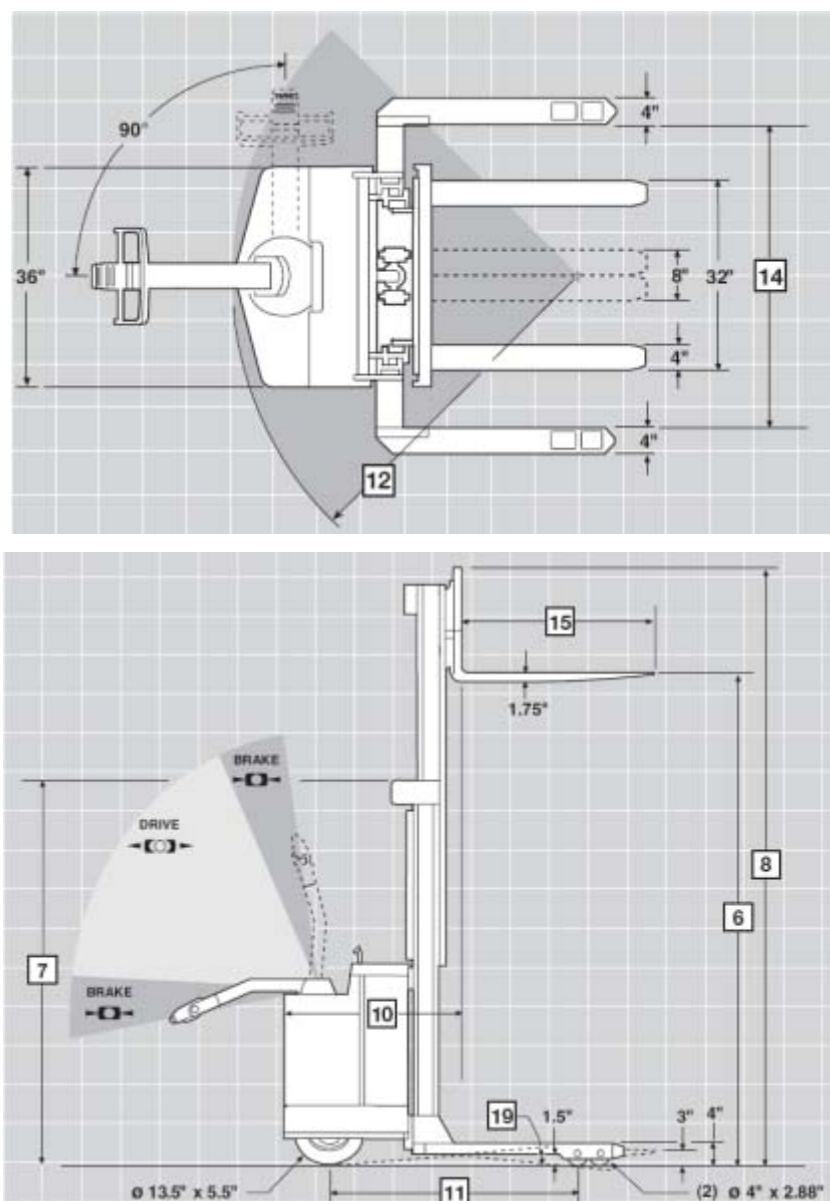
De ser utilizado para otros propósitos o características de trabajo diferente, este tipo de montacargas no es aplicable debido a las propiedades mencionadas a continuación, las cuales si se encuentran en las demás clases de montacargas:

- La capacidad de carga es media-baja (3000 lb), lo que restringe el peso de la carga a movilizar.
- El ancho de la carga a movilizar debe ser menor a la distancia entre las barras de estabilización, lo que impide que cargas de mayor medida no puedan ser alcanzadas por las uñas.
- Debe ser utilizado en superficies planas y sin irregularidades, porque las llantas son de caucho duro, el cual se desgasta rápidamente si la superficie es irregular; además, tiende a atascarse cuando se maneja en un plano con un grado de inclinación leve (Ver Tabla No. 1, Grado de Claridad).
- Para una operación continua se debe contar con más de una batería de reemplazo.
- El tiempo de carga de las baterías es muy extenso, puede durar hasta 8 a 9 horas de carga por batería.
- Las baterías son de gran tamaño y muy pesadas, alrededor de las 460 lb (206.8 kg), por lo que se hace necesario contar con las estructuras móviles para el montaje y desmontaje de las mismas.
- No puede ser expuesto al agua, porque puede ocasionar problemas en el sistema eléctrico, como cortos circuitos y chispazos.
- Está diseñado para trasladarse en trayectos cortos, porque los desplazamientos largos afectan el rendimiento de la batería.
- El operador debe controlar el montacargas caminando, no sentado en una cabina como en todos los montacargas a combustible. (CROWN, 1976)

4.2 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A continuación se muestran las especificaciones técnicas más importantes del montacargas eléctrico Crown 30WTL, que se encuentra en el taller de reparación molduras de la fábrica de envases de vidrio, O-I Peldar, del municipio de Envigado.

Ilustración 14. Diagrama dimensional Crown 30WTL.



(CROWN@, 2010)

Tabla 1. Especificaciones técnicas montacargas Crown 30 WTL.

Información General	1	Fabricante		Crown Equipment Corporation
	2	Modelo		30 WTL Serial: 1ª105562
		Tipo de Mástil		Mástil telescópico
	3	Tipo de Operador		Caminador
	4	Capacidad de Carga	lb(Kg)	3000(1360)
Dimensiones	5	Centro de Carga	in(cm)	24(60.96)
	6	Altura de Elevación	in(cm)	154(391.16)
		Elevación Libre	in(cm)	51.8(131.57)
	7	Altura Colapsada	in(cm)	93(236.22)
	8	Altura Extendida	in(cm)	171.2(434.8)
	9	Peso neto sin Batería	lb(Kg)	2155(977.5)
	10	Distancia al Cabezal	in(cm)	33.8(85.85)
	11	Distancia entre Ejes	in(cm)	45.8(116.3)
	12	Radio de Giro	in(cm)	56.2(142.7)
	13	Dimensiones de Batería	in (cm)	6.62x35.06x23.25 alto 16.8x89.05x59.05 alto
	14	Distancia entre Barras	in(cm)	40(101.6)
		Distancia fuera de Barras (Ancho total)	in(cm)	48(121.92)
	15	Longitud de uñas	in(cm)	30(76.2)
Desempeño	16	Velocidad de Desplazamiento	Con Carga-mph(km/h) Sin Carga -mph(km/h)	2.7(4.3) 3.3(5.3)
	17	Velocidad de Elevación	Con Carga-ft/min(cm/s) Sin Carga -ft/min(cm/s)	25(12.7) 44(22.35)
	18	Velocidad de Descenso	Con Carga-ft/min(cm/s) Sin Carga -ft/min(cm/s)	30(15.24) 20(10.16)
	19	Grado de Claridad	%	9

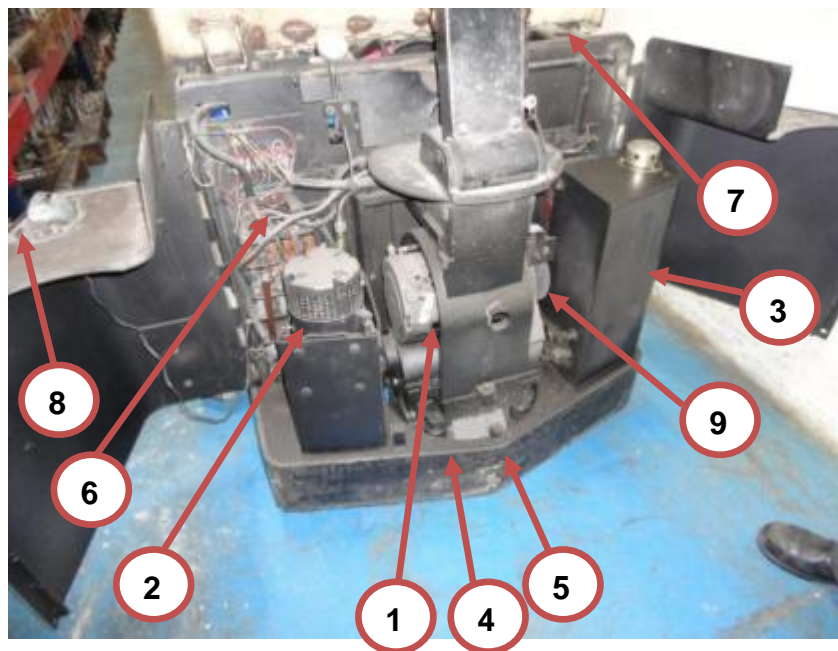
4.3 COMPONENTES PRINCIPALES

A continuación se presentan los componentes internos más importantes de la máquina.

Tabla 2. Componentes internos de montacargas Crown 30WTL.

No.	Componentes Internos
1	Motor de Tracción
2	Motor y Bomba Hidráulica de engranes
3	Tanque Almacenamiento de aceite
4	Sistema de Giro
5	Rueda de Tracción
6	Panel de Contactores
7	Batería
8	Medidor de Carga de Batería
9	Freno

Ilustración 15. Componentes internos de montacargas Crown 30WTL.

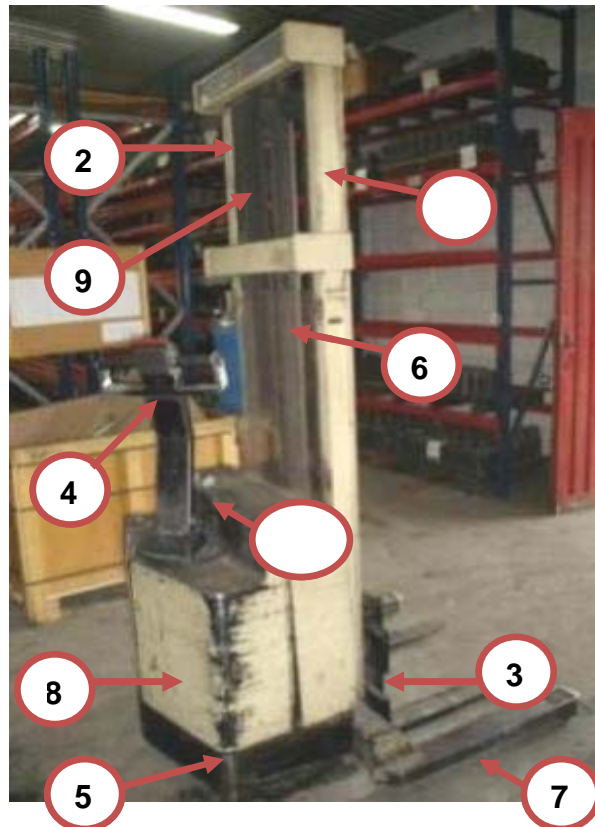


A continuación se presenta un listado de los componentes externos más importantes del montacargas.

Tabla 3. Componentes externos de montacargas Crown 30WTL.

No.	Componentes Externos
1	Mástil principal
2	Mástil telescópico
3	Cabezal y Uñas u Horquillas
4	Volante y Controles
5	Chasis
6	Pistón Hidráulico
7	Barras de Estabilización
8	Cubierta Exterior
9	Cadena de transmisión
10	Palanca Sube y Baja

Ilustración 16. Componentes externos de montacargas Crown 30-WTL.



4.4 SUBSISTEMAS DEL MONTACARGAS CROWN 30-WTL

El montacargas eléctrico Crown 30WTL se divide principalmente en 4 subsistemas, los cuales son: el subsistema de suministro de energía, el subsistema eléctrico, el subsistema hidráulico y el subsistema mecánico. Es de vital importancia reconocer en cada uno de ellos, sus características más importantes, componentes principales y cuidados para un óptimo funcionamiento.

4.4.1 Subsistema de suministro de energía

Este subsistema es el encargado de suministrar la energía eléctrica vital al montacargas, lo conforman dos baterías de almacenamiento de plomo ácido, un cargador y sus respectivas conexiones. Se considera a la batería eléctrica uno de los componentes más críticos, ya que de no realizarle las rutinas e intervenciones de mantenimiento necesarias, su capacidad puede disminuir enormemente, perjudicando la continuidad de trabajo de la máquina.

4.4.1.1 Batería

Todas las baterías de almacenamiento son en alguna forma dispositivos químicos, los cuales pueden transformar la energía eléctrica en energía química y almacenarla durante el proceso de carga, y esta energía química trasladarla a energía eléctrica durante el proceso de descarga. Cada batería consta de 12 celdas de plomo ácido conectadas en serie entre si, tienen una capacidad nominal de 330 Amperios-hora (en un régimen de 6 horas) con un voltaje de 24 V en corriente directa.

Ilustración 17. Batería.



4.4.1.2 Cargador de batería

El cargador de batería es un equipo de conmutación, especial para la carga de este tipo de baterías, puede inspeccionar automáticamente el estado de carga de la batería y con base a este estado efectuar el ciclo de carga más apropiado; además, ofrece protección a las baterías ante cualquier cambio brusco de voltaje en la red eléctrica, el cual puede perjudicar la batería.

Ilustración 18. Cargador de batería



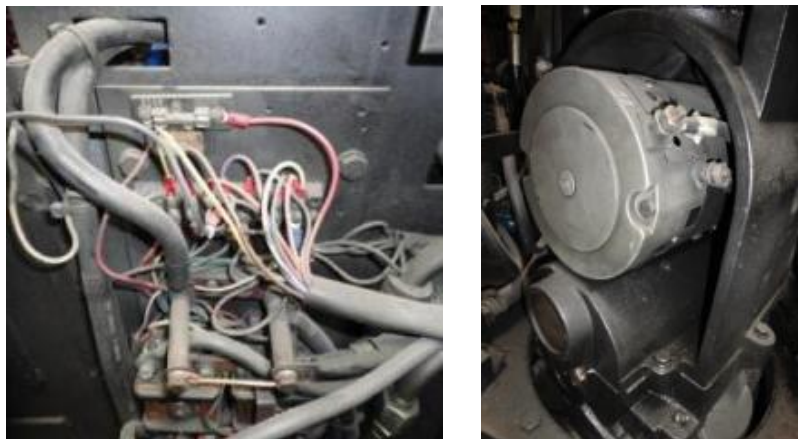
4.4.2 Subsistema eléctrico

El subsistema eléctrico del montacargas puede ser dividido en dos controles principales, el primero que controla la velocidad de traslado, y el segundo que controla el ascenso y descenso del pistón hidráulico. Debido a que el montacargas fue construido hace casi dos décadas, se puede observar que los componentes del sistema eléctrico son en su mayoría electromecánicos, conformados por swiches, relés, fusibles y contactores, los cuales están encargados de transmitir las órdenes dadas por el control de avance y retroceso, como también por la palanca de control de elevación y descenso del pistón.

Los motores de tracción e hidráulico son para trabajo pesado, de gran eficiencia y confiabilidad, requieren poco o nulo mantenimiento.

Con los avances en el diseño y desarrollo tecnológico, los nuevos modelos de montacargas Crown, son totalmente electrónicos, poseen tarjetas madre con microprocesadores como los de un PC (*Personal Computer*), mediante los cuales se ejecutan programas que controlan los movimientos de la máquina, los cuales pueden ser inspeccionados y ajustados de acuerdo a la situación que lo requiera. (CROWN@, 2010)

Ilustración 19. Sistema eléctrico (Circuito de tracción, motor de tracción).



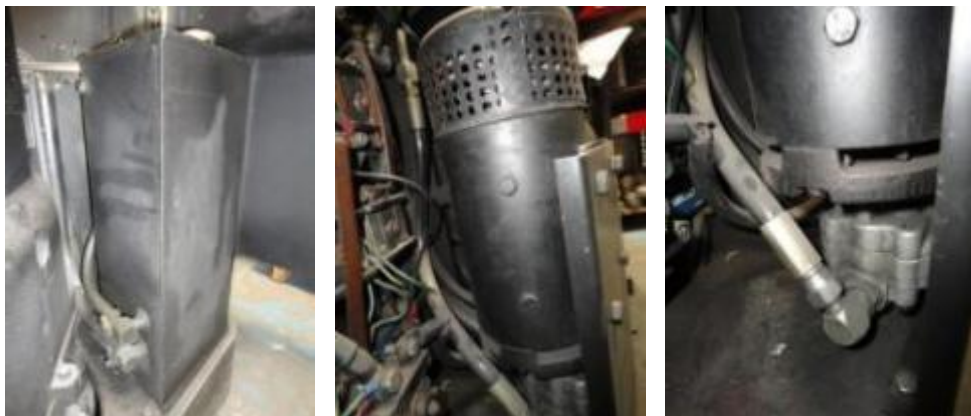
4.4.3 Subsistema hidráulico

El sistema hidráulico consiste en un circuito hidráulico que permite autorregular la velocidad de subida y bajada del pistón dependiendo del peso de la carga sobre las uñas, lo conforman un motor de corriente directa, una bomba hidráulica de engranajes, un pistón hidráulico, además de diferentes componentes como sellos y retenedores, válvula de alivio, válvula cheque, mangueras, tanque de almacenamiento del aceite hidráulico, entre otros.

El mantenimiento que se les realiza a estos componentes hidráulicos es poco, principalmente por la calidad y duración de los mismos, también porque se encuentran protegidos por la cubierta exterior, evitando la entrada de polvo y suciedades. Escasamente se revisan y cambian de ser necesario, por los mantenimientos por subcontratación o por el departamento de mantenimiento de la planta.

Cambio del aceite hidráulico, chequeo de sellos y retenedores del pistón, limpieza de las mangueras, tanque y bomba, son los procedimientos comunes que se les realiza a estos componentes.

Ilustración 20. Sistema hidráulico (tanque de aceite hidráulico, motor y bomba).



4.4.4 Subsistema mecánico

De este sistema mecánico hacen parte la unidad de tracción, freno y giro, el mástil telescópico y el cabezal con las uñas u horquillas. Son componentes extremadamente finos y duraderos, los cuales necesitan poco o nulo mantenimiento a lo largo del tiempo.

4.4.4.1 Unidad de tracción, freno y giro

Este sistema lo conforma la caja de tracción de engranajes helicoidales, la cual es para trabajo pesado y de baja emisión de ruido, posee un freno electromagnético aplicado por resorte y liberado eléctricamente, que se activa o desactiva de acuerdo a la posición del volante (Ver Ilustración 14).

Se mueve con la posición del volante, permitiéndole a la máquina girar fácilmente, en la parte inferior, en el acople de la caja con la rueda de caucho, porque está pivotado en 3 sitios por 3 rodamientos de ruedas, dándole más estabilidad y facilidad de movimiento. (CROWN@, 2010)

Ilustración 21. Unidad de tracción, freno y giro (freno electromagnético y caja de engranajes con pivote).



4.4.4.2 Mástil telescópico

La unidad de mástiles está conformada por el mástil principal y el mástil telescópico, ambos son fabricados en vigas rígidas de acero con perfil en I, proporcionando resistencia y durabilidad, ambos mástiles están doblemente reforzados en su estructura, por medio de placas de acero que garantizan la estabilidad y resistencia a las pesadas cargas.

El mástil principal esta soldado a las barras estabilizadoras y hace parte de la estructura rígida del montacargas, dentro de él se desliza el mástil telescópico, el cual sube y baja dentro del mástil principal por acción del pistón hidráulico, por medio de dos rodamientos que posee el mástil principal en ambos lados de su parte superior.

Unos topes de lámina rígida, a cada lado del mástil principal en su parte superior, evitan que el mástil telescópico se salga y se descarrile, controlando de esta manera su recorrido máximo y la altura máxima que alcanza el vástago del pistón. En la parte superior del mástil telescópico, se encuentran los dos rodillos para las dos cadenas de potencia y entre estos rodillos se encuentra el dispositivo que mantiene el vástago del pistón alineado durante el recorrido de subida y bajada.

Ilustración 22. Mástil principal y mástil telescópico.



4.4.4.3 Cabezal y uñas

Se conoce como cabezal a la estructura rígida sobre la cual las uñas u horquillas están soportadas, el cabezal esta formado por un arreglo de placas metálicas de gran espesor soldadas entre si. Esta estructura está asegurada a las cadenas de potencia en su parte inferior trasera y se desliza dentro de los canales interiores del mástil telescópico de abajo hacia arriba por medio de rodamientos, de acuerdo a la posición del pistón hidráulico.

Las uñas u horquillas están soportadas en la placa superior de la estructura que forma el cabezal, esta placa posee unas perforaciones, en las que la estructura de las uñas encaja, permitiéndole a las uñas graduar su amplitud y adaptarse a diferentes tipos de cargas. De igual manera, el mástil telescópico posee topes en la parte superior e inferior de su estructura, con el fin de evitar un descarrilamiento del cabezal cuando sube y sostenerlo cuando está en la posición más baja.

Las dos uñas, son dos gruesas láminas de acero, dobladas especialmente en forma de L, son las encargadas de soportar la carga sobre sus dos superficies planas, se soportan sobre la placa superior del cabezal, permitiendo un ajuste de su espaciamiento, dependiendo de la necesidad que se requiera.

Ilustración 23. Cabezal y uñas u horquillas.



4.5 MANTENIMIENTO ACTUAL

El mantenimiento que se le realiza al montacargas eléctrico Crown 30WTL en la actualidad, se enfoca en su gran mayoría a uno de los componentes críticos del subsistema de suministro de energía, es decir las baterías eléctricas.

Se le realizan a las baterías eléctricas de plomo, los respectivos procedimientos de mantenimiento y controles, aspecto importante porque son éstas las que generan la energía necesaria para el funcionamiento del montacargas. Se mantiene un adecuado nivel de agua de batería en cada una de las 12 celdas que las conforman, control que se realiza semanalmente, y los respectivos ciclos de carga se hacen diaria y semanalmente por medio del cargador de baterías y se mantienen los cofres de los baterías limpios, evitando signos de sulfatación en uniones y ranuras.

En cuanto al resto de componentes que conforman los demás subsistemas del montacargas, componentes eléctricos, mecánicos e hidráulicos, debido a la gran duración que tienen y la poca necesidad de intervención frecuente, se les realiza escasamente por parte del departamento de mantenimiento de la planta o por *outsourcing* – subcontratación con la empresa vendedora del equipo MEPAL, un mantenimiento general y cambio de los elementos que se necesiten reemplazar por desgaste o prevención, como se podrá conocer más adelante.

Debido al alto costo se tiene que implementar el mantenimiento con la empresa vendedora, en la mayoría de los casos, es el departamento de mantenimiento de planta, el encargado de realizar los procedimientos de manutención, como por ejemplo, el cambio del aceite hidráulico, limpieza y lubricación de componentes mecánicos como cadenas y rodamientos, cambio de empaques en conexiones hidráulicas, pero cuando es algo relacionado con componentes eléctricos, se hace necesario acudir al *outsourcing*, porque son elementos especializados y deben ser importados de la casa madre de Crown en Estados Unidos.

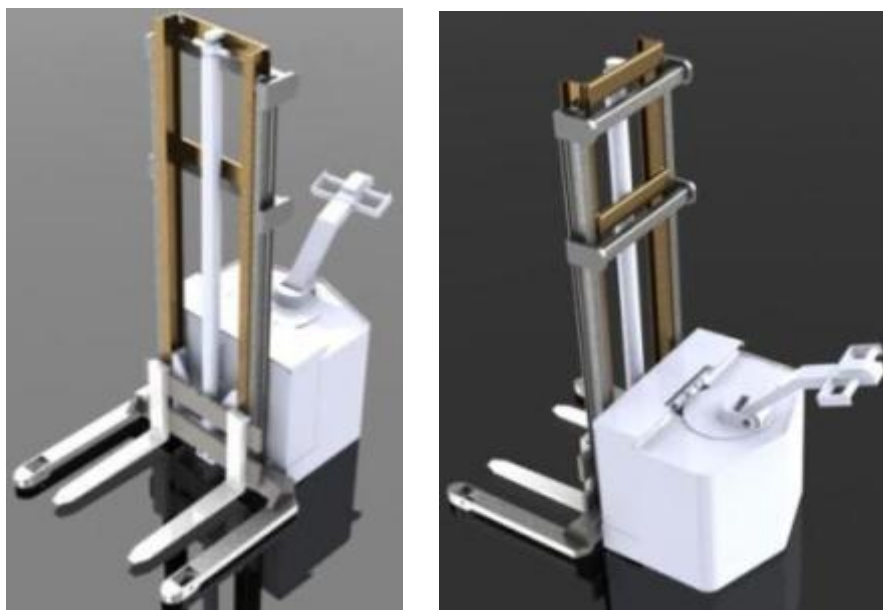
4.6 MODELACIÓN CAD

La modelación CAD - *Computer Aided Design* (Diseño Asistido por Computador), se realiza por medio de la utilización del *software* SolidWorks, el cual es una poderosa herramienta de diseño mecánico que permite crear en formato tridimensional a las formas, contornos y características dimensionales reales de cada una de las partes críticas que conforman el montacargas eléctrico Crown 30-WTL.

De esta manera, se adquieren modelos e imágenes importantes que no existen en la empresa, en cuanto a la dimensionalidad de la máquina y división en componentes principales, información a la que se puede acudir en caso de necesitar medidas e indagación sobre el modelo real, de cada una de las partes más importantes, lo que permite la reparación más rápida y confiable de las partes críticas.

La información detallada en forma de planos mecánicos se puede encontrar en la sección de anexos (Anexo A.) y en formato PDF – *Portable Document Format* (Formato de Documento Portátil) en el respectivo CD de entrega.

Ilustración 24. Modelación CAD de montacargas Crown 30-WTL.



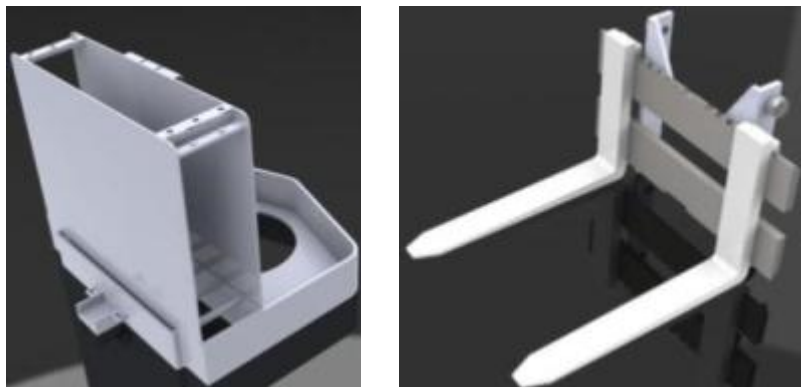
4.6.1.1 Chasis y cabezal

El chasis del montacargas eléctrico Crown 30-WTL es la estructura rígida más importante de la máquina, dentro de éste se ubican la batería, el motor de tracción y el motor hidráulico, el tanque y bomba de aceite hidráulico; también se encuentran elementos del sistema de tracción como la caja de engranajes y la llanta, además de las diferentes conexiones eléctricas como swiches, contactores y cableado que transmiten la energía eléctrica de la batería a los diferentes sistemas. Otra de sus funciones más importantes, es servir como contrapeso, para estabilizar el montacargas a la hora de levantar las cargas que estén dentro del límite de peso.

El cabezal es una estructura conformada por gruesas placas de acero soldadas entre si, el cual se desliza en las paredes internas del mástil telescópico por medio de un juego de seis (6) rodamientos. Las dos cadenas de potencia, se aseguran en la parte trasera del cabezal, son guiadas por medio de los rodillos asegurados al mástil telescópico y luego nuevamente aseguradas en la parte inferior del chasis, en donde prácticamente el cabezal cuelga de las dos cadenas de potencia.

Las uñas son soportadas por la placa horizontal superior del cabezal, la cual permite que se gradúe la distancia de separación entre ellas, para adaptarse así, a diferentes tipos de cargas a mover.

Ilustración 25. Modelación de chasis y cabezal.



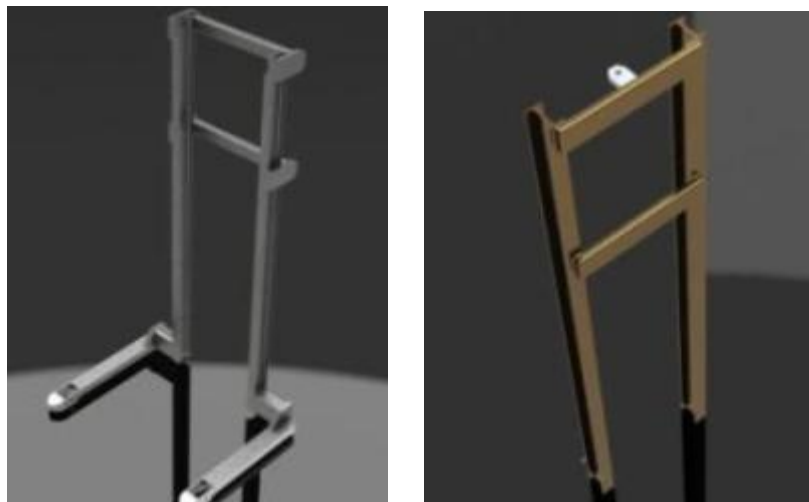
4.6.1.2 Mástil principal y telescópico

El mástil principal es uno de los componentes más importantes del montacargas, es el que brinda la estabilidad necesaria a la máquina, a la hora de levantar y bajar pesadas cargas.

El mástil está conformado por dos vigas rígidas de acero con perfil en forma de I, unidas entre si por medio de dos placas de acero en su parte superior, las cuales brindan a la estructura fortaleza y resistencia a las fuerzas generadas por las cargas a mover. En la parte inferior, cada una de las vigas está soldada fuertemente a las barras estabilizadoras, por medio de una gruesa lámina de hierro en forma cuadrada.

El mástil telescópico está conformado de igual manera por dos vigas de acero con perfil en I, unidas en la parte superior por dos placas de acero. Este mástil se desliza en el interior del mástil principal, puesto que sus dimensiones le permiten encajar perfectamente en él, a su vez posee en la parte superior un dispositivo con los rodillos para las dos cadenas de potencia que asegura el vástago del pistón y lo guía en su recorrido de subida y bajada.

Ilustración 26. Modelación de mástil principal y telescópico.



5. OPERACIÓN Y SEGURIDAD

5.1 TALLER DE REPARACIÓN MOLDURAS.

El taller de Reparación Molduras, hace parte del área de producción de la planta, junto con los talleres de Reparación Máquinas y Zona Fría, es el encargado del manejo, almacenamiento, reparación y puesta a punto de la moldura que le da forma a los envases de vidrio.

Para poder comenzar el proceso de reparación de la moldura que sale a producción, el taller, cuenta con un montacargas eléctrico tipo caminador Crown 30-WLT, el cual posee una carrocería pequeña y una capacidad de carga de 1360 Kg, para poder alcanzar y transportar las estibas de madera cargadas con moldura, que pueden pesar entre los 600 Kg y 800 Kg, y están ubicadas en niveles que van desde el suelo hasta los 4 metros de altura y llevarlas rápida y fácilmente por los estrechos pasillos de la bodega de almacenamiento y del taller, hasta los respectivos bancos de trabajo de los ajustadores de moldura.

Este flujo continuo de moldura se mantiene durante todo el día, porque la compañía posee las tres jornadas laborales. De igual manera, el montacargas se utiliza para transportar las estibas con moldura reparada, a la zona de formación de envases de vidrio, como también regresar con moldura que acaba de salir de producción, para ser lavada, lubricada y almacenada nuevamente.

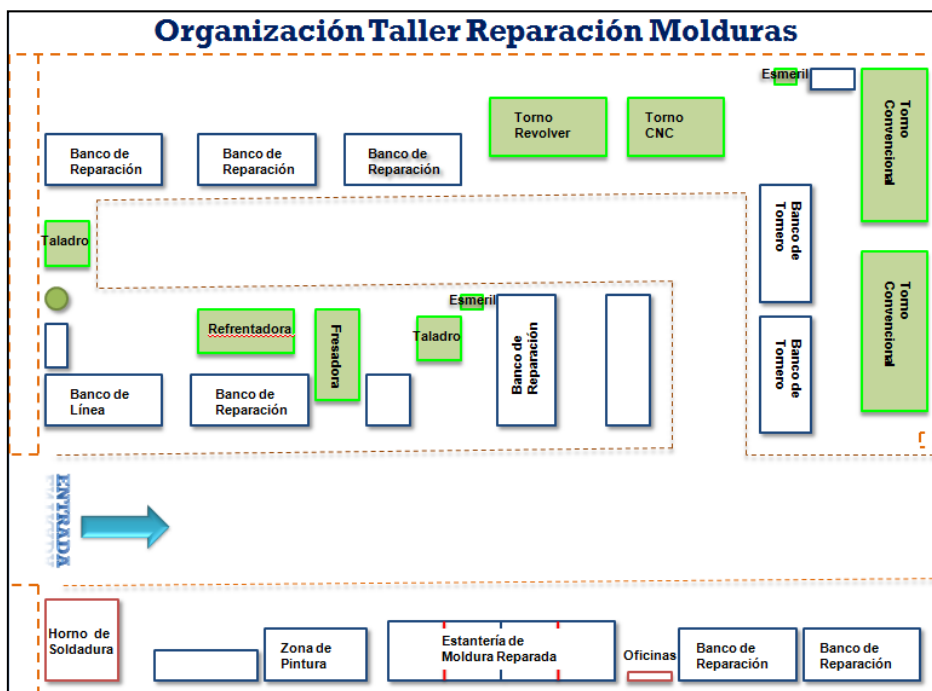
En conclusión, el montacargas es el que proporciona el flujo de trabajo, tanto para los ajustadores, acarreadores, como para los transportadores y lavadores que se benefician de la capacidad, potencia, rapidez y agilidad que proporciona la máquina, para así contribuir con el óptimo desarrollo de las actividades del taller.

5.1.1 Diagrama taller de molduras

Es en el taller de reparación molduras, en donde se preparan las referencias de envases que están programadas para salir a producción, el montacargas Crown 30-WTL se encarga de recoger el respectivo equipo de moldura de cada referencia, el cual se guarda sobre estibas de madera ubicadas en el almacén y la bodega, para luego repartirlas a los diferentes bancos de trabajo a través de los estrechos pasillos del taller, para que los ajustadores de moldura y torneros le realicen su respectivo mantenimiento y reparación.

Cuando el equipo de moldura de una referencia que sale a producción, ha sido completamente reparado, el montacargas ubica la estiba de madera en la estantería de moldura reparada, facilitando de esta manera el transporte de la moldura al área de formación de envases de vidrio cuando llegue su momento, sin tener que regresarla a su estantería de ubicación original.

Ilustración 27. Diagrama taller de molduras.

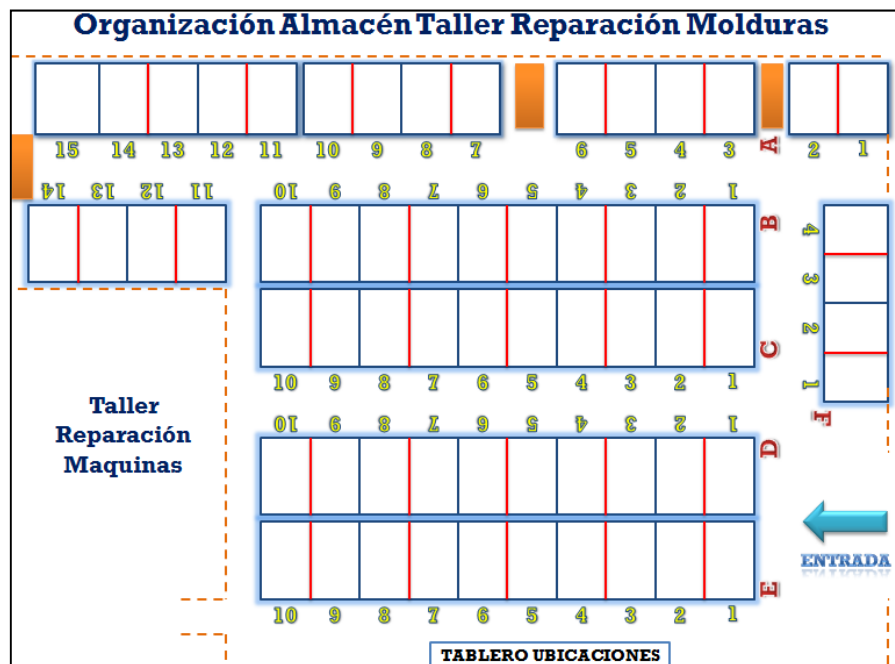


5.1.2 Diagrama almacén

El almacén del taller de reparación molduras es la principal área de almacenamiento de estibas de madera con equipo de moldura de más de 230 referencias de envases de vidrio diferentes, lo conforman 6 filas de estantería especial para el almacenamiento de cargas pesadas marcadas de la A a la F, cada fila esta dividida en módulos marcados por números, y cada módulo puede albergar a una estiba de madera, que cargada con moldura puede tener un peso que varia entre 600 Kg y 800 Kg.

Cada módulo a su vez se divide en 6 niveles que van desde el suelo, hasta los 4 metros de altura, lo que da un total de 378 espacios para ubicar estibas con moldura. El espaciamiento de los pasillos entre las filas de estantería es de 1,9 metros, distancia en la cual se puede maniobrar el montacargas para sacar y guardar estibas sin problemas, esto por su facilidad de manejo, pero cumpliendo con las normas básicas de operación y seguridad.

Ilustración 28. Diagrama almacén.



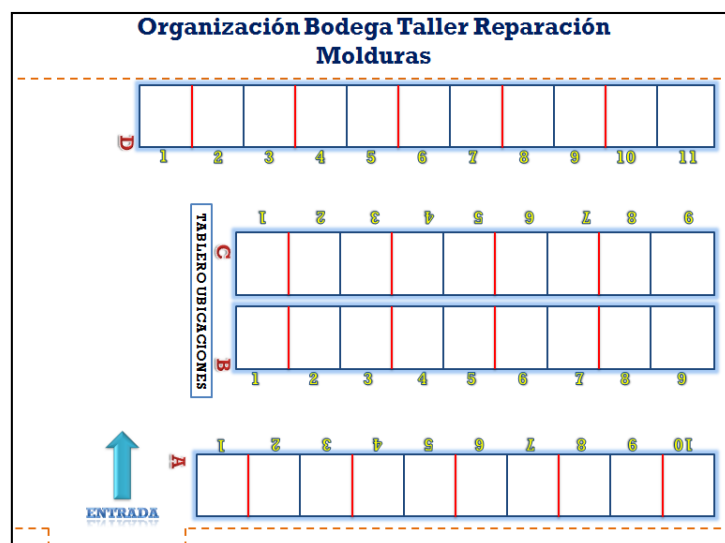
5.1.3 Diagrama bodega

La bodega del taller de reparación molduras, es el segundo lugar, que se utiliza para el almacenamiento de estibas con moldura después del almacén, tanto la estantería como el sistema de marcación es el mismo y en esta área se tienen 234 espacios para guardar estibas.

La bodega está ubicada a 120 metros del taller de molduras, en la zona de descarga de vidrio reciclado de la planta; debido a la gran separación con el taller, se almacenan allí referencias de envases más antiguas, de poca rotación en la producción, préstamos de otras plantas del país o del exterior y referencias nuevas que aún no están programadas para correr.

Cuando el montacargas lleva o trae estibas con moldura de la bodega hacia el taller o viceversa, sufre gran desgaste, no sólo en su sistema de generación de potencia, en la batería, sino también en sus ruedas, porque el trayecto entre los dos lugares no es completamente plano, sino bastante irregular, lo que genera grandes vibraciones que pueden llegar a desajustar los componentes internos de la máquina.

Ilustración 29. Diagrama de la bodega.



5.2 CAPACIDAD DEL MONTACARGAS

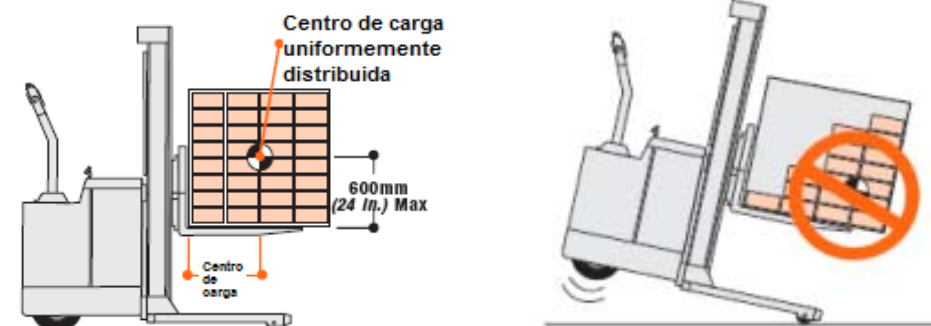
Se entiende como capacidad, al peso de la carga que puede levantar el montacargas a una altura y a una distancia de centro de carga determinadas, especificaciones dadas por el tipo y modelo de montacargas. Para el montacargas eléctrico Crown 30-WTL, se tiene una capacidad de carga de 3000 lb (1360 Kg), un centro de carga de 24 in (60.96 cm) y altura máxima de elevación de 154 in (391.16 cms).

5.2.1 Centro de carga

El centro de carga es la distancia que se mide entre la cara vertical de las uñas, llamadas también horquillas hasta el centro de una carga igualmente distribuida sobre éstas y determinado por las especificaciones técnicas del montacargas.

Se recomienda no elevar por ningún motivo cargas u objetos cuyas dimensiones sobrepasen las indicadas por las especificaciones técnicas, ya que se puede generar un volcamiento de la carga y hasta de la misma máquina, lo que puede causar un accidente. De igual manera, al elevar la carga se debe hacer suavemente y sin movimientos bruscos, para garantizar la estabilidad de la misma.

Ilustración 30. Centro de Carga



(CROWN, 1976)

5.2.2 Estibas de madera

Las estibas de madera que se utilizan para el almacenamiento de la moldura, son construidas en madera de pino colorado o cativo, la cual posee propiedades mecánicas medias que se muestran en la tabla No.4. Esta madera es resistente, de fácil consecución y trabajabilidad, se utiliza en todo tipo de aplicaciones como muebles, estacones, postes, carpintería, estibas entre otras. (UNAL@, 1982)

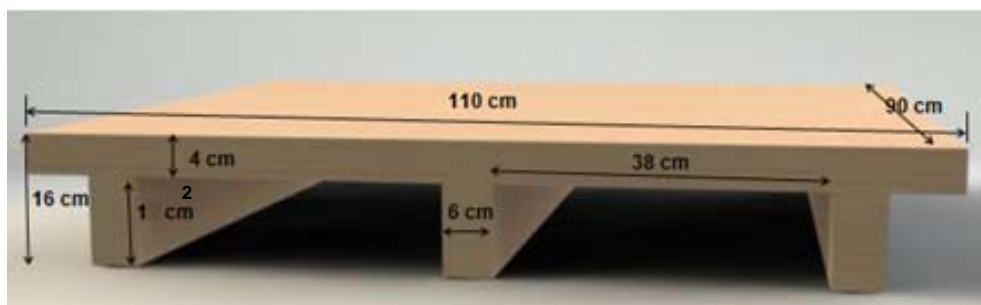
Tabla 4. Propiedades mecánicas de la madera de pino.

CONDICIÓN	FLEXIÓN ESTÁTICA			COMPRESIÓN				
				PARALELA			PERPENDICULAR	
	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOEx10 ³ (Kg/cm ²)	ELP (Kg/cm ²)	MOR (Kg/cm ²)	MOEx10 ³ (Kg/cm ²)	ELP (Kg/cm ²)	----
VERDE + 30%	242	413	85.9	139	175	137.56	25	----
SECO AL AIRE 12 %	467	759	99.6	255	372	----	51	----

(UNAL@, 1982)

Las dimensiones de las estibas que se utilizan para el almacenamiento de moldura son adecuadas para cumplir con las exigencias del centro de carga del montacargas, siendo el centro de carga de éstas, mucho menor que el máximo permitido por las especificaciones de fábrica, generando de esta manera seguridad durante las operaciones de traslado, carga y descarga de la moldura.

Ilustración 31. Dimensiones de estiba de madera.



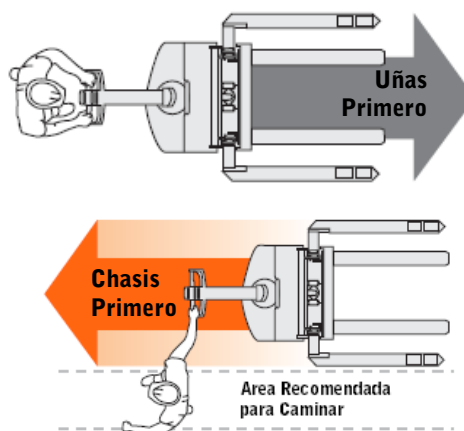
5.3 OPERACIÓN DEL MONTACARGAS

La operación del montacargas se inicia con el volante de control y la palanca de ascenso y descenso, estos controles son utilizados por el operario mientras se encuentra de pie, ubicado detrás o a un lado de la máquina.

Existen dos formas de mover el montacargas de un lugar a otro, la primera con las uñas hacia adelante y la segunda con el chasis hacia adelante (Ilustración No.32). El primer movimiento se utiliza generalmente para posicionar las uñas del montacargas debajo de la carga, para sacarla o llevarla a su lugar de almacenamiento, el cual puede estar a nivel del suelo o a diferentes alturas en una estantería, altura alcanzable con facilidad gracias al pistón hidráulico que sube y baja las uñas hasta los 4 metros.

El segundo movimiento de traslado, con el chasis hacia adelante, es el más común para llevar la máquina de un lugar a otro, ya sea con o sin carga, puesto que el control en este sentido, es más sencillo que en el primero, permitiendo maniobrar con agilidad el montacargas entre pasillos y lugares estrechos sin problemas.

Ilustración 32. Movimientos del montacargas con uñas o chasis primero.



(CROWN, 1976)

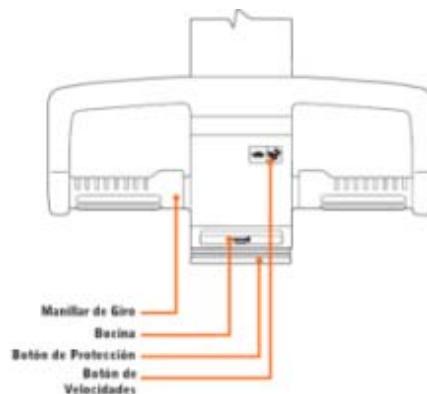
5.3.1.1 Volante

En el volante se encuentran los controles de movimiento hacia adelante y atrás, el botón de cambio de velocidades, el botón de protección y la bocina. Como se explica a continuación, el manillar de giro, activa el movimiento de la máquina hacia adelante o hacia atrás.

El botón de velocidades permite mover la máquina en dos velocidades diferentes, lentas o rápidas, las cuales se activan o desactivan a gusto del operador. Dependiendo del nivel de habilidad de operación que la persona tenga del montacargas se cambian las velocidades, en el caso de la velocidad rápida, se deben tomar decisiones con mayor ligereza con respecto a la dirección de movimiento y obstáculos en el camino.

El botón de protección como su nombre lo indica, protege al operador en caso de un aplastamiento por parte de la máquina, cuando ésta se mueve con el chasis hacia adelante. Cuando el botón se activa, el montacargas automáticamente se mueve hacia adelante con las uñas al frente, evitando el aplastamiento, aunque no es completamente efectivo, para que se accione, debe entrar en contacto con el cuerpo del operador.

Ilustración 33. Componentes del volante.



(CROWN, 1976)

5.3.1.2 Traslado

El movimiento de traslado del montacargas en cualquiera de las dos formas mencionadas anteriormente ya sea hacia adelante o hacia atrás, se realiza con manillar de giro, el cual es una especie de manillar tipo motocicleta, que al ser accionado como se muestra en la Ilustración No.34, activa el movimiento del montacargas.

Ilustración 34. Controles de movimiento.

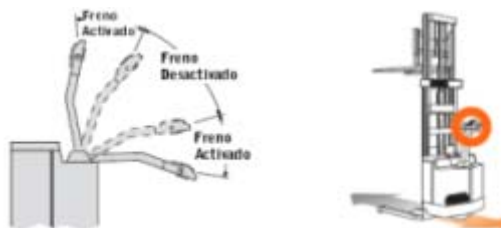


(CROWN, 1976)

5.3.1.3 Frenado

El frenado del montacargas se ejecuta teniendo en cuenta la posición del volante de control con respecto al plano horizontal. El volante por defecto siempre se encuentra perpendicular al suelo, por la acción de un resorte que lo mantiene en esta posición y por lo tanto el freno se encuentra activado. El freno se desactiva cuando el volante está en una posición formando un ángulo entre los 30° y 70° respecto a la horizontal, en este momento se puede mover la máquina de un lugar a otro.

Ilustración 35. Diagrama de frenado.

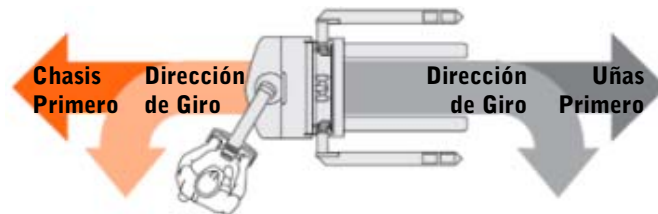


(CROWN, 1976)

5.3.1.4 Giro

Para girar el montacargas hacia la izquierda o derecha, el operario debe mover el volante de control en un radio de 180° respecto al mástil de la máquina. Si el volante se ubica paralelo al mástil, ya sea a la izquierda o derecha, el montacargas se mueve en su radio de giro más cerrado, además el giro se facilita cuando el montacargas está en movimiento y no detenido.

Ilustración 36. Diagrama de giro.



(CROWN, 1976)

5.3.1.5 Subir y bajar las uñas

Detrás del volante de control, se encuentra la palanca de elevación y descenso, como también la palanca de desenganche de la batería. Cuando el operador mueve la palanca hacia atrás, el pistón sube y cuando la mueve hacia adelante el pistón baja. De igual manera, se puede controlar la velocidad de ascenso o descenso al mover la palanca pocos grados y no en su totalidad.

Ilustración 37. Subir y bajar las uñas.



(CROWN, 1976)

5.3.2 Instructivo de operación

A continuación se presenta el instructivo de operación concerniente al manejo del montacargas eléctrico 30-WTL, el cual posee información detallada acerca de su manejo y correcta operación.

Este instructivo se diseñó en un cuadro de acrílico y se pegó en el mástil del montacargas, permitiendo que cualquier operario que no se sienta familiarizado con la operación de la máquina, pueda observar los comandos principales del montacargas y pueda determinar las acciones más adecuadas a tomar.

Ilustración 38. Instructivo de operación montacargas Crown 30-WTL.

Operación del Montacargas

⚠ Cuidado

Dirección de la Máquina

- Uñas hacia adelante
- Use **ambas manos** para controlar el volante
- Chasis hacia adelante
- Permanezca a **un lado** del montacargas y **ligamente abajado**

Traslado

- Gire el manillar hacia adelante para mover la máquina hacia adelante.
- Gire el manillar hacia atrás para mover la máquina hacia atrás.
- Presione el botón de velocidades para graduar la velocidad de rápido a lento.
- Utilice la el botón de bocina para avisar cuando sea necesario.
- El botón de protección se activa en caso de haber algún atrapamiento con el volante y el cuerpo del operario.

Frenado

- El freno permanece constantemente activado, se desactiva siempre y cuando el volante se lleve a una posición entre 30° y 70° respecto a la horizontal para iniciar el movimiento.

Subir y Bajar Uñas

- La palanca que se encuentra detrás del volante permite al jalarla hacia atrás subir las uñas y al presionarla hacia adelante bajarlas.

⚠ Cuidado

Elementos del Volante

- Manillar de aceleración
- Bocina
- Botón de protección
- Botón de velocidades

Girar

- El volante posee una libertad de 200° respecto al mástil de la máquina, para girar a la derecha o izquierda. Entre mas cerca se lleve el volante al mástil, mas cerrado será el giro del montacargas.

Taller de Reparación Molduras
Peldar

5.4 FACTORES DE RIESGO

Es de gran importancia tener como parte de un buen programa de salud ocupacional, toda la información correspondiente a la operación de las máquinas, el control de las condiciones de trabajo y de seguridad industrial, lo cual permite identificar el desarrollo del programa y el grado de implementación en la compañía, facilitando la estructuración de un plan de mejoramiento con acciones administrativas y operativas que minimicen los factores de riesgo.

La metodología de 'Panorama de factores de riesgo' es una herramienta mediante la cual se identifican, se ubican y se valoran los diferentes factores de riesgo existentes en una empresa, en donde dicha valoración permite determinar las acciones prioritarias a tomar en el ambiente de trabajo.

Identificando los factores de riesgo que se generan al desarrollar las actividades correspondientes al uso, manejo y operación del montacargas eléctrico Crown 30-WTL en el taller de reparación molduras, se logra que los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores sean identificados, previniendo la ocurrencia de accidentes de trabajo que puedan repercutir en ausentismo y baja de rendimiento, como también en problemas de orden jurídico y laboral. (SURATEP@, 2008)

A continuación se presentan las definiciones y convenciones más importantes a tener en cuenta para identificar el panorama de riesgos.

- Probabilidad: es función de la frecuencia de exposición, la intensidad de la exposición, el número de expuestos, entre otras. Se clasifican en baja, media y alta.
- Consecuencias: se estiman según el potencial de gravedad de las lesiones, se clasifican en: ligeramente dañino, dañino y altamente dañino.

5.4.1 Clasificación de los factores de riesgo

Los factores de riesgo se clasifican de acuerdo a la existencia de fenómenos, condiciones, circunstancias y acciones humanas que tienen el potencial de producir lesiones. De igual manera, el indicador del factor de riesgo se refiere al tipo de actividad o condición, especificada en el factor de riesgo al cual pertenece. En la tabla No.5 se presentan los factores de riesgo más importantes.

Tabla 5. Tabla de factores de riesgo.

Factor de Riesgo	Indicador del Factor de Riesgo
<p>1. Físicos: son todos aquellos factores de naturaleza física que al ser percibidos por las personas pueden provocar efectos adversos en la salud, según sea la intensidad, concentración y exposición de los mismos.</p>	<p>1.1 Ruido. 1.2 Temperaturas extremas: Altas y Bajas. 1.3 Radiaciones: Ionizantes, No ionizantes. 1.4 Iluminación: Inadecuada por exceso o defecto. 1.5 Humedad relativa. 1.6 Vibraciones. 1.7 Presiones anormales.</p>
<p>2. Químicos: se refiere los elementos o sustancias orgánicas e inorgánicas que pueden ingresar al organismo por inhalación, absorción o ingestión y dependiendo de su concentración y el tiempo de exposición, pueden generar lesiones sistémicas, intoxicaciones o quemaduras.</p>	<p>2.1 Líquidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • nieblas • rocíos
<p>3. Biológicos: se refiere a micro y macro-organismos patógenos y a los residuos, que por sus características físico-químicas, pueden ser tóxicos para las personas que entren en contacto con ellos, desencadenando enfermedades infectocontagiosas, reacciones alérgicas o intoxicaciones.</p>	<p>3.1 Animales: Vertebrados e invertebrados. 3.2 Vegetales: Musgos, helechos y semillas. 3.3 Exposición a microorganismos como: hongos, amebas y bacterias.</p>
<p>4. Mecánicos: se refiere a todos aquellos objetos, máquinas, equipos y herramientas, que por sus condiciones de funcionamiento, diseño, estado, o por la forma, tamaño y ubicación, tienen la capacidad potencial de entrar en contacto con las personas, provocando daños o lesiones.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fricciones • Golpes • Atrapamientos • Proyecciones • Caídas
<p>5. Eléctricos: se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas, los equipos que conducen o generan energía dinámica o</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alta tensión • Electricidad estática

Factor de Riesgo	Indicador del Factor de Riesgo
estática y que al entrar en contacto con las personas por deficiencias técnicas o humanas pueden provocar lesiones, según sea la intensidad y el tiempo de contacto con la corriente.	
6. Físico-químicos: abarca todos aquellos objetos, materiales combustibles, sustancias químicas y fuentes de calor que bajo ciertas circunstancias de inflamabilidad o combustibilidad pueden desencadenar incendios y explosiones.	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de chispas • Almacenamiento o manejo inadecuado de sólidos y líquidos inflamables
7. Factores de Riesgo por Carga Física (Ergonómicos): son todos aquellos objetos, puestos de trabajo y herramientas, que por el peso, tamaño, forma o diseño, (sillas, mesas, controles de mando, superficies de apoyo) encierran la capacidad potencial de producir fatiga física o lesiones osteo-musculares, por obligar al trabajador a realizar sobreesfuerzos, movimientos repetitivos y posturas inadecuadas.	<p>7.1 Carga estática:</p> <ul style="list-style-type: none"> • De pie • Sentado • Otros <p>7.2 Carga dinámica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Esfuerzos • Movimientos
8. Psico-laborales: se refiere a la interacción de los aspectos propios de las personas (edad, patrimonio, estructura sociológica, historia, vida familiar, cultura, etc.) con las modalidades de gestión administrativa y demás aspectos organizacionales inherentes al tipo de proceso productivo.	<p>8.1 Organización del tiempo de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Turnos • Incentivos • Estándares <p>8.2 Relaciones interpersonales:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Clima laboral <p>8.3 Ambiente de trabajo:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Espacio, temperatura, iluminación.
9. Administrativos: se refieren a la falta de políticas en salud ocupacional y a los procesos administrativos deficientes relacionados con esta problemática.	<p>9.1 Inducción y entrenamiento deficiente.</p> <p>9.2 Estándares y procedimientos de trabajo inadecuados.</p> <p>9.3 Carencia de estándares de seguridad.</p> <p>9.4 Carencia de subsistemas de información.</p> <p>9.5 Carencia de recursos para el control efectivo.</p> <p>9.6 Adquisiciones sin visto bueno de salud ocupacional.</p> <p>9.7 Selección inadecuada del personal.</p>
10. Públicos: son todas aquellas circunstancias ajenas a la empresa y de origen social, a las cuales se ve expuesto el trabajador por las características propias de su oficio.	<ul style="list-style-type: none"> • Delincuencia y desorden público. • Incumplimiento de normas de tránsito.

(SURATEP@, 2008)

De la tabla anterior, se identifican 6 factores de riesgo principales que se generan en el manejo y operación del montacargas eléctrico Crown 30-WTL en el taller de reparación molduras. De acuerdo a esta información se puede establecer la tabla de factores de riesgo sobresalientes, asignarles su respectiva calificación y definir las actividades de control pertinentes.

Tabla 6. Factores de riesgo.

Factor de riesgo	Indicador es de riesgo	Probabilidad	Consecuencia	Actividades de control
1. Físicos	1.6 Vibraciones	• Baja	• Ligeramente dañino	• Evitar al máximo movilizar la máquina en superficies irregulares.
2. Químicos	2.1 Líquidos	• Media	• Dañino	• Lavar manos y piel en contacto con agua de batería, en el momento de realizar mantenimiento a la misma.
3. Mecánicos	• Golpes • Atrapamientos • Caídas	• Alta • Alta • Alta	• Altamente dañino • Altamente dañino • Altamente dañino	• Operar el montacargas con cuidado, siguiendo las normas de seguridad. • Tener cuidado con el volante en lugares estrechos, al mover la máquina con el chasis primero. • No mover la máquina caminando de espaldas, evitando obstáculos que puedan hacer caer al operario.
4. Eléctricos	• Alta tensión	• Baja	• Ligeramente dañino	• Evitar tener contacto con el sistema eléctrico, en caso de no tener conocimiento de su funcionamiento.
5. Físico-químicos	• Producción de chispas	• Media	• Dañino	• Al conectar y desconectar batería, tener cuidado que conexiones no hagan contacto con elementos metálicos.
6. Ergonómicos	• Movimientos	• Baja	• Dañino	• No permanecer periodos largos de pie operando la máquina.

5.5 NORMATIVIDAD

Es de gran importancia contar con las normas nacionales e internacionales que rigen el correcto manejo y utilización de los montacargas, dependiendo de su tipo y ambiente en el que trabajan, como también las reglas que debe cumplir el personal encargado de su operación, como lo son cursos y certificados que le permiten al operador conocer la normatividad existente acerca del tema.

5.5.1 Norma ANSI - ITSDF B56

Norma aprobada por el Instituto Nacional Americano de Normas (*ANSI-American National Standards Institute*), se creó especialmente por la Fundación para el Desarrollo de Normas para Camiones Industriales (*ITSDF- Industrial Truck Standards Development Foundation*), fundación especializada en los productos para la industria del manejo y transporte de materiales. (ITSDF@, 2007)

5.5.2 Norma OSHA Standard 29-CFR Aparte 1910.178

Norma creada por el Departamento para el Trabajo de los Estados Unidos (*DOL- Departmentn of Labor*) en específico por su rama encargada de la Seguridad Ocupacional y Administración de la Salud (*OSHA - Occupational Safety & Health Administration*), la cual se encarga de dictar las diferenciaciones técnicas de los tipos de montacargas industriales, la estabilidad de estos, las responsabilidades del operador y la operación segura de los mismos. (OSHA@, 2010)

La norma dicta las regulaciones que el empleador debe proveer al personal operativo en cuanto al manejo y seguridad que se debe tener en la operación de todas las clases de montacargas industriales.

5.5.3 Instructivo de seguridad

El instructivo de seguridad especifica cada una de las condiciones inseguras que se pueden presentar durante el manejo y operación del montacargas, permitiendo al operador tener una idea clara de las que se presenten y el procedimiento para evitarlas.

Este instructivo se diseñó, en un cuadro de acrílico y se pegó en el mástil del montacargas, de manera que sea visible por cualquier persona que lo opere. Así, las recomendaciones de seguridad siempre serán tenidas en cuenta por todo el personal encargado de manejar la máquina en el taller de molduras.

Ilustración 39. Instructivo de seguridad.

Seguridad del Montacargas

⚠ Peligro

Evitar Caídas

- Mantenerse alejado de la orilla de muelles y rampas.
- Cuidado al viajar en rampas y pendientes para evitar caídas y atascamientos.

⚠ Peligro

Fíjese por Donde Va

- Siempre estar atento de los alrededores y tener cuidado por donde se camina.
- Se puede quedar aplastado o atrapado entre los objetos y la máquina si no se tiene cuidado.

Cuidado al Girar

- Cuidado al viajar con los tenedores hacia adelante.
- La máquina gira ampliamente en la dirección opuesta del volante.
- Cuidado con las personas en el área.

Ojo con Pies y Manos

- Evitar que pies y manos sean atrapados entre muros u objetos y la máquina, pueden quedar aplastados y hasta ser cortados.

Cuidado en Pisos Mojados

- Desacelerar al viajar sobre pisos mojados o resbalosos.
- El control se pierde fácilmente sobre las superficies mojadas y resbalosas.

Maneje con Cuidado

- Tener cuidado con los pies al manejar con el chasis hacia adelante.
- Caminar al lado del montacargas y no de espaldas para evitar caídas.
- Operar el montacargas suavemente y a una velocidad que permita detenerse y reaccionar ante cualquier emergencia.
- Cuando no se use la máquina, deje las llaves abajo y apague el interruptor.
- Nunca exceda la capacidad ni el tamaño de carga de la máquina.

Ojo con las Personas

- Desacelerar, ceder el paso o parar cuando haya peatones.
- Tener cuidado de no aplastar a alguien.
- Nunca permitir a nadie montarse en el montacargas.

Area Recomendada para Caminar

Taller de Reparación Molduras **Peldar**

6. ANÁLISIS DE FALLA

Esta etapa del proyecto se enfoca en desarrollar un análisis de falla en uno de los subsistemas más críticos del montacargas eléctrico Crown 30-WTL, el cual es el subsistema de suministro de energía. Este subsistema conformado por el cargador de batería y las baterías eléctricas, es el que tiende a generar más problemas en la operación, debido a que se debe tener especial cuidado en los seguimientos de carga, descarga, mantenimiento del nivel de agua de las celdas y limpieza de las baterías, tareas que son fácilmente descuidadas y que por lo tanto tienden a disminuir en gran cantidad la confiabilidad y eficiencia de la máquina.

6.1 DETERMINACIÓN DE SUBSISTEMA CRÍTICO

De todos los subsistemas mencionados inicialmente, uno de ellos es el que más problemas genera, el subsistema de suministro de energía, conformado por el cargador de baterías y las dos baterías eléctricas que alimentan el montacargas eléctrico. Este subsistema es el más crítico de todos, debido a la necesidad que tienen las baterías de ser constantemente revisadas, en cuanto al estado de carga de cada una de sus celdas, nivel de electrolito (agua de batería) y densidad del electrolito.

Es de vital importancia, el control continuo de los componentes del subsistema de suministro de energía, puesto que especialmente las baterías son muy sensibles al deterioro y descuidadas en las actividades de chequeo y mantenimiento rutinarias, disminuye en gran porcentaje, su vida útil. Cabe anotar, que este tipo de baterías son bastante costosas, alrededor de 4 a 5 millones de pesos colombianos cada una, por lo que maximizar su utilización es una prioridad que permita disminuir costos y aumentar la disponibilidad del montacargas para trabajar. (ANDINA, 1995)

6.2 IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Cuando no se realizan los procedimientos adecuados de mantenimiento a las baterías eléctricas, como por ejemplo, el llenado de las celdas con electrolito semanalmente, una carga de igualación por batería al menos una vez a la semana, y los chequeos de densidad del electrolito y voltaje de las celdas, se reduce la disponibilidad de trabajo en el montacargas.

El ciclo estándar de carga por batería, dura de 8 a 9 horas y se recomienda luego de la carga, dejar descansar la batería entre una a dos horas, para que se enfríe y reponga su nivel electroquímico. Cuando a una batería le falta electrolito, su ciclo de carga es afectado y sin importar que este se realice por completo, la batería no completa su capacidad de almacenamiento de energía, por el contrario, la falta de electrolito expone las placas y aumenta el calor en el ciclo de carga, dañando de esta manera los elementos internos de la batería y por ende disminuyendo su ciclo de vida.

De esta manera, cada vez que se ubique una batería deteriorada en el montacargas, en vez de durar las 4 a 5 horas de trabajo normales, dura mucho menos, por lo que se debe cambiar rápidamente por la batería de reserva, deteriorando a un ritmo no usual los componentes de las mismas, al no dejarlas descansar el tiempo indicado luego del ciclo de carga.

Además, de la falta de llenado de electrolito en cada una de las celdas de la batería, se presentan otras condiciones irregulares como la falta de implementación de las cargas de igualación semanales por batería. Estas cargas de igualación evitan la sulfatación del electrolito en las placas de las celdas, condición que también le resta eficiencia a las baterías a la hora de ser cargadas y que se puede evitar con facilidad prestando la respectiva asesoría e información al personal encargado.

6.3 DETERMINACIÓN DE CAUSAS

A continuación se presentan los requerimientos importantes a tener en cuenta en el mantenimiento de las baterías eléctricas que dan la potencia necesaria al montacargas, para determinar las causas que impidan la realización de sus funciones principales. A su vez, es de gran importancia conocer los principios electroquímicos que se generan internamente en la batería en las fases de carga y descarga, para proveer el cuidado necesario que garantice su buen funcionamiento.

6.3.1 Acción electroquímica de la batería

La electroquímica de una batería trabaja sobre la reacción que se da cuando dos materiales disimiles o electrodos, están colocados en una solución conductora y reactiva, que se llama electrolito (agua de batería). La reacción química hace que las terminales de la batería tengan cargas opuestas, positivas y negativas. Esto crea una diferencia de potencial entre las dos terminales de la batería. (BÁEZ, y otros, 2008)

6.3.2 Descarga y recarga

Cuando la batería se descarga, los iones de sulfato (SO_4) provenientes del electrolito se combinan con los iones de plomo generados en las celdas, para formar así sulfato de plomo ($PbSO_4$). Por esta razón las celdas se convierten en materiales similares y el electrolito en esta fase contiene menos ácido y más agua. Es por ésta razón, que dos electrodos semejantes no pueden producir voltaje o corriente entre dos terminales, llamándose a la batería descargada, también batería sulfatada.

La batería descargada tiene una solución acida débil como electrolito y las celdas en su mayor parte contienen sulfato de plomo. Si se quiere llevar nuevamente a las condiciones originales de carga, primero se debe desconectar del circuito que alimenta, para conectarla ahora a una fuente eléctrica como lo es el cargador de batería.

De esta manera, al conectarla a la fuente, se invierte la condición de la batería, el sulfato de plomo en las celdas positivas vuelve a convertirse en bióxido de plomo ($PbSO_2$) y el sulfato de plomo en las celdas negativas vuelve a ser plomo esponjoso (Pb). Los iones de sulfato se combinan nuevamente con el electrolito, generándose iones de hidrogeno, lo cual aumenta el porcentaje de ácido sulfúrico (H_2SO_4), entonces la batería vuelve a tener carga completa.

En esta fase de carga, la reacción química que se produce hace que la batería se caliente y por consiguiente el agua de batería (agua destilada) se gasifica poco a poco, por lo que la revisión del nivel de agua en cada una de las celdas es una acción imperativa a realizar rutinariamente, de esta manera se garantiza que las celdas se encuentren en óptimas condiciones de nivel de agua de batería. Un nivel bajo de agua, se ve reflejado en un recalentamiento anormal, que puede desgastar las placas de plomo rápidamente y disminuir la vida útil de la misma. (BÁEZ, y otros, 2008)

6.3.3 Factores que influyen en la vida útil y rendimiento de una batería

Existen factores importantes que de no ser tomados en cuenta, pueden generar efectos negativos en el comportamiento de las baterías, es por esta razón que se debe prestar atención, evitando daños y rendimientos bajos en estos elementos.

6.3.3.1 Sobrecarga

La sobrecarga es el resultado de aplicar un voltaje de carga continuamente elevado, como también elevadas corrientes de carga, o ambas. En cualquiera de estos casos, tanto el excedente de corriente o voltaje produce calor que puede fácilmente deformar y oxidar el material positivo de las placas. La sobrecarga también ocasiona que el electrolito se descomponga y libere gases de hidrógeno y oxígeno, que pueden lavar el material activo en las placas, disminuir el nivel del electrolito y aumentar la corrosión de la batería.

6.3.3.2 Carga insuficiente y sulfatación

Cuando una batería no está lo suficientemente cargada, el sulfato de plomo permanece en las placas, aunque la cantidad de sulfatación varía con el estado de la carga. Si la batería se mantiene constantemente con carga insuficiente, el sulfato puede cristalizarse y por ende no combinarse con el electrolito. La sulfatación cristalizada, evita que la batería no llegue a tener carga completa, disminuyendo su efectividad y duración de trabajo en gran proporción.

Es por esta razón, que el cargador de batería posee una opción especial de carga, llamada 'Carga semanal o de igualación', la cual genera una carga continua a una cantidad de corriente mínima que no produce daños, pero que si evita la cristalización del sulfato en las placas de la batería. Este tipo de carga se recomienda ejecutar como su nombre lo indica, una vez a la semana para cada una de las baterías. (BÁEZ, y otros, 2008)

6.3.3.3 Nivel de electrolito

El electrolito contenido en las celdas de la batería, tiene una razón de gasificación normal, la cual se da por los ciclos de carga y descarga. Cuando el nivel de agua baja demasiado, los materiales de las celdas quedan expuestos al aire y se endurecen. El endurecimiento del material de las celdas evita que posteriormente intervengan en la reacción electroquímica, además la concentración de ácido aumenta a medida que el nivel disminuye, lo que propicia la corrosión de las celdas. De igual manera, un exceso de electrolito en las celdas, diluye la concentración de ácido, lo cual disminuye la gravedad específica (densidad); además, genera corrosión en el cofre exterior de la batería por derramamientos.

6.3.3.4 Corrosión

La corrosión de la batería se genera por el derramamiento y gasificación del electrolito, el ácido sulfúrico destruye los conectores, terminales, sujetadores y soportes. Los soportes y terminales corroídos aumentan la resistencia del circuito y dañan el cofre exterior de la batería

6.3.3.5 Vibración y temperatura.

La vibración en exceso puede generar que el material activo se desprenda de las celdas, como también aflojar las conexiones internas, entre las celdas y grupos de placas, lo cual aumenta también la resistencia, incluso agrietar el cofre de la batería y sus soportes. Las altas temperaturas de operación, aumentan la corriente de carga y puede ocasionar una sobrecarga considerable. Esto significa mayor consumo de agua, mayor corrosión en las celdas y menor vida útil de la batería. (BÁEZ, y otros, 2008)

6.4 RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO PARA BATERÍA

A continuación se presentan las recomendaciones más importantes a tener en cuenta para gestionar un buen mantenimiento del subsistema de generación de energía, especialmente las baterías y los cuidados principales que se deben tener para un adecuado funcionamiento y eficiencia de carga y entrega de las mismas.

6.4.1 Especificaciones técnicas de la batería

En la tabla No. 7 se presentan la información técnica de las baterías utilizadas.

Tabla 7. Especificaciones técnicas de la batería.

Dimensiones	Largo: 850 mm Acho: 165 mm Alto: 590 mm	Ilustración 40. Celda de batería. 
Marca	Exide	
Modelo	12E75-7	
Referencia de celdas	E75-7	
Voltaje nominal por celdas	2.0 Vcd	
Voltaje nominal de la batería	24 Vcd	
Capacidad	330 Ah al régimen de 6 horas.	
Energía disponible por celda	0.43 kWh	
Energía total disponible	5.16 kWh	
Placas positivas	Tubulares Dimensiones: Largo: 146.05 mm Acho: 9.52 mm Alto: 458.78 mm	
Placas negativas	Planas Dimensiones: Largo: 144.46 mm Acho: 4.7 mm Alto: 450.80 mm	
Separadores	Caucho microporoso	
Cantidad de placas por celda	7	
Numero de celdas	12	
Peso de la batería	456 lb (206,8 kg)	

1. Placa positiva tubular.
2. Celdas termo-selladas
3. Tapones.
4. Postes
5. Protectores.
6. Separadores.
7. Placa negativa
8. Cofre y cubiertas.
9. Puentes.

(ANDINA, 1995)

6.4.2 Limpieza

La batería, sus conexiones y componentes siempre deben mantenerse limpios y secos. El método más fácil de limpiar una batería es el de lavarla periódicamente con un poco de agua y jabón, de manera que se evite la acumulación de suciedad y sulfatación en las rendijas y hendiduras del cofre, que pueden repercutir en corrosión del mismo. Se debe secar bien todo el conjunto luego de ser lavado.

Los tapones de la batería deben mantenerse en su lugar en todo momento, para evitar pérdidas de electrolito por gasificación o derramamiento. Los orificios de ventilación de los tapones deben mantenerse limpios y libres de obstrucciones, de igual manera con agua y jabón se pueden lavar fácilmente. (ANDINA, 1995)

6.4.3 Prueba de densidad específica

La densidad específica de la solución de electrolito en una batería se determina mediante el uso de un densímetro. Esta densidad es un indicador del estado de carga de la batería, si el estado de carga es bajo, el densímetro registrará una lectura en la escala baja, si el estado es alto, el densímetro marcará en la escala alta. La densidad se mide en gr/cm^3 .

Una lectura de 1.260 a 1.280 gr/cm^3 indica que la batería está totalmente cargada, de 1.200 a 1.220 gr/cm^3 indica que la batería está en condiciones de descarga. La densidad específica debe comprobarse en cada una de las 12 celdas de la batería, al menos una vez al mes, si la diferencia entre celdas es de 0.015 gr/cm^3 , significa que la batería requiere mantenimiento.

Se debe utilizar exclusivamente agua desmineralizada, no permitiendo que el nivel de agua baje de la altura de las rejillas de protección puesto que las placas pueden

quedar parcialmente descubiertas y endurecerse. Tampoco se debe sobrepasar el nivel de agua más de lo normal, así, es más susceptible a que se derrame, lo que produce corrosión en el exterior de la batería.

El cuidado del nivel de agua de batería en sus límites adecuados, es uno de los factores más importantes a tener en cuenta en la gestión de mantenimiento de este elemento, porque el estado de la batería influye directamente en la operación del montacargas.

Es preferible agregar el agua a las celdas de la batería antes de la carga y por medio de un embudo que evite derrames y salpicaduras. La cantidad de agua por encima de la rejilla debe durar al menos una semana, aún con trabajo duro diario. De no mantener este ciclo, se consume el agua mas rápido de lo normal, y las horas de trabajo disminuyen considerablemente por carga, significa que el material de las placas ya está muy desprendido y la vida útil de la batería está llegando a su fin.

Se recomienda no descargar una batería a más del 80% de su capacidad, porque se genera un deterioro acelerado de los componentes. Una batería de este tipo, con un adecuado mantenimiento y cuidado puede llegar a durar entre 4 a 5 años de trabajo, con aproximadamente 1.500 a 1.600 ciclos de descarga-carga del 80% de profundidad. (ANDINA, 1995)

Tabla 8. Tabla de densidad específica y porcentaje de carga.

Densidad específica (gr/cm^3)	Carga de la batería (%)
1.260-1.280	100 % de carga
1.230-1.250	75 % de carga
1.200-1.220	50 % de carga
1.170-1.190	25 % de carga
1.140-1.160	Débil
1.110-1.130	Descargada

(ANDINA, 1995)

6.4.4 Prueba de medición de voltaje

Cada una de las doce (12) celdas de las cuales está conformada una batería, para el montacargas eléctrico, posee un voltaje específico, mediante el cual se puede observar el estado de carga de las mismas. Ésta medición es un poco más sencilla que la medición de densidades, puesto que con un multímetro se puede verificar el estado de las celdas rápidamente. Se recomienda hacer ésta medición mensualmente cuando la batería se encuentre totalmente cargada.

Por medio de la observación del voltaje de cada una de las celdas, se debe analizar el estado de eficiencia de la batería, por cada ciclo de recarga-carga, en la vida de la batería, las celdas comienzan a deteriorarse y pierden su capacidad de almacenar la energía eléctrica. Cuando una o varias celdas se mantienen en un voltaje muy bajo, aún cuando el ciclo de carga se ha realizado en las horas necesarias, quiere decir, que el deterioro interior de las placas de las celdas es grande y que es hora de hacer un cambio de batería.

Normalmente una batería en buen estado entrega de 4 a 5 horas de trabajo continuo, pero la capacidad comienza a descender a medida que la vida útil de la batería se pierde. Si una batería luego de un ciclo de carga normal, el cual toma de 8 a 9 horas, entrega de 1 a 3 horas de trabajo, quiere decir que su vida útil se está terminando.

Cuando una batería se deteriora, no hay forma de llevarla nuevamente a un estado óptimo de funcionamiento por medio del mantenimiento. Lo importante es reducir la razón de deterioro, haciendo uso de los cuidados necesarios recomendados.

Tabla 9. Tabla de voltaje y porcentaje de carga.

Voltaje (V)	2.13	2.12	2.105	2.09	2.08	2.06	2.04	2.03	2.01	1.985
Capacidad(%)	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10

(ANDINA, 1995)

6.4.5 Instructivo de conexión y carga

A continuación se presenta el instructivo de conexión y carga de la batería, donde se encuentran recomendaciones importantes acerca de los mantenimientos necesarios, como también comentarios de seguridad y la tabla de verificación del nivel de carga, mediante la cual se puede analizar el estado de carga de cada una de las celdas de la batería, al realizar el chequeo de densidad y voltaje.

El instructivo se diseñó en un cuadro de acrílico y se pegó a un lado del cargador de baterías, de manera que sea visible para todos los operarios y cuando alguien tenga una duda acerca de la conexión, mantenimiento y chequeo de las baterías, la pueda resolver fácilmente. De igual manera, los tres instructivos, el de operación, seguridad y mantenimiento de baterías, están disponibles como anexos en formato PowerPoint en el C.D. de entrega.

Ilustración 41. Instructivo de conexión y carga.

Cuidado y Mantenimiento de Baterías

Cuidados Básicos en la Operación

- Rellenar con agua desmineralizada aproximadamente cada 10 a 14 ciclos.
- Cuidar del buen estado y colocación de las cubre-conexiones.
- Alejar objetos metálicos de las conexiones no protegidas para evitar cortocircuitos.
- Posicionar correctamente las baterías en los vehículos.
- Manejar las baterías en posición vertical para evitar derrames del electrolito.
- Rellenar las celdas hasta el nivel adecuado. El exceso producirá derrames al exterior.
- Si el ácido entra en contacto con la piel, lavarla con abundante agua.
- Si el ácido se derrama en el suelo, neutralizarlo utilizando una base alcalina como bicarbonato sódico.

Diariamente

- Recargar la batería si es necesario.
- Revisar el nivel del electrolito y adicionar agua desmineralizada si hace falta.

Semanalmente

- Realizar una carga de igualación.
- Verificar la densidad del electrolito.
- Revisar el estado general de los componentes de la batería.

Mensualmente

- Verificar la densidad del electrolito.
- Verificar el voltaje e cada celda.
- Revisar el estado general de los componentes de la batería.
- Verificar el correcto funcionamiento del cargador.
- Realizar un mantenimiento general de la batería.

Cuadro de Verificación del Nivel de Carga

DENSIDAD (gr/ml)	1,290	1,275	1,260	1,245	1,230	1,215	1,190	1,175	1,150	1,130
TENSIÓN (V)	2,13	2,12	2,105	2,09	2,08	2,06	2,04	2,03	2,01	1,995
% CAPACIDAD	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
% DESCARGA	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90

Datos de referencia a 30°C.

CONTROLES PERIODICOS

Verificar el nivel de electrolito

Verificar el nivel de carga

¡ATENCIÓN!

No cargar baterías en ambientes con presencia de explosivos

No cargar baterías a 40°C de temperatura durante la carga

SEGURIDAD

Usar casco y guantes de protección

En caso de un derrame de electrolito utilizar agua para limpiar

No tocar partes expuestas de la batería

Evitar la conexión de cables durante la carga

ÚLTIMOS CONSEJOS

Mantener un buen mantenimiento

Seguir las instrucciones de seguridad

Taller de Reparación Molduras

6.4.6 Formato de chequeo de voltaje y densidad

A continuación se presenta el formato recomendado de chequeo de voltaje y densidad para cada una de las dos baterías eléctricas. Es un formato desarrollado en una hoja de cálculo de *Microsoft Excel*, por medio del cual se quiere llevar el control de los estados de carga y densidad de cada una de las doce (12) celdas de las baterías, el formato esta disponible en el C.D. de entrega.

Se debe realizar el chequeo de voltaje y densidad por batería mensualmente, utilizando los instrumentos respectivos de medición, como lo son el multímetro y densímetro proporcionados por el taller de reparación de molduras. Los datos de las mediciones se ingresan directamente para cada una de las dos baterías eléctricas.

Por medio de este seguimiento de voltaje y densidad en las baterías, se logra observar cómo se encuentran las mismas en cuanto a su capacidad de carga y vida útil, de esta manera es posible argumentar en un momento determinado cuando es necesario hacer un cambio de batería, por desgaste y disminución de eficiencia en el trabajo.

Ilustración 42. Formato de chequeo de voltaje y densidad.

Peldar		Control Bateria # 1																								
		Celdas Carga		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12
Fecha	Si	No	Volt	ρ	Volt	ρ	Volt	ρ	Volt	ρ	Volt	ρ	Volt	ρ	Volt	ρ	Volt	ρ	Volt	ρ	Volt	ρ	Volt	ρ	Volt	ρ
12-oct-09	X		2,03	1,275	2,13	1,28	2,13	1,28	2,11	1,27	2,13	1,29	2,13	1,275	2,11	1,275	2,11	1,27	2,14	1,285	2,13	1,27	2,12	1,26	2,12	1,27
22-oct-09	X		2,12	1,275	2,04	1,275	2,13	1,28	2,11	1,27	2,13	1,29	2,12	1,27	2,11	1,27	2,13	1,27	2,14	1,285	2,13	1,27	2,12	1,265	1,12	1,275
30-oct-09	X		2,04	1,27	2,12	1,27	2,13	1,28	2,13	1,26	2,13	1,285	2,13	1,275	2,12	1,27	2,11	1,265	2,13	1,28	2,11	1,265	2,11	1,265	1,12	1,275
05-nov-09	X		2,13	1,28	2,03	1,275	2,13	1,28	2,11	1,27	2,13	1,29	2,13	1,275	2,12	1,27	2,13	1,27	2,14	1,285	2,11	1,265	2,11	1,26	2,12	1,27
25-nov-09	X		2,13	1,28	2,14	1,29	2,13	1,285	2,12	1,27	2,14	1,29	2,13	1,28	2,12	1,275	2,12	1,275	2,14	1,28	2,11	1,265	2,11	1,27	2,12	1,275
19-dic-09																										
26-dic-09																										
02-ene-10																										
09-ene-10																										
16-ene-10																										
21-ene-10			2,12	1,14	2,13	1,15	2,12	1,12	2,11	1,13	2,13	1,114	2,12	1,165	2,11	1,145	2,11	1,165	2,12	1,19	2,1	1,12	2,11	1,195	2,11	1,205
30-ene-10																										

7. SERVICIOS DE MANTENIMIENTO

Las actividades de mantenimiento que actualmente se prestan al montacargas eléctrico no son sistemáticas y continuas, la empresa distribuidora de la máquina presta los servicios técnicos de mantenimiento correctivo y preventivo, cuando estos se hacen estrictamente necesarios. Debido a que acudir al mantenimiento por subcontratación resulta extremadamente costoso, es primordial que el taller ejecute principalmente las tareas propuestas para el subsistema crítico, que es el de suministro de energía, el cual es el más propenso a desgastarse, y por consiguiente a disminuir su funcionalidad más rápido que los demás.

En este trabajo, se presenta una propuesta para la ejecución de algunas de las tareas realizadas por el proveedor, para que se inicie en forma sistematizada, por parte del personal del taller de molduras, asegurando de esta manera la funcionalidad y eficiencia de la máquina.

7.1 HOJA DE VIDA DE MONTACARGAS CROWN 30 - WTL

Una de las formas de comenzar con la planeación de las actividades de mantenimiento, es por supuesto conocer las características técnicas de la máquina (Ver Tabla No. 1 para más detalle), como también el historial de mantenimiento que se le viene realizando desde el día de su adquisición.

Tabla 10. Hoja de vida montacargas Crown 30-WTL.

Hoja de Vida	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
DETALLE	CARACTERÍSTICAS
Nombre del Equipo	Montacargas Eléctrico
Marca y Fecha de Adquisición	Crown – 14/Nov/1990
Modelo	Caminador
Serie	30-WTL –Serial 1ª105562
Fabricante y Lugar de origen	Crown Equipment Corporation - USA
Nombre de proveedor - Dirección	Mepal – Carrera 42 #85ª-95 Autopista Sur-Itagüí
Departamento en el que se encuentra ubicado	Taller de Reparación Molduras

7.1.1 Historial de mantenimiento

A continuación se muestra una recopilación de las intervenciones de mantenimiento que a lo largo de los 19 años se han realizado al montacargas eléctrico Crown 30-WTL desde su adquisición, con base al historial facilitado por el departamento de mantenimiento de planta, con el fin de identificar las fallas y daños más frecuentes que presenta la máquina, para tener conocimiento acerca de las causas que los producen, como también conocer las acciones correctivas a ejecutar cuando se presenten. Los documentos físicos que se tienen sobre el mantenimiento del montacargas, se encuentran en malas condiciones y muy desgastados, en la mayoría de formatos la escritura no es legible, debido al desvanecimiento de la tinta.

Tabla 11. Historial de mantenimiento de montacargas.

Elemento	Preventivo	Correctivo	Otro	Descripción de la actividad realizada
FECHA DE REALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
08-sep-92				
Cableado manillar		x		Cambio cableado de manillar por desgaste
11-mar-94				
Cableado de control		x		Cambio de cableado de control por desgaste
26-abr-95				
Rudas de Carga	X			Cambio de rodamientos por desgaste
Contactores A,B	X			Reemplazo por platinas fijas y móviles chispeadas
Motor hidráulico	x			Revisión de escobillas con 18 mm de altura (vida útil calculada de 2000 horas o un año mas de trabajo)
Motor de tracción	x			Revisión de escobillas con 30 mm de altura (vida útil calculada de 2000 mas o un año mas de trabajo)

Elemento	Preventivo	Correctivo	Otro	Descripción de la actividad realizada
FECHA DE REALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
07-may-96				
Tapa plástica contactores			x	Desgaste de tapa plástica
Kit contactores A,B		x		Reemplazo por chispeo
Kit contactores F,R		x		Reemplazo por chispeo
Cableado manillar		x		Cambio de cableado por desgaste
28-oct-97				
Rueda de tracción		x		Reemplazo de rueda de tracción por desgaste
Kit contactores A,B		x		Reemplazo por chispeo
Kit contactores F,R		x		Reemplazo por chispeo
Kit escobillas motor bomba		x		Escobillas desgastadas
11-ene-98				
Cadena de levante		x		Se revienta cadena de levante
Kit contactores F,R	x			Reemplazo por chispeo
08-mar-99				
Kit contactores A,B		x		Desgaste de tapa plástica
Kit contactores F,R		x		Reemplazo por chispeo
Tapa plástica contactores			x	Reemplazo por chispeo
08-oct-01				
Motor hidráulico	x			Cambio de escobillas por desgaste
Batería		x		Conector de batería flojo por desajuste
11-abr-02				
Contactador bomba hidráulica		x		Desgaste de interruptores
Swiche limitador de velocidad		x		Desgaste de interruptores
Kit contactores A,B		x		Reemplazo por chispeo
Kit contactores F,R		x		Reemplazo por chispeo
14-ago-02				
Cableado de control	x			Cambio de cableado de control por desgaste
Fusible GA de cargador		x		Se funde el fusible del cargador
19-sep-03				
Cableado de control	x			Cambio de cableado de control por desgaste
12-nov-05				
Kit contactores A,B	x			Reemplazo por chispeo
Kit contactores F,R	x			Reemplazo por chispeo

Elemento	Preventivo	Correctivo	Otro	Descripción de la actividad realizada
FECHA DE REALIZACIÓN DE MANTENIMIENTO				
Rudas de Carga		x		Cambio de rodamientos por desgaste
Rueda de tracción		x		Reemplazo de rueda de tracción por desgaste
Swiche de levante		x		Reemplazo de swiche por desgaste
Empaque cilindro hidráulico	x			Cambio de empaque de cilindro por fugas
07-feb-06				
Zapata de freno		x		cambio de zapata de freno por desgaste
Empaque cilindro hidráulico		x		Cambio de empaque de cilindro por fugas
Escobillas motor tracción	x			Escobillas desgastadas
Escobillas motor hidráulico	x			Escobillas desgastadas
11-may-07				
Rodamientos de mástil principal	x			Reemplazo de rodamientos por desgaste
Rodamientos de mástil telescópico	x			Reemplazo de rodamientos por desgaste
Rodamientos de cabezal	x			Reemplazo de rodamientos por desgaste
Pines de cadena de levante	x			Cambio de pines por rotura
Escobillas motor tracción	x			Escobillas desgastadas
Escobillas motor hidráulico	x			Escobillas desgastadas
Kit contactores A,B		x		Reemplazo por chispeo
Kit contactores F,R		x		Reemplazo por chispeo
Empaque cilindro hidráulico	x			Cambio de empaque de cilindro por fugas

Como se logra observar, a partir del historial de mantenimiento facilitado por el departamento de mantenimiento de planta, en los primeros años de funcionamiento luego de su adquisición, el montacargas eléctrico Crown 30-WTL tuvo un plan de mantenimiento preventivo por parte del proveedor poco estricto. Luego de este periodo inicial de 4 años, prácticamente el resto de intervenciones fueron de mantenimiento correctivo y subcontratadas, ya que se dieron, debido a daños en los componentes de la máquina por desgaste de los mismos. En el año 2007, se realiza la última actividad de mantenimiento subcontratado, registrada por la compañía, lo que indica que a la máquina no se le ha realizado una intervención por subcontratación desde hace tres años.

7.2 MANTENIMIENTO POR SUBCONTRATACIÓN

Cuando se quiere realizar al montacargas un mantenimiento preventivo por parte de la empresa comercializadora, inicialmente se realiza una visita por un técnico especializado en montacargas eléctricos, el cual revisa el estado de la máquina y de todos sus componentes.

Luego de esta primera revisión que tiene también un costo, el técnico genera un listado de repuestos, que a su criterio son necesarios cambiar por desgaste o malfuncionamiento y la cantidad de horas que le tomará realizar dicho mantenimiento. Después de este procedimiento de chequeo, se genera la respectiva cotización con los repuestos necesarios y se pacta el día y hora para la realización de la actividad de mantenimiento.

Este mantenimiento preventivo por subcontratación que se le realiza al montacargas, se da con una periodicidad de 2 a 3 años, por lo que es de vital importancia generar una rutina propia de chequeo de la máquina por parte del personal del taller y listado de repuestos críticos, para evitar posibles daños y averías que se puedan presentar en este plazo de tiempo tan extenso, de igual manera es un mantenimiento bastante costoso, por la mano de obra especializada y por algunos repuestos que se deben importar de otros países.

7.2.1 Actividades de mantenimiento por subcontratación

Cuando se realiza un mantenimiento preventivo al montacargas por parte de la compañía encargada, se ejecutan las actividades y rutinas mencionadas a continuación, de encontrarse algún problema en alguno de los sistemas de la máquina, se procede a realizar las actividades de cambio de repuestos y correctivos necesarios:

7.2.1.1 Inspección visual

- Revisión de posibles fugas del sistema hidráulico.
- Inspección de guardas.
- Estado y ajuste del mástil.
- Ensamble de horquillas (uñas)
- Ensamble y descargas
- Revisión de los rodamientos, limpieza y lubricación de los mismos.
- Inspección de llantas.
- Revisión de estado, tensión y ajuste de cadenas.
- Inspección del panel de control (indicadores)
- Revisión del estado de las mangueras del sistema hidráulico.
- Estado general externo del equipo (limpieza, golpes, pintura, entre otros.)

7.2.1.2 Batería

- Revisión del nivel de electrolito.
- Carga de baterías.
- Revisión de conectores de baterías y de cables.
- Revisión de densidad y voltaje por celda y total, en vacío y carga.
- Revisión del estado general (limpieza y estado de corrosión del cofre)
- Revisión de funcionamiento del cargador.
- Revisión y funcionamiento del sistema de protección del cargador Curtis 933.

7.2.1.3 Sistema hidráulico

- Revisión del nivel de fluido hidráulico.
- Inspección de montaje y fijación de bomba y motor hidráulico.
- Verificación de las condiciones de la bomba.

- Revisión de contactores y conexiones del sistema.
- Detección de fugas y chequeo de palancas de mando.
- Revisión de cilindros y válvulas.
- Revisión de escobillas y colector del motor hidráulico.
- Funcionamiento general del sistema hidráulico.

7.2.1.4 Unidad motriz

- Chequeo del nivel de aceite.
- Inspección del montaje y fijación del motor.
- Revisión de contactores.
- Revisión de las condiciones de funcionamiento del motor de desplazamiento.

7.2.1.5 Cableado de potencia

- Condiciones de montaje de fusibles y cables.
- Inspección de contactores.

7.2.1.6 Sistema de control y contactores

- Inspección de las condiciones del cableado.
- Revisión de swiches.
- Revisión del contactor 1^a (máxima velocidad)
- Revisión de corriente, horómetro e indicador de descarga de batería.
- Revisión del swiche de limitador de altura.

7.2.1.7 Sistema de frenos

- Inspección de los ajustes de la zapata del freno.
- Graduación de la tensión de los resortes del sistema.

7.2.2 Costos de mantenimiento por subcontratación

A continuación se presentan los costos generados en pesos colombianos por una orden de servicio para realizar la inspección del estado del montacargas y posterior cotización del mantenimiento preventivo por parte de la compañía proveedora. La visita de inspección se realizó el 18 de Junio del año 2010 por parte de un técnico especializado y la cotización para el mantenimiento preventivo se genera el 24 de Junio del mismo año.

7.2.2.1 Inspección inicial

En esta etapa, el técnico realiza una revisión general de los sistemas del montacargas y genera un diagnóstico acerca del estado de funcionamiento de los componentes de la máquina. Durante esta primera visita, el técnico ejecuta una limpieza general de los componentes internos, como también ajustes rápidos que son convenientes efectuar en ese momento.

Tabla 12. Costos de inspección inicial.

No. Horas	Costo Unitario
2,5	\$ 88.000
Subtotal	\$ 220.000
IVA (16%)	\$ 35.200
Total	\$ 255.200

(MEPAL@, 2010)

Prácticamente todas las actividades que el técnico ejecuta en esta etapa son sencillas y pueden ser realizadas por parte del personal encargado del taller de reparación molduras, como por ejemplo, la limpieza de los componentes internos por medio de una manguera con aire comprimido, para remover escoria, polvo y suciedad acumulada sobre los elementos internos, como también el ajuste de pernos y tornillos de anclaje, vitales para la estabilidad de la estructura de la máquina.

7.2.2.2 Cotización de mantenimiento preventivo

Cuando el técnico realiza la inspección inicial, genera el listado de repuestos que son necesarios para el mantenimiento preventivo, como también el número aproximado de horas que puede demorar en ser ejecutado.

Tabla 13. Cotización de mantenimiento preventivo.

Cant.	Referencia	Descripción	Precio unitario	Total
1	073432	EMPAQUE TRASMISION	\$ 3.036	\$ 3.036
1	87795	SELLO MOTOR	\$ 18.876	\$18.876
4	089362	SWICHE MANILLAR	\$ 15.180	\$ 60.720
1	73375	SWICHE FRENO	\$ 21.978	\$ 21.978
1	74236	ESPACIADOR	\$ 5.412	\$ 5.412
2	060012-008	TORNILLO	\$ 1.452	\$ 2.904
2	060021-003	TUERCA	\$ 1.518	\$ 3.036
2	060005-003	GUASA	\$ 1.320	\$ 2.640
1	74282	FUSIBLE	\$ 7.226	\$ 7.226
1	064198-005	TAPON TRASMISION	\$ 24.684	\$ 24.684
2	105446	KIT CONTACTOS F Y R	\$ 137.280	\$ 274.560
2	105447	KIT CONTACTOS A Y B	\$ 84.678	\$ 169.356
2		ACEITE TRASMISION	\$ 16.400	\$ 32.800
5		ACEITE HIDRAULICO	\$ 42.200	\$ 211.000
12		MANO DE OBRA	\$ 88.000	\$ 1.056.000
			Subtotal	\$ 1.904.228
			IVA 16%	\$ 304.676
			Total	\$2.208.904

(MEPAL@, 2010)

Se logra observar que en la cotización generada para el mantenimiento preventivo, el costo mayor se da por la mano de obra, el cual es bastante alto, debido a que la realiza un técnico especializado en este tipo de máquinas. De igual manera, algunos de los repuestos recomendados se pueden conseguir a otros valores más favorables, con otros proveedores y ser instalados directamente por el personal del taller de molduras o de mantenimiento de planta, disminuyendo de esta manera los gastos que genera realizar el mantenimiento por subcontratación.

7.3 MANTENIMIENTO INTERNO

Las actividades de mantenimiento que se realicen por parte del personal encargado del taller de reparación molduras o de mantenimiento de planta son de vital importancia porque van a suplir aquellas que se ejecutan por subcontratación, logrando disminuir los costos que representan dichas intervenciones que son de alto valor y de muy baja periodicidad.

Así se logra darle la importancia que se merece al montacargas eléctrico y a los demás equipos de la empresa, generando una cultura de cuidado y mantenimiento preventivo de las máquinas desde la misma cultura organizacional, que mire el mantenimiento, no como un gasto, sino como una inversión, que garantice la funcionalidad y disponibilidad de las mismas. Se debe tener especial cuidado con el mantenimiento del sistema de suministro de energía del montacargas en estudio.

7.3.1 Actividades de mantenimiento preventivo

Algunas de las labores que realiza el técnico subcontratado y que fácilmente puede realizar el propio personal del taller de reparación molduras o de mantenimiento de planta son las mencionadas a continuación:

- Revisión del sistema eléctrico, ajuste del cableado y conexiones.
- Revisión de las escobillas de los motores de tracción e hidráulico.
- Revisión y limpieza de la batería.
- Revisión en el sistema de dirección.
- Revisión y ajuste de la unidad de tracción.
- Revisión y ajuste de frenos.
- Revisión y ajuste de las ruedas.
- Lubricación.

8. LISTA DE REPUESTOS Y PROVEEDORES

Los repuestos se clasifican según el tipo de rotación: (A) repuestos de alta rotación, (B) repuestos de baja rotación, (C) repuestos que no rotan. (MORA, 2009)

8.1 REPUESTOS TIPO A

Interruptores, fusibles, contactos eléctricos, componentes electrónicos, sellos hidráulicos, zapatas de freno, rodamientos, escobillas.

Tabla 14. Lista de repuestos tipo A.

Elemento	Referencia	Proveedor	Precio unitario
Sello motor	87795	Mepal	\$ 18.876
Sello bomba	078654	Mepal	\$ 29.760
Swiche manillar	089362	Mepal	\$ 15.180
Swiche freno	73375	Mepal	\$ 21.978
Fusible	74282	Mepal	\$ 17.226
Kit contactos f y r	105446	Mepal	\$ 137.280
Kit contactos a y b	105447	Mepal	\$ 84.678
Tornillo	060012-008	Mepal	\$ 1.452
Tuerca	060021-003	Mepal	\$ 1.518

8.2 REPUESTOS TIPO B

Tarjetas electrónicas, empaquetaduras, convertidores de torque, bombas hidráulicas, cilindros de freno, motor eléctrico.

Tabla 15. Lista de repuestos tipo B.

Elemento	Referencia	Proveedor	Precio unitario
Empaque transmisión	073432	Mepal	\$ 3.036
Espaciador	74236	Mepal	\$ 5.412
Escobillas motor tracción	090857	Mepal	\$ 35.340
Escobillas motor bomba	090858	Mepal	\$ 35.340

Elemento	Referencia	Proveedor	Precio unitario
Guasa	060005-003	Mepal	\$ 1.320
Fusible	74282	Mepal	\$ 17.226
Tapa plástica contactor	078935	Mepal	\$ 10.440
Contactor de batería	98433	Mepal	\$ 57.759
Tapón transmisión	064198-005	Mepal	\$ 24.684
Aceite transmisión		Mepal	\$ 16.400
Aceite hidráulico		Mepal	\$ 42.200

8.3 REPUESTOS TIPO C

Cadenas, cilindros hidráulicos, tapas, ensamblajes mecánicos, entre otros.

Tabla 16. Lista de repuestos tipo C.

Elemento	Referencia	Proveedor	Precio unitario
Rueda Delantera	074458	Mepal	\$ 204.520
Interruptor de encendido	072708	Mepal	\$15.070
Horómetro	077295-002	Mepal	\$ 62.840
Bocina	078708-002	Mepal	\$ 36.950

8.4 PROVEEDORES

A continuación se presenta una lista de proveedores como Mepal S.A, que también se especializan en la venta, alquiler y servicio técnico de montacargas eléctricos en Colombia. El propósito de esta lista es dar a conocer distintas compañías del mismo sector económico, a las cuales acudir en busca de información de soporte y servicio técnico de las máquinas como alternativa al proveedor principal.

Tabla 17. Lista de proveedores.

Proveedor	Ciudad	Dirección	Teléfono
Mepal s.a	Itagüí	Cr42 85 a-95 autopista sur	(57) (4) 2853299
Praco - Didacol	Medellín	Cr48 29 S 221 las Vegas	(57) (4) 3311218
Gensol	Itagüí	CI 36 66 B-09	(57) (4) 3742080
Sycma S.A.	Bogotá	Carrera 72ª # 63F – 53	(57) (1) 4373786
Montecol LTDA	Bogotá	Cr33 5 C-19	(57) (1) 562709
Logicorp Colombia S.A	Bogotá	Cr82 46 A-93 L-1	(57) (1) 547380
Dimetal LTDA	Bogotá	CI 94 60-48	(57) (1) 6111644

9. CONCLUSIONES

- Con el plan de mantenimiento preventivo elaborado para el montacargas eléctrico CROWN 30-WTL, los operarios del Taller de Reparación de Molduras de la empresa de fabricación de envases de vidrio, O-I Peldar, tendrán una guía completa y sencilla, que orientará el desarrollo de los procesos operativos que se realizan con dicha máquina y se involucrarán directamente con las actividades del plan, porque se les entregará el material didáctico necesario para su ejecución.
- Con la modelación de los subsistemas del montacargas, aplicando el sistema CAD, los operarios y demás personal del Taller de Reparación de molduras, reconocerán con precisión dichos subsistemas y sus componentes y poder así realizar la manipulación y la operación, con el cuidado necesario para la prevención de fallas y deterioro de la máquina, porque tendrán a su disposición los diseños realizados.
- Al identificar los factores de riesgo existentes en el funcionamiento del montacargas y con el seguimiento de las normas internacionales vigentes, los operadores podrán mecanizar visualmente las acciones inseguras, porque estarán localizadas en lugares estratégicos de la máquina y del Taller de Reparación de Molduras, como una señalización necesaria para la operación de la respectiva máquina.
- Con la recolección y análisis de la información encontrada en el historial de la máquina, los operarios, supervisores y demás personal directivo de la empresa de fabricación de envases O-I Peldar, podrán realizar sus propias deducciones y análisis de los costos fijos y variables, para lograr la eficiencia de los planes de mantenimiento recomendados.

- Los integrantes del Taller de reparación de Molduras, podrán identificar las acciones y los costos, correspondientes al servicio técnico externo y las estrategias de prevención que se pueden realizar diariamente en el mismo taller, porque son ellos los que operan la máquina y pueden descubrir rápidamente sus fallas o averías.
- El número de empresas nacionales y multinacionales que importan y comercializan este tipo de montacargas, repuestos y componentes, son muy pocas, situación que exige a los operarios de la empresa de fabricación de envases de vidrio, conocer y entrenarse de manera efectiva sobre el mantenimiento preventivo y reparación de la máquina en estudio, porque de su constancia y disciplina depende la vida útil y capacidad de trabajo del equipo.
- El mantenimiento y el manejo de la información técnica se hace con el fin de agilizar los tiempos de parada e indisponibilidad del montacargas y a su vez para no frenar o parar otros procesos de la producción dentro de la organización.

10. RECOMENDACIONES

- Es importante para la empresa de fabricación de envases de vidrio O-I Peldar y para cualquier tipo de empresa de producción de bienes o de servicios, conservar los documentos físicos y electrónicos, que acompañan a las máquinas que se adquieren para la ejecución de los procesos, porque la información que éstos contienen es fundamental para el entrenamiento de los operarios, en cuanto al funcionamiento, mantenimiento y reparación. Entre esos documentos se tienen: planos de la máquina, manuales de operación, guías instructivas de operación, entre otros.
- Para lograr la capacidad de operación de la máquina y adquirir su adecuada vida útil, es importante conformar un grupo técnico - administrativo, que realice el seguimiento a cada máquina e inclusive se responsabilice de realizar y actualizar los contratos de mantenimiento preventivo, según el tipo de máquina.
- El mantenimiento preventivo y demás acciones de conservación y preservación de los equipos y sus componentes, deben ser parte integrante de la cultura organizacional, donde la calidad de los bienes y servicios sería la base de una buena política organizacional, para permanecer en un medio tan competitivo, que impacte ambientalmente desde una producción limpia y donde se le de el valor necesario a las máquinas, para prevención de fallas y averías, porque éstas son parte importante en la transformación de los insumos y las materias primas.
- Se debe empoderar a los operadores de las máquinas, capacitándolos y realizando adecuadas y pertinentes inducciones y reinducciones, que permitirán el conocimiento no sólo técnico de las máquinas, sino también las bases del conocimiento científico que soportan los movimientos, cambios y transformaciones de las mismas, para ello se requiere capacitar en ciencias básicas y en tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

ANDINA, Energia Integral. 1995. *Cotización No. 772-95*. Santafe de Bogotá : s.n., 1995.

BÁEZ, Jose Roberto, PALMA DE JESUS, Gabriel y VILLEGAS GARCIA, Javier. 2008. *Ascensor de Carga Automático. Trabajo de Grado (Ingeniero en Robótica Industrial). Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica*. México D.F. : s.n., 2008.

BLAGOJEVICH@, Rod B. y LAVIN, Jack. 2004. *Onsite Safety And Health Consultation Program. Seguridad con los Montacargas*. [En línea] State of Illinois, 01 de 06 de 2004. [Citado el: 09 de 03 de 2010.] http://www2.illinoisbiz.biz/osha/PDF/Books/02%20Full%20Sp_Forklift.pdf.

BLOCH, Heinz P. y GEITNER, Fred K. 1999. *Machinery Component Maintenance and Repair, Practical Machinery Management tor Process Plants*. Segunda. Texas : Gulf Publishing Company, 1999. ISBN 0-87201-781-8.

CROWN. 1976. *You and your Crown Walkie*. New Bremen, Ohio 45869 USA : Crown Controls Corporation, 1976. pág. 83. PF-2785.

CROWN@. 2010. *Crown Equipment Corporation*. [En línea] New Bremen, OH 45869 USA, 2010. [Citado el: 26 de 04 de 2010.] <http://www.crown.com/usa/index.html>.

DIAZ, Juan - Navarro. 2007. *Técnicas de mantenimiento industrial*. Málaga : Calpe Institute of Technology, 2007. pág. 296. ISBN: 978-84-611-6243-7.

GALLEGO ARANGO, Luisa Maria. 2002. *Diseño e implementación de un modelo para el control de inventario de repuestos en el almacén de cristalería PELDAR*. S.

A. *Trabajo de grado (Ingeniero de Producción), Departamento de Ingeniería de Producción.* Medellín : Universidad Eafit, 2002.

GROSS, John M. 2002. *Fundamentals of Preventive Maintenance.* New York : American Management Association, 2002. ISBN 0-8144-0736-6.

HUACUZ, Hector A. 2003. Determinación de la Frecuencia Óptima de Mantenimiento Preventivo. *Actualización de Frecuencias Bajo un Enfoque Práctico.* [En línea] Sicartsa, 2003. [Citado el: 03 de 05 de 2010.] <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mmnnew/bib/notas/10frecuencia.pdf>.

INFORMATIVOS@. 2010. Artículos Informativos Mexico. [En línea] Directory M., 2010. [Citado el: 25 de 04 de 2010.] <http://www.articulosinformativos.com.mx/Montacargas-a853592.html#8060585..>

ITSDF@. 2007. Industrial Truck Standards Development Foundation. [En línea] 2007. [Citado el: 25 de 04 de 2010.] <http://www.itsdf.org/pB56.asp>. B56.

MEPAL@. 2010. Mepal una Empresa Carvajal. *Almatec, División de Almacenamiento y Manejo de Materiales.* [En línea] 2010. http://www.carvajal-mepal.com/almCat2_Apiladores.html.

MONCHY, F. 1990. *Teoría y Práctica del Mantenimiento industrial.* Barcelona : Masson Eslevier, 1990. ISBN: 978-84-311-0524-2.

MORA, Luis Alberto - Gutiérrez. 2009. *Pronósticos de Demanda e Inventarios, Métodos Futurísticos.* Medellín : AMG, 2009. 978-958-44-0233-2.

MORA, Luis Alberto, Gutiérrez. 2007b. *Mantenimiento Estratégico Empresarial.* Primera. Medellín : Fondo Editorial FONEFIT, 2007b. pág. 345. ISBN 978-958-8281-46-9.

OSHA@, Occupational Safety & Health Administration. 2010. United States Department of Labor. [En línea] 2010. [Citado el: 25 de 04 de 2010.] http://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_id=9828&p_table=STANDARDS.1910.178.

PRANDO, Raúl R. 1996. *Manual de Gestión de Mantenimiento a la Medida*. Primera. El Salvador : Piedra Santa S.A., 1996. ISBN: 84-8377399-6.

RESTREPO, Eduardo. Elaboración de un proyecto de investigación. [En línea] Instituto de Estudios Sociales y Culturales, Pensar. Universidad Javeriana. www.ram-wan.net/restrepo/documentos/elaboracion-proyecto.pdf .
eduardoa.restrepo@gmail.com.

SURATEP@. 2008. Programa de Factores de Riesgo. *Corporación Educativa Minuto de Dios*. [En línea] Suramericana de Seguros, 05 de 2008. [Citado el: 18 de 08 de 2010.]
<http://colegios.minutodedios.org/SaludOcupacionalCEMID/imagenes/pfrCEMID.pdf>.

TIRADO TORRES, Andrés. 2006. Creación de un programa de mantenimiento preventivo en MOLDES MEDELLÍN. *Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico)*. Departamento de Ingeniería Mecánica. Medellín : Universidad Eafit, 2006.

TORO LONDOÑO, Alejandro. 2009. Elaboración del manual de mantenimiento preventivo para una maquina empacadora vertical ET-02. *Trabajo de Grado (Ingeniero Mecánico)*. Departamento de Ingeniería Mecánica. Medellín : Universidad Eafit, 2009.

UNAL@. 1982. Boletín Técnico Informativo sobre tecnología de Maderas. *Volumen 1*. [En línea] Universidad Nacional de Colombia, 1982. [Citado el: 11 de 08 de 2010.] <http://www.unalmed.edu.co/~lpforest/PDF/Pino%20patula.pdf>.

Anexo B. Modelación CAD y planos principales.

Ilustración 45. Plano No 1.

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Mástil interior	
2	Chasis	
3	Tapa	
4	Bisagra 2	
5	Bisagra	
6	Tapas laterales	2
7	Guiá Pistón	
9	Puerta 1	
10	Mástil telescópico	
11	Recambio Mástil interno	2
12	Cabezal	
13	Puerta 2	
14	Ensamble Volante	
15	Palanca	2
16	Pistón	
17	Cilindro	

Universidad EAFIT-Carrera 49 N° 7 Sur - 50					
NOMBRE	SEMESTRE	FECHA	TÍTULO		
ALUMNO	2010		Ensamble Explosión		
PROFESOR					
PAIS					
CIUDAD					
BANDO DE BÚSCA LO CONTIENE UN CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN			Nº DE BÚSCA	A3	
NO CAMBIE LA BÚSCA			BÚSCA DE	NOVA 10118	

SolidWorks Educational License
Instructional Use Only

Ilustración 46. Plano No 2.

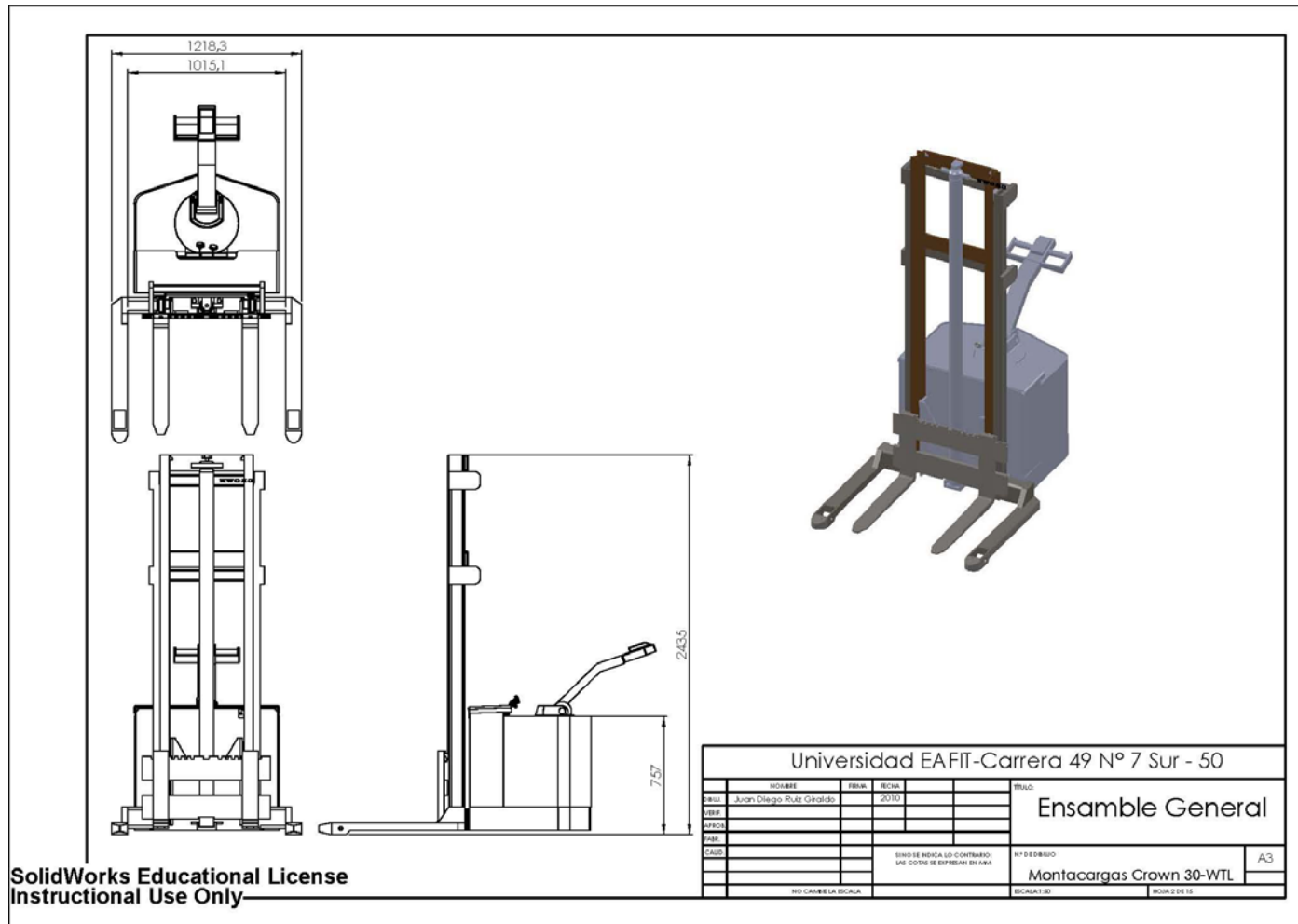
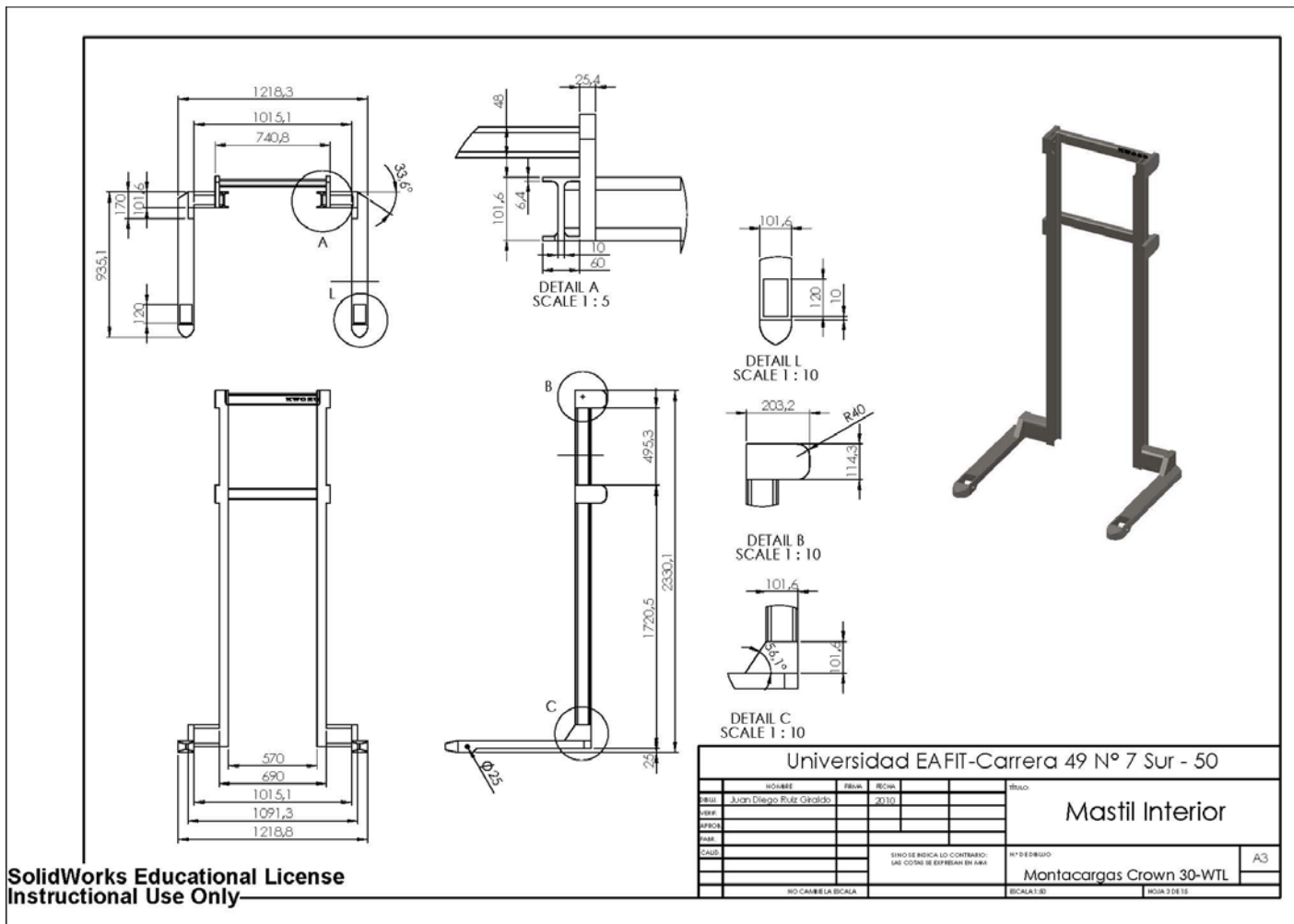
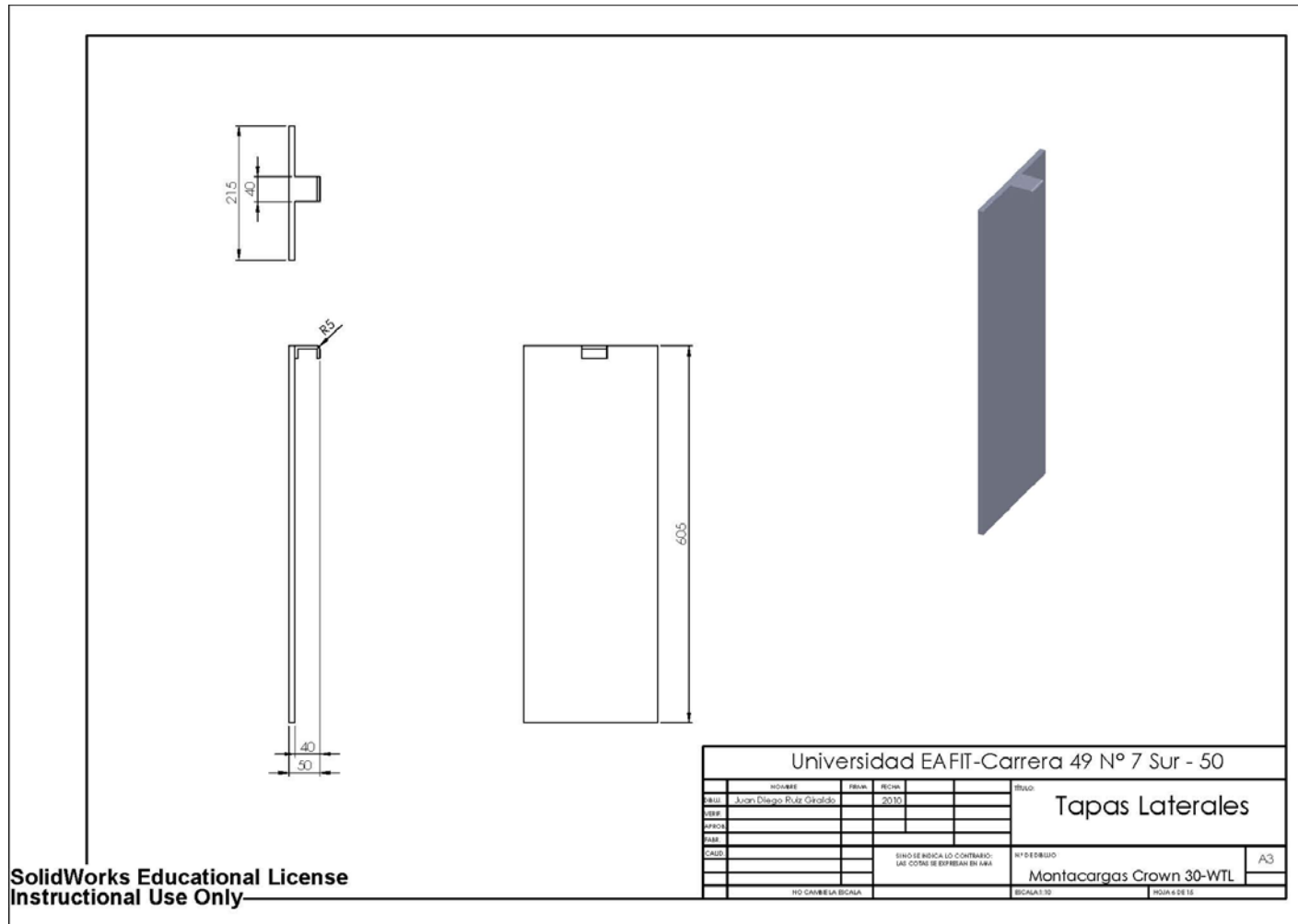


Ilustración 47. Plano No 3.



SolidWorks Educational License
Instructional Use Only

Ilustración 50. Plano No 6.



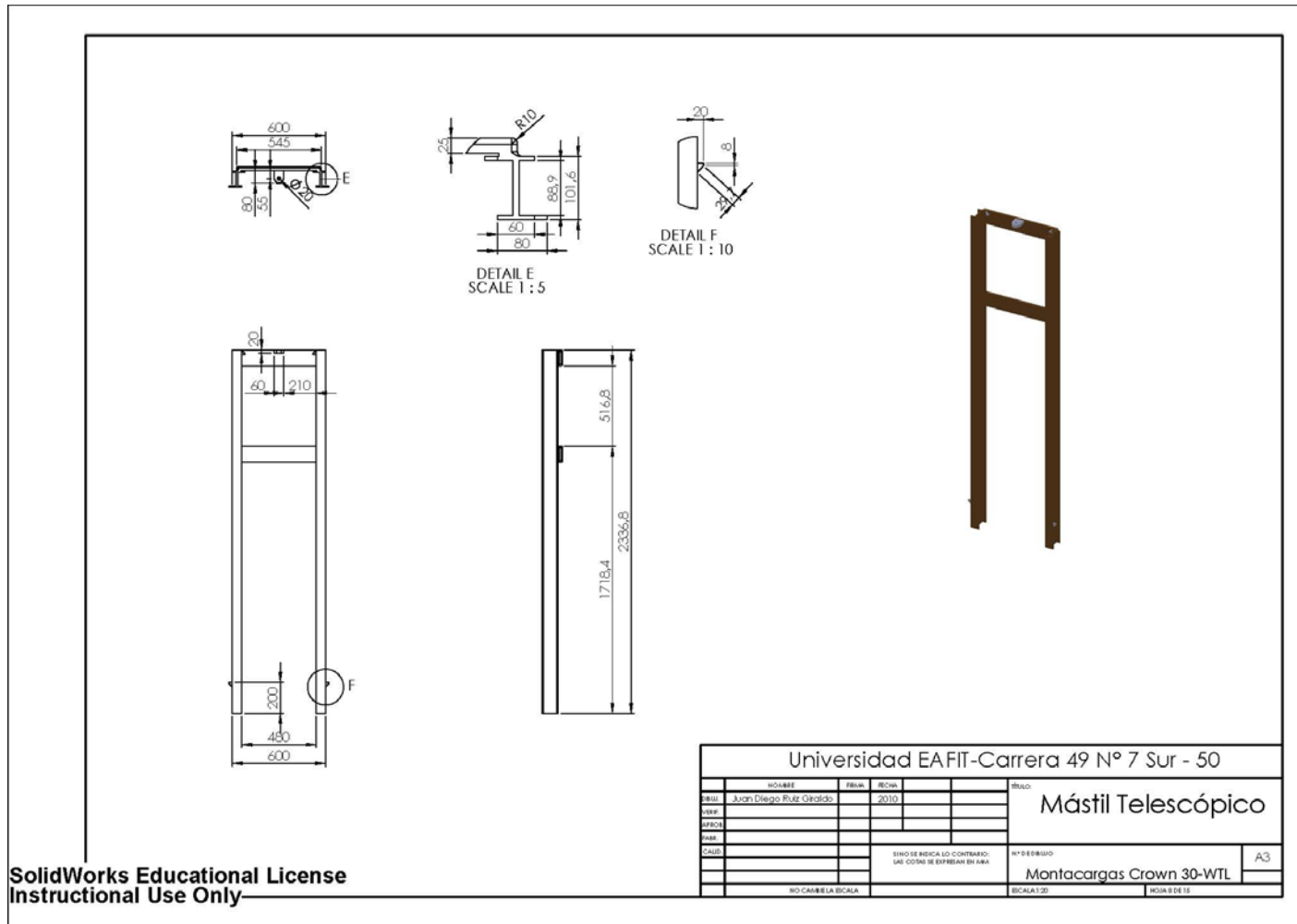
SolidWorks Educational License
Instructional Use Only

Ilustración 51. Plano No 7.

SolidWorks Educational License
Instructional Use Only

Universidad EAFIT-Carrera 49 N° 7 Sur - 50				Título: Puertas ChasisX2	
NO.:	NOMBRE:	FECHA:	RECIBO:	N° DE DIBUJO: Montacargas Crown 30-WTL	
1001:	Juan Diego Ruiz Gordillo	2010		A3	
1002:				SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN M.M.	
1003:				N° DE DIBUJO: Montacargas Crown 30-WTL	
1004:				NO CAMBIE LA ESCALA	
1005:				ESCALA: 1:1	
1006:				HOJA 7 DE 18	

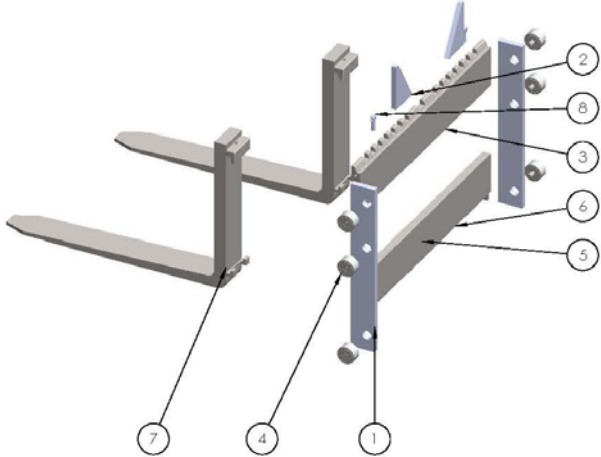
Ilustración 52. Plano No 8.



SolidWorks Educational License
 Instructional Use Only

Ilustración 53. Plano No 9.

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	BaseVerticalCarro	2
2	AlmaCarro	2
3	BaseHorizontalSupCarro	1
4	Rodamiento	6
5	Part2ACarro	1
6	BaseHorizontalInfCarro	1
7	Uña	2
8	PasadorUña	2



Universidad EAFIT-Carrera 49 N° 7 Sur - 50				TITULO:	
				Ensamble Cabezal	
NOMBRE	FECHA	REVIS.			
Juan Diego Ruiz Giraldo		2020			
SEMP.					
AFICOS					
PAIS					
CAID.					
SI NO SE INDICA LO CONTRARIO: LAS COTAS SE EXPRESAN EN MM.			Nº DE DISEÑO	A3	
NO CAMBIE LA BICINA			Montacargas Crown 30-WTL		
			BICINA 30	HOJA 7 DE 12	

SolidWorks Educational License
Instructional Use Only

Ilustración 55. Plano No 11.

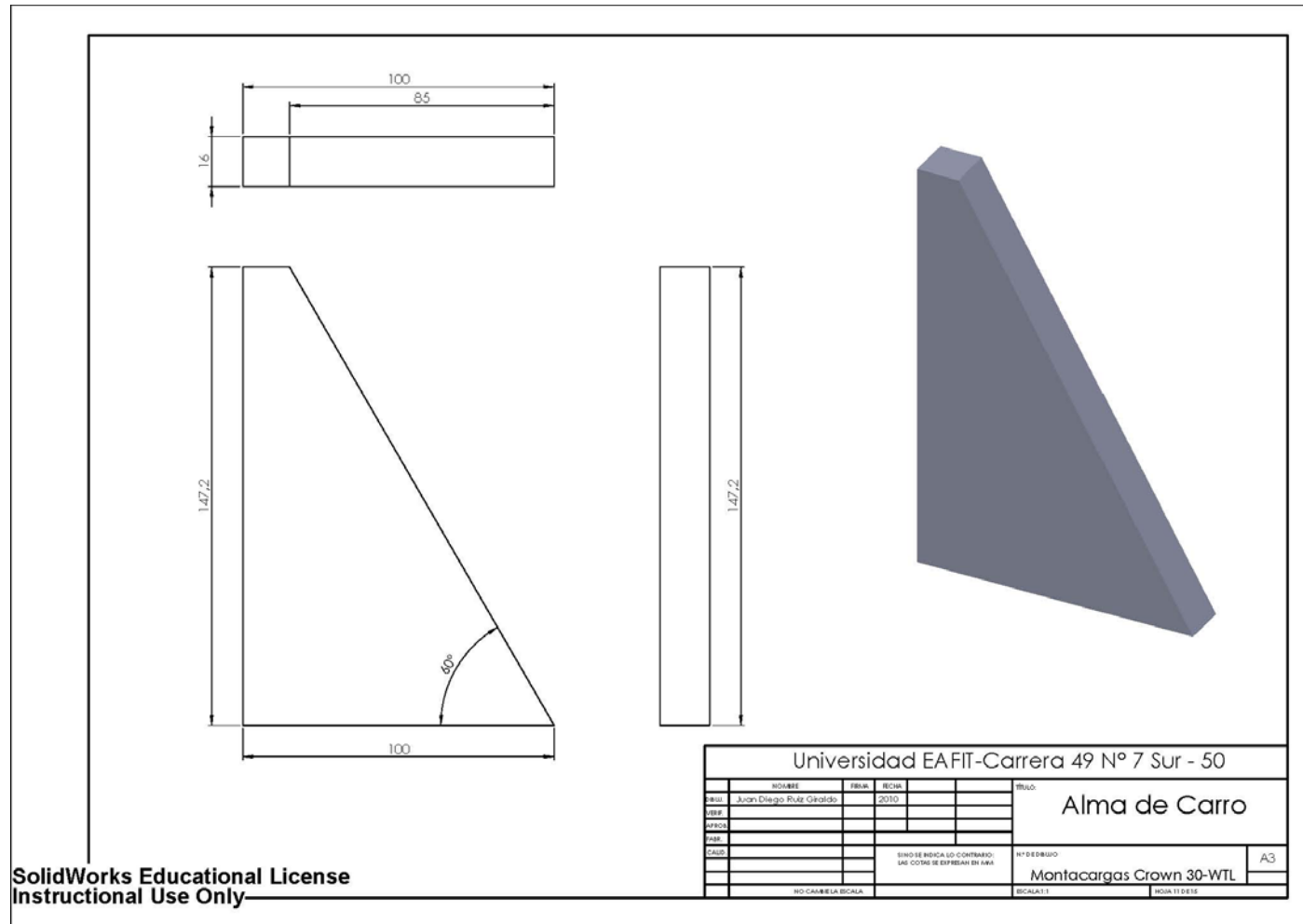
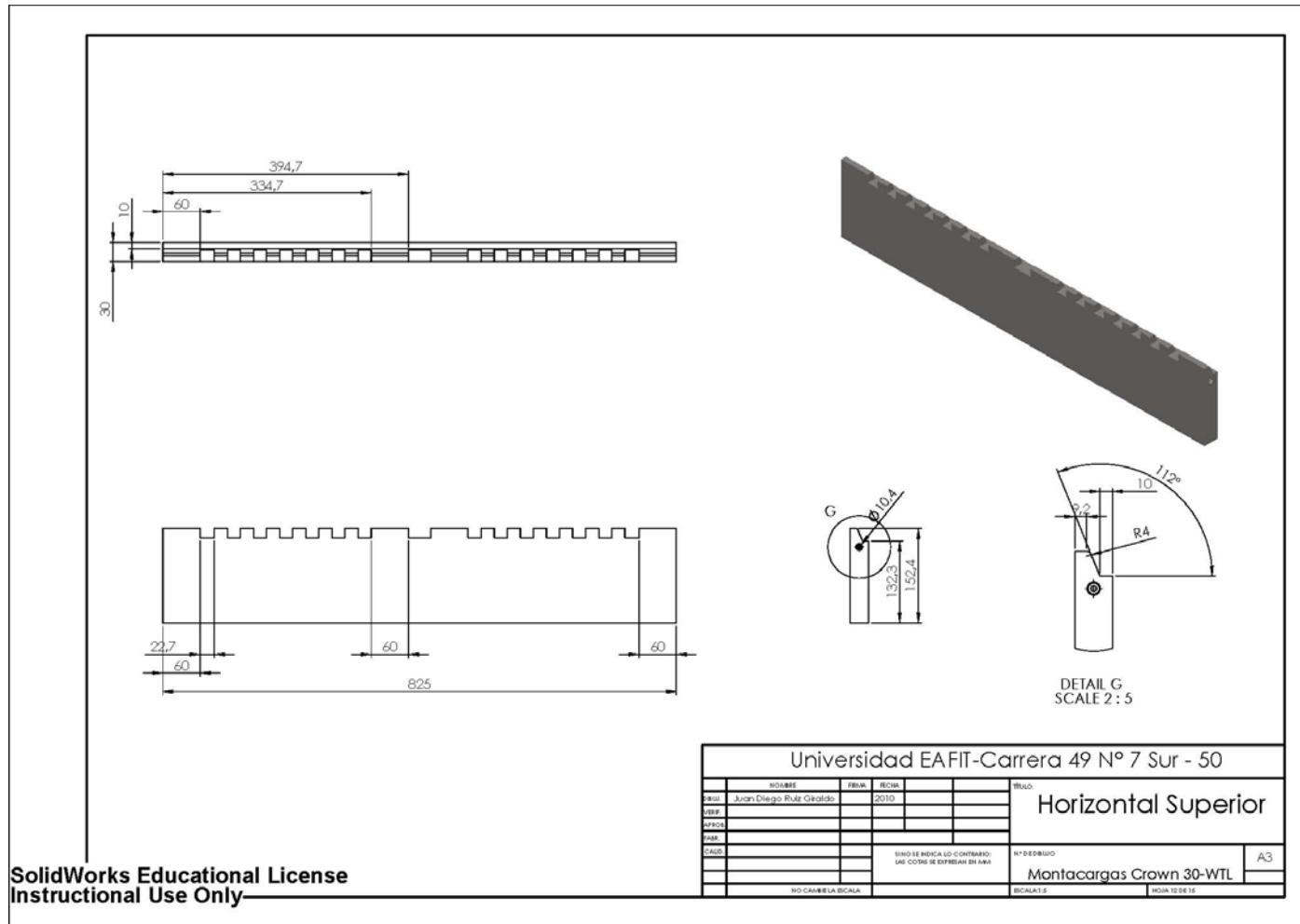
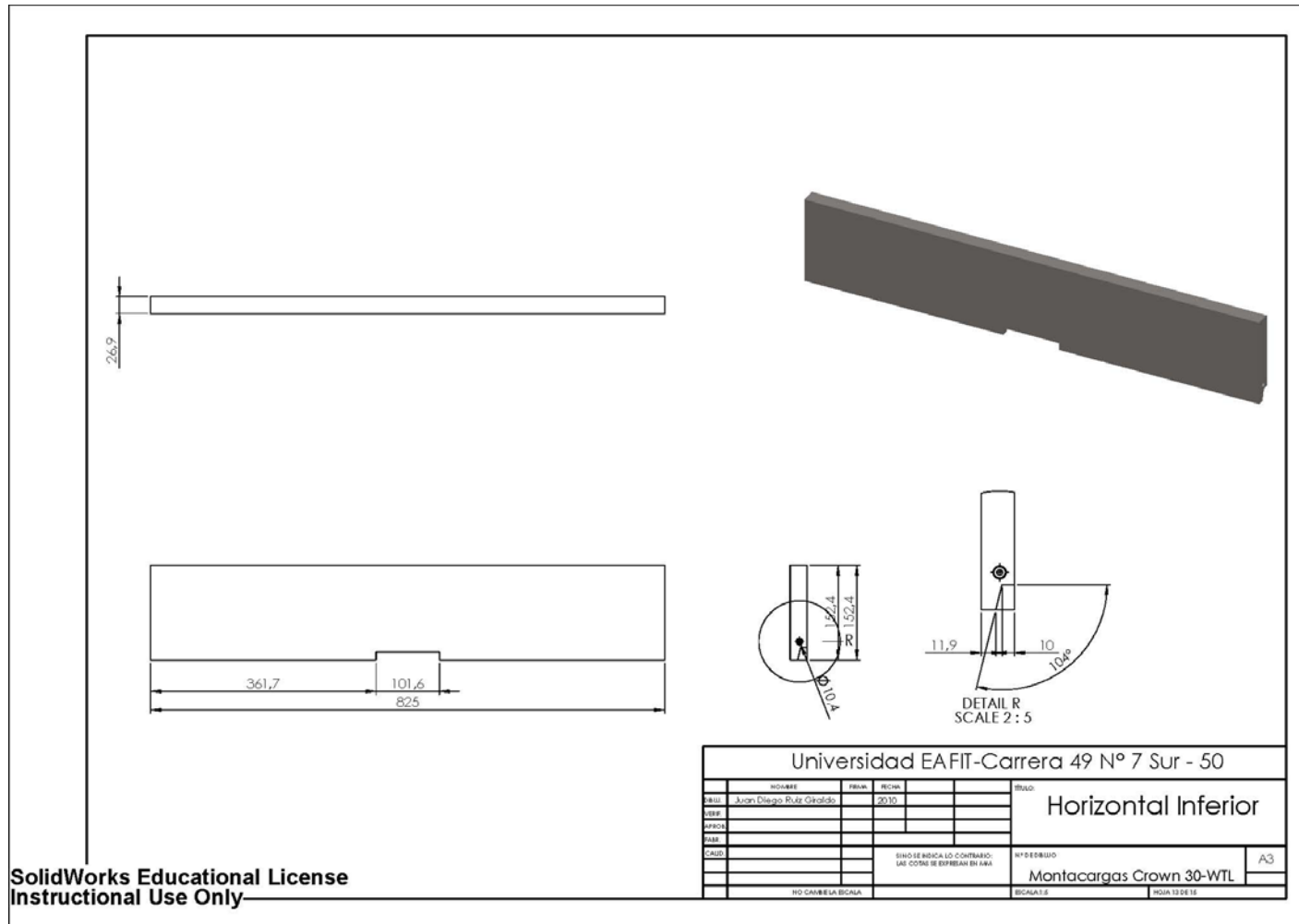


Ilustración 56. Plano No 12.



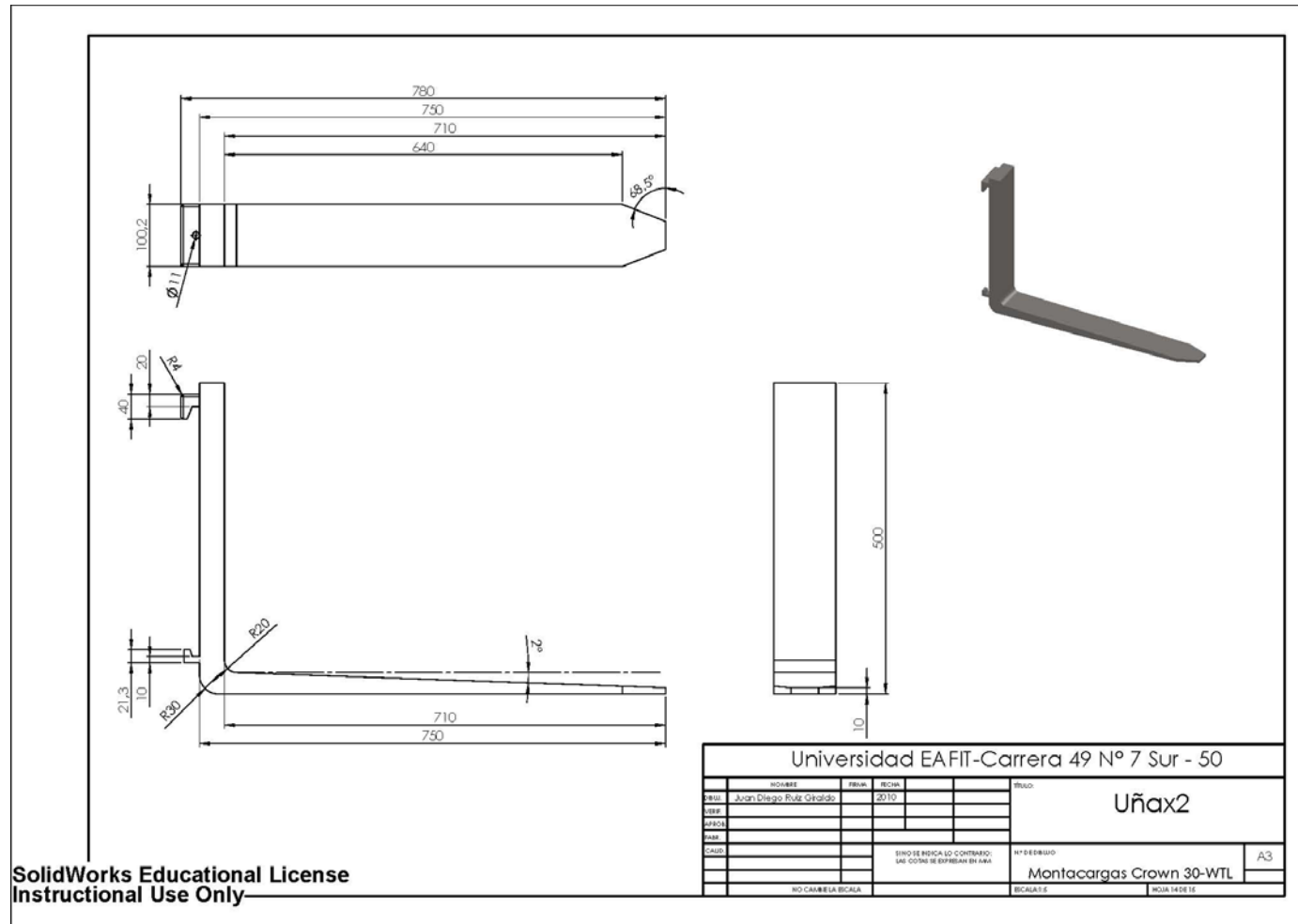
SolidWorks Educational License
Instructional Use Only

Ilustración 57. Plano No 13.



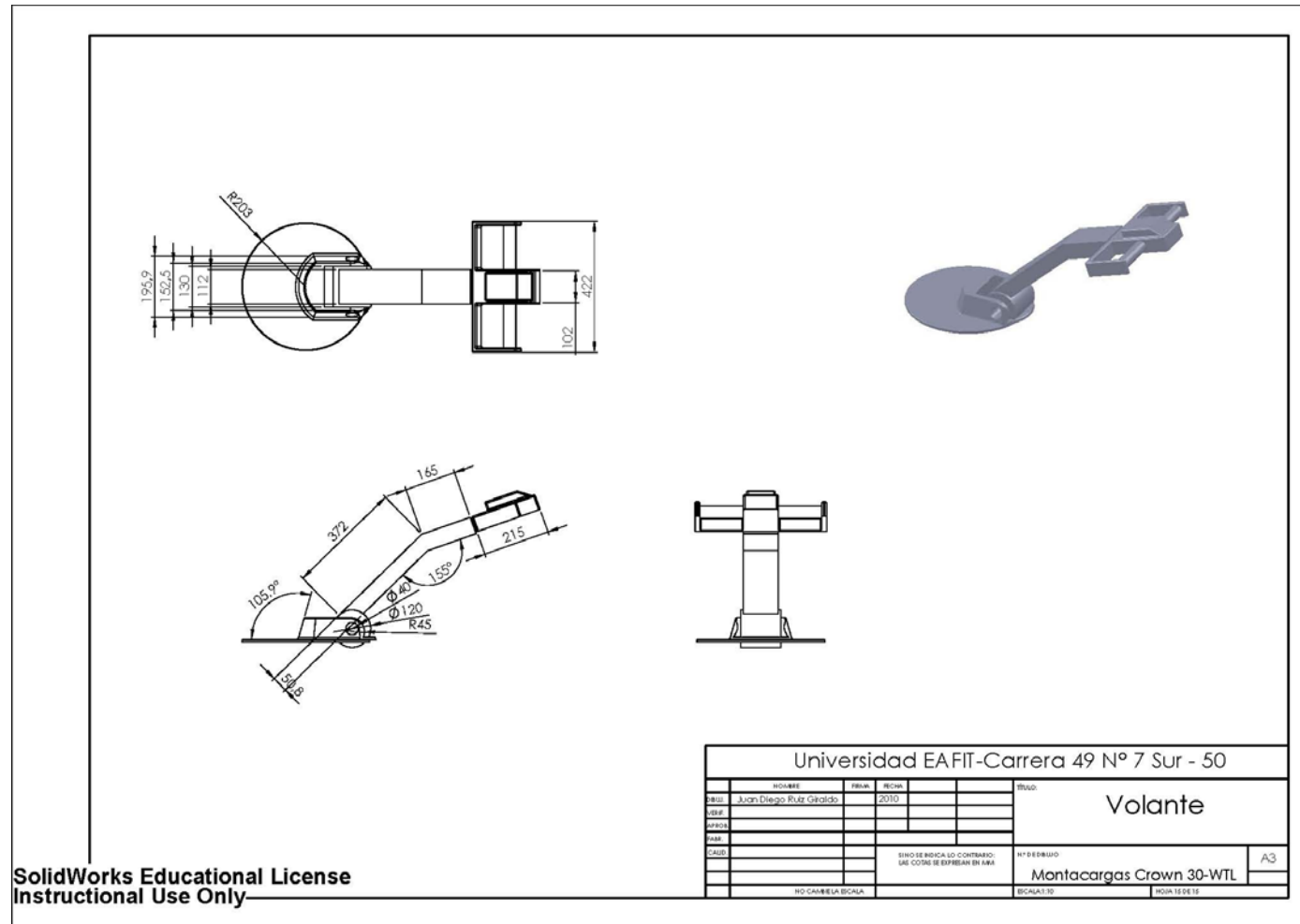
SolidWorks Educational License
Instructional Use Only

Ilustración 58. Plano No 14.



SolidWorks Educational License
Instructional Use Only

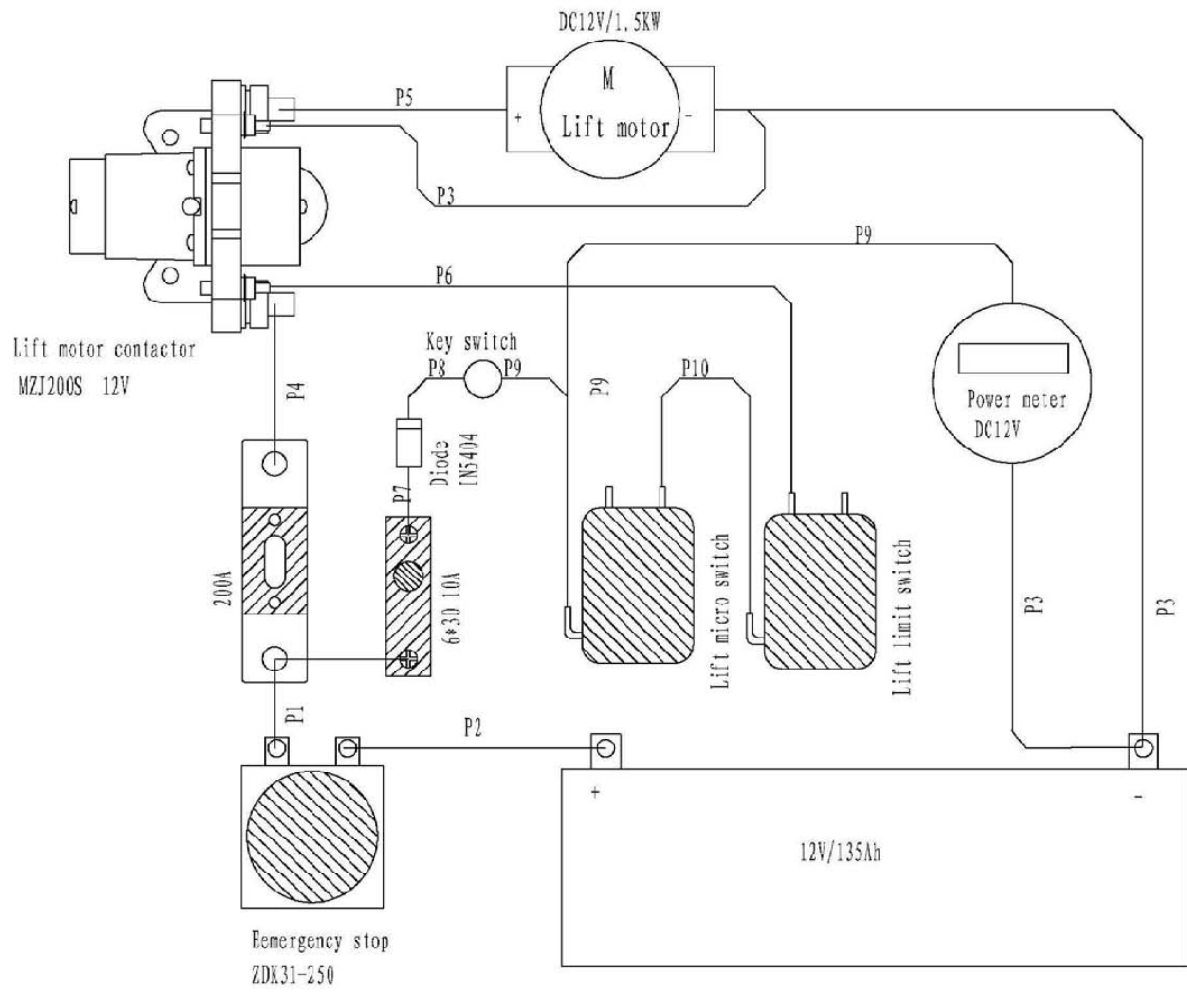
Ilustración 59. Plano No 15.



SolidWorks Educational License
Instructional Use Only

Anexo C. Diagrama del cableado eléctrico.

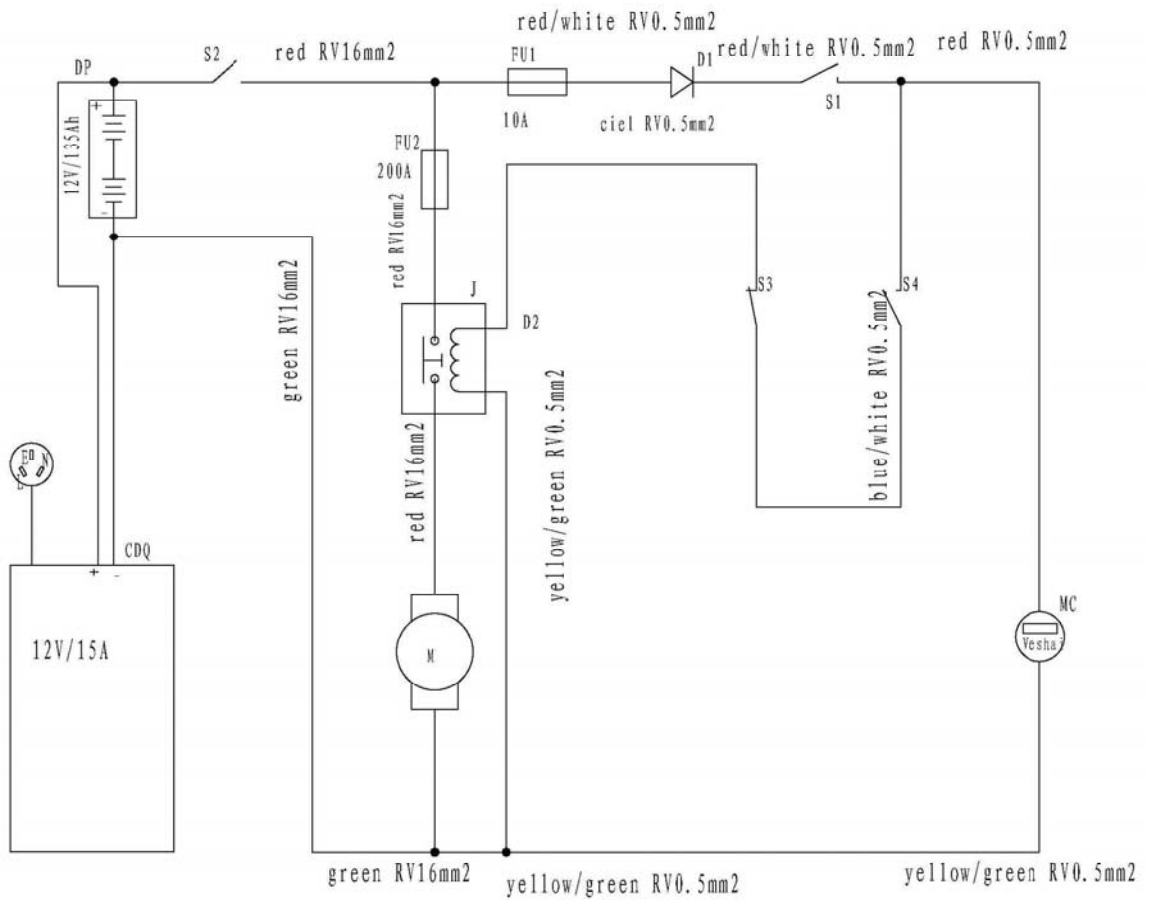
Ilustración 60. Diagrama del cableado.



(CROWN, 1976)

Anexo D. Diagrama del circuito eléctrico.

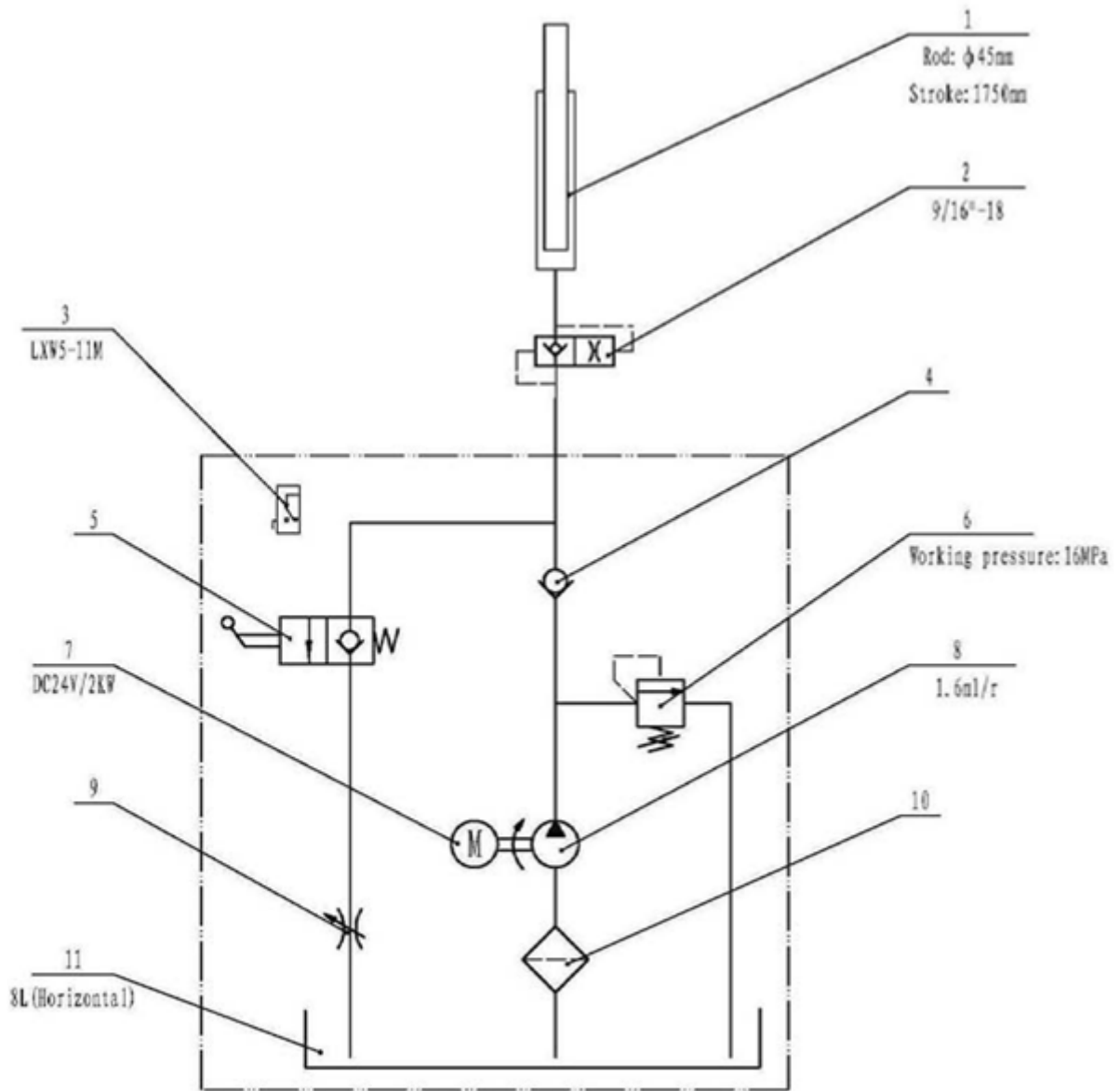
Ilustración 61. Diagrama del circuito eléctrico.



(CROWN, 1976)

Anexo E. Diagrama del circuito hidráulico.

Ilustración 62. Diagrama del circuito hidráulico.



(CROWN, 1976)