



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORAS ERGONÓMICAS EN EL
PROCESO DE FABRICACIÓN DE POSTES Y TORRES DE
ILUMINACIÓN CASO: SUMINISTROS ATLAS C.A.**

Autores:

Jesús A. Azuaje N. C.I.: 19.991.025
Giovanni A. Mega L. C.I.: 20.314.895

Naguanagua, Enero 2014



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORAS ERGONÓMICAS EN EL
PROCESO DE FABRICACIÓN DE POSTES Y TORRES DE
ILUMINACIÓN CASO: SUMINISTROS ATLAS C.A.**

Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo, para optar al
Título de Ingeniero Industrial

Línea de Investigación: Dirección de Empresas y Políticas Públicas

Tutor Académico:
Hermes Carmona.

Autores:
Jesús A. Azuaje N. C.I.: 19.991.025
Giovanni A. Mega L. C.I.: 20.314.895

Naguanagua, Enero 2014



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



CERTIFICADO DE APROBACIÓN

Quienes suscriben, Miembros del Jurado designado por el Consejo de Escuela de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo, para examinar el Trabajo Especial de Grado titulado **“PROPUESTAS DE MEJORA ERGONOMICA EN EL PROCESO DE FABRICACION DE POSTES Y TORRES DE ILUMINACION CASO: SUMINISTROS ATLAS”**, el cual está adscrito a la Línea de Investigación “Dirección de Empresas y Políticas Públicas“ del Departamento de Gerencia, presentado por los Bachilleres **Jesús Azuaje, C.I. 19.991.025** y **Giovanni Mega, C.I. 20.314.805**, a los fines de cumplir con el requisito académico exigido para optar al Título de Ingeniero Industrial, dejan constancia de lo siguiente:

1. Leído como fue dicho Trabajo Especial de Grado, por cada uno de los Miembros del Jurado, éste fijó el día lunes 21 de Abril de 2014, a las 9:00 am, para que el autor lo defendiera en forma pública, lo que éste hizo, en el salón de conferencias, mediante un resumen oral de su contenido, luego de lo cual respondió satisfactoriamente a las preguntas que le fueron formuladas por el Jurado, todo ello conforme a lo dispuesto en el Reglamento del Trabajo Especial de Grado de la Universidad de Carabobo y a las Normas de elaboración de Trabajo Especial de Grado de la Facultad de Ingeniería de la misma Universidad.
2. Finalizada la defensa pública del Trabajo Especial de Grado, el Jurado decidió aprobarlo por considerar que se ajusta a lo dispuesto y exigido en el precitado Reglamento.

En fe de lo cual se levanta la presente acta, a 21 de abril de 2014, dejándose también constancia de que actuó como Coordinador del Jurado el Tutor, Prof. Hermes Carmona.

Firma del Jurado Examinador

Prof. Hermes Carmona
Presidente del Jurado

Prof. Silvia Sira
Miembro del Jurado

Prof. Marisela Giraldo
Miembro del Jurado



UNIVERSIDAD DE CARABOBO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PROPUESTA DE MEJORAS ERGONÓMICAS EN EL PROCESO DE
FABRICACIÓN DE POSTES Y TORRES DE ILUMINACIÓN CASO:
SUMINISTROS ATLAS C.A.**

Tutor: Hermes Carmona

Autores: Giovanni Mega y Jesús Azuaje

RESUMEN

La presente investigación tiene como finalidad proponer mejoras ergonómicas en la línea de elaboración de postes y torres de iluminación de la empresa Suministros Atlas C.A., mediante el análisis del riesgo ergonómico de cada uno de los puestos de trabajo. Debido a la diversidad de actividades en este proceso productivo se utilizaron tres métodos de evaluación ergonómica. El REBA en aquellas operaciones donde se adoptaban malas posturas a nivel de todo el cuerpo. Las operaciones que tenían problemas por el excesivo levantamiento de cargas fueron analizadas a través de las tablas de Snook & Ciriello. Por último se empleó el método Sue Rogerds en las operaciones que se veían afectadas por la fatiga. Los resultados de cada método fueron interpretados a través de una metodología propia de esta investigación, la cual se basa en la identificación del riesgo mediante colores, rojo nivel alto, amarillo nivel moderado y verde nivel aceptable. Una vez evaluados todos los elementos, el 52% resultó rojo, el 30% amarillo y el 18% verde. Para cumplir con el objetivo general de la investigación de generar mejoras ergonómicas en el proceso y lograr disminuir el riesgo ergonómico que viene dado por las lesiones musculoesqueléticas, el levantamiento excesivo de cargas y la fatiga se propusieron un total 11 mejoras, con las cuales buscan modificar o eliminar aquellas actividades rojas y amarillas, todo esto basado en conocimientos de la ingeniería industrial y en la antropometría.

Palabras clave: Mejoras, ergonomía, antropometría, REBA, Snook & Ciriello, Sue. Rogers, musculo-esqueléticos.

Dedicatoria

A **HORACIO GOMEZ**, mi tío, mi abuelo, mi padre y mi amigo.
Sé que sería el ser más feliz del mundo al leer este trabajo y saber que he
cumplido esta meta.
Gracias por todo mi viejo desde donde quiera que estés.



Jesús Azuaje

Este trabajo va dedicado a la Universidad de Carabobo, que fue la morada
donde tuve la gran dicha de prepararme e instruirme para lograr ser Ingeniero
Industrial. Espero que sea de utilidad para próximos trabajos.



Giovanni Mega

Agradecimientos

A **DIOS** por darme cada día de vida y ser la luz y la guía en mi camino.

A **mi Madre Isabel**, por ser mi ejemplo a seguir, mi inspiración y por brindarme todo ese apoyo incondicional a lo largo de mi carrera

A mi **Padre Alcides**, por su constante apoyo y preocupación.

A la **Universidad de Carabobo y a la Facultad de Ingeniería** por ser el medio que hace posible el sueño de ser ingeniero y un ingeniero de calidad y renombre.

A los **Profesores de la Facultad de Ingeniería de la UC** por dedicar su tiempo a la formación de profesionales y de un mejor país.

A **mis tíos y primos** por estar pendiente a lo largo de todo este trabajo.

A **Suministros Atlas y a la Ing. Nildia Salazar** por permitirnos realizar este trabajo en sus Instalaciones y brindarnos contante ayuda.

A mi **Compañero de Tesis Giovanni Mega** por su apoyo y su trabajo constante a lo largo de este proyecto.

A **Charlot** por su apoyo y estar siempre presente en todo momento.



Jesús Azuaje

Agradezco a Dios primeramente por darme la oportunidad de cumplir esta meta, a mis padres, hermana y abuela por brindarme apoyo incondicional durante mi carrera, a mi compañero Jesús con quien formé un buen equipo de trabajo, a los tutores que brindaron su tiempo y conocimientos, y finalmente a Suministros Atlas, C.A. y a Ing. Nildia Salazar por permitirnos desarrollar nuestra investigación en sus instalaciones.



Giovanni Mega

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha comenzado a dar mayor valor al hombre dentro de una empresa, hoy en día las leyes en gran cantidad de países establecen que el ambiente de trabajo debe ser adaptado a las características fisiológicas y capacidades de los trabajadores, y no éste a su medio de trabajo, como ocurría anteriormente. En tal medida la ingeniería se ha visto en la necesidad de identificar si un trabajador está expuesto a riesgos, ya sean físicos y/o mentales, y de ser esto afirmativo proponer e implementar mejoras que ayuden a reducir o eliminar dichos riesgos. En virtud de ello, ha surgido la ergonomía como la ciencia encargada del estudio de los riesgos asociados a las diferentes actividades, con el fin de diseñar sitios de trabajo, procedimientos y herramientas para crear un ambiente de trabajo de armonía y mejorar el desempeño de los trabajadores, ya que de acuerdo a estudios, las condiciones en la que un trabajador realiza sus actividades influyen directamente en su desempeño. Por eso es que también es muy importante la ergonomía ya que no sólo reduce o elimina riesgos, sino que también ayuda a las empresas a ser más productivas.

Con el pasar del tiempo, tanto empresas como grupos de investigación han desarrollado diferentes metodologías muy particulares y específicas para analizar los niveles de riesgos en una actividad determinada, a través de diversos enfoques, ya sea, análisis de posturas, levantamientos de cargas, fatiga, temperatura, sonido, vibración, entre otros.

Los métodos REBA, Snook & Ciriello y Sue Rodgers fueron muy útiles y de gran importancia para esta investigación, ya que a través de ellos se estudian los niveles de riesgos asociados a las diferentes actividades dentro del proceso productivo de postes y torres de iluminación de Suministros Atlas C.A., empresa que recientemente ha reportado trabajadores con problemas

como lumbagos, tendinitis, entre otros. Viéndose entonces en la necesidad de realizar un estudio ergonómico y mejorar aquellos puestos de trabajos que lo ameriten.

La investigación está compuesta por seis capítulos. El primero consta del planteamiento del problema, donde se expone la situación actual de la empresa, así como también los objetivos, justificación, limitaciones y alcance de la investigación. El segundo capítulo está compuesto por los marcos de referencia, teórico, conceptual y legal, para el conocimiento de los trabajos que sirvieron como antecedentes, el lenguaje a utilizar, las herramientas y métodos utilizados, y las leyes correspondientes. El tercer capítulo está compuesto por el marco metodológico, donde se expone la metodología que se utilizó en la investigación. En el capítulo cuatro, se describe el proceso de producción de postes y torres de iluminación, los puestos de trabajo así como también los materiales, equipos, herramientas y productos del proceso. El capítulo cinco comprende la aplicación de los métodos de evaluación ergonómica (REBA, Snook & Ciriello y Sue Rodgers, como se mencionó anteriormente). En el sexto y último capítulo se presentan las once propuestas de mejora para reducir o eliminar los riesgos a los trabajadores, así como las conclusiones y recomendaciones. Finalmente se presenta la bibliografía con todas aquellas fuentes impresas y digitales que sirvieron de soporte para la investigación.

Índice

Índice de Contenido

Capítulo I.....	15
Planteamiento del Problema.....	15
Objetivos General.....	21
Objetivos Específicos.....	21
Justificación de la Investigación.....	21
Limitaciones.....	22
Alcance.....	23
Capítulo II.....	24
Marco de Referencia.....	24
Antecedentes.....	24
Marco Teórico.....	26
Bases Legales.....	33
Marco Conceptual.....	41
Capítulo III.....	43
Marco Metodológico.....	43
Tipo y Diseño de la Investigación.....	43
Población y Muestra.....	44
Fuentes y Técnicas de Recolección de la Información.....	44
Técnicas de Procesamiento y Análisis de la Información.....	46
Fases de la Investigación.....	46
Capítulo IV.....	48
Descripción General del Proceso Productivo.....	48
Descripción de los Puestos de Trabajo (Elementos).....	54
Descripción de los Materiales, Equipos y Herramientas Utilizados en el proceso.....	58
Capítulo V.....	66

Aplicación del Método REBA.....	68
Método Snook & Ciriello.....	94
Aplicación del Método Sue Rodgers.....	101
Análisis de los resultados.....	112
Propuestas de Mejora.....	116
Conclusiones.....	144
Recomendaciones.....	147
Referencias Bibliográficas.....	148
Anexos.....	152

Índice de Tablas

Tabla 1.1. Riesgo presente en cada una de las actividades del proceso de producción de postes y torres de Suministros Atlas C.A.....	18
Tabla 1.2. Registro de patología presentadas a servicio médico 2010-2013.....	19
Tabla 2.1. Resumen de las áreas del cuerpo a evaluar por cada uno de los métodos.....	30
Tabla 2.2. Cuadro comparativo de los métodos de evaluación de puestos de trabajo.....	31
Tabla 4.1. Descripción de equipos.....	58
Tabla 4.2. Dimensión de los pernos.....	63
Tabla 5.1. Niveles de riesgo por colores.....	68
Tabla 5.2. Resultados método REBA, Puesta Punto. Corte.....	71
Tabla 5.3. Resultados método REBA, Traslado de Láminas a Cortadora. Corte.....	73
Tabla 5.4. Resultados método REBA, Corte de Láminas. Corte.....	75
Tabla 5.5. Resultado método REBA, Recolección y Medición de Láminas. Corte.....	77
Tabla 5.6. Resultado método REBA, Medición. Doblado.....	79
Tabla 5.7. Resultado método REBA, Puesta Punto y Doblado. Doblado.....	81
Tabla 5.8. Resultado método REBA, Medición de Ángulo. Doblado.....	83
Tabla 5.9. Resultado método REBA, Colocación de Lámina sobre soporte. Doblado.....	85
Tabla 5.10. Resultado método REBA, Traslado de Lámina hacia soporte. Soldadura.....	87

Tabla 5.11. Resultado método REBA, Unión de Lámina mediante punto de soldadura.....	89
Tabla 5.12. Resultado método REBA, Unión de Conchas mediante puntos de soldadura. Soldadura.....	91
Tabla 5.13. Resultado método REBA, Soldadura de Base. Soldadura.....	93
Tabla 5.14. Snook & Ciriello. Traspaso de Lámina a Cortadora.....	96
Tabla 5.15. Snook & Ciriello. Transporte (Corte).....	97
Tabla 5.16. Snook & Ciriello. Traslado y Colocación de Láminas sobre soporte (Doblado).....	98
Tabla 5.17. Snook & Ciriello. Traslado de Láminas hacia soporte (Soldadura).....	99
Tabla 5.18. Snook & Ciriello. Traslado de Lámina hacia soporte de soldadura final.....	100
Tabla 5.19. Método Sue Rodgers.....	101
Tabla 5.20. Aplicación Sue Rodgers. Soldadura Completa.....	103
Tabla 5.21. Aplicación Sue Rodgers. Esmerilado Completo.....	105
Tabla 5.22. Aplicación Sue Rodgers. Lijado.....	107
Tabla 5.23. Aplicación Sue Rodgers. Aplicación de Fondo.....	109
Tabla 5.24. Resumen de los resultados.....	110
Tabla 6.1. Cálculos antropométricos.....	126
Tabla 6.2. Resumen de costos por propuesta.....	141

Índice de Figuras

Figura 1.1. Diagrama de bloque del proceso de producción de postes y torres de iluminación de Suministros Atlas.....	15
Figura 2.1. Efectos derivados de la carga física.....	28
Figura 4.1. Láminas de hierro negro.....	48
Figura 4.2. Operario ajustando lámina para ser cortada.....	49
Figura 4.3. Doblado de la lámina.....	49
Figura 4.4. Operario soldando las láminas.....	50
Figura 4.5. Operario soldado base del poste.....	50
Figura 4.6. Operario costando partes.....	51
Figura 4.7. Postes luego de ser esmerilados.....	51
Figura 4.8. Poste terminado.....	52
Figura 4.9. Diagrama de operaciones del proceso.....	53
Figura 4.10. Vista de planta de distribución de áreas de trabajo.....	57
Figura 4.11. Poste hexagonal comercial.....	61
Figura 4.12. Poste hexagonal deportivo.....	61
Figura 4.13. Poste hexagonal reforzado.....	61
Figura 4.14. Detalle de base poste hexagonal comercial y deportivo.....	61
Figura 4.15. Detalle de base poste hexagonal reforzado.....	62
Figura 4.16. Detalle de la base, perno, cubre tuercas y cruceta.....	62
Figura 4.17. Sección Transversal del poste.....	62
Figura 4.18. Torre de iluminación dividida en secciones.....	64
Figura 4.19. Primera sección de torre de iluminación.....	65
Figura 4.20. Segunda sección de torre de iluminación.....	65
Figura 5.1. Gráfico de barra resumen de los colores obtenidos.....	111
Figura 5.2. Gráfico de porcentaje de estaciones con riesgo musculo-esquelético por malas posturas (REBA).....	112
Figura 5.3. Gráfico de porcentaje de estaciones con riesgo por levantamiento de cargas (Snook & Ciriello).....	113

Figura 5.4. Gráfico de riesgo de las afecciones de las partes del cuerpo por fatiga en las estaciones de trabajo (Sue. Rodgers).....	114
Figura 6.1. Ajuste actual mediante pinzas.....	117
Figura 6.2. Esquema de fijación de guías.....	117
Figura 6.3. Voladizo fijo con monorriel KBK II 400 Kg x 5000mm.....	119
Figura 6.4. KBK I monorriel de rodadura 400 Kg x 5000 mm.....	120
Figura 6.5. Vista de planta de instalación de sistema de monorrieles.....	120
Figura 6.6. Balancín Eléctrico.....	121
Figura 6.7. Electroimán de Carga.....	124
Figura 6.8. Especificaciones técnicas de soporte de láminas móvil.....	124
Figura 6.9. Elevación de máquina dobladora.....	126
Figura 6.10. Catalogo de viga HEA.....	126
Figura 6.11. Especificaciones técnicas de soporte fijo.....	127
Figura 6.12. Flujograma de operación modificada.....	129
Figura 6.13. Plano de viga KBK II vista Y2.....	130
Figura 6.14. Plano de viga KBK II con polipasto vista X2.....	131
Figura 6.15. Plano de viga KBK II vista Y1.....	131
Figura 6.16. Plano de viga KBK II con polipasto vista X1.....	132
Figura 6.17. Vista de planta del sistema de monorriel en el área de soldadura.....	133
Figura 6.18. Diseño de correa de ajuste.....	135
Figura 6.19. Esquema de ajuste de correas.....	135
Figura 6.20. Representación gráfica del sistema de descanso.....	136
Figura 6.21. Lijadora neumática roto-orbital.....	137
Figura 6.22. Pistola de pintado.....	139
Figura 6.23. Vista de Planta Eje de Rodadura.....	140
Figura 6.24. Sistema de Pintado Mediante eje de Rodadura.....	140

Índice de Tablas de Imágenes

Tabla de imágenes 5.1. Corte, Puesta Punto.....	70
Tabla de imágenes 5.2. Corte, Traslado de Láminas a Cortadora...	72
Tabla de imágenes 5.3. Corte, Corte de Láminas.....	74
Tabla de imágenes 5.4. Corte, Recolección y Medición de Láminas.....	76
Tabla de imágenes 5.5. Doblado, Medición.....	77
Tabla de imágenes 5.6. Doblado, Puesta Punto y Doblado.....	80
Tabla de imágenes 5.7. Doblado, Medición de Ángulo.....	82
Tabla de imágenes 5.8. Doblado, Colocación de Lámina sobre soporte.....	84
Tabla de imágenes 5.9. Soldadura, Traslado de Lámina hacia soporte.....	86
Tabla de imágenes 5.10. Soldadura, Unión de Láminas mediante puntos de soldadura.....	88
Tabla de imágenes 5.11. Soldadura, Unión de Conchas mediante puntos de soldadura.....	90
Tabla de imágenes 5.12. Soldadura, Soldadura de Base.....	92
Tabla de imágenes 5.13. Soldadura Completa.....	102
Tabla de imágenes 5.14. Esmerilado Completo.....	104
Tabla de imágenes 5.15. Lijado.....	106
Tabla de imágenes 5.16. Aplicación de Fondo.....	108

Capítulo I

Planteamiento del Problema

La empresa Suministros Atlas es una de las compañías de mayor renombre en el ramo de iluminación en la zona central del país en los últimos años, esta se caracteriza por brindar una alta gama de productos, los cuales son fabricados en su propia planta ubicada en la zona industrial de Valencia, así como también la prestación de servicios de parte de su propio personal. Los principales productos ofrecidos y de mayor demanda son los postes y torres de iluminación, los cuales son elaborados a través de los procesos que muestra la figura 1.1.

Figura 1.1. Diagrama de bloque del proceso de producción de postes y torres de iluminación de Suministros Atlas



Fuente: Elaboración propia

El proceso de producción de postes y torres de iluminación inicia con el corte de las láminas de hierro negro de 1.20 m x 2.40 m a dimensiones específicas de acuerdo al tipo de poste o torre que se va a realizar. Seguidamente se doblan esos cortes para su posterior ensamble. Una vez dobladas todas las piezas se realiza el proceso de soldadura de los empalmes para conformar el poste. Posterior al soldado se esmerila el poste para alisar la superficie y finalmente se le aplica la una capa de fondo y pintura.

En su política de seguridad y salud en el trabajo esta empresa declara su compromiso en materia de higiene, seguridad industrial y salud ocupacional, con el fin de asegurar el estricto cumplimiento de las leyes, reglamentos, normas y procedimientos en relación a la seguridad y la salud en el trabajo. Buscando la mejora continua que los conlleve a evitar accidentes relacionados con el trabajo y enfermedades ocupacionales de los trabajadores.

El proceso de elaboración de los postes y torres de iluminación, que cuenta con un total de diez operarios, requiere de tareas manuales que implican un gran esfuerzo físico, el cual representa un riesgo para los trabajadores ya que están expuestos a sufrir enfermedades ocupacionales, entendiéndose esta como toda aquella enfermedad producida por exposición al trabajo. Actualmente ha surgido la inquietud de realizar un análisis ergonómico con un enfoque inclinado hacia la parte biomecánica, debido a que es el aspecto ergonómico que ha presentado mayores problemas, con el fin de mejorar los puestos de trabajo, cumplir con la política de seguridad de la empresa, eliminar las quejas suscitadas por lo operarios y cumplir con la normativas necesarias para garantizar a los trabajadores condiciones de salud, higiene, seguridad y bienestar en el trabajo, tal como está establecido en la LOPCYMAT.

Entre las quejas presentadas por los operarios se encuentran dolores a nivel de cuello, espalda, brazos, manos y piernas, estas son causadas debido a los métodos de trabajo actuales, donde los trabajadores realizan levantamientos de láminas de hierro negro A36 de hasta 72 kg en el área de corte, movimientos repetitivos en el área de doblado, prolongada bipedestación y posturas inadecuadas en el área de soldado y esmerilado. Causando un incumplimiento de la ley, ya que el Anteproyecto de la Norma Técnica para Control, Levantamiento y Traslado de Cargas establece que el

peso máximo levantado por operario no debe ser mayor a 20 kg para hombres. A continuación en la Tabla 1.1 se muestran los riesgos a los cuales están expuestos los operadores:

Tabla 1.1. Riesgos presentes en cada una de las actividades del proceso de producción de postes y torres de Suministros Atlas C.A.

Área	Físico y/o mecánico		Disergonómicas	
	Tipo de Riesgo	Daño a la salud	Tipo de Riesgo	Daño a la salud
Corte y doblez	Golpeado por / contra, atrapado por / en / entre. Proyección de partículas metálicas. Caídas al mismo nivel. Caídas a desnivel. Equipos y máquinas en movimientos. Equipos energizados. Incendio y explosión. Ruido. Arrollamiento. Mutilación.	Traumatismo, heridas, fracturas, torceduras, esguince, amputaciones, electrocución, trastorno cardiovascular, quemaduras, lesiones músculo-esqueléticas, dolor de cabeza, alteraciones nerviosas, pérdida progresiva de la audición, irritaciones.	Postura corporal incorrecta. Movimientos repetitivos. Fatiga muscular.	Lesiones músculo-esqueléticas. Hernias. Esguinces. Dolores musculares. Lumbagos.
Soldado y esmerilado	Golpeado por / contra, atrapado por / en / entre. Proyección de partículas metálicas. Caídas al mismo nivel. Caídas a desnivel. Equipos y máquinas en movimientos. Equipos energizados. Incendio y explosión. Ruido. Radiaciones.	Traumatismo, heridas, fracturas, torceduras, esguince, amputaciones, electrocución, trastorno cardiovascular, quemaduras, lesiones músculo-esqueléticas, dolor de cabeza, alteraciones nerviosas, pérdida progresiva de la audición, enfermedades del sistema respiratorio, intoxicación, lesiones de la piel.	Postura corporal incorrecta. Movimientos repetitivos. Fatiga muscular.	Lesiones músculo-esqueléticas. Hernias. Esguinces. Dolores musculares. Lumbagos.
Pintura	Golpeado por / contra, atrapado por / en / entre. Caídas al mismo nivel. Caídas a desnivel. Equipos energizados. Incendio y explosión. Ruido.	Traumatismo, heridas, fracturas, torceduras, esguince, electrocución, trastorno cardiovascular, quemaduras, lesiones músculo-esqueléticas, dolor de cabeza, alteraciones nerviosas, enfermedades respiratorias, intoxicación, lesiones de la piel	Postura corporal incorrecta. Movimientos repetitivos. Fatiga muscular.	Lesiones músculo-esqueléticas. Hernias. Esguinces. Dolores musculares. Lumbagos.

Fuente: Suministros Atlas C.A.

La tabla 1.2 que se presenta a continuación contiene el registro de las patologías presentadas ante el servicio médico de la empresa por trimestres, a partir del años 2010 hasta el 2013:

Tabla 1.2. Registro de Patologías presentadas a Servicio Medico 2010-2013

	3-2010	4-2010	1-2011	2-2011	3-2011	4-2011	1-2012	2-2012	3-2012	4-2012	1-2013	2-2013	
TUNEL CARPIANO							1						2%
DOLORES MUSCULARES	3							1	2	1			11%
Fatiga	3												5%
HERNIA ABDOMINAL	1												2%
TENOSINOVITIS	1			3									6%
LUMBALGIA	2	1		4		1			1	1			16%
DOLOR DE RODILLAS	1	1											3%
DOLOR ABDOMINAL		1											2%
HERNIA INGUINAL		1											2%
HERNIA UMBILICAL		1					1						3%
DEDO EN GATILLO			1										2%
TENDINITIS			1	4	1	2		2	1	2			21%
DOLORES DE TALONES			1										2%
HIPERQUERATOSIS PIE			1										2%
CERVICALGIA				1			1						3%
FRACTURA				1									2%
OTITIS											1	4	8%
ESPOLÓN				1									2%
HALLUS VALGUS (JUANETE)				1									2%
ARTRALGÍAS					1	1						2	6%
FIBROMIALGIA									1				2%

Fuente: Suministros Atlas C.A.

Es por lo expuesto anteriormente que la empresa se ha visto en la obligación de mejorar las condiciones de trabajo en la línea de producción de postes y torres de iluminación, buscando disminuir las enfermedades musculoesqueléticas del personal, así como eliminar las quejas presentadas últimamente respecto al cansancio, la fatiga física y las molestias musculares, las cuales podrían transformarse en el futuro en enfermedades ocupacionales, que traen como consecuencias sanciones equivalentes a multas de entre 25 y 100 U.T. así como también pena de prisión de entre 2 a 10 años, de acuerdo con la LOPCYMAT, regida por INPSASEL y el Ministerio del Trabajo.

Por último, la empresa se encuentra en la necesidad de cumplir con el punto referido a la evaluación de nuevos proyectos y de modificaciones a los puestos de trabajo contenido en el informe de Investigación de Accidentes y Mejoras de Condiciones Inseguras o Insalubres en el Ambiente Laboral requerido por INPSASEL, razón que aumenta el interés de la empresa por realizar una evaluación ergonómica en los puestos de trabajos y proponer mejoras en los mismos.

En función a lo planteado se propone realizar una evaluación ergonómica que conllevará a identificar los puestos de trabajo y/o tareas que causan enfermedades ocupacionales y las quejas de los operarios, así como también mejorar el proceso a través de la reducción de los riesgos y las quejas.

Objetivo General

Proponer mejoras ergonómicas en el proceso de fabricación de postes y torres de iluminación de la empresa Suministros Atlas.

Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de los puestos de trabajo en la línea de producción de postes y torres.
- Evaluar los puestos de trabajo en la línea de producción de postes y torres, aplicando el método de evaluación ergonómica que mejor se adapte, para identificar el nivel de riesgo de los puestos de trabajo.
- Generar propuestas de mejora en aquellos puestos de trabajo que tengan asociado un nivel de riesgo medio o alto.

Justificación de la Investigación

El presente trabajo especial de grado tiene como finalidad buscar y proponer mejoras ergonómicas en el proceso de producción de postes y torres de iluminación de la empresa Suministros Atlas, de manera tal que se eliminen las quejas en el trabajo por fatiga, dolores y molestias así como también disminuyan las ausencias y los reposos que se han venido presentando por parte de los operarios, para esto se busca analizar los puestos de trabajo

más críticos a lo largo de la línea de producción, aplicando métodos de análisis ergonómicos y buscando mejoras en los métodos de trabajo.

El cumplimiento de la ley también forma parte del porqué de esta investigación, ya que la INPSASEL que es el principal ente del país encargado de velar por la seguridad y higiene de los trabajadores, impone ciertas medidas ergonómicas y de mejora los puestos de trabajo que actualmente no están siendo cumplidas por la empresa y que puede llevar a esta a incurrir en sanciones tanto administrativas como de encarcelamiento a los responsables de este tema en la organización.

Las propuestas de mejoras generadas en esta investigación se espera que sirvan desde el punto de vista teórico a otras investigaciones, en el caso específico de los investigadores esperan poner en prácticas los conocimientos aprendidos durante el transcurso de la carrera, así como también cumplir con los requisitos impuestos por la facultad de ingeniería y la escuela de ingeniería industrial de la Universidad de Carabobo para lograr la obtención del título de ingeniero industrial.

Limitaciones

Las limitaciones son factores clave que se deben tener presente a la hora de realizar un estudio o un proyecto, en este trabajo especial de grado se presentan diversas limitaciones que se presentan a continuación.

- El espacio o área de trabajo de la empresa donde se fabrican los postes y torres de iluminación representa una limitante ya que es muy reducido y está ajustado al proceso, lo cual hace que se deba tomar en cuenta si se quieren agregar nuevas maquinarias o equipos.

- Restricciones impuestas por la ley encargada de vigilar la higiene y la seguridad industrial LOPCYMAT.
- La resistencia al cambio por parte de los operarios ya que ellos están acostumbrados a una forma de trabajo y un cambio podría generar conflictos.
- El tiempo de elaboración de la investigación será de cuatro meses aproximadamente.

Alcance

Se analizó toda el área y puestos de trabajo que componen el sistema de producción de postes y torres de iluminación, con la finalidad de obtener las propuestas de mejoras en dicho proceso en lo que a ergonomía se refiere, desde el punto de vista biomecánica y métodos de trabajo. Las propuestas serán evaluadas y determinadas de forma conceptual, la implementación se encuentra fuera del alcance de este estudio.

Capítulo II

Marco de Referencia

Antecedentes

Ríos y Vergara (2009). Propusieron una evaluación ergonómica de los puestos de trabajo del proceso de almacenamiento de Producto Terminado de la Empresa Parmalat C.A. Analizando los factores que generan impactos en la salud tanto física como mental de los individuos involucrados. En este trabajo de grado se utilizó el método L.E.S.T. tanto para la caracterización del ambiente físico, la evaluación de la carga física, como para valorar la carga mental y los aspectos psicosociales del trabajador. También se evaluó la capacidad física mediante la prueba escalonada de Manero, se efectuó un análisis de las demandas biomecánicas utilizando el método REBA y se aplicó el método MODSI el cual evalúa de manera integral los factores biomecánicas, fisiológicos y psicosociales de las tareas. Este trabajo especial de grado es de importancia para nuestra investigación ya que nos proporciona ayuda respecto a la aplicación del método REBA y los aportes que este genera en cuanto a la evaluación de la carga postural y los trastornos musculoesqueléticos.

Dittmar y Ruiz de Aguirre (2008) propusieron un estudio ergonómico para mejorar el ambiente, los puestos y las condiciones de trabajo del personal de una planta que fabrica dispositivos eléctricos en el área metropolitana de Caracas. La investigación tuvo inicio debido a las constantes quejas se venían presentando por parte de los operarios en sus puestos de trabajo las cuales eran de carácter ergonómico y de salud

ocupacional. Los investigadores procedieron con el estudio primeramente realizando una observación directa de la situación actual y una recopilación de información, seguidamente se analizaron las posturas de trabajo, los movimientos repetitivos y el levantamiento de carga por medio de herramientas y métodos de evaluación ergonómicos tales como el RULA, J.S.I y la Ecuación Revisada de NIOSH, concluyendo que en la mayoría de los puestos de trabajo se debe realizar una modificación de manera tal que estos se adapten al trabajador, y que así se eviten problemas con INPSASEL que puedan incurrir en multas a la empresa. La importancia de este trabajo en nuestra investigación es tal que nos permite tener un mayor conocimiento sobre la aplicación de los métodos de evaluación ergonómica, así como también tener una idea de los posibles planes de acción a tomar y las mejoras a implantar para eliminar la quejas que se puedan presentar por lo operarios.

Gonzales y Torres (2008) realizaron una investigación con el fin de proponer un modelo de intervención ergonómica para las actividades de trabajo del área Ensaque y Pre mezcla de una empresa del sector agroindustrial. En este proyecto se aplicaron técnicas de observación directa, entrevista con los trabajadores afectados, recolección de datos así como también la aplicación del método REBA de forma esencial para el estudio de las condiciones disergonómicas. Aplicado el método se pudo obtener que existía un nivel de riesgo ergonómico muy alto en los puestos de trabajo, lo que sustento la propuesta de aplicar un modelo de intervención ergonómica que permita mejorar las áreas estudiadas y disminuir los problemas musculoesqueléticos. Este trabajo complementa nuestra investigación ya que nos muestra como es necesaria la aplicación de un método de estudio ergonómico para poder demostrar las problemáticas existente, así como

también nos permite analizar la forma de aplicación del método REBA, el cual puede ser de gran uso en la investigación, en puestos de trabajo de producción continua que es el caso del proyecto en desarrollo.

Marco Teórico

La **Ergonomía** es la ciencia que se encarga de adaptar los productos, las tareas, las herramientas, los espacios y el entorno en general a la capacidad y necesidades de las personas, de manera que mejore la eficiencia, seguridad y bienestar de los consumidores, usuarios o trabajadores. Hoy en día la aplicación de la ergonomía es bastante significativa debido a que se le ha dado más importancia al bienestar de las personas en su trabajo, así como también para cumplir con una serie de leyes que exigen que el entorno sea adaptado al trabajador y no lo contrario. Entre los beneficios que brinda la ergonomía podemos encontrar los siguientes:

- Disminución de riesgo de lesiones
- Disminución de riesgos ergonómicos
- Disminución de enfermedades profesionales
- Disminución de ausentismo Laboral
- Disminución de la rotación de personal
- Disminución de los tiempos de ciclo
- Aumento de la tasa de producción
- Aumento de la eficiencia
- Aumento de la productividad
- Aumento de un buen clima organizacional
- Simplifica las tareas o actividades

Algunas de las actividades que realizan los trabajadores a lo largo de su jornada laboral exigen un conjunto de requerimientos físicos importantes. El grado en que se exigen esos requerimientos se conoce como **carga física**. Los efectos de esta carga pueden repercutir de dos formas en el organismo:

- **Fatiga**

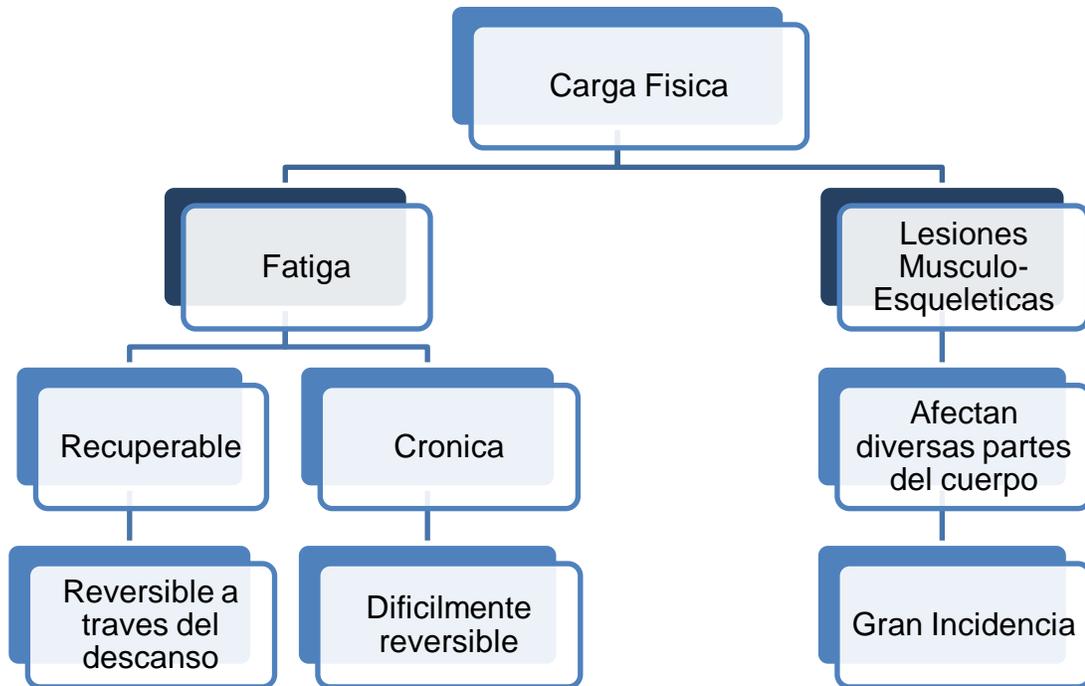
Esta se entiende como la disminución de la capacidad física del individuo después de haber realizado un trabajo durante un tiempo determinado, esta podrá ser reversible recuperando la capacidad de actuación a través de los descansos adecuados o crónica como consecuencia de la exposición continua a periodos de carga física elevada sin los tiempos de descanso oportunos y que mantienen la capacidad disminuida.

- **Lesiones musculo esqueléticas**

Son alteraciones o trastornos musculo esqueléticos todos aquellos que afectan músculos, tendones y ligamentos que suelen afectar a las manos, muñecas, codos, hombros, columna, pies y rodillas y pueden ser causados por:

- Factores dependientes de una incorrecta organización de trabajo
- Factores dependientes del mismo individuo tales como lesiones preexistentes
- Condiciones ergonómicas y ambiente de trabajo no satisfactorio.

Figura 2.1 Efectos Derivados de la Carga Física



Fuente: González (2007, p. 179)

Lesiones y enfermedades habituales por las condiciones de trabajo

Estas son causadas debido al mal diseño de los lugares de trabajo o al uso inadecuado de los mismos por largo tiempo, estas lesiones pueden afectar gravemente las manos, las muñecas, las articulaciones, espalda u otras partes del organismo entre las principales se tienen:

- **Artralgias:** Dolor de articulaciones; es un síntoma de lesión, infección, enfermedades como las reumáticas.
- **Cervicalgia:** Dolor en la zona cervical de la columna.
- **Cuello u hombro tensos:** Inflamación del cuello y de los músculos y tendones de los hombros. Esto es debido a tener que mantener una postura rígida.

- **Hiperqueratosis:** Es un trastorno caracterizado por el engrosamiento de la capa externa de la piel, que está compuesta de queratina, una fuerte proteína protectora. Puede ser causado por fricción, conllevando a la aparición de callos, callosidades, inflamación crónica.
- **Fibromialgia:** Es un trastorno que causa dolores musculares y fatiga (cansancio).
- **Lumbalgia:** Dolor localizado en la parte baja de la espalda (regio lumbar) generalmente se presenta luego de realizar un esfuerzo brusco por levantar un objeto pesado.
- **Síndrome del túnel del carpo bilateral:** Presión sobre los nervios que se transmiten a la muñeca. Esto debido al trabajo repetitivo con la muñeca encorvada y utilización de instrumentos vibratorios.
- **Tendinitis:** Inflamación de la zona en que se unen el músculo y el tendón, debido a movimientos repetitivos.
- **Tenosinovitis:** Inflamación de los tendones y/o las vainas de los tendones. Causas típicas: Movimientos repetitivos, a menudo no agotadores. Puede provocarlo un aumento repentino de la carga de trabajo o la implantación de nuevos procedimientos de trabajo.

Al igual que la ergonomía, es necesario también conocer a cerca de la **antropometría**, que es la ciencia que se encarga del estudio de las dimensiones y medidas de cuerpo humano con el propósito de establecer las diferencias entre los distintos individuos y razas, así como también como llevar a cabo las mediciones y el tratamiento estadístico de los datos. Es una ciencia que tiene gran función en la actualidad en la industria, principalmente en la industria de indumentarias, así como también en la ergonomía, la biomecánica, entre otras, ya que los cambios en la distribución de las dimensiones corporales producto de los distintos estilos de vida, nutrición, composición racial, han traído la necesidad de actualizar constantemente los

datos antropométricos. La antropometría como se dijo anteriormente tiene que ver con la ergonomía ya que ambas ciencias estudian al hombre, la primera de ellas para definir las dimensiones del cuerpo y la segunda para adaptarlo de la mejor forma al ambiente donde este trabaja.

Las investigaciones ergonómicas han producido una gran cantidad de métodos que se utilizan para realizar evaluar y analizar de los puestos de trabajos los cuales se resumen a continuación en las siguientes tablas:

Tabla 2.1 Resumen de las áreas del cuerpo a evaluar por cada uno de los métodos.

Métodos de Evaluación	Áreas del Cuerpo a Evaluar						Otros	
	Cuello	Hombros	Brazos	Manos y Muñecas	Espalda	Piernas	Carga	Frecuencia
RULA	X	X	X	X	X	X	X	X
REBA	X	X	X	X	X	X	X	
OWAS			X		X	X	X	X
NIOSH			X	X	X	X	X	X
LEST	X	X	X	X	X	X	X	X
Sue Rogers	X	X	X	X	X	X		X
J.S.I			X	X			X	X
Check List OCRA			X	X			X	X
Snook & Ciriello (Liberty Mutual)					X		X	X

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.2. Cuadro comparativo de los métodos de evaluación de puestos de trabajo.

Métodos de Evaluación	Usos Recomendados (Alcance)	Usos No recomendados	Limitaciones	Principales riesgos a evaluar	Usos y Popularidad
RULA	Carga postural alta, alta número de trabajadores, evaluación de miembros superiores. Análisis rápido y sencillo	Miembros Inferiores, actividades con poca repetitividad.	No evalúa levantamiento de cargas ni agarre.	Lumbalgias, Fatiga, Dolor abdominal, dolores de cuello, Malas posturas.	ALTA
REBA	Actividades que conlleven a cambios inesperados en las posturas. Análisis rápido y sencillo	Actividades que impliquen carga y estudio amplio de miembros inferiores	No evalúa la repetitividad de las actividades ni el levantamiento de cargas.	Lesiones musculoesqueléticas por malas posturas, Molestias.	ALTA
OWAS	Cuando se desea estudiar las posturas que pueda tomar los brazos, las piernas y la espalda	Cuando se requiere un estudio exhaustivo de las posiciones y posturas adoptadas	No permite el estudio detallado de la gravedad de las posiciones, Solo estudia un rango de posturas	Lesiones musculoesqueléticas por malas posturas	MEDIA
NIOSH	En aspectos biomecánicas, fisiológicos y psicológicos ya que se especializa en el levantamiento de carga y la postura al momento de realizarlas	Si en la actividad hay giros de torso o posturas asimétricas). Evaluadores poco capacitados.	La carga no puede ser inestable, ser levantada con una mano en posición sentado o agachado, no debe haber levantamiento brusco, no se debe emplear elevadores o carretillas, temperatura y humedad controlada.	Lesiones de espalda, mal agarre de las cargas, peso excesivo, malas posturas al levantar cargas	ALTA
LEST	Cuando se desea hacer u estudio globalizado de la ergonomía en el área de trabajo esto incluye 5 variables: Entorno Físico, carga física, mental, aspectos psicosociales y tiempo de trabajo	Cuando no se tengan los equipos especializados para calcular las diferentes variables o se desee ser específico en un área del cuerpo o el ambiente de trabajo.	Algunas variables son calculadas de forma subjetiva lo que no da confianza en el método, solo evalúa postula y no partes específicas del cuerpo	Condiciones del entorno físico, aspectos psicológicos y psicosociales	ALTA

Tabla 2.2. Continuación Cuadro comparativo de los métodos de evaluación de puestos de trabajo.

Métodos de Evaluación	Usos Recomendados (Alcance)	Usos No recomendados	Limitaciones	Principales riesgos a evaluar	Usos y Popularidad
Sue Rodgers	Para medir la fatiga acumulada en los músculos en un periodo de tiempo determinado de trabajo	Cuando la actividad tenga levantamiento excesivo de carga, actividades poco repetitivas	Las conclusiones son muy subjetivas debido y dependen del evaluador la consideración del riesgo	Fatiga en los músculos por actividades repetitivas.	ALTA
J.S.I	Cuando se desea hacer una evaluación exhaustiva de las extremidades superiores	En evaluaciones que no requieran un análisis profundo de las extremidades superiores	Solo evalúa manos, muñecas, codos y antebrazos.	Desordenes en las extremidades superiores	BAJO
Check List OCRA	Para evaluar y alertar los posibles riesgos musculo esqueléticos asociados a movimientos repetitivos de los miembros superiores	Cuando se quiera un análisis exhaustivo para tomar medidas correctivas	Solo evalúa miembros superiores con actividades repetitivas sin tomar en cuenta la carga.	Riesgos por movimientos repetitivos	BAJO
Tablas Snook - Ciriello	Sirve para estudiar el levantamiento, empuje, arrastre y transporte de cargas.	Análisis de carga postural	Las tablas no contemplan todas las situaciones se deben hacer aproximaciones	Levantamiento de cargas	ALTO

Fuente: Elaboración Propia.

Bases Legales

Dentro del estudio ergonómico también es necesario regirse por las leyes correspondientes, a continuación se presentan aquellas que forman parte del basamento legal de esta investigación:

- La ley orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de trabajo (LOPCYMAT) (2005):

LOPCYMAT, Título IV; Capítulo I, (2011).

Artículo 53. Los trabajadores y las trabajadoras tendrán derecho a desarrollar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado y propicio para el pleno ejercicio de sus facultades físicas y mentales, y que garantice condiciones de seguridad, salud, y bienestar adecuadas. En el ejercicio del mismo tendrán derecho a:

2. Recibir formación teórica y práctica, suficiente, adecuada y en forma periódica, para la ejecución de las funciones inherentes a su actividad, en la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, y en la utilización del tiempo libre y aprovechamiento del descanso en el momento de ingresar al trabajo, cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe, cuando se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo. Esta formación debe impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo y si ocurriese fuera de ella, descontar de la jornada laboral.
4. No ser sometido a condiciones de trabajo peligrosas o insalubres que, de acuerdo a los avances técnicos y científicos existentes, puedan ser eliminadas o atenuadas con modificaciones al proceso productivo o las

instalaciones o puestos de trabajo o mediante protecciones colectivas. Cuando lo anterior no sea posible, a ser provisto de los implementos y equipos de protección personal adecuados a las condiciones de trabajo presentes en su puesto de trabajo y a las labores desempeñadas de acuerdo a lo establecido en la presente Ley, su Reglamento y las convenciones colectivas.

Artículo 54. Son deberes de los trabajadores y trabajadoras:

1. Ejercer las labores derivadas de su contrato de trabajo con sujeción a las normas de seguridad y salud en el trabajo no sólo en defensa de su propia seguridad y salud sino también con respecto a los demás trabajadores y trabajadoras y en resguardo de las instalaciones donde labora.
3. Usar en forma correcta y mantener en buenas condiciones los equipos de protección personal de acuerdo a las instrucciones recibidas dando cuenta inmediata al responsable de su suministro o mantenimiento, de la pérdida, deterioro, vencimiento, o mal funcionamiento de los mismos. El trabajador o la trabajadora deberá informar al Servicio de Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa o al Comité de Seguridad y Salud Laboral cuando, de acuerdo a sus conocimientos y experiencia, considere que los equipos de protección personal suministrados no corresponden al objetivo de proteger contra las condiciones inseguras a las que está expuesto.
5. Respetar y hacer respetar los avisos, carteleros de seguridad e higiene y demás indicaciones de advertencias que se fijaren en diversos sitios, instalaciones y maquinarias de su centro de trabajo, en materia de seguridad y salud en el trabajo.

6. Mantener las condiciones de orden y limpieza en su puesto de trabajo.
 7. Acatar las instrucciones, advertencias y enseñanzas que se le impartieren en materia de seguridad y salud en el trabajo.
 8. Cumplir con las normas e instrucciones del Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo establecido por la empresa.
 9. Informar de inmediato, cuando tuvieren conocimiento de la existencia de una condición insegura capaz de causar daño a la salud o la vida, propia o de terceros, a las personas involucradas, al Comité de Seguridad y Salud Laboral y a su inmediato superior, absteniéndose de realizar la tarea hasta tanto no se dictamine sobre la conveniencia o no de su ejecución.
15. Acatar las pautas impartidas por las supervisoras o supervisores inmediatos a fin de cumplir con las normativas de prevención y condiciones de seguridad manteniendo la armonía y respeto en el trabajo.

Artículo 55. Los empleadores y empleadoras tienen derecho a:

1. Exigir de sus trabajadores y trabajadoras el cumplimiento de las normas de higiene, seguridad y ergonomía, y de las políticas de prevención y participar en los programas para la recreación, utilización del tiempo libre, descanso y turismo social que mejoren su calidad de vida, salud y productividad.
6. Recibir información y capacitación en materia de salud, higiene, seguridad, bienestar en el trabajo, recreación, utilización del tiempo libre, descanso y turismo social, por parte de los organismos competentes.

7. Exigir a los trabajadores y trabajadoras el uso adecuado y mantener en buenas condiciones de funcionamiento los sistemas de control de las condiciones inseguras de trabajo instalados en la empresa o puesto de trabajo.
8. Exigir a los trabajadores y trabajadoras el uso adecuado y de forma correcta, y mantener en buenas condiciones los equipos de protección personal suministrados para preservar la salud.
10. Exigir a los trabajadores y trabajadoras el respeto y acatamiento de los avisos, las carteleras y advertencias que se fijaren en los diversos sitios, instalaciones y maquinarias de su centro de trabajo, en materia de salud, higiene y seguridad.

Artículo 56. Son deberes de los empleadores y empleadoras, adoptar las medidas necesarias para garantizar a los trabajadores y trabajadoras condiciones de salud, higiene, seguridad y bienestar en el trabajo, así como programas de recreación, utilización del tiempo libre, descanso y turismo social e infraestructura para su desarrollo en los términos previstos en la presente Ley y en los tratados internacionales suscritos por la República, en las disposiciones legales y reglamentarias que se establecieren, así como en los contratos individuales de trabajo y en las convenciones colectivas. A tales efectos deberán:

1. Organizar el trabajo de conformidad con los avances tecnológicos que permitan su ejecución en condiciones adecuadas a la capacidad física y mental de los trabajadores y trabajadoras, a sus hábitos y creencias culturales y a su dignidad como personas humanas.
12. Llevar un registro actualizado de las condiciones de prevención, seguridad y salud laborales, así como de recreación, utilización del

tiempo libre, descanso y turismo social de acuerdo a los criterios establecidos por los sistemas de información del Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales.

LOPCYMAT, Título V, (2011).

Artículo 59. A los efectos de la protección de los trabajadores y trabajadoras, el trabajo deberá desarrollarse en un ambiente y condiciones adecuadas de manera que:

1. Asegure a los trabajadores y trabajadoras el más alto grado posible de salud física y mental, así como la protección adecuada a los niños, niñas y adolescentes y a las personas con discapacidad o con necesidades especiales.
2. Adapte los aspectos organizativos y funcionales, y los métodos, sistemas o procedimientos utilizados en la ejecución de las tareas, así como las maquinarias, equipos, herramientas y útiles de trabajo, a las características de los trabajadores y trabajadoras, y cumpla con los requisitos establecidos en las normas de salud, higiene, seguridad y ergonomía.
7. Garantice todos los elementos del saneamiento básico en los puestos de trabajo, en las empresas, establecimientos, explotaciones o faenas, y en las áreas adyacentes a los mismos.

Artículo 60. El empleador o empleadora deberá adecuar los métodos de trabajo así como las máquinas, herramientas y útiles utilizados en el proceso de trabajo a las características psicológicas, cognitivas, culturales y antropométricas de los trabajadores y trabajadoras. En tal sentido, deberá realizar los estudios pertinentes e implantar los cambios requeridos tanto en los puestos de trabajo existentes como al momento de introducir nuevas

maquinarias, tecnologías o métodos de organización del trabajo a fin de lograr que la concepción del puesto de trabajo permita el desarrollo de una relación armoniosa entre el trabajador o la trabajadora y su entorno laboral.

LOPCYMAT, Título VI, Capítulo I, (2011).

Artículo 69. Se entiende por accidente de trabajo, todo suceso que produzca en el trabajador o la trabajadora una lesión funcional o corporal, permanente o temporal, inmediata o posterior, o la muerte, resultante de una acción que pueda ser determinada o sobrevenida en el curso del trabajo, por el hecho o con ocasión del trabajo.

Serán igualmente accidentes de trabajo:

1. La lesión interna determinada por un esfuerzo violento o producto de la exposición a agentes físicos, mecánicos, químicos, biológicos, psicosociales, condiciones meteorológicas sobrevenidas en las mismas circunstancias.
2. Los accidentes acaecidos en actos de salvamento y en otros de naturaleza análoga, cuando tengan relación con el trabajo.
3. Los accidentes que sufra el trabajador o la trabajadora en el trayecto hacia y desde su centro de trabajo, siempre que ocurra durante el recorrido habitual, salvo que haya sido necesario realizar otro recorrido por motivos que no le sean imputables al trabajador o la trabajadora, y exista concordancia cronológica y topográfica en el recorrido.
4. Los accidentes que sufra el trabajador o la trabajadora con ocasión del desempeño de cargos electivos en organizaciones sindicales, así como los ocurridos al ir o volver del lugar donde se ejerciten funciones propias de dichos cargos, siempre que concurren los requisitos de concordancia cronológica y topográfica exigidos en el numeral anterior.

Artículo 70. Se entiende por enfermedad ocupacional, los estados patológicos contraídos o agravados con ocasión del trabajo o exposición al medio en el que el trabajador o la trabajadora se encuentra obligado a trabajar, tales como los imputables a la acción de agentes físicos y mecánicos, condiciones disergonómicas, meteorológicas, agentes químicos, biológicos, factores psicosociales y emocionales, que se manifiesten por una lesión orgánica, trastornos enzimáticos o bioquímicos, trastornos funcionales o desequilibrio mental, temporales o permanentes.

Se presumirá el carácter ocupacional de aquellos estados patológicos incluidos en la lista de enfermedades ocupacionales establecidas en las normas técnicas de la presente Ley, y las que en lo sucesivo se añadieren en revisiones periódicas realizadas por el Ministerio con competencia en materia de seguridad y salud en el trabajo conjuntamente con el Ministerio con competencia en materia de salud.

LOPCYMAT, Título VI, Capítulo II, (2011).

Artículo 73. El empleador o empleadora debe informar de la ocurrencia del accidente de trabajo de forma inmediata ante el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales, el Comité de Seguridad y Salud Laboral y el Sindicato.

La declaración formal de los accidentes de trabajo y de las enfermedades ocupacionales deberá realizarse dentro de las veinticuatro (24) horas siguientes a la ocurrencia del accidente o del diagnóstico de la enfermedad. El deber de informar y declarar los accidentes de trabajo o las enfermedades ocupacionales será regulado mediante las normas técnicas de la presente Ley.

LOPCYMAT, Título VIII, Capítulo II, (2011)

Artículo 118. Sin perjuicio de las responsabilidades civiles, penales, administrativas o disciplinarias, se sancionará al empleador o empleadora con multas de hasta veinticinco unidades tributarias (25 U.T.) por cada trabajador expuesto cuando:

3. No lleve un registro de las características fundamentales de los proyectos de nuevos medios y puestos de trabajo o la remodelación de los mismos, de conformidad con esta Ley, su Reglamento o las normas técnicas.

Artículo 119. Sin perjuicio de las responsabilidades civiles, penales, administrativas o disciplinarias, se sancionará al empleador o empleadora con multas de veintiséis (26) a setenta y cinco (75) unidades tributarias (U.T.) por cada trabajador expuesto cuando:

8. No evalúe los niveles de peligrosidad de las condiciones de trabajo, de conformidad con esta Ley, su Reglamento o las normas técnicas.
 - Anteproyecto de la Norma Técnica para el Control en la Manipulación, Levantamiento y Traslado de Cargas NT-02-2008 (2009):

Título II, Capítulo II, (2009)

Artículo 6. Los empleadores y empleadoras, asociaciones cooperativas u otras formas asociativas, están en la obligación de adoptar las medidas tecnológicas adecuadas que permitan la automatización de los procesos productivos, el empleo de equipos mecánicos o medios técnicos de asistencia, así como la organización de la jornada de trabajo, para evitar las actividades de manipulación, levantamiento y traslado de cargas, que puedan generar accidentes de trabajo o enfermedades ocupacionales a los trabajadores y trabajadoras.

Título II, Capítulo III, (2009)

Artículo 10. El empleador o la empleadora, asociaciones cooperativas u otras formas asociativas, deberá garantizar la implementación de sistemas mecánicos que minimicen el esfuerzo físico ejercido por los trabajadores y trabajadoras, previa evaluación y justificación del Servicio de Seguridad y Salud en el Trabajo con la consulta y aprobación del Comité de Seguridad y Salud Laboral, sobre la imposibilidad de automatizar los procesos que impliquen Manipulación, Levantamiento y Traslado de Cargas, así como también la implementación de un programa de prevención de trastornos musculoesqueléticos.

Título III, Capítulo VI, (2009)

Artículo 30. El empleador o empleadora, asociaciones cooperativas u otras formas asociativas, deberán garantizar que la manipulación de cargas sea hasta 20 Kilogramos, en condiciones ideales de manipulación y con trabajadores formados en el modo correcto de manipulación y que no exceda de 4 levantamientos por min.

Título III, Capítulo VII, (2009)

Artículo 34. En aquellas actividades en las que se deba manipular manualmente las cargas, los empleadores y empleadoras estarán en la obligación de garantizar que el peso máximo no exceda los 20 kilogramos, en condiciones ideales de manipulación en hombres.

Marco Conceptual

Biomecánica: Llanea (2009) lo define como la ciencia que trata fundamentalmente de evaluar la efectividad en la aplicación de las fuerzas, para asumir los objetos con menos esfuerzo para las personas y máxima eficacia para el sistema productivo. Esta por lo tanto intenta diseñar un

ambiente mecánico externo que origine en nuestro cuerpo fuerzas, presiones y momentos tolerables para o provocar enfermedades vasculares o neuromusculoesqueléticas.

Carga: INPSASEL (2009) lo define como “cualquier objeto, persona o animal que requiera ser movido cuyo peso exceda de los 3 Kilogramos”.

Esfuerzo: Empleo enérgico de la fuerza física realizado por un individuo con la finalidad de llevar a cabo ciertas actividades. (INPSASEL, 2009, 4)

Movimientos repetitivos: INPSASEL (2009) lo define como el desplazamiento de todo el cuerpo o de uno de los segmentos en el espacio de manera frecuente y con insuficientes o inadecuados periodos de recuperación.

Patología: El diccionario de la real academia española (2012) lo define como “el grupo de síntomas asociadas a una determinada dolencia”.

Posturas Inadecuadas: INPSASEL (2009) lo da a entender como las posiciones del cuerpo fijas o restringidas, las posturas que sobrecargan los músculos y los tendones, las posturas que cargan las articulaciones de una manera asimétrica, y las posturas que producen carga estática sobre la musculatura.

Riesgo: “Es la probabilidad de que ocurra un daño a la salud, o aun bien material o ambos” (INPSASEL, 2009, 6).

Capítulo III

Marco Metodológico

Tipo y diseño de la Investigación

La finalidad de este proyecto es proponer mejoras ergonómicas en el proceso de elaboración de postes y torres de iluminación de la empresa Suministros Atlas C.A, para buscar eliminar las inconformidades presentadas por parte de los operarios en cuanto a la ergonomía y cumplir con las diferentes normativas establecidas en la LOPCYAMAT

Lo anterior mencionado hace deducir que este trabajo se trata de un proyecto factible, ya que consiste en la elaboración de una propuesta viable para buscar una solución posible a un problema de tipo práctico y así satisfacer las necesidades de una institución o grupos social (Ramos, 2002). Al tratarse de este tipo de instigación la cual lleva a cabo una serie de pasos a manera de cumplir con los requerimientos de un proyecto factible. De acuerdo con Arias (2012) es una investigación de tipo explicativa, ya que se realizará un análisis de los puestos de trabajo para identificar el por qué de las quejas y lesiones presentadas mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto.

En cuanto al diseño de investigación esta se define como “el conjunto de procesos específicos y procedimientos que sirven de guía para llevar a cabo un trabajo de investigación, entre ellos están la delimitación del tema, la justificación del estudio, la definición del problema y los objetivos entre otros” (Rojas, 2002).

Este trabajo de igual manera se puede catalogar como una investigación de campo de observación directa ya que esta es definida como “aquella

investigación en la que el mismo objeto de estudio sirve como fuente de información para el investigador, el cual recoge directamente los datos de las conductas observadas interrelacionados de forma directa con el medio y la gente que lo conforman” (De la Mora, 2006).

Población y Muestra

Arias (2012) establece que la población es el conjunto de personas o cosas sobre los cuales serán validadas las conclusiones que se obtengan de la investigación. En este caso la población comprende 10 trabajadores en sus puestos que ejercen sus labores, en las siguientes áreas de trabajo son corte, doblado, soldadura, esmerilado y pintura de la empresa Suministros Atlas.

De la población se tomará un grupo representativo, denominado muestra. Morles (1994) se refiere a muestra como un subconjunto representativo de la población. El tipo de muestreo que se empleó es no probabilístico de tipo intencional u opinático, ya que la selección de la muestra fue realizada a conveniencia de los investigadores, donde no se conocen las probabilidades que tienen los elementos de la población para integrar la muestra. Se tomaron trabajadores aparentemente sanos con experiencia en el puesto de trabajo, que realicen actividades repetitivas y demanda biomecánica fácilmente apreciable.

Fuentes y Técnicas de Recolección de la Información.

Para la recolección de información se recurrió a dos tipos de fuentes estas se catalogaron en Primarias y Secundarias.

Primarias:

- Observación Directa: Esta se realizó de forma continua a lo largo de todo el estudio, asistiendo a la empresa y observando todos los procesos relacionados con la producción.
- Entrevistas no estructuradas: Estas fueron entrevistas de forma informal, realizadas tanto a los operarios como a los directivos de la empresa referente a las áreas de estudio y a los procesos.
- Hojas de Campo: Estas son hojas en las cuales se coloca la calificación del método ergonómico para cada operario.
- Fotografías y videos: Cada una de las operaciones fueron grabadas, con el fin de extraer de estos videos las posturas más críticas adoptadas por los operarios.

Secundarios:

- Libros de Texto: Fuentes que suministraron información referente a definiciones, herramientas ser utilizadas, metodologías con la finalidad de hacer más sencillo el estudio.
- Tesis de grado: Son un tipo de fuente muy útil ya que sirven de parámetro y de antecedentes para la elaboración del trabajo especial de grado
- Internet: Se uso como medio de búsqueda ya sea como complemento de la información teórica o herramienta que permite el rápido acceso a información de cualquier parte del mundo.
- Información proporcionada por registros del departamento de seguridad industrial y el área de servicio médico de la empresa.

Técnicas de Procesamiento y Análisis de la Información

Para el procesamiento y el análisis de la información se utilizaron los recursos que proporcionan los diversos métodos de análisis ergonómicos, estos métodos fueron elegidos según fue el caso en estudio.

Fases de la Investigación

I. Diagnostico de la situación Actual de los puestos de trabajo

- Observación Directa del Proceso.
- Descripción de los materiales, equipos y herramientas utilizados en proceso de fabricación.
- Descripción del Proceso.
- Descripción de los puestos de trabajo.
- Consultar con los operarios, supervisores, jefes los problemas que les afectan al momento de realizar el proceso productivo.
- Recolección de evidencia fotográfica que ayude a analizar las posturas.

II. Evaluación de los puestos de trabajo en la línea de producción de postes y torres aplicando el método de evaluación ergonómica que mejor se adapte para identificar el nivel de riesgo.

- Analizar tanto los puestos de trabajo así como métodos de trabajo.
- Aplicar los métodos de análisis ergonómicos que mejor se adapten al área de estudio.
- Identificar el nivel de riesgo ergonómico de cada puesto estudiado.

III. Generar propuestas de mejora en aquellos puestos de trabajo que tengan asociado un nivel de riesgo medio o alto.

- Diseñar las propuestas de mejora ergonómica que se adaptan al puesto de trabajo, estas pueden contemplar dispositivos, herramientas o métodos preventivos.
- Diseño de los costos de las alternativas.

Capítulo IV

Descripción General Del Proceso Productivo

El proceso de fabricación de los postes y torres de iluminación se inicia con la obtención de las láminas de hierro negro de 2,40 m x 1.20 m, para ser cortadas según las medidas deseadas para el tipo de producto requerido. El capataz de corte y doblaje recibe la orden de trabajo y procede a buscar el material requerido, las láminas con el montacargas y son colocadas en la estructura de soporte.

Figura 4.1. Láminas de Hierro Negro



Fuente: Suministros Atlas

Las láminas pasan al proceso de corte. Se cortan según las medidas establecidas para la fabricación de los productos requeridos por los clientes. Dos operarios manualmente ruedan la lámina hasta la estructura de la máquina, la cual es ajustada para obtener las medidas de los cortes; el material sale cortado por la parte posterior de la máquina y cada operario levanta manualmente el material cortado, y es colocado sobre la paleta hasta hacer rums.

Figura 4.2. Operario Ajustando Lámina para ser cortada



Fuente: Suministros Atlas

Se procede a trasladar las láminas cortadas al proceso de doblado, de tal manera que se ensamblen las formas de los productos requeridos. El capataz traslada con montacargas el material cortado y lo coloca manualmente sobre la mesa de trabajo. Para el doblado, coloca las plantillas calibradas a la medida y activa con un pedal la máquina. El material doblado se coloca manualmente sobre en la estructura de apoyo y luego es trasladado con un montacargas al área de soldado.

Figura 4.3. Doblado de la Lámina



Fuente: Suministros Atlas

Las láminas dobladas pasan al proceso de soldadura, en donde se suelda los empalmes para formar una unión. En el mismo proceso se sueldan las

partes hasta conformar la figura deseada. El operario conjuntamente con su ayudante levanta manualmente cada concha de poste, y la colocan sobre la estructura metálica para realizar la soldadura con electrodo de penetración. Esta operación se repite hasta lograr soldar todas las conchas requeridas para el poste. Luego que están soldados los ganchos tanto de postes como de torres, el operario con conjunto con su ayudante trasladan manualmente la concha a la estructura y luego se coloca la otra concha hasta formar un producto. Las torres y los postes llevan base soporte las cuales son soldadas en el extremo inferior.

Figura 4.4. Operario Soldando las Láminas



Fuente: Suministros Atlas

Figura 4.5. Operario soldando base del poste



Fuente: Suministros Atlas

Conjuntamente en otro proceso se realiza la conformación de partes componentes como son pernos, látigo, escaleras que son unidas para conformar el producto solicitado por el cliente.

Figura 4.6. Operario Cortando Partes



Fuente: Suministros Atlas

Una vez soldadas el conjunto de las partes que conforman el producto son enviadas al proceso de esmerilado por medio de un montacargas. Una vez colocada la concha sobre la mesa, el operario procede a esmerilar los cordones de soldadura hasta lograr superficies lisas. Terminado el proceso, son enviadas al área de pintura con el montacargas.

Figura 4.7. Postes Luego de ser Esmerilados



Fuente: Suministros Atlas

Una vez que el producto se encuentra en el área de pintura, se le dan los acabados finales para cumplir los requisitos del producto. El operario aplica la pintura con una brocha y espera a q seque. Cuando está seco se traslada al almacén con el montacargas.

Figura 4.8. Poste Terminado



Fuente: Suministros Atlas

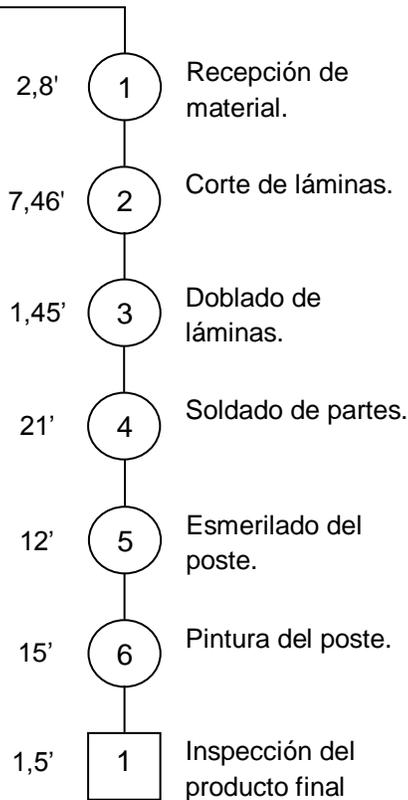
**FIGURA 4.9. DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO
METODO ACTUAL**

PROCESO DE FABRICACIÓN DE POSTES Y TORRES DE ILUMINACIÓN

FECHA: 10/11/2012

REALIZADO POR: GIOVANNI MEGA –JESÚS AZUAJE

LÁMINAS DE HIERRO NEGRO.
ELECTRODOS DE ALAMBRE
MIC.
DISCO DE ESMERILAR
DISCO DE PULITURA
PINTURA



RESUMEN		
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO
OPERACIONES	6	59,71 min
INSPECCIONES	1	1,5 min

Descripción de los puestos de Trabajo (Elementos)

La elaboración de los postes y torres de iluminación debe cumplir un proceso previamente explicado, dicho procesos a su vez están divididos en elementos los cuales son los realizados por operarios y se describen a continuación por área:

Corte:

1. **Puesta Punto de Máquina:** El operario debe ajustar la maquina según el tamaño de los cortes que se le quiera hacer a la lámina, esto va a depender del tamaño del producto final, por medio de plantillas de cortes utilizadas en el proceso.
2. **Traspaso de lámina de mesa trabajo a cortadora:** Para ejecutar esta operación se debe tener ajustada la cortadora y con las plantillas indicadas en su lugar, el operario procede a halar lamina de hierro negro de 2,40m x 1,20m,ubicadada en una mesa paralela a la maquina, y ponerla sobre la mesa de trabajo de la cortadora
3. **Corte de láminas:** El corte consiste en ir midiendo y rodando la lámina para que sea cortada por la guillotina de la cortadora, el número de veces que se realiza esta operación va a depender del número de cortes que requiera la lámina.
4. **Recolección y medición de láminas:** Realizado los cortes, los trozos de lámina con las medidas deseadas van cayendo en la bandeja de salida de la máquina para su posterior recolección y marcaje de las dimensiones de forma manual por los operarios.
5. **Transporte:** Las laminas deben ser llevadas por los operarios de la bandeja de salida hasta la paleta o el soporte en el cual van a ser trasportadas a la siguiente estación.

Doblado:

1. **Medición de lámina:** Una vez recibidas las láminas del ara del corte, estas vuelven a ser medidas y marcadas para poder realizar el doblado requerido, operación que es realizada por 2 operarios.
2. **Puesta punto y doblado de lámina:** La lámina es pasada de la mesa de trabajo o medición hacia la dobladora aquí es ajustada para su posterior doblado en forma de terna.
3. **Medición de ángulos:** Realizados los dobleces se procede a medir si los ángulos obtenidos son los correctos y marcar el tamaño de las caras que resultaron.
4. **Traslado y colocación de lámina sobre el soporte:** El operario toma la lamina doblada, medida y marcada y la traslada para colocarla sobre el soporte en el cual va a ser enviada al área de soldadura.

Soldadura:

1. **Trasegado de láminas hacia soporte:** En esta operación las láminas que llegan de área de doblado deben ser trasegadas del soporte en el cual llegan a mesa donde se aplican los puntos de soldadura.
2. **Unión de láminas mediante puntos de soldadura:** Un operario toma las conchas y las va uniando mediante puntos de soldadura para darle la altura que requiere el poste o la torre de iluminación.
3. **Traslado de conchas a soporte de soldadura final:** Teniendo la altura deseada del poste o las conchas unidas a lo largo, se procede a pasar estas de la mesa de unión a los burros o soportes de soldadura final
4. **Unión de conchas:** Un operario pone una concha cóncava hacia abajo y se monta otra concha cóncava hacia arriba y se va uniando a

lo largo mediante puntos de soldadura para darle la forma definitiva al poste o torre.

5. **Soldadura Completa:** Unidas las conchas y por primera vez teniendo el poste su forma deseada se procede a reforzar estos puntos de soldadura mediante la soldadura completa a todo lo largo del mismo.
6. **Fijación de base:** La última operación productiva que se realiza en esta área es la fijación de la base de los postes y las torres que no es más colocar una lámina plana en la base más ancha del poste y fijarla con soldadura.
7. **Traslado con montacargas a área de esmerilado:** Terminado el poste un montacargas lo recoge y lo traslada al área de esmerilado donde se le da el acabado final.

Esmerilado

1. **Esmerilado completo:** Un operario con un esmeril manual procede a quitar todas las asperezas y relieves que quedan sobre el poste producto de los procesos previos en especial el de soldadura.
2. **Lijado de impurezas:** Para dar el mejor acabado, garantizar la calidad y la buena presencia del poste se pasa una lima para dejar la superficie sumamente lisa y sin bordes filosos.

Pintado

1. **Aplicación de Fondo Manual:** Esta consiste en aplicar una capa de fondo anticorrosivo de forma manual a lo largo de todo el poste por la parte externa.

Descripción de los materiales, equipos y herramientas utilizados en el proceso

Materiales:

- Lámina de hierro negro 2,4 m x 1,2 m.
- Electrodo de alambre Mic.
- Electrodo.
- Pintura de Fondo.

Equipos:

Tabla 4.1. Descripción de Equipos

Equipo	Marca	Características
Maquina de Soldar	Miller	Modelo: Deltaweld 452, 24 Volt, 7 Ampere, 50 Hertz.
Maquina de Soldar	ESAB	Modelo: Mig 4HD, 24 Volt
Cortadora	Swing Beam	Longitud de corte 240 cm
Cortadora	Cesoia A Ghigliotina	Motor 20 HP, Longitud de corte 240 cm
Esmeril	DeWalt	1,6HP Disco de 4 ½" peso de 4,6 Libras.
Dobladora	BARIOLA	Longitud 240 cm, 220 Volt, Motor 15 HP

Fuente: Suministros Atlas

Herramientas:

- Cinta métrica
- Pinzas
- Martillo
- Escuadra
- Marcadores
- Disco de desbaste

Descripción de los productos

- **Poste Hexagonal Comercial**

Poste de sección hexagonal y tronco piramidal con 12,7 mm/m de conicidad fabricado con láminas de acero ASTM A-36 de 3 mm de espesor cortado y doblado en frío en tramos estándares unidos transversalmente a la longitud del poste mediante refuerzos internos. Fijado a una base cuadrada de acero con agujeros para los pernos de anclaje y el cableado, que sirve de asiento para su fijación en un pedestal de concreto por medio de tuercas. El poste tiene en la parte inferior un refuerzo de cuatro cartelas de forma triangular soldadas a éste y a la base cuadrada de acero como se muestra en la figura 4.11. Al poste hexagonal se le aplica un fondo anticorrosivo. Los postes se fabrican de acuerdo a la norma venezolana COVENIN 323:1997.

- **Poste Hexagonal Deportivo**

Poste de sección hexagonal y tronco piramidal con 12,7 mm/m de conicidad fabricado con láminas de acero ASTM A-36 de 3 mm de espesor cortado y doblado en frío en tramos estándares unidos transversalmente a la longitud del poste mediante refuerzos internos. Fijado a una base cuadrada de acero con agujeros para los pernos de anclaje y el cableado, que sirve de asiento

para su fijación en un pedestal de concreto por medio de tuercas. El poste tiene en la parte inferior un refuerzo de cuatro cartelas de forma triangular soldadas a éste y a la base cuadrada de acero como se muestra en la figura 4.12. Al poste hexagonal se le aplica un fondo anticorrosivo. Los postes se fabrican de acuerdo a la norma venezolana COVENIN 323:1997. La diferencia entre el poste hexagonal comercial y el deportivo es que este último posee una cruceta.

Cruceta: Para montar en el tope del poste hexagonal deportivo, se fabrica en acero ASTM A-36 cortado y estampado al frío, el extremo consta de una base de lamina de 3mm reforzada por ángulos.

- **Poste Hexagonal Reforzado**

Poste de sección hexagonal y tronco piramidal con 12,7 mm/m de conicidad fabricado con láminas de acero ASTM A-36 de 3 mm de espesor cortado y doblado en frío en tramos estándares unidos transversalmente a la longitud del poste mediante refuerzos internos. Fijado a una base cuadrada de acero con agujeros para los pernos de anclaje y el cableado, que sirve de asiento para su fijación en un pedestal de concreto por medio de tuercas. En su parte inferior un refuerzo de protección de un manguito concéntrico y cuatro cartelas de forma triangular soldadas a este y a la base cuadrada de acero. Al poste hexagonal se le aplica un fondo anticorrosivo. Los postes se fabrican de acuerdo a la norma venezolana COVENIN 323:1997. La única variación con respecto al hexagonal comercial son los refuerzos que este presenta en su base ver figura 4.13.

Figura 4.11

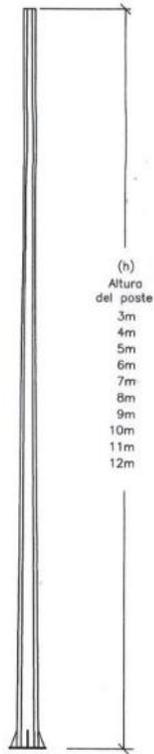


Figura 4.12

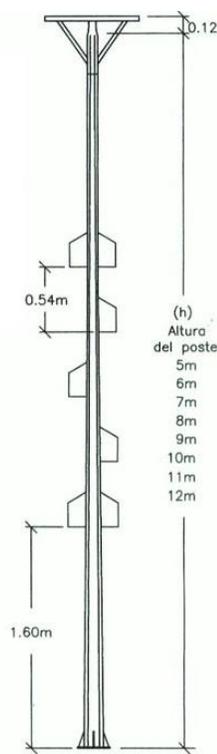
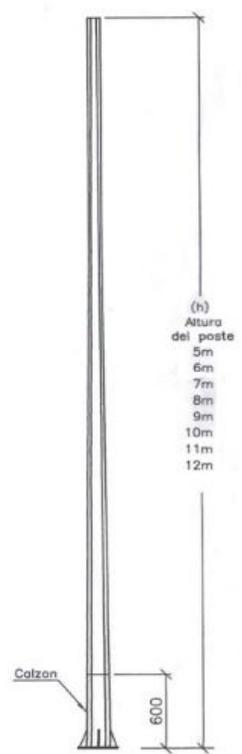
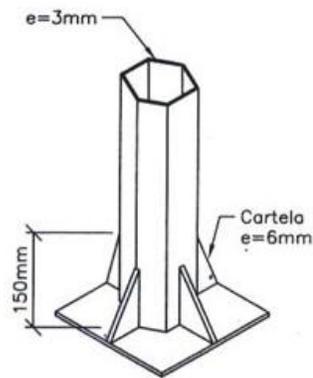


Figura 4.13



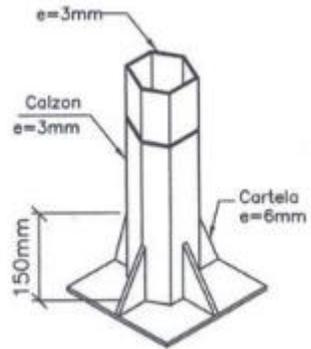
Fuente: Suministros Atlas

Figura 4.14. Detalle de base Poste hexagonal Comercial y Deportivo



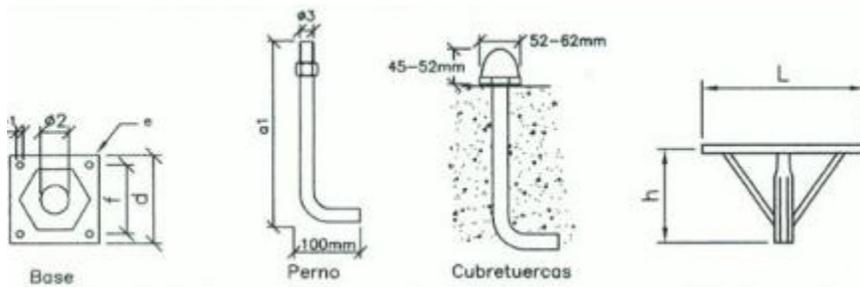
Fuente: Suministros Atlas C.A

Figura 4.15. Detalle de base Poste hexagonal Reforzado



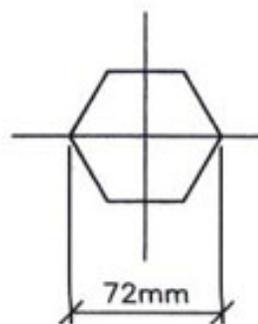
Fuente: Suministros Atlas C.A

Figura 4.16. Detalles de la base, pernos, cubre tuercas y cruceta



Fuente: Suministros Atlas C.A

Figura 4.17. Sección Transversal del Poste



Fuente: Suministros Atlas C.A

Tabla 4.2. Dimensiones de los Pernos

Dimensiones							
Poste	Base					Pernos	
h(m)	e(mm)	Ø1(mm)	Ø2(mm)	f(mm)	d(mm)	a1(mm)	Ø3(pulg.)
3	6	21	52	140	200	400	3/4"
4	6	21	52	140	200	400	3/4"
5	8	26	102	210	280	900	3/4"
6	8	26	102	210	280	900	1"
7	8	26	102	210	280	900	1"
8	8	26	102	210	280	900	1"
9	8	26	102	210	280	900	1"
10	8	26	102	250	320	900	1"
11	8	26	102	250	320	900	1"
12	8	26	102	250	320	900	1"

h(m)	Altura del poste	f(mm)	Altura del poste
e(mm)	Espesor de la base	d(mm)	Espesor de la base
Ø1(mm)	Diám.orificio entrada del perno	a1(mm)	Largo del perno de anclaje
Ø2(mm)	Diámetro orificio acometida	Ø3(pulg)	Diámetro del perno

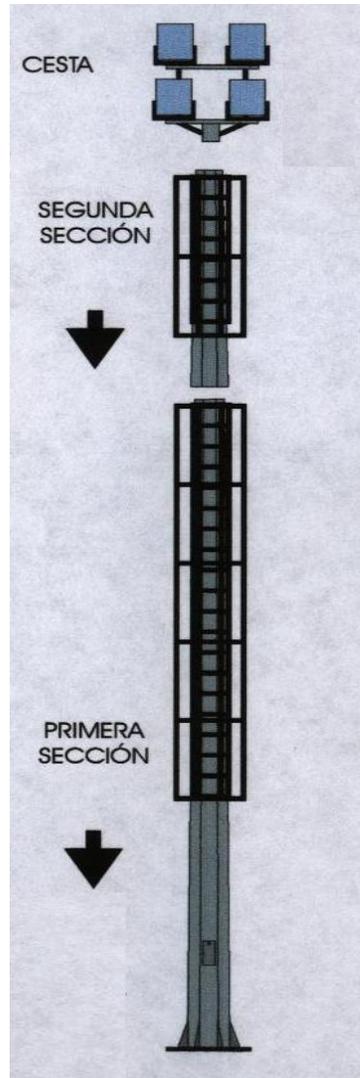
Segun Normas Covenin 3323-1997

Fuente: Suministros Atlas C.A

- **Torres.**

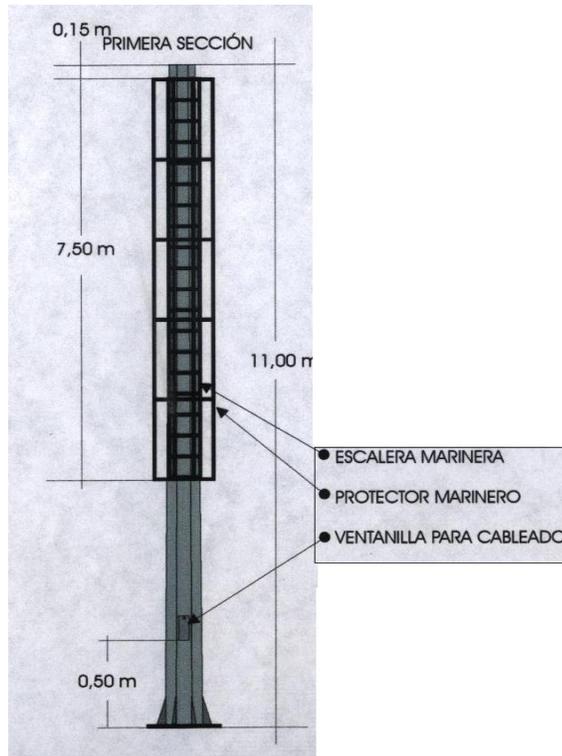
Torre de sección hexagonal y tronco piramidal fabricadas de hierro negro de 6 a 8 mm de espesor cortado y doblado en frío en tramos estándares unidos transversalmente a la longitud del poste mediante refuerzos internos. Estas pueden tener altura de entre 9 y 35 metros, poseen un acabado galvanizado en caliente o fondo anticorrosivo y pintura (Según el cliente), vienen con accesorios tales como escalera, pernos de anclaje, cestas hexagonales y Cestas rectangulares.

Figura 4.18. Torre de Iluminación dividida en Secciones



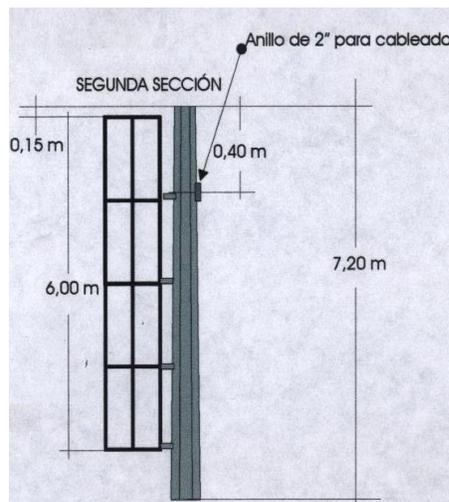
Fuente: Suministros Atlas

Figura 4.19. Primera Sección de Torre de Iluminación



Fuente: Suministros Atlas

Figura 4.20. Segunda Sección de Torre de Iluminación



Fuente: Suministros Atlas

Capítulo V

Resultados, Análisis y Propuestas de Mejoras

Luego de haber realizado la observación y el análisis de los procesos de producción de postes y torres de iluminación, se decidieron los métodos de evaluación ergonómica que mejor aplican a cada uno de los elementos.

Los elementos que a continuación se presentan, serán evaluados a través del método REBA, ya que los trabajadores realizan tareas que involucran posturas de trabajos incorrectos a nivel todo el cuerpo.

Corte

- Puesta a punto
- Traspaso de lámina a cortadora
- Corte de láminas
- Recolección y medición de láminas

Doblado

- Medición
- Puesta a punto / Fijación
- Medición ángulo
- Colocación sobre el soporte

Soldadura

- Traspaso de láminas hacia soporte
- Unión de láminas mediante puntos de soldadura
- Unión de conchas mediante puntos de soldadura
- Soldadura de base

Para aquellos elementos que involucran movimientos con cargas, se decidió aplicar las tablas del método de Snook y Ciriello, ya que éstos definen los

pesos y fuerzas que son aceptables para tareas de este tipo (transporte, halar, empujar, levantamiento y descarga). Tales elementos son:

Corte

- Traspaso de lámina a cortadora
- Transporte

Doblado

- Transporte

Soldadura

- Traslado de láminas hacia soporte
- Traslado de conchas hacia soporte de soldadura final
- Unión de conchas mediante puntos de soldadura

Debido a la presencia de tareas que están asociadas altos niveles de fatiga, se decidió aplicar el método de Sue Rodgers, las cuales son:

Soldadura

- Soldadura completa

Esmerilado

- Esmerilado
- Limado manual

Pintado

- Pintado Manual

Para este trabajo de grado el nivel de riesgo y de acción se establecerá en función de tres colores: verde, amarillo y rojo.

- **Verde:** Indica que el nivel de riesgo asociado al elemento es aceptable, y no requiere de propuestas de mejora.
- **Amarillo:** Indica que el nivel de riesgo asociado al elemento es moderado, y que requiere de propuestas de mejora para mediano plazo.

- **Rojo:** Indica que el nivel de riesgo asociado al elemento es inaceptable, y que requiere de propuestas de mejora de forma inmediata.

Cada uno de los métodos que serán aplicados arroja su respectivo resultado, para efectos de este trabajo, dichos resultados serán interpretados o transformados a uno de los colores anteriormente explicados, a fin de trabajar los resultados de los diferentes métodos forma análoga y bajo un único formato, de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 5.1. Nivel de Riesgo por Colores

	RESULTADO	NIVEL DE RIESGO	COLOR
REBA	1	Inapreciable	V
	2-3	Bajo	V
	4-7	Medio	A
	8-10	Alto	R
	11-15	Muy alto	R
SNOOK & CIRIELLO	< 1	Aceptable	V
	1	Justo	A
	> 1	No aceptable	R
SUE RODGERS	111-112-113- 211-121-212- 311-122-131- 221	Leve	V
	123-132-213- 222-231-232- 312	Moderado	A
	223-313-321- 322	Alto	R
	323-331-332	Muy alto	R

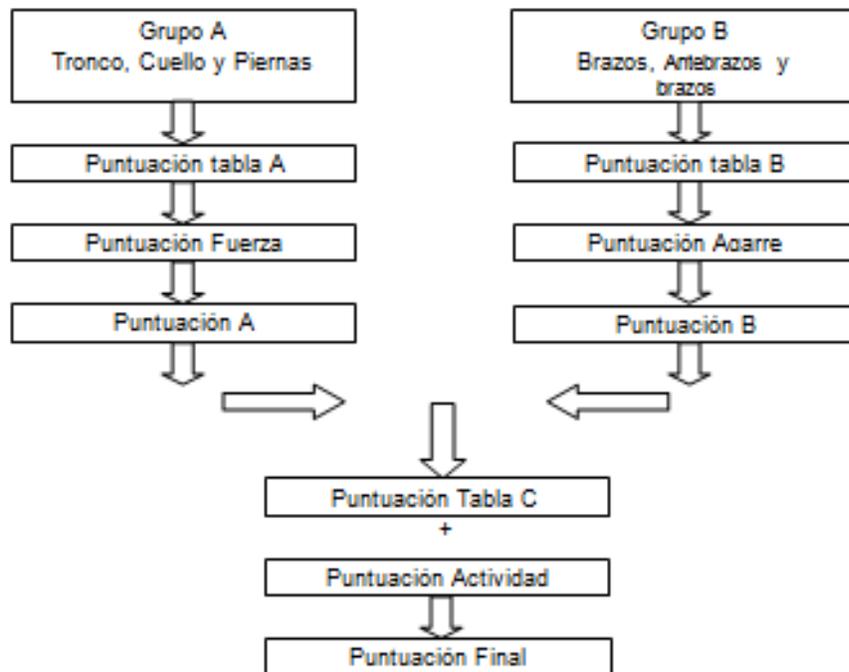
Fuente: Elaboración Propia

Aplicación de Método REBA

Para la aplicación de este método primeramente se procedió a grabar la operación para seguidamente recoger las evidencias fotográficas, las cuales servirán para analizar las posturas más críticas con sus respectivos ángulos.

El método REBA permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo, del tronco, del cuello y de las piernas. La metodología empleada es la división en dos grupos (A y B) de las partes del cuerpo para su mejor análisis. El grupo A está conformado por el tronco, cuello y las piernas, mientras que el grupo B por los brazos, antebrazos y las muñecas. Según el análisis de cada grupo y la búsqueda en las tablas del método se arrojaran valores o puntajes los cuales serán modificados según la fuerza y el agarre que esté presente en el elemento de estudio. Terminado este análisis se arrojará un puntaje preliminar que a su vez será nuevamente modificado según la cantidad de actividad presente, colocado este último puntaje se obtendrá la puntuación final del método y la caracterización de riesgo ergonómico de la operación.

Figura 5.1. Esquema Método REBA



Fuente: Ergonautas

Tabla de Imágenes 5.1. Corte, Puesta Punto.

Proceso: Corte	Elemento: Puesta a punto	
TRONCO	CUELLO	PIERNAS
		
BRAZO	ANTEBRAZO	MUÑECAS
		
		
Inclinación lateral, ligera torsión del cuello y hombros levantados		Posturas irregulares

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.2. Resultados Método REBA, Puesta Punto. Corte.

Proceso	Corte		Elemento	Puesta a punto		
Grupo	A			B		
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas
	Flexión 47°	Extensión 17°	Soporte bilateral	Flexión 67°	Flexión 149°	No existe ni flexión ni extensión
Ptos.	3	2	1	3	2	1
Observaciones	Existe inclinación lateral del tronco	Existe ligera torsión del cuello	Existe flexión de 43°	Hombros elevados		Existe ligera desviación lateral de la muñeca
Extras	+1	+1	+1	+1		+1
Ptos.	4	3	2	4	2	2
Puntaje	7			6		
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre		
	No sostiene carga			No existe agarre de carga		
Ptos. Tabla	7			6		
C	9					
Ptos Actividad	Se adoptan posturas irregulares +1					
Puntaje Final	10					

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 10 correspondiendo con un nivel de riesgo ergonómico alto o una estación roja según la metodología en uso de este estudio.

Análisis: Las partes del cuerpo que se notan más afectadas o que arrojan un puntaje significativo al estudio son las del grupo A (Tronco, Cuello y Piernas) esto debido a las diferentes posturas disergonómicas que están

presentes. Por lo tanto al momento de hacer mejoras ergonómicas se recomienda hacer un mayor enfoque en este grupo.

Tabla de Imágenes 5.2. Corte, Traslado de Láminas a Cortadora.

Proceso: Corte	Elemento: Traslado de lámina a cortadora	
<p data-bbox="375 552 509 579">TRONCO</p> 	<p data-bbox="789 569 909 596">CUELLO</p> 	<p data-bbox="1187 552 1321 579">PIERNAS</p> 
<p data-bbox="386 1035 498 1062">BRAZO</p> 	<p data-bbox="756 1035 940 1062">ANTEBRAZO</p> 	<p data-bbox="1179 1035 1331 1062">MUÑECAS</p> 
		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.3. Resultados Método REBA, Traslado de Láminas a Cortadora.
Corte.

Proceso	Corte		Elemento	Traslado lámina a cortadora		
Grupo	A			B		
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas
	Flexión 7°	Flexión 6°	Soporte bilateral	Flexión 104°	Flexión 150°	No existe flexión ni extensión
Ptos.	2	1	1	4	2	1
Observaciones	No hay torsión ni lateralización	No hay torsión ni lateralización	No existe flexión de las piernas	Existe abducción		No existe torsión ni desviación lateral
Extras				+1		
Ptos.	2	1	1	5	2	1
Puntaje	2			7		
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre		
	Más 10 Kg +2 La fuerza se aplica bruscamente +1			Regular +1		
Ptos. Tabla	5			8		
C	8					
Ptos Actividad	4 repeticiones en un minuto +1					
Puntaje Final	9					

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 9 correspondiendo con un nivel de riesgo ergonómico alto o una estación roja según la metodología en uso de este estudio.

Análisis: En esta operación se puede notar que el principal problema que hace que esta estación se encuentre en rojo es el trabajar por encima de los hombros con pesos mayores a 10 Kg sin ningún tipo de ayuda mecánica, esto podría ocasionar en un futuro problemas en los operarios en la parte

baja de la espalda así como también en los hombros (enfermedad del manguito rotador, artritis, hombro congelado) y en los brazos (artritis, tirones) Por lo tanto el enfoque de mejora de este puesto de trabajo debe estar centrado en disminuir la carga levantada y rediseñar el puesto de trabajo para que los brazos trabajen con un ángulo permisible.

Tabla de Imágenes 5.3, Corte, Corte de Láminas

Proceso: Corte	Elemento: Corte de láminas	
<p data-bbox="397 716 527 747">TRONCO</p>  <p data-bbox="495 892 544 924">31°</p>	<p data-bbox="766 716 880 747">CUELLO</p>  <p data-bbox="820 934 852 966">7°</p>	<p data-bbox="1128 716 1258 747">PIERNAS</p>  <p data-bbox="1209 1102 1258 1134">21°</p>
<p data-bbox="409 1234 516 1266">BRAZO</p>  <p data-bbox="430 1396 479 1428">61°</p>	<p data-bbox="734 1234 912 1266">ANTEBRAZO</p>  <p data-bbox="820 1417 868 1449">88°</p>	<p data-bbox="1123 1234 1269 1266">MUÑECAS</p>  <p data-bbox="1079 1480 1128 1512">70°</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.4. Resultados Método REBA, Corte de Láminas. Corte

Proceso	Corte		Elemento	Corte de láminas		
Grupo	A			B		
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas
	Flexión 31°	Flexión 7°	Soporte bilateral	Flexión 61°	Flexión 88°	Extensión 70°
Ptos.	2	1	1	3	1	2
Observación	Existe inclinación lateral del tronco	Existe torsión del cuello	Existe flexión de 21°			
Extras	+1	+1	+1			
Ptos.	3	2	2	3	2	2
Puntaje	5			5		
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre		
	No sostiene carga			No existe agarre de carga		
Ptos. Tabla	5			5		
C	6					
Ptos Actividad	0					
Puntaje Final	6					

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 6 correspondiendo con un nivel de riesgo ergonómico medio o una estación de trabajo amarilla según la metodología en uso de este estudio.

Análisis: A pesar de que en esta estación de trabajo no estamos en presencia de una operación que requiera una mejora inmediata, se deben

tomar en cuenta ciertas posturas y posiciones que a largo plazo podrían causar molestia en el operario, este el caso de los brazos y el tronco.

Tabla de Imágenes 5.4, Corte, Recolección y Medición de Láminas

Proceso: Corte	Elemento: Recolección y medición de láminas	
<p>TRONCO</p> 	<p>CUELLO</p> 	<p>PIERNAS</p> 
<p>BRAZO</p> 	<p>ANTEBRAZO</p> 	<p>MUÑECAS</p> 
 <p>Adopción de posturas irregulares</p>		

Fuentes: Elaboración Propia

Tabla 5.5. Resultados Método REBA, Recolección y Medición de Láminas.
Corte

Proceso	Corte			Elemento	Recolección y medición de láminas		
Grupo	A			B			
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas	
	Flexión 69°	Extensión 24°	Soporte bilateral	Flexión 62°	Flexión 73°	Extensión 81°	
Ptos.	4	2	1	3	1	2	
Observación			Existe flexión de 27°				
Extras			+1				
Ptos.	4	2	2	3	1	2	
Puntaje	6			4			
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre			
	No sostiene carga			No existe agarre de carga			
Ptos. Tabla	6			4			
C	7						
Ptos Actividad	Se repite más de cuatro veces por minuto +1 Se adoptan posturas irregulares +1						
Puntaje Final	9						

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 9, correspondiendo con un nivel de riesgo ergonómico alto o una estación roja según la metodología en uso de este estudio.

Análisis: La aplicación del método nos arroja que debemos implementar una mejora ergonómica de manera inmediata con un enfoque hacia las partes del

cuerpo que se ven más afectadas como lo son el tronco y las piernas, así como también buscar mejoras en los métodos de trabajo para buscar una disminución de las repeticiones del trabajo.

Tabla de Imágenes 5.5, Doblado, Medición

Proceso: Doblado	Elemento: Medición	
<p data-bbox="397 562 527 588">TRONCO</p>  <p data-bbox="576 682 625 709">53°</p>	<p data-bbox="787 640 917 667">CUELLO</p>  <p data-bbox="755 682 803 709">21°</p>	<p data-bbox="1161 562 1291 588">PIERNAS</p> 
<p data-bbox="406 1045 511 1071">BRAZO</p>  <p data-bbox="495 1144 544 1171">27°</p>	<p data-bbox="763 1045 950 1071">ANTEBRAZO</p>  <p data-bbox="885 1165 933 1192">110°</p>	<p data-bbox="1153 1045 1307 1071">MUÑECAS</p>  <p data-bbox="1258 1333 1291 1360">6°</p>
		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.6. Resultados Método REBA, Medición. Doblado

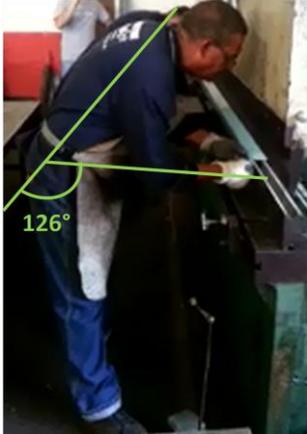
Proceso	Doblado		Elemento	Medición		
Grupo	A			B		
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas
	Flexión 53°	Extensión 21°	Soporte bilateral	Flexión 27°	Flexión 110°	Flexión 6°
Ptos.	3	2	1	2	2	1
Observación		Ligera torsión del cuello		Existe abducción		
Extras		+1		+1		
Ptos.	3	3	1	3	2	1
Puntaje	5			4		
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre		
	No sostiene carga			No existe agarre de carga		
Ptos. Tabla	5			4		
C	5					
Ptos. Actividad	0					
Puntaje Final	5					

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 5 interpretándose esta como un nivel de riesgo ergonómico medio o una estación de trabajo amarilla según la metodología en uso en este estudio.

Análisis: Estamos en presencia de una estación que no presenta riesgo de forma inmediata pero no se debe descuidar las partes del cuerpo del grupo A en especial el tronco y el cuello ya que son las que mayor puntaje le dan al estudio.

Tabla de Imágenes. 5.6, Doblado, Puesta Punto y Doblado

Proceso: Doblado	Elemento: Puesta a punto y doblado	
<p>TRONCO</p>  <p>46°</p>	<p>Inclinación lateral del cuello</p> 	<p>PIERNAS</p> 
<p>BRAZO</p>  <p>46°</p>	<p>ANTEBRAZO</p>  <p>126°</p>	<p>MUÑECAS</p>  <p>5°</p>
<p>Cuello</p>  <p>29°</p>		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.7. Resultados Método REBA, Puesta a Punto y Doblado. Doblado

Proceso	Doblado		Elemento	Puesta a punto y Doblado		
Grupo	A			B		
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas
	Flexión 46°	Extensión 29°	Soporte bilateral	Flexión 46°	Flexión 126°	Flexión 6°
Ptos.	3	2	1	3	2	1
Observación		Inclinación lateral del cuello				Desviación lateral de la muñeca
Extras		+1				+1
Ptos.	3	3	1	3	2	2
Puntaje	5			5		
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre		
	No sostiene carga			No existe agarre de carga		
Ptos. Tabla	5			5		
C	6					
Ptos Actividad	Postura soportada más de un minuto +1					
Puntaje Final	7					

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 7, correspondiendo con un nivel de riesgo ergonómico medio o una estación de trabajo amarilla según la metodología en uso en este estudio.

Análisis: Esta operación requiere de mucha concentración y exactitud, y es una estación que arroja un nivel de riesgo medio pero con tendencia hacia alto por lo que no se debe descuidar y proponer mejoras ergonómicas a largo plazo en cuanto a la flexión del cuello y el tronco.

Tabla de Imágenes. 5.7, Doblado, Medición de Angulo.

Proceso: Doblado	Elemento: Medición de ángulo	
<p data-bbox="402 413 529 445">TRONCO</p> 	<p data-bbox="673 455 969 583">Inclinación lateral de tronco y cuello, torsión cuello y abducción de los brazos</p> 	<p data-bbox="1117 413 1243 445">PIERNAS</p> 
<p data-bbox="415 1003 516 1035">BRAZO</p> 	<p data-bbox="727 1003 912 1035">ANTEBRAZO</p> 	<p data-bbox="1105 1003 1255 1035">MUÑECAS</p> 
		<p data-bbox="768 1795 885 1827">CUELLO</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.8. Resultados Método REBA, Medición de Angulo. Doblado

Proceso	Dobleza		Elemento	Medición ángulo		
Grupo	A			B		
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas
	Flexión 51°	Flexión 13°	Soporte bilateral	Flexión 27°	Flexión 99°	Flexión 6°
Ptos.	3	1	1	2	1	1
Observación	Inclinación lateral del tronco	Inclinación lateral y torsión del cuello		Existe abducción		
Extras	+1	+2		+1		
Ptos.	4	3	1	3	1	1
Puntaje	6			3		
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre		
	No sostiene carga			No existe agarre de carga		
Ptos. Tabla	6			3		
C	6					
Ptos. Actividad	0					
Puntaje Final	6					

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 6, correspondiendo con un nivel de riesgo ergonómico medio o una estación de trabajo amarilla según la metodología en uso de este estudio.

Análisis: Esta operación es muy similar a la anterior (Puesta Punto y Doblado) no requiere de una solución inmediata ya que su nivel de riesgo no es alto, pero si se deben hacer mejoras a largo plazo en lo que a las posturas del cuello y el tronco se refiere.

Tabla de Imágenes. 5.8, Doblado, Colocación de Láminas sobre Soporte.

Proceso: Doblado	Elemento: Colocación de lámina sobre soporte	
<p style="text-align: center;">TRONCO</p> 	<p style="text-align: center;">CUELLO</p> 	<p style="text-align: center;">PIERNAS</p> 
<p style="text-align: center;">BRAZO</p> 	<p style="text-align: center;">ANTEBRAZO</p> 	<p style="text-align: center;">MUÑECAS</p> 

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.9. Resultados Método REBA, Colocación de Laminas Sobre Soporte, Doblado.

Proceso	Doblado			Elemento	Colocación de lámina sobre soporte		
Grupo	A			B			
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas	
	Flexión 50°	Flexión 9°	Soporte Bilateral	Flexión 51°	Flexión 78°	Extensión 11°	
Ptos.	3	1	1	3	1	1	
Observaciones	No hay lateralización ni rotación	No hay lateralización ni rotación	Flexión de rodillas 28°	Pegados al Cuerpo		No torsión ni desviación lateral	
Extras	0	0	0	0	0	0	
Ptos.	3	1	1	3	1	1	
Puntaje	2			3			
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre			
	Carga superior a los 10Kg +2			Regular +1			
Ptos. Tabla	4			4			
C	4						
Ptos Actividad	Repetición de 4 veces en un minuto +1						
Puntaje Final	5						

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 5, correspondiendo con un nivel de riesgo ergonómico medio o una estación de trabajo amarilla según la metodología en uso de este estudio.

Análisis: Esta es una operación con riesgo ergonómico medio desde el punto de vista de carga postural, viéndose solamente una afección moderada la postura del tronco, debido a que los soportes son muy pequeños, y al levantamiento de carga, por lo que se propone prolongar el estudio con un método que se base solo en el análisis de carga (realizado más adelante método Sue Rogers).

Tabla de Imágenes. 5.9, Soldadura, Traslado de Láminas hacia Soporte.

Proceso: Soldadura	Elemento: Traslado de láminas hacia soporte	
<p style="text-align: center;">TRONCO</p> 	<p style="text-align: center;">CUELLO</p> 	<p style="text-align: center;">PIERNAS</p> 
<p style="text-align: center;">BRAZO</p> 	<p style="text-align: center;">ANTEBRAZO</p> 	<p style="text-align: center;">MUÑECAS</p> 
		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.10. Resultados Método REBA, Traslado de Lámina hacia Soporte.
Soldadura

Proceso	Soldadura			Elemento	Traslado de láminas hacia soporte		
Grupo	A			B			
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas	
	Flexión 74°	Extensión 12°	Soporte Bilateral	Flexión 56°	Flexión 74°	Extensión 20°	
Ptos.	4	1	1	3	1	2	
Observaciones	No presencia de torsión o lateralización	Torsión del cuello	Flexión de 13°	Brazos Abducidos		No hay torsión o desviación lateral	
Extras	0	+1	0	+1	0	0	
Ptos.	4	2	1	4	1	2	
Puntaje	5			5			
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre			
	Carga superior a los 10Kg +2			Malo +2			
Ptos. Tabla	7			7			
C	9						
Ptos. Actividad	Repetición de 4 veces en un minuto +1						
Puntaje Final	10						

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 10, correspondiendo con un nivel de riesgo ergonómico alto o una estación roja según la metodología en uso en este estudio.

Análisis: La aplicación del método nos arroja una estación con riesgo ergonómico, por lo que se deben proponer mejoras ergonómicas para esta operación de forma inmediata ya que hay partes del cuerpo que se encuentran comprometidas al realizar la operación, así como también realizar un estudio de la carga levantada ya que esta influye de manera directa en el

aumento del riesgo y en la afección de las partes del cuerpo. Con una mejora en la metodología o en el cómo se hace el transporte, esta tarea podría ser modificada o eliminada, ya que actualmente resulta innecesaria.

Tabla de Imágenes. 5.10, Soldadura, Unión de láminas mediante Puntos de Soldadura

Proceso: Soldadura	Elemento: Unión de laminas mediante puntos de soldadura	
<p style="text-align: center;">TRONCO</p> 	<p style="text-align: center;">CUELLO</p> 	<p style="text-align: center;">PIERNAS</p> 
<p style="text-align: center;">BRAZO</p> 	<p style="text-align: center;">ANTEBRAZO</p> 	<p style="text-align: center;">MUNECAS</p> 
<p style="text-align: center;">  Inclinación lateral del tronco y cuello Fuente: Elaboración Propia </p>		

Tabla 5.11. Resultados Método REBA, Unión de láminas mediante puntos de Soldadura. Soldadura

Proceso	Soldadura			Elemento	Unión de laminas mediante puntos de soldadura		
Grupo	A			B			
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas	
	Flexión 28°	Flexión 17°	Soporte bilateral	Flexión 51°	Flexión 100°	Extensión 12°	
Ptos.	3	1	1	3	1	1	
Observaciones	Inclinación lateral del tronco	Inclinación Lateral	No hay flexión	Abducidos		Desviación lateral	
Extras	+1	+1	0	+1	0	+1	
Ptos.	4	2	1	4	1	2	
Puntaje	5			5			
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre			
	Carga o Fuerza menor a 5 Kg +0			Agarre Bueno +0			
Ptos. Tabla	5			5			
C	6						
Ptos. Actividad	Repetición de 4 veces en un minuto +1						
Puntaje Final	7						

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 7, correspondiendo con un nivel de riesgo ergonómico medio o una estación de trabajo amarilla según la metodología en uso en este estudio.

Análisis: El riesgo presente en esta operación no requiere una solución inmediata pero si debe tomar en cuenta a largo plazo ya que puede generar problemas musculo esqueléticos en un futuro. Las partes del cuerpo que se encuentran más comprometidas son el tronco y los brazos.

Tabla de Imágenes. 5.11, Soldadura, Unión de Conchas mediante puntos de Soldadura.

Proceso: Soldadura	Elemento: Unión de Conchas Mediante puntos de soldadura	
<p style="text-align: center;">TRONCO</p> 	<p style="text-align: center;">CUELLO</p> 	<p style="text-align: center;">PIERNAS</p> 
<p style="text-align: center;">BRAZO</p> 	<p style="text-align: center;">ANTEBRAZO</p> 	<p style="text-align: center;">MUÑECAS</p> 
 <p style="text-align: center;">Inclinación lateral del tronco</p>		 <p style="text-align: center;">Posturas irregulares</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.12. Resultados Método REBA, Unión de Conchas mediante puntos de Soldadura, Soldadura.

Proceso	Soldadura		Elemento	Unión de Conchas Mediante puntos de soldadura		
Grupo	A			B		
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas
	Flexión 39°	Flexión 16°	Soporte Bilateral	Flexión 135°	Flexión 47°	Flexión 31°
Ptos.	3	1	1	4	2	2
Observaciones	Presencia de Lateralización	Inclinación lateral del cuello	Flexión de las rodillas 10°	Brazos Abducidos		Hay torsión o desviación lateral
Extras	+1	+1	0	+1		+1
Ptos.	4	2	1	5	2	3
Puntaje	5			8		
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre		
	Carga o Fuerza menor a 5 Kg +0			Agarre Bueno +0		
Ptos. Tabla	5			8		
C	8					
Ptos Actividad	Cambios de Posturas Importantes +1					
Puntaje Final	9					

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 9, correspondiendo con un nivel de riesgo ergonómico alto o una estación roja según la metodología en uso en este estudio.

Análisis: El riesgo presente en esta operación es alto y requiere medidas correctivas inmediatas. Según el estudio, las propuestas deben estar enfocadas hacia las mejoras de la postura del tronco y de los brazos, así como también a la disminución o eliminación de posturas forzadas o importantes.

Tabla de Imágenes. 5.12, Soldadura, Soldadura de Base

Proceso: Soldadura	Elemento: Soldadura Base	
TRONCO	CUELLO	PIERNAS
		
BRAZO	ANTEBRAZO	
		
ANTEBRAZO		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.13. Resultados Método REBA, Soldadura de Base, Soldadura

Proceso	Soldadura		Elemento	Soldadura Base		
Grupo	A			B		
Posturas	Tronco	Cuello	Piernas	Brazos	Antebrazos	Muñecas
	Erguido <20°	Flexión 49°	Soporte bilateral	Flexión 9°	Flexión 81°	Flexión <15°
Ptos.	1	2	1	1	1	1
Observaciones	No hay torsión ni lateralización	No hay rotación ni lateralización	Inclinación 6°	Pegados al cuerpo		No hay torsión o desviación lateral
Extras	0	0	0	0	0	0
Ptos.	1	2	1	1	1	1
Puntaje	1			1		
Modificación	Ptos. Fuerzas			Ptos. Agarre		
	Carga o Fuerza menor a 5 Kg +0			Agarre Bueno +0		
Ptos. Tabla	1			1		
C	1					
Ptos. Actividad	Repetición de 4 veces en un minuto +1					
Puntaje Final	2					

Fuente: Elaboración Propia

Resultado: La aplicación del método nos arroja una puntuación de 2 interpretándose esta como un nivel de riesgo ergonómico bajo o una estación verde según la metodología en uso en este estudio.

Análisis: Según el método no hay riesgo ergonómico importante en esta operación por lo que no requiere una propuesta de mejora correctiva inmediata, se podrían generar propuestas para mejorar aun más la estación pero no son la prioridad a corto o mediano plazo.

Tablas de Snook & Ciriello

Las tablas de Snook & Ciriello (1991) tiene como objetivo estudiar la asociación entre dolores dorso-lumbares y la realización de tareas de levantamiento, descenso, transporte, empuje y tracción de cargas en hombres y mujeres con la finalidad de definir el tipo de riesgo que se tiene presente, este puede considerarse aceptable, mejorable o de alto riesgo. Este método se enfoca en los porcentajes de la población que se ven afectados o los que pueden realizar la tarea (10%, 25%, 50%,75%, 90%). Su estudio se basa en la comparación con tablas las cuales fueron obtenidas de forma experimental con la finalidad de proporcionar directrices para la evaluación y el diseño de tareas con manipulación manual de cargas sensibles a las limitaciones y capacidades de los trabajadores, y de este modo, contribuir a la reducción de las lesiones de tipo lumbar. Estas tablas se encuentran distribuidas de la siguiente manera:

1. El levantamiento para hombres.
2. El levantamiento para mujeres.
3. La descarga para hombres.
4. La descarga para mujeres.
5. El arrastre para hombres.
6. El arrastre para mujeres.
7. El empuje para hombres.
8. El empuje para mujeres.
9. El transporte para hombres/mujeres (en este caso la misma tabla contiene los valores para hombres y mujeres)

Los valores que se necesitan para acceder y obtener los resultados del estudio a través de las tablas, son:

- Para las tablas de levantamiento y descarga se necesitan los siguientes valores:
 - ✓ Sexo del trabajador
 - ✓ Anchura de la carga
 - ✓ Distancia Vertical
 - ✓ Percentil
 - ✓ Zona de Manipulación de Carga
 - ✓ Frecuencia

Esta nos arrojará el peso máximo permisible.

- Para las tablas de arrate y empuje se necesitan los siguientes valores:
 - ✓ Sexo
 - ✓ Altura de manejo de la carga
 - ✓ Percentil
 - ✓ Distancia Recorrida y Frecuencia
 - ✓ Tipo de Fuerza

Esta nos dará como resultado la fuerza inicial y sostenida permisible.

- Para las tablas de transporte se deben tener los siguientes valores:
 - ✓ Sexo
 - ✓ Altura de Manejo de la carga
 - ✓ Percentil
 - ✓ Distancia Recorrida

Esta nos arrojará el peso máximo permisible.

A continuación se presenta la presentación del método en las operaciones que ameritaban la evaluación:

Tabla 5.14. Snook & Ciriello. Traspaso de Lámina a Cortadora

Proceso: Corte		Elemento: Traspaso de lámina a cortadora	
	Sexo	Masculino	
	Altura	Altura codo masculino (95 cm)	
	Porcentaje	90%	
	Distancia	2,1 m	
	Frecuencia	1 esfuerzo de halar cada 5 min	
	Máxima Fuerza Inicial Aceptable	27 Kg	
	Máxima Fuerza Sostenida Aceptable	19 Kg	
Tabla: Halar			

Fuente: Elaboración Propia

Resultado:

Fuerza inicial actual = 100,6 Kg

Fuerza sostenida actual = 78,8 Kg

Índice de riesgo fuerza inicial ($IR_{inicial}$) = 100,6 Kg / 27 Kg = 3,7 (Rojo)

Índice de riesgo fuerza sostenida ($IR_{sostenida}$) = 78,8 Kg / 19 Kg = 4,1 (Rojo)

Análisis: De acuerdo con el método, la estación es roja, por lo que se deben implementar mejoras inmediatas, las cuales comprendan ayudas mecánicas que faciliten el manejo de estas cargas que derivan en esfuerzos alrededor de cuatro veces mayores a los permitidos, afectando así al operario.

Tabla 5.15. Snook & Ciriello. Transporte (Corte)

Proceso: Corte		Elemento: Transporte	
	Sexo	Masculino	
	Altura	Altura muslo masculino (79 cm)	
	Porcentaje	90%	
	Distancia	4,3 m	
	Frecuencia	1 transporte cada 1 min	
	Peso Máximo Aceptable	18 Kg	
	Tabla: Transporte		

Fuente: Elaboración Propia

Resultado:

Peso máximo actual = 36 Kg

Índice de riesgo peso (IR) = 36 Kg / 18 Kg = 2 (Rojo)

Análisis: Los operarios están levantando cargas que resulta el doble de las permisibles según el método. En esta forma la estación es roja, por lo que se deben implementar mejoras que incluyan ayudas mecánicas o modificaciones en la distribución de la planta.

Tabla 5.16. Snook & Ciriello. Traslado y Colocación de Lamias sobre Soporte
(Doblado)

Proceso: Doblado	Elemento: Traslado y colocación de lámina sobre soporte	
 <p data-bbox="483 1209 743 1245">Tabla: Transporte</p>	Sexo	Masculino
	Altura	Altura muslo masculino (79 cm)
	Porcentaje	90%
	Distancia	4,3 m
	Frecuencia	1 transporte cada 2 min
	Peso Máximo Aceptable	19 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Resultado:

Peso máximo actual = 10,3 Kg

Índice de riesgo peso (IR) = 10,3 Kg / 19 Kg = 0,5 (Verde)

Análisis: De acuerdo con el método, la estación resultó verde, por lo que no requiere mejoras inmediatas.

Tabla 5.17. Snook & Ciriello. Traslado de lámina hacia soporte (Soldadura)

Proceso: Soldadura	Elemento: Traslado de láminas hacia soporte	
 <p data-bbox="495 1157 748 1192">Tabla: Transporte</p>	Sexo	Masculino
	Altura	Altura codo masculino (111 cm)
	Porcentaje	90%
	Distancia	2,1 m
	Frecuencia	1 transporte cada 12 s
	Peso Máximo Aceptable	14 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Resultado:

Peso máximo actual = 10,3 Kg

Índice de riesgo peso (IR) = 10,3 Kg / 14 Kg = 0,7 (Verde)

Análisis: De acuerdo con el método de Snook y Ciriello, esta estación es verde. Como se observó anteriormente, este elemento también fue evaluado a través del método REBA, el cual arroja que la estación es roja, por lo que de igual forma se cree que debe modificarse la forma en cómo se hace o eliminarla.

Tabla 5.18. Snook & Ciriello. Traslado de lámina hacia soporte de soldadura final

Proceso: Soldadura	Elemento: Traslado de conchas hacia soporte de soldadura final	
 <p data-bbox="500 1108 760 1140">Tabla: Transporte</p>	Sexo	Masculino
	Altura	Altura codo masculino (111 cm)
	Porcentaje	90%
	Distancia	2,1 m
	Frecuencia	1 transporte cada 12 s
	Peso Máximo Aceptable	14 Kg

Fuente: Elaboración Propia

Resultado:

Peso máximo actual = 18 Kg

Índice de riesgo peso (IR) = 18 Kg / 14 Kg = 1,3 (Rojo)

Análisis: De acuerdo con el método, el operario está levantando cargas que están 4 Kg por encima de lo permitido, por lo que la estación es roja. Es posible mejorar esta estación mejorando la distribución de la planta, y la forma en cómo se hace el traslado de las conchas, ya que no está muy por encima del valor permisible.

Aplicación del Método Sue Rodgers

Según Moore y Garg (1992) la aplicación de este método se hace con la finalidad de analizar las áreas del cuerpo que se encuentran afectadas por la fatiga y las malas posturas, el método se resume en la siguiente tabla:

Tabla 5.19. Método Sue Rodgers

Nivel de Esfuerzo: Si el nivel de esfuerzo no puede ser realizado por la mayoría de las personas coloque 4 para esfuerzo y muy alto en prioridad			
Parte del cuerpo	Ligero 1	Moderado 2	Pesado 3
Cuello	-Cabeza girada parcialmente hacia un lado. -Cabeza hacia atrás. -Cabeza ligeramente hacia delante	-Cabeza girada totalmente hacia un lado. -Cabeza totalmente hacia atrás. -Cabeza hacia delante alrededor de 20 grados de flexión.	-Igual que moderado pero con aplicación de fuerza o peso -Cabeza muy flexionada hacia delante (mas de 20 grados)
Hombros	-Brazos ligeramente alejados de los lados -Brazos extendidos con algún soporte	-Brazos separados del cuerpo -Sin soporte -Trabajando a nivel de la altura de la cabeza	-Aplicando fuerza o sosteniendo peso con los brazos separados del cuerpo o a nivel de la altura de la cabeza
Espalda	-Inclinarse hacia un lado o flexionarse -Extensión de la espalda (hacia atrás)	-Flexionarse hacia delante sin carga -Levantando cargas de peso moderado cercana al cuerpo -Trabajando a nivel de la altura de la cabeza	-Levantando o aplicando fuerza con giro de la región de la cintura. -Gran fuerza o carga con flexión de la región de la cintura
Brazos y Codos	-Brazos alejados del cuerpo, sin carga -Aplicación de poca fuerza y/o levantando carga cercana al cuerpo.	-Rotación del brazo por períodos, ejerciendo una fuerza moderada.	-Aplicación de gran fuerza con rotación. -Levantamiento con los brazos extendidos.
Muñecas Manos y Dedos	-Aplicación de fuerza ligera manejando pesos muy cercanos al cuerpo. -Muñeca en posición recta con aplicación de fuerza de agarre ligera.	- Área de agarre amplia o estrecha - Moderada angulación - Uso de guantes con aplicación de fuerza moderada	-Pinzamiento con los dedos -Muñeca con posición angulada en forma forzada -Manejo de superficies resbalosas
Piernas, Rodillas, Tobillos, Pies y Dedos	-Parado, caminando sin flexionarse o inclinarse -El peso del cuerpo sobre los dos pies	- Flexionarse hacia delante - Inclinarse sobre la mesa de trabajo. - El peso del cuerpo sobre un solo lado; girar el cuerpo mientras se ejerce fuerza.	-Ejerciendo grandes fuerzas, mientras se jala o levanta algún objeto. -Agacharse mientras se ejerce fuerza
Duración del Esfuerzo: Tiempo que una parte del cuerpo permanece en actividad antes del descanso Si el resultado es 4 la prioridad de cambio es muy alta			
< 6 seg 1	6-20 seg 2	20-30 seg 3	> 30 seg 4
Frecuencia de Esfuerzo: Veces que una parte del cuerpo es usada en un minuto. Si el resultado es 4 la prioridad de cambio es muy alta			
<1 vez/min 1	1-5 veces/min 2	>5-15 veces/min 3	>15 veces/min 4

Fuente: Moore y Garg, (1992)

Tabla de Imágenes. 5.13, Soldadura Completa.

Proceso: Soldadura	Elemento: Soldadura Completa	
TRONCO	CUELLO	PIERNAS
		
BRAZOS, ANTEBRAZOS Y HOMBROS		MUÑECAS
		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.20. Aplicación Sue Rogers. Soldadura Completa

AREA:		Soldadura		Operación:		Soldadura Completa		
Nivel de Esfuerzo: Si el nivel de esfuerzo no puede ser realizado por la mayoría de las personas coloque 4 para esfuerzo				Puntaje			Prioridad para el cambio	
	Ligero 1	Moderado 2	Pesado 3	Esfuerzo	Duración	Frecuencia		
Cuello	-Cabeza girada parcialmente hacia un lado. -Cabeza hacia atrás. -Cabeza ligeramente hacia delante	-Cabeza girada totalmente hacia un lado. -Cabeza totalmente hacia atrás. -Cabeza hacia delante alrededor de 20 grados de flexión.	-Igual que moderado pero con aplicación de fuerza o peso -Cabeza muy flexionada hacia delante (más de 20 grados)	3	3	2		
Hombros	-Brazos ligeramente alejados de los lados -Brazos extendidos con algún soporte	-Brazos separados del cuerpo -Sin soporte -Trabajando a nivel de la altura de la cabeza	-Aplicando fuerza o sosteniendo peso con los brazos separados del cuerpo o a nivel de la altura de la cabeza	Der	1	3	2	
				lZq	1	3	2	
Espalda	-Inclinarse hacia un lado o flexionarse -Extensión de la espalda (hacia atrás)	-Flexionarse hacia delante sin carga -Levantando cargas de peso moderado cercana al cuerpo -Trabajando a nivel de la altura de la cabeza	-Levantando o aplicando fuerza con giro de la región de la cintura. -Gran fuerza o carga con flexión de la región de la cintura	1	3	2		
Brazos y Codos	-Brazos alejados del cuerpo, sin carga -Aplicación de poca fuerza y/o levantando carga cercana al cuerpo.	-Rotación del brazo por períodos, ejerciendo una fuerza moderada.	-Aplicación de gran fuerza con rotación. -Levantamiento con los brazos extendidos.	Der	1	3	2	
				lZq	1	3	2	
Muñecas y Mano	-Aplicación de fuerza ligera manejando pesos muy cercanos al cuerpo. -Muñeca en posición recta con aplicación de fuerza de agarre ligera.	- Área de agarre amplia o estrecha - Moderada angulación de la muñeca especialmente en la flexión - Uso de guantes con aplicación de fuerza moderada	-Pinzamiento con los dedos -Muñeca con posición angulada en forma forzada -Manejo de superficies resbalosas	Der	2	3	2	
				lZq	1	3	2	
Piernas	-Parado, caminando sin flexionarse o inclinarse -El peso del cuerpo sobre los dos pies	- Flexionarse hacia delante - Inclinarse sobre la mesa de trabajo. - El peso del cuerpo sobre un solo lado; girar el cuerpo mientras se ejerce fuerza.	-Ejerciendo grandes fuerzas, mientras se jala o levanta algún objeto. -Agacharse mientras se ejerce fuerza	Der	1	3	2	
				lZq	1	3	2	
Categoría de Resultados		Leve/Verde: 111-112-113-211-121-212-311-122-131-221			Alto/Roja: 223-313-321-322			
		Moderado/Amarillo: 123-132-213-222-231-232-312			Muy Alto/Roja+ : 323-331-332			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla de Imágenes 5.14. Esmerilado Completo

Proceso: Esmerilado TRONCO	Elemento: Esmerilado Completo	
		
BRAZOS, ANTEBRAZOS Y HOMBROS LADO DERECHO 	BRAZOS, ANTEBRAZOS Y HOMBROS LADO IZQUIERDO 	MUÑECAS 
		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.21. Aplicación Sue Rodgers. Esmerilado Completo

AREA:		Esmerilado		Operación:		Esmerilado Completo	
Nivel de Esfuerzo Si el nivel de esfuerzo no puede ser realizado por la mayoría de las personas coloque 4 para esfuerzo y muy alto en prioridad				Puntaje			Prioridad para el cambio
	Ligero 1	Moderado 2	Pesado 3	Esfuerzo	Duración	Frecuencia	
Cuello	-Cabeza girada parcialmente hacia un lado. -Cabeza hacia atrás. -Cabeza ligeramente hacia delante	-Cabeza girada totalmente hacia un lado. -Cabeza totalmente hacia atrás. -Cabeza hacia delante alrededor de 20 grados de flexión.	-Iguual que moderado pero con aplicación de fuerza o peso -Cabeza muy flexionada hacia delante (más de 20 grados)	3	4	2	
Hombros	-Brazos ligeramente alejados de los lados -Brazos extendidos con algún soporte	-Brazos separados del cuerpo -Sin soporte -Trabajando a nivel de la altura de la cabeza	-Aplicando fuerza o sosteniendo peso con los brazos separados del cuerpo o a nivel de la altura de la cabeza	D	2	4	2
				l z q	1	4	2
Espalda	-Inclinarse hacia un lado o flexionarse -Extensión de la espalda (hacia atrás)	-Flexionarse hacia delante sin carga -Levantando cargas de peso moderado cercana al cuerpo	-Levantando o aplicando fuerza con giro de la región de la cintura. -Gran fuerza o carga con flexión de la región de la cintura	1	4	2	
Brazos y Codos	-Brazos alejados del cuerpo, sin carga -Aplicación de poca fuerza y/o levantando carga cercana al cuerpo.	-Rotación del brazo por periodos, ejerciendo una fuerza moderada.	-Aplicación de gran fuerza con rotación. -Levantamiento con los brazos extendidos.	D	3	4	2
				l z q	1	4	2
Muñecas y Mano	-Aplicación de fuerza ligera manejando pesos muy cercanos al cuerpo. -Muñeca en posición recta con aplicación de fuerza de agarre ligera.	- Área de agarre amplia o estrecha - Moderada angulación de la muñeca especialmente en la flexión	-Pinzamiento con los dedos -Muñeca con posición angulada en forma forzada -Manejo de superficies resbalosas	D	2	4	2
				l z q	1	4	2
Piernas	-Parado, caminando sin flexionarse o inclinarse -El peso del cuerpo sobre los dos pies	- Flexionarse hacia delante - Inclinarse sobre la mesa de trabajo. - El peso del cuerpo sobre un solo lado; girar el cuerpo mientras se ejerce fuerza.	-Ejerciendo grandes fuerzas, mientras se jala o levanta algún objeto. -Agacharse mientras se ejerce fuerza	D	2	4	2
				l z q	2	4	2
Categoría de Resultados		Leve/Verde: 111-112-113-211-121-212-311-122-131-221		Alto/Roja: 223-313-321-322			
		Moderado/Amarillo: 123-132-213-222-231-232-312		Muy Alto/Roja+ : 323-331-332			

Fuente: Elaboración Propia

Tabla de Imágenes 5.15. Lijado

Proceso: Esmerilado	Elemento: Lijado	
<p data-bbox="440 411 561 436">TRONCO</p> 	<p data-bbox="821 411 938 436">CUELLO</p> 	<p data-bbox="1179 411 1300 436">PIERNAS</p> 
<p data-bbox="342 1010 662 1108">BRAZOS, ANTEBRAZOS Y HOMBROS LADO DERECHO</p> 	<p data-bbox="708 1010 1052 1108">BRAZOS, ANTEBRAZOS Y HOMBROS LADO IZQUIERDO</p> 	<p data-bbox="1166 1010 1312 1035">MUÑECAS</p> 

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.22. Aplicación Sue Rodgers. Lijado

AREA:		Esmerilado		Operación:		Lijado	
Nivel de Esfuerzo				Puntaje			Prioridad para el cambio
Si el nivel de esfuerzo no puede ser realizado por la mayoría de las personas coloque 4 para esfuerzo y muy alto en prioridad				Esfuerzo	Duración	Frecuencia	
	Ligero 1	Moderado 2	Pesado 3				
Cuello	-Cabeza girada parcialmente hacia un lado. -Cabeza hacia atrás. -Cabeza ligeramente hacia delante	-Cabeza girada totalmente hacia un lado. -Cabeza totalmente hacia atrás. -Cabeza hacia delante alrededor de 20 grados de flexión.	-Igual que moderado pero con aplicación de fuerza o peso -Cabeza muy flexionada hacia delante (más de 20 grados)	3	4	2	
Hombros	-Brazos ligeramente alejados de los lados -Brazos extendidos con algún soporte	-Brazos separados del cuerpo -Sin soporte -Trabajando a nivel de la altura de la cabeza	-Aplicando fuerza o sosteniendo peso con los brazos separados del cuerpo o a nivel de la altura de la cabeza	3	4	2	
Espalda	-Inclinarse hacia un lado o flexionarse -Extensión de la espalda (hacia atrás)	-Flexionarse hacia delante sin carga -Levantando cargas de peso moderado cercana al cuerpo -Trabajando a nivel de la altura de la cabeza	-Levantando o aplicando fuerza con giro de la región de la cintura. -Gran fuerza o carga con flexión de la región de la cintura	1	4	2	
Brazos y Codos	-Brazos alejados del cuerpo, sin carga -Aplicación de poca fuerza y/o levantando carga cercana al cuerpo.	-Rotación del brazo por períodos, ejerciendo una fuerza moderada.	-Aplicación de gran fuerza con rotación. -Levantamiento con los brazos extendidos.	3	4	2	
Muñecas y Mano	-Aplicación de fuerza ligera manejando pesos muy cercanos al cuerpo. -Muñeca en posición recta con aplicación de fuerza de agarre ligera.	- Área de agarre amplia o estrecha - Moderada angulación de la muñeca especialmente en la flexión - Uso de guantes con aplicación de fuerza moderada	-Pinzamiento con los dedos -Muñeca con posición angulada en forma forzada -Manejo de superficies resbalosas	2	4	4	
Piernas	-Parado, caminando sin flexionarse o inclinarse -El peso del cuerpo sobre los dos pies	- Flexionarse hacia delante - Inclinarse sobre la mesa de trabajo. - El peso del cuerpo sobre un solo lado; girar el cuerpo mientras se ejerce fuerza.	-Ejerciendo grandes fuerzas, mientras se jala o levanta algún objeto. -Agacharse mientras se ejerce fuerza	2	4	4	
Categoría de Resultados		Leve/Verde: 111-112-113-211-121-212-311-122-131-221			Alto/Roja: 223-313-321-322		
		Moderado/Amarillo: 123-132-213-222-231-232-312			Muy Alto/Roja+ : 323-331-332		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla de Imágenes 5.16. Aplicación de Fondo

Proceso: Pintado TRONCO	Elemento: Aplicación de Fondo	
		
<p data-bbox="509 888 711 919">ANTEBRAZOS</p> 	<p data-bbox="1081 888 1230 919">MUÑECAS</p> 	
 <p data-bbox="906 1686 1084 1717">Lateralización</p>		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.23. Aplicación Sue Rodgers. Aplicación de Fondo

AREA:		Pintado		Operación:			Fondo	
Nivel de Esfuerzo Si el nivel de esfuerzo no puede ser realizado por la mayoría de las personas coloque 4 para esfuerzo y muy alto en prioridad				Puntaje			Prioridad para el cambio	
	Ligero 1	Moderado 2	Pesado 3	Esfuerzo	Duración	Frecuencia		
Cuello	-Cabeza girada parcialmente hacia un lado. -Cabeza hacia atrás. -Cabeza ligeramente hacia delante	-Cabeza girada totalmente hacia un lado. -Cabeza totalmente hacia atrás. -Cabeza hacia delante alrededor de 20 grados de flexión.	-Igual que moderado pero con aplicación de fuerza o peso -Cabeza muy flexionada hacia delante (más de 20 grados)	3	3	2		
Hombros	-Brazos ligeramente alejados de los lados -Brazos extendidos con algún soporte	-Brazos separados del cuerpo -Sin soporte -Trabajando a nivel de la altura de la cabeza	-Aplicando fuerza o sosteniendo peso con los brazos separados del cuerpo o a nivel de la altura de la cabeza	Der	1	3	2	
				Izq	1	1	1	
Espalda	-Inclinarse hacia un lado o flexionarse -Extensión de la espalda (hacia atrás)	-Flexionarse hacia delante sin carga -Levantando cargas de peso moderado cercana al cuerpo -Trabajando a nivel de la altura de la cabeza	-Levantando o aplicando fuerza con giro de la región de la cintura. -Gran fuerza o carga con flexión de la región de la cintura	1	1	2		
Brazos y Codos	-Brazos alejados del cuerpo, sin carga -Aplicación de poca fuerza y/o levantando carga cercana al cuerpo.	-Rotación del brazo por períodos, ejerciendo una fuerza moderada.	-Aplicación de gran fuerza con rotación. -Levantamiento con los brazos extendidos.	Der	2	3	2	
				Izq	1	1	1	
Muñecas y Mano	-Aplicación de fuerza ligera manejando pesos muy cercanos al cuerpo. -Muñeca en posición recta con aplicación de fuerza de agarre ligera.	- Área de agarre amplia o estrecha - Moderada angulación de la muñeca especialmente en la flexión - Uso de guantes con aplicación de fuerza moderada	-Pinzamiento con los dedos -Muñeca con posición angulada en forma forzada -Manejo de superficies resbalosas	Der	3	3	2	
				Izq	1	1	1	
Piernas	-Parado, caminando sin flexionarse o inclinarse -El peso del cuerpo sobre los dos pies	- Flexionarse hacia delante - Inclinarse sobre la mesa de trabajo. - El peso del cuerpo sobre un solo lado; girar el cuerpo mientras se ejerce fuerza.	-Ejerciendo grandes fuerzas, mientras se jala o levanta algún objeto. -Agacharse mientras se ejerce fuerza	Der	1	2	2	
				Izq	1	2	2	
Categoría de Resultados		Leve/Verde: 111-112-113-211-121-212-311-122-131-221			Alto/Roja: 223-313-321-322			
		Moderado/Amarillo: 123-132-213-222-231-232-312			Muy Alto/Roja+ : 323-331-332			

Fuente: Elaboración Propia

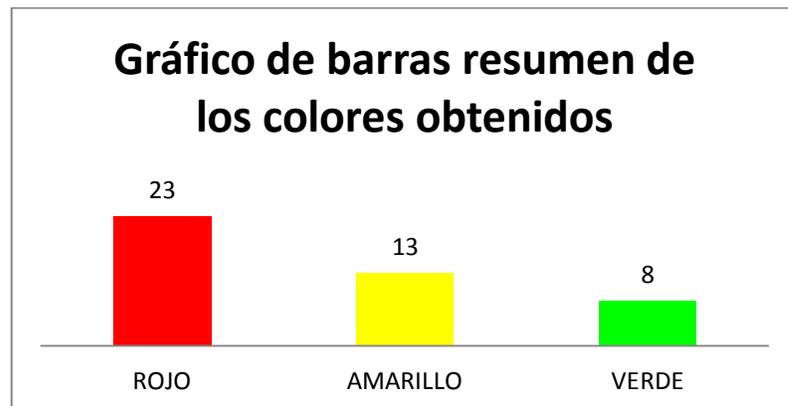
Tabla 5.24. Resumen de los resultados

	ELEMENTO	METODO	RESULTADO	COLOR
CORTE	PUESTA A PUNTO	REBA	10	R
	TRASPASO DE LÁMINA A CORTADORA	REBA	9	R
		SNOOK & CIRIELLO	Inicial 3,7	R
			Sostenida 4,1	
	CORTE DE LÁMINAS	REBA	6	A
	RECOLECCIÓN Y MEDICIÓN DE LÁMINAS	REBA	9	R
DOBLADO	TRANSPORTE	SNOOK & CIRIELLO	2	R
	MEDICIÓN	REBA	5	A
	PUESTA A PUNTO Y DOBLEZ	REBA	7	A
	MEDICIÓN DE ÁNGULO	REBA	6	A
	TRASLADO Y COLOCACION DE LAMINAS SOBRE SOPORTE	SNOOK & CIRIELLO	0,5	V
		REBA	5	A
SOLDADURA	TRASLADO DE LAMINAS HACIA SOPORTE	REBA	10	R
		SNOOK & CIRIELLO	0,7	V
	UNIÓN DE LÁMINAS MEDIANTE PUNTOS DE SOLDADURA	REBA	7	A
	TRASLADO DE CONCHAS HACIA SOPORTE DE SOLDADURA FINAL	SNOOK & CIRIELLO	1,3	R
	UNIÓN DE CONCHAS MEDIANTE PUNTOS DE SOLDADURA	REBA	9	R
	SOLDADURA COMPLETA	SUE ROGERS	Cuello 3-3-2	R
			Hombros 1-3-2	A
			Espalda 1-3-2	A
			Brazos 1-3-2	A
Muñecas 2-3-2			A	
Piernas 1-3-2			A	
SOLDADURA DE BASE	REBA	2	V	

ESMERILADO	ESMERILADO	SUE ROGERS	Cuello 3-4-2	R
			Hombro 2-4-2	R
			Espalda 1-4-2	R
			Brazos 3-4-2	R
			Muñecas 2-4-2	R
			Piernas 2-4-2	R
	LIMADO MANUAL	SUE ROGERS	Cuello 3-4-2	R
			Hombros 3-4-2	R
			Espalda 1-4-2	R
			Brazos 3-4-2	R
			Muñecas 2-4-2	R
			Piernas 2-4-2	R
PINTADO	Aplicación de Fondo Manual	SUE ROGERS	Cuello 3-2-2	R
			Hombro Der 1-3-2	A
			Hombro Izq. 1-1-1	V
			Espalda 1-2-1	V
			Brazo Der 2-3-2	A
			Brazo Izq. 1-1-1	V
			Muñeca Der 3-3-2	R
			Muñeca Izq. 1-1-1	V
			Piernas 1-2-2	V

(Continuación Tabla 5.24) Fuente: Elaboración Propia

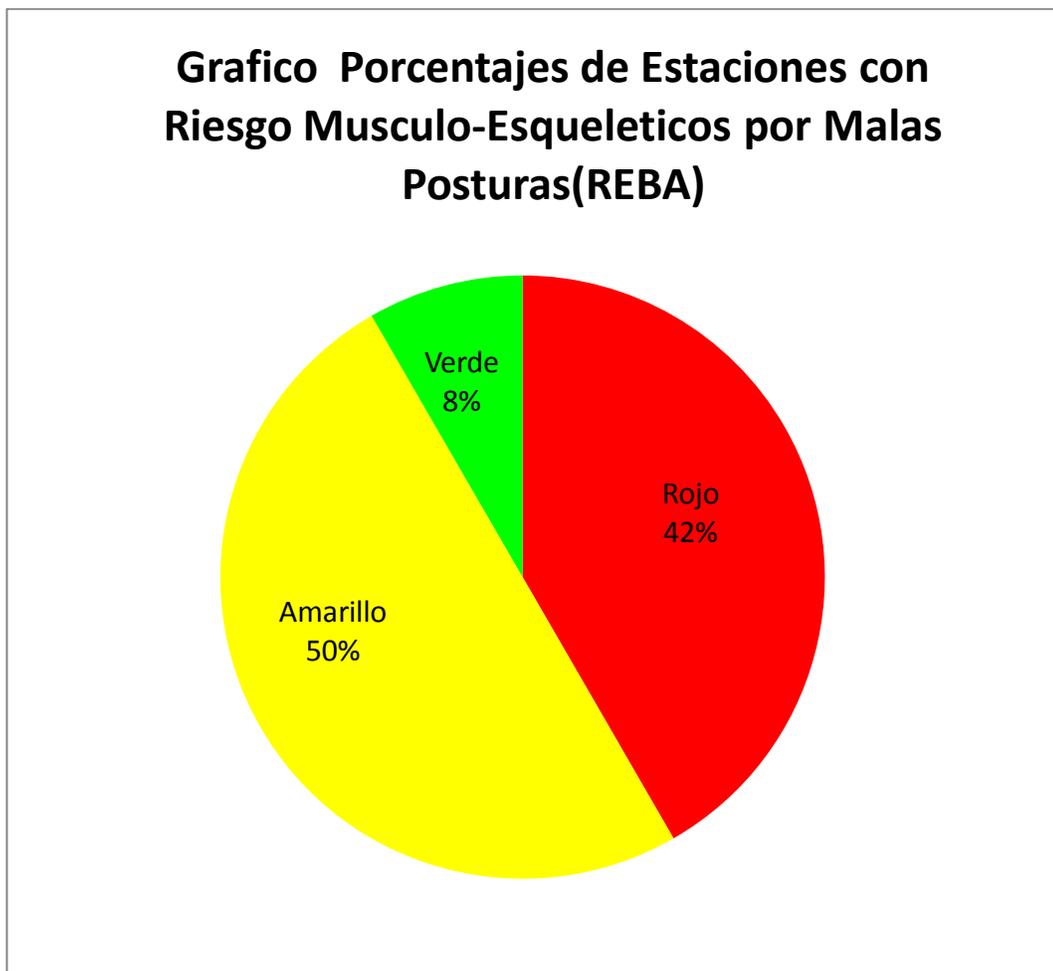
Figura 5.1. Grafico de Barras Resumen de los Colores Obtenidos



Fuente: Elaboración Propia

Análisis de Resultados

Figura 5.2. Grafico de Porcentaje de Estaciones con Riesgo Musculo-Esqueléticos por Malas Posturas (REBA)



Fuente: Elaboración Propia

En la figura 5.2 se puede detallar que de las estaciones evaluadas con el método REBA, con la finalidad de conocer si hay presencia de riesgo por malas posturas o afecciones musculo esqueléticas, se tiene que el 42% presentan un riesgo ergonómico por afecciones musculo esqueléticas alto y requieren de propuestas de mejoras inmediatas, de forma siguiente el 50% de las estaciones tienen riesgo ergonómico medio por lo que deben ser

tratadas en un mediano o largo plazo y por ultimo un 8% de las estaciones no presenta un riesgo significativo.

Figura 5.3. Grafico de Porcentajes de Estaciones con Riesgo por levantamiento de Carga (Snook & Ciriello)

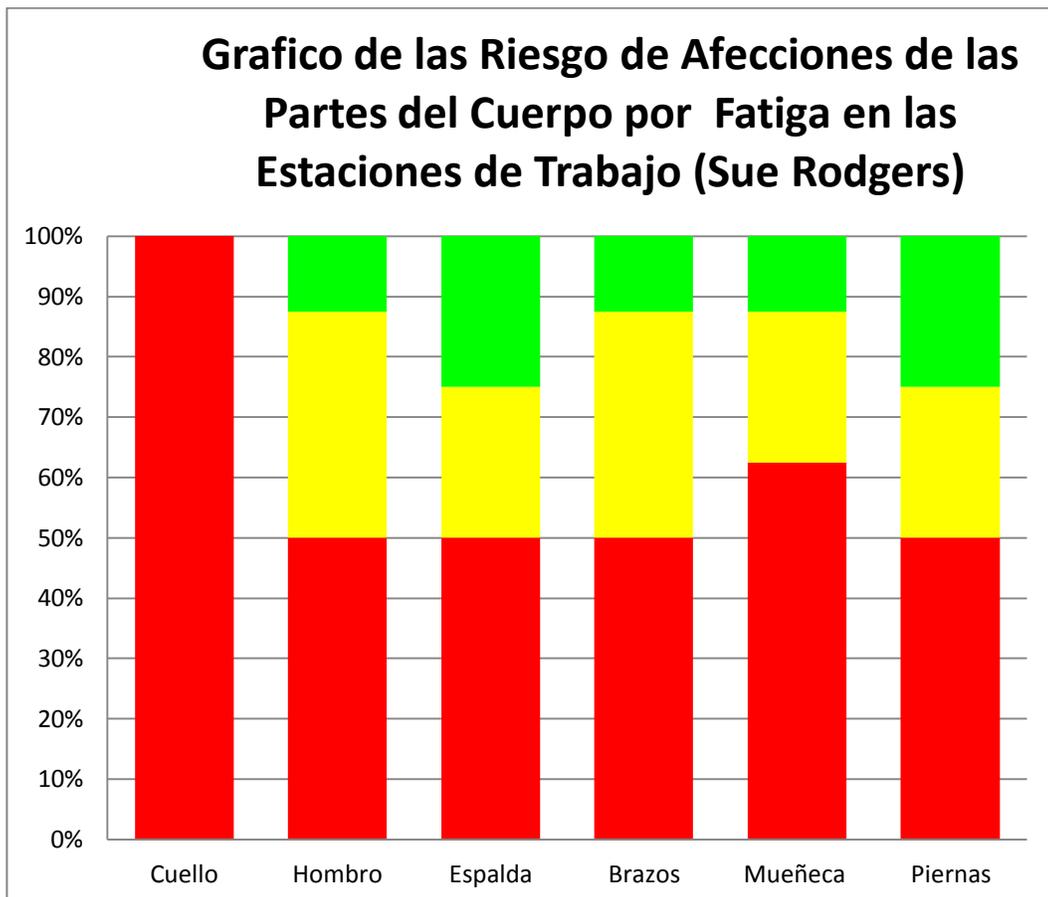


Fuente: Elaboración Propia

En la figura 5.3 se señala el porcentaje de los niveles de riesgo de las estaciones que fueron evaluadas por el método de Snook & Ciriello para el trabajo con cargas. Se puede observar que de las estaciones evaluadas el 60% presenta un riesgo alto o se consideran estaciones rojas, por esto

necesario realizar mejoras ergonómicas de manera inmediata dirigidas estas a reducir las cargas con que se trabaja, los desplazamientos y los manejos de las carga, los métodos de trabajo o cualquier otro factor que influya en el aumento del riesgo ergonómico. El método también nos arrojo que se tiene un 40% de estaciones verdes lo que nos indica que existen ciertas operaciones que implican levantamiento de cargas que se hacen de forma correcta.

Figura 5.4. Grafico de Riesgo de las Afecciones de las Partes del Cuerpo por Fatiga en las Estaciones de Trabajo (Sue Rodgers)



Fuente: Elaboración Propia

La figura 5.4 corresponde al método Sue Rodgers y arroja datos más específicos que los otros dos mostrados anteriormente, ya que este método que se caracteriza por realizar una evaluación más detallada de cada uno de los miembros del cuerpo en estudio. En esta representación podemos observar las partes del cuerpo que mayor fatiga presentan según las estaciones estudiadas, cabe destacar que las estaciones en estudio presentaban cierta similitud en el tipo de trabajo. A simple vista se puede detallar que el cuello presenta afecciones altas en el 100% de las operaciones evaluadas por lo que todas las mejoras que se hagan en cuanto a la reducción de la fatiga tienen que tener como principal objetivo el análisis de las posturas y el desgaste en el cuello. En segundo lugar la parte del cuerpo con mayor riesgo viene siendo la muñeca esto es debido a que las operaciones que se evaluaron con este método (Soldadura, Esmerilado, Pintado) requieren del uso de esta parte del cuerpo de forma continua y por largos periodos. El resto de las partes del cuerpo presentan el mismo riesgo alto y se proponen soluciones inmediatas por lo que las soluciones que se busquen deben ser integrales y que engloben todas las partes del cuerpo.

Propuestas de Mejoras

Realizado el estudio ergonómico con los diversos métodos de evaluación aplicados al tipo de trabajo, se obtuvo la caracterización del riesgo ergonómico de cada una de las operaciones de la línea de elaboración de torres y postes de iluminación. Con base en los resultados se realizaron las propuestas de mejoras ergonómicas que estarán dirigidas a aquellas operaciones que presenten un alto riesgo ergonómico o para el caso de este estudio las operaciones identificadas como amarillas y rojas.

A continuación se presentan las propuestas de mejora ergonómica que buscan disminuir la afección del trabajo en los operarios y cerrar todas aquellas operaciones que fueron identificadas como de alto riesgo.

PROPUESTA N° 1: Fijación de Guías de Corte mediante imanes.

Elementos a mejorar:

- Puesta Punto (Corte)

Cantidad: 2, Uno para lado izquierdo de la maquina y otra para lado derecho.

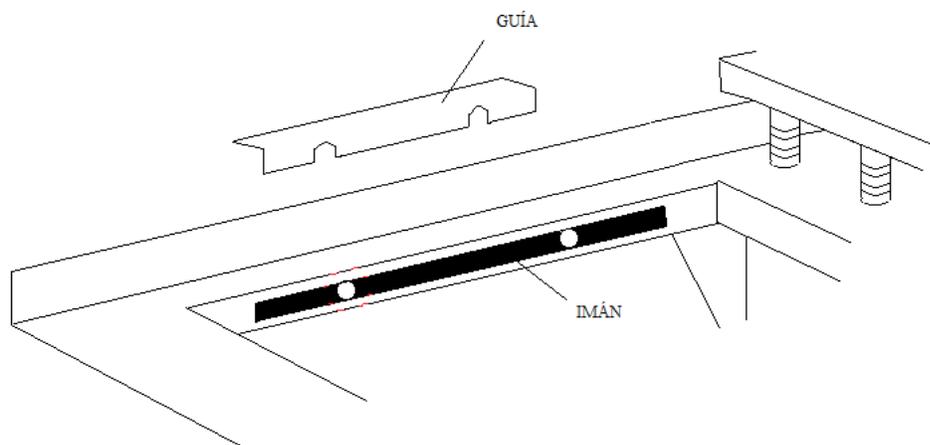
La propuesta consiste en colocar una línea imantada de una pulgada de ancho aproximadamente, con la finalidad que la guía de corte sea sujeta o fijada de manera tal que no se mueva, sustituyendo el uso de las pinzas, que de acuerdo con el análisis y la aplicación del método REBA, el operador de la máquina de corte debe tomar posturas irregulares para fijar dichas pinzas. Entonces el uso de imanes permite fijar las guías de manera sencilla, sólo apretando colocando la lámina en el riel.

Figura 6.1. Ajuste Actual Mediante Pinzas



Fuente: Suministros Atlas C.A

Figura 6.2. Esquema de Fijación de Guía



Fuente: Elaboración Propia

Beneficios:

- ✓ Eliminación de posturas irregulares debido a la fijación de pinzas
- ✓ Disminución de los tiempos de puesta punto en un 70%, ya que actualmente en promedio esta operación toma 2,43 min y con la propuesta toma solamente 0,73 min en promedio.
- ✓ Mejor fijación y estabilidad de la guía de medición.

- ✓ Se disminuye el riesgo ergonómico

PROPUESTA N°2: Colocación de sistema de monorraíl ligero KBK con balancín eléctrico suspendido a una viga para levantamiento por medio de electroimanes.

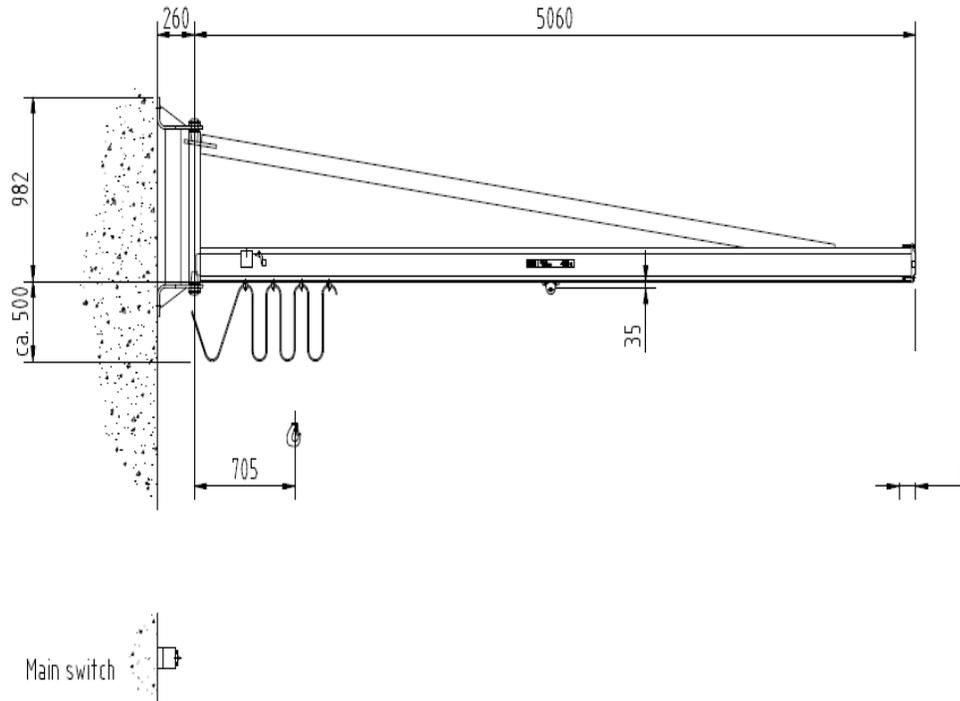
Elementos a mejorar:

- Traspaso de lámina a cortadora (Corte)
- Corte de Láminas

El sistema de monorraíl ligero KBK permite el transporte de carga de manera fácil, flexible y rápida, este actúa de forma ergonómica ya que permite la absorción de toda la carga y fuerzas que actúan en sentido inverso a la gravedad u horizontalmente. Este sistema de monorraíl puede tomar diferentes trayectorias ya sea lineal, curva o circular. Las KBK por lo general van apoyadas a las vigas del techo o a las columnas formando voladizos. Sobre el monorraíl de la KBK se ajusta el sistema de levantamiento de carga que mejor se adecue al proceso en el caso de este estudio se utilizará un balancín eléctrico en vez de una grúa, esto debido a que el balancín cumple la misma función de la grúa y adicionalmente tiene la función de suspensión y manipulación de la carga lo que permite una mejor movilidad y desplazamiento, en este caso sería un mejor manejo de las láminas de hierro negro.

Debido a las limitaciones de espacio en el área de corte, los monorraíles KBK fijos, no estarán suspendidos del techo sino que se utilizará el sistema de sujeción a columnas formando voladizos tal como se muestra en la figura:

Figura 6.3.Voladizo Fijo con Monorraiel KBK II 400 Kg x 5000 mm (Vista eje Y)



Fuente: Demag- Designer

En la figura 6.3 se puede observar que la estructura KBK va sujeta a la pared y está diseñada específicamente para el área de trabajo de corte, para aprovechar el espacio reducido. Dos voladizos soportan la KBK con monorraiel sobre la cual se desplaza un balancín eléctrico que se mueve a través del eje X tal como se muestra en la figura 6.4.

Uno de los sistemas será para la guillotina SPM01 cuyos voladizos estará separados a una distancia de 2050 mm, el segundo sistema para la cortadora SPM43 cuyos voladizos estarán a una distancia de 2020 mm

Especificaciones Técnicas del Sistema de Monorriel.

Voladizo Fijo	<ul style="list-style-type: none">✓ Perfil de Viga: KBK II✓ Capacidad de Carga: 400 Kg✓ Recorrido del Monorriel: 5 m✓ Velocidad de Traslado: A mano✓ Material: Acero✓ Cantidad:4
Monorriel de Rodadura	<ul style="list-style-type: none">✓ Perfil de Rodadura: KBK I✓ Recorrido del Gancho: 4m✓ Velocidad del Carro: A mano✓ Mecanismo de Traslación: Rodillos de Plástico 38438✓ Material: Acero✓ Cantidad: 2

El balancín neumático que se encargara de levantar movilizar la carga se muestra a continuación:

Figura 6.6. Balancín Eléctrico



Fuente: Demag

Especificaciones Técnicas del Balancín Eléctrico

- ✓ Marca: Demag
- ✓ Carga Levantada: 1100 Lbs.
- ✓ Longitud de Cable: 16´
- ✓ Cantidad: 2
- ✓ Voltaje: 220 V

El electroimán de carga será el que se encargue de hacer la sujeción de las láminas es el mostrado de forma siguiente mediante la figura 6.7.

Figura 6.7. Electroimán de Carga



Fuente: Demag

Este electroimán se encontrara sujeto al balancín de manera tal que se forme un sistema que permita un levantamiento seguro.

Beneficios:

- ✓ La carga levantada por lo operarios disminuye en un 95% ya que los esfuerzo que se realizan para halar la lamina serán mínimos.
- ✓ Se elimina la adopción de posturas disergonómicas.

Especificaciones Técnicas de Electroimán

- ✓ Capacidad 125Kg hasta 2000 Kg
- ✓ Aplicable a materiales redondos y planos
- ✓ Funcionamiento independiente de la tensión.

- ✓ Se elimina el agarre manual para el traslado de las láminas.
- ✓ Se elimina el trabajo por encima de los hombros en la operación de corte de láminas ya que el levantamiento de la lámina lo hará el balancín.
- ✓ Facilita la movilización de las láminas.
- ✓ Se garantiza la seguridad en el manejo de las laminas
- ✓ Requiere de un solo operario para movilizar las laminas

PROPUESTA N°3: Soporte de Láminas Móvil

Elementos a mejorar:

- Recolección y medición de láminas (Corte)
- Transporte (Corte)

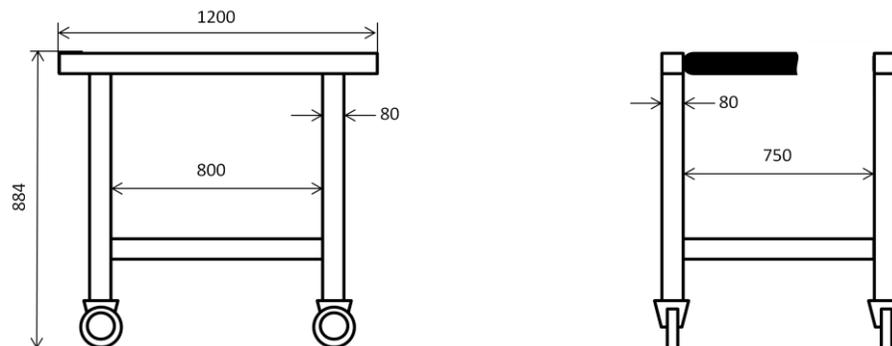
Esta propuesta consta de dos soportes para las láminas cortadas tal como se muestra en la figura 6.8 diseñado bajo patrones antropométricos siguiendo el principio de diseño para los extremos. La finalidad de este soporte es corregir las malas posturas al momento de medir y marcar las láminas ya cortadas las cuales son dadas por la baja altura de los soportes, ya que según la aplicación del método REBA esta actividad resultó roja. Entonces con un soporte diseñado a la medida, se logra que los trabajadores no inclinen su tronco ni flexionen sus piernas. Adicionalmente cuenta con ruedas en sus patas para atacar precisamente el problema del transporte de las láminas que resultó rojo de acuerdo con la aplicación del método Snook y Ciriello.

Tabla 6.1. Cálculos Antropométricos

OPERARIO	ALTURA CINTURA (cm)
Operador de máquina corte	90
Ayudante de corte	92
Operador de máquina de doblado	89
Promedio	90,3333
Desviación Estándar	1,5275
Percentil	90
Z	1,28
Altura de la mesa (cm)	
88,4	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.8. Especificaciones Técnicas de Soporte de Láminas Móvil



Fuente: Elaboración Propia

Beneficios:

- ✓ Se logra eliminar la posición inclinada de la espada
- ✓ Se elimina la flexión de las piernas para medir y marcar las laminas ya que se realizara sobre el soporte

- ✓ Se disminuye la distancia recorrida por los operarios para el traslado de la lamina de la salida de la cortadora hacia los soportes en un 86% , ya que pasa de 4,3 m a 0,6 m
- ✓ Se ahorran en promedio 8 seg por cada traslado de lamina lo que equivale a una disminución de 1,6 min del tiempo de ciclo de la operación de corte, pasando de 7,46 min/poste a 5,86 min/poste.
- ✓ Se facilita el traslado de las láminas del área de corte al área de doblado ya que no habrá necesidad de usar montacargas.
- ✓ Se disminuye el nivel de riesgo ergonómico tanto para problemas de malas posturas como levantamiento de cargas.

PROPUESTA N°4: Elevación de maquina dobladora.

Elementos a Mejorar:

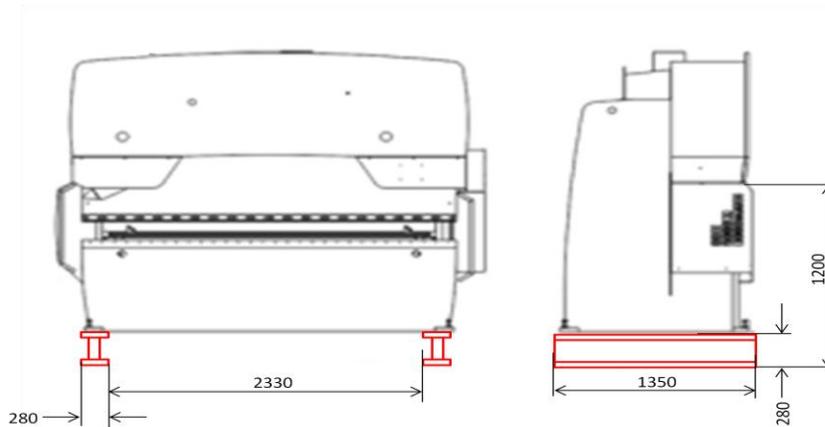
- Puesta a Punto (Doblado)
- Medición de Ángulo (Doblado)

Como se puede observar en la aplicación del método REBA en el capítulo V, los elementos “puesta a punto y doblado” y “medición del ángulo” resultaron ser amarillas, donde los principales miembros del cuerpo afectados son el tronco y el cuello. Para resolver esta situación, se propone elevar la máquina dobladora por medio de vigas, a una altura que de acuerdo con patrones antropométricos mediante el principio de diseño para los extremos, se adapte al operador de la máquina. Dicha elevación se muestra en la figura 6.9

De acuerdo con los cálculos antropométricos realizados la altura a la que debe estar la herramienta de doblado de la máquina es 1200 mm. Actualmente la altura de la herramienta es de 920 mm, para lograr entonces elevarla a una altura de 1200 mm se debe subir 280 mm. Esto logra

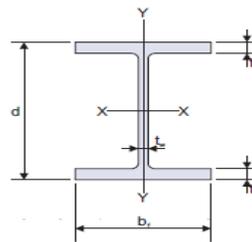
elevando la maquina mediante vigas perfil HEA 280 tal como muestra la figura 6.10.

Figura 6.9. Elevación de Maquina dobladora.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.10. Catalogo de Viga HEA



PERFILES HEA
Dimensiones y propiedades para el diseño

Designación	Peso	Área	Dimensiones				Propiedades						Constantes		
			Altura d	Alas b ₁	Alma t ₁	Alma t _w	Eje X-X			Eje Y-Y			Flexión		
HEAd	P	A	mm	mm	mm	mm	I _x cm ⁴	S _x cm ³	r _x cm	I _y cm ⁴	S _y cm ³	r _y cm	r ₁ cm	r ₂ cm	d/A ₁ cm ⁻¹
HEA 100	16,7	21,2	96	100	8,0	5,0	349	72,7	4,05	134	26,7	2,51	2,77	1,200	
120	19,9	25,3	114	120	8,0	5,0	606	106	4,89	231	38,4	3,02	3,33	1,190	
140	24,7	31,4	133	140	8,5	5,5	1.030	155	5,73	389	55,6	3,52	3,87	1,120	
160	30,4	38,8	152	160	9,0	6,0	1.670	220	6,57	615	78,9	3,98	4,42	1,060	
180	36,5	45,9	171	180	9,5	6,0	2.510	294	7,45	924	103	4,52	4,98	1,000	
HEA 200	42,3	53,8	190	200	10,0	6,5	3.690	389	8,28	1.330	133	4,98	5,53	0,950	
220	50,5	64,3	210	220	11,0	7,0	5.410	515	9,17	1.950	178	5,51	6,08	0,868	
240	60,3	76,8	230	240	12,0	7,5	7.760	675	10,1	2.770	231	6,00	6,64	0,799	
260	68,2	86,8	250	260	12,5	7,5	10.500	836	11,0	3.660	282	6,50	7,20	0,769	
280	76,4	97,3	270	280	13,0	8,0	13.700	1.010	11,9	4.760	340	7,00	7,74	0,742	
HEA 300	88,3	113	290	300	14,0	8,5	18.300	1.260	12,7	6.310	420	7,49	8,30	0,690	
320	97,6	124	310	300	15,5	9,0	22.900	1.480	13,6	6.980	465	7,49	8,30	0,667	
340	105	133	330	300	16,5	9,5	27.700	1.680	14,4	7.430	495	7,46	8,26	0,667	
360	112	143	350	300	17,5	10,0	33.100	1.890	15,2	7.880	525	7,43	8,26	0,667	
HEA 400	125	159	390	300	19,0	11,0	45.100	2.310	16,8	8.560	571	7,34	8,21	0,684	
450	140	178	440	300	21,0	11,5	63.700	290	18,9	9.460	631	7,29	8,18	0,698	
500	155	198	490	300	23,0	12,0	87.000	3.550	21,0	10.400	691	7,24	8,15	0,710	
550	166	212	540	300	24,0	12,5	112.000	4.150	23,0	10.800	721	7,15	8,10	0,750	
HEA 600	178	226	590	300	25,0	13,0	141.000	4.790	25,0	11.300	751	7,05	8,06	0,787	
650	190	242	640	300	26,0	13,5	175.000	5.470	26,9	11.700	781	6,96	8,01	0,821	
HEA 700	204	260	690	300	27,0	14,5	215.000	6.240	28,7	12.200	812	6,84	7,94	0,852	
800	224	286	790	300	28,0	15,0	303.000	7.680	32,6	12.600	842	6,65	7,85	0,940	
900	252	321	890	300	30,0	16,0	422.000	9.480	36,3	13.500	903	6,50	7,76	0,989	
1000	272	347	990	300	31,0	16,5	554.000	11.200	40,0	14.000	933	6,35	7,67	1,060	

Fuente: Maploca C.A

Beneficios:

- ✓ Evita la flexión tanto de la espalda como del cuello del operario.
- ✓ Proporciona una mejor visión del doblado
- ✓ Mejor ángulo de trabajo tanto para los brazos como los antebrazos
- ✓ Se erradica el riesgo ergonómico.

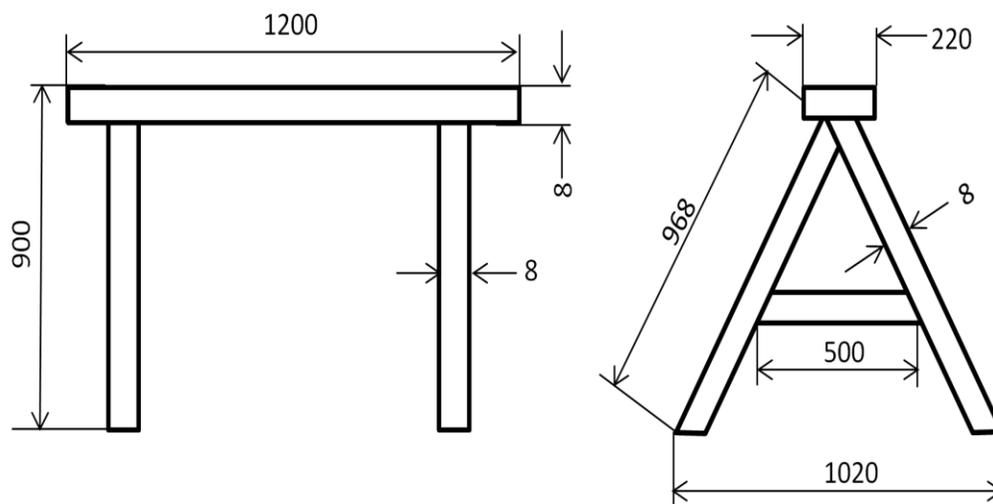
PROPUESTA N°5: Soportes Fijos

Elementos a Mejorar:

- Medición (Doblado)
- Colocación sobre soporte (Doblado)

Se plantea diseñar soportes para el apoyo de las láminas dobladas los cuales cumplen antropométricamente bajo el principio de diseño de los extremos, estos soportes serán de tamaño reducido y de fácil movilidad, los mismos se plantean a continuación en la figura 6.11.

Figura 6.11. Especificaciones Técnicas de Soportes Fijos



Fuente: Elaboración Propia

El alto de la mesa es de 900 mm esto con la finalidad de ajustarla a la altura de la cintura de los operarios de esta área

Beneficios:

- ✓ Se evita que el operador deba inclinar su tronco y flexionar sus piernas para depositar las láminas ya dobladas.
- ✓ Su reducido tamaño mejora la movilidad en el área.
- ✓ Permite una mejor medición de las láminas después de ser dobladas debido a su diseño y altura.

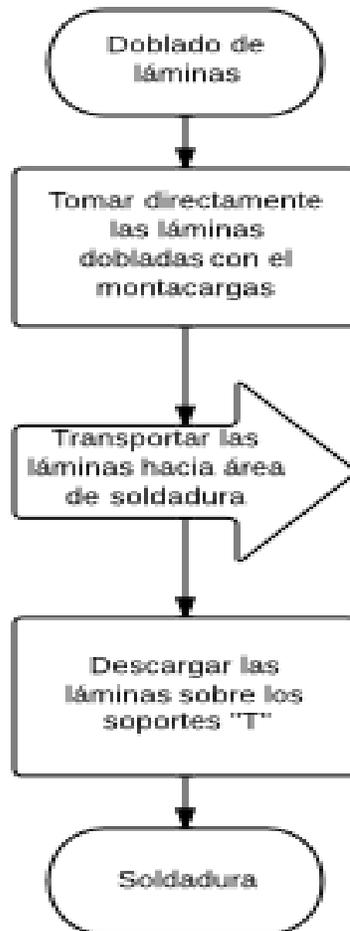
PROPUESTA N° 6: Eliminación del Elemento Traslado de Lamina hacia Soporte

Elementos a mejorar:

- Traslado de Laminas hacia soporte (Soldadura)

Luego de haber realizado la observación y el análisis en el área de soldadura, se decidió que el elemento “traslado de láminas hacia soporte” debe ser eliminado, ya que es una actividad innecesaria y de acuerdo con la aplicación del método REBA resulto ser roja. La propuesta consiste en que el montacargas tome únicamente las láminas dobladas del soporte que se encuentra en área doblado, y no el soporte como se realiza actualmente, y las deposite directamente y correctamente ordenadas sobre los soportes “T” ubicados en el área de soldadura.

Figura 6.12: Flujograma de Operación Modificada



Fuente: Elaboración Propia

Beneficios:

- ✓ Eliminación de la Operación de traslado de laminas la cual presentaba riesgo ergonómico por malas posturas
- ✓ Reducción de un operario el cual puede ser reubicado en cualquier otra operación del área de soldadura.
- ✓ En promedio el proceso se ahorra 1,18 min postes ya que este era el tiempo que se tomaba el operario en pasar las láminas dobladas.

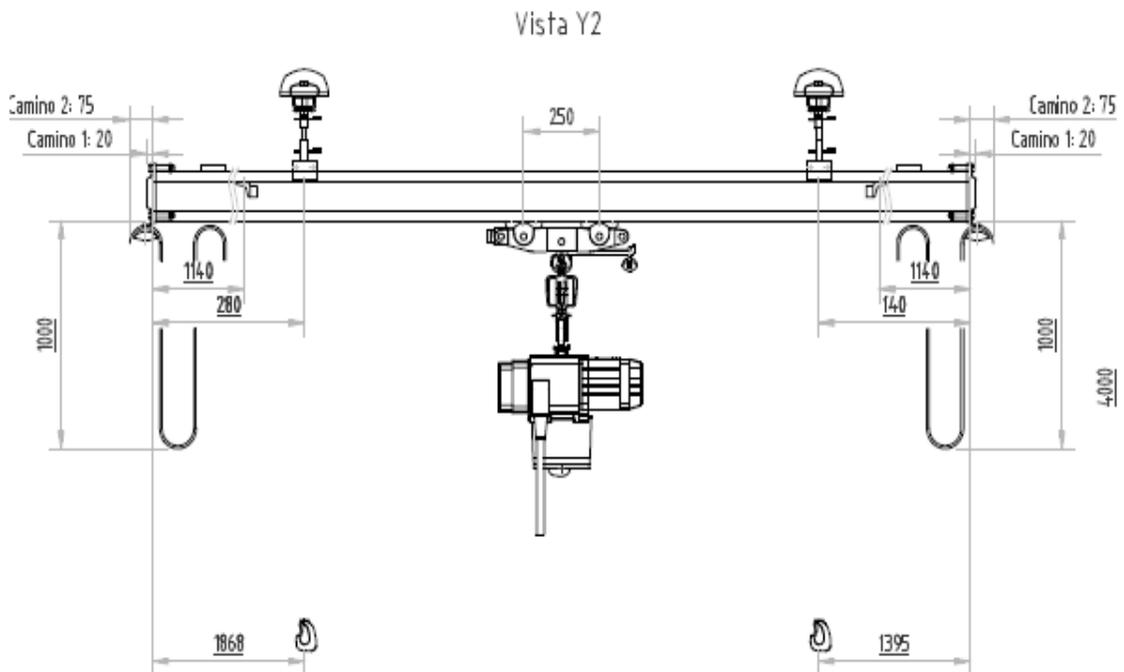
PROPUESTA #7: Implementación de sistema de monorriel KBK de dos vías con polipastos eléctricos para área de soldadura.

Elementos a mejorar:

- Traspaso de Conchas hacia soporte de Soldadura Final (Soldadura)

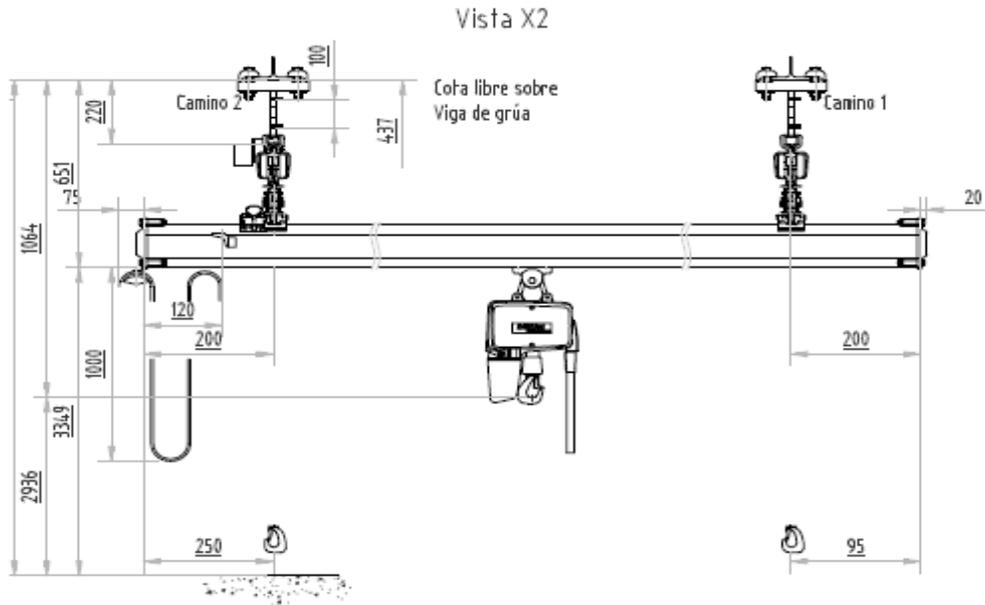
Este sistema de monorriel completo permite la movilidad de las conchas tanto en el eje X como en el eje Y en toda el área de soldadura. Este contará con dos vigas perfil KBK II que servirán de puente y estarán sujetas al techo aproximadamente a 8m de altura y dos vigas de igual manera perfil KBK II que serán las que servirán de rodadura a lo largo del eje X y en la que estarán apoyados los polipastos, los cuales será los encargados de soportar la carga. A continuación se muestran los diseños:

Figura 6.13: Plano de viga KBK II vista Y2



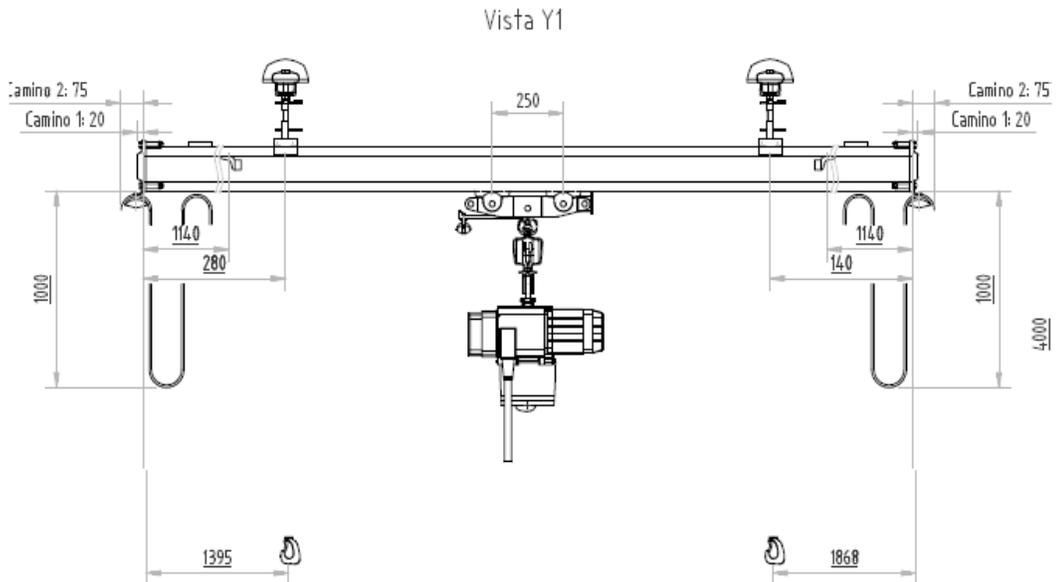
Fuente: Demag- Designer

Figura 6.14. Plano de viga KBK II con polipasto vista X2



Fuente: Demag- Designer

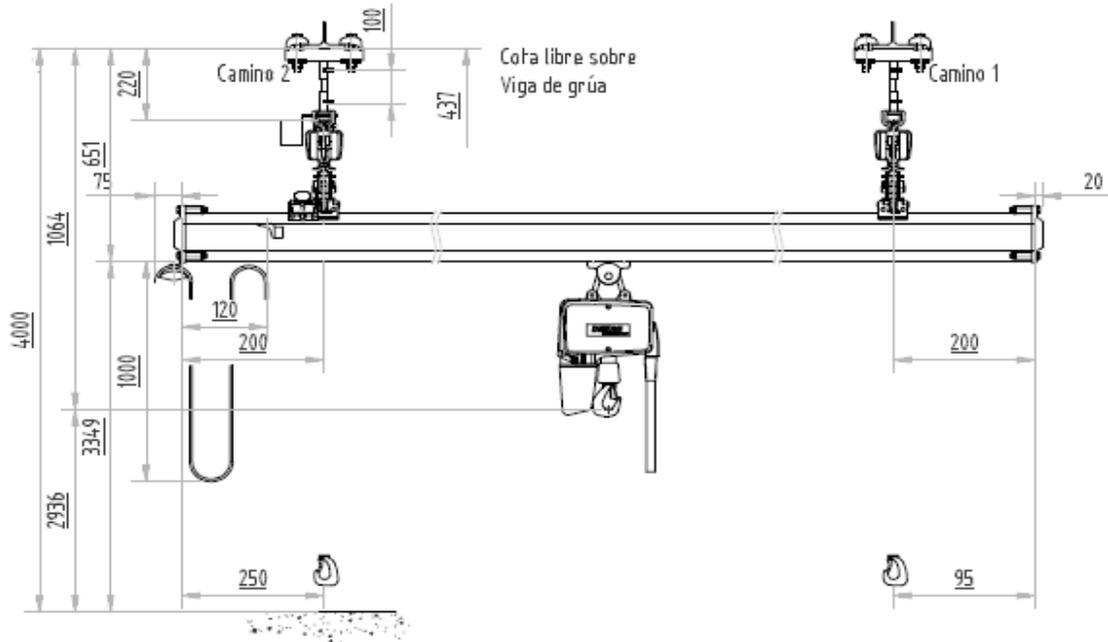
Figura 6.15. Plano de viga KBK II vista Y1



Fuente: Demag- Designer

Figura 6.16. Plano viga KBK II con polipasto vista X1

Vista X1



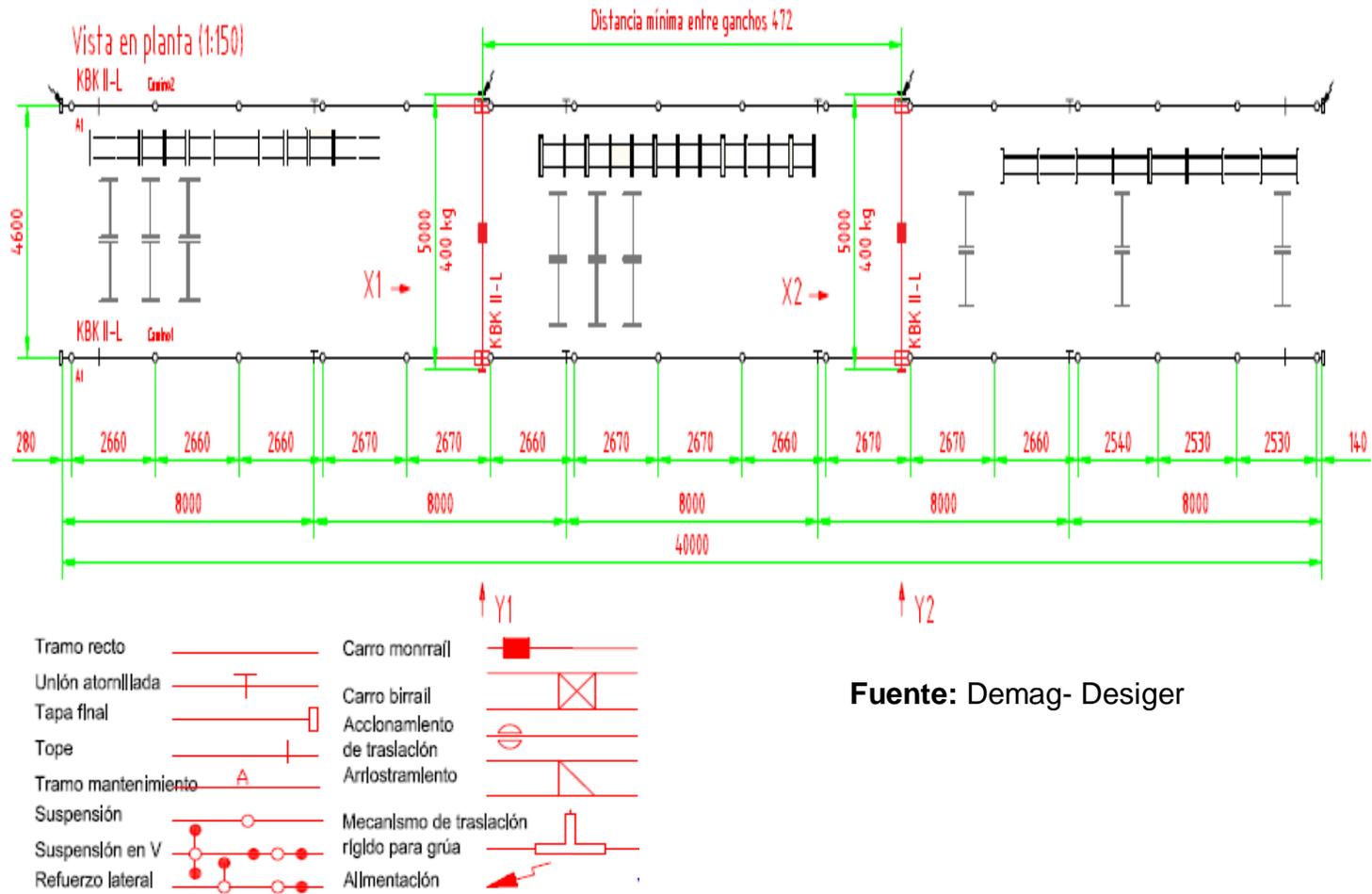
Fuente: Demag- Designer

Especificaciones Técnicas

- Viga Puente o Soporte
- Monorraiel de Rodadura
- Polipasto de Cadena

- ✓ Cantidad: 2
- ✓ Perfil de la Viga: KBK II-L
- ✓ Recorrido del Monorraiel: 40 m
- ✓ Velocidad del Monorraiel: A mano
- ✓ Cantidad: 2
- ✓ Perfil de la Viga: KBK II-L
- ✓ Recorrido del Carro: 5 m
- ✓ Velocidad del Monorraiel: A mano
- ✓ Mecanismo de Traslación: Rodillos de Plástico 38438
- ✓ Equipo: DEMAG DC-PRO
- ✓ Cantidad: 2
- ✓ Capacidad de Carga: 400 Kg
- ✓ Velocidad de elevación: 9,6/2,4 m/min
- ✓ Tensión del Servicio: 400 V 3~
- ✓ Frecuencia: 60 Hz
- ✓ Tensión de Mando: 24

Figura 6.17. Vista de Planta del sistema de Monorraíl en el are de Soldadura



En la figura 6.17 se muestra el plano de la colocación de los sistemas KBK diseñados acorde con en el área de soldadura, este contra con una rielera en el eje Y de 40000 mm y dos monorrieles en el eje X de 5000 mm sobre los cuales estará sujetos los polipastos, con este sistema busca mejorar el traslado de las conchas a lo largo de toda la línea de soldadura.

Beneficios:

- ✓ Reducción de la fuerza aplicada durante el traslado de las láminas hasta en un 95%.
- ✓ Eliminación de posturas no ergonómicas durante el proceso.
- ✓ Mayor seguridad en el manejo de las láminas.
- ✓ Mejoras en el agarre de las conchas ya que se elimina el agarre manual
- ✓ Conexión entre los tres segmentos del área de soldadura por medio de los monorrieles

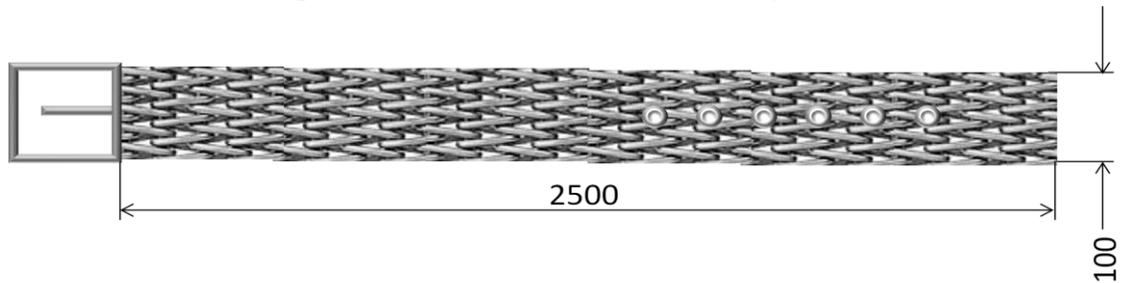
PROPUESTA N°8: Correas de Ajuste

Elementos a mejorar:

- Unión de Conchas mediante puntos de Soldadura.

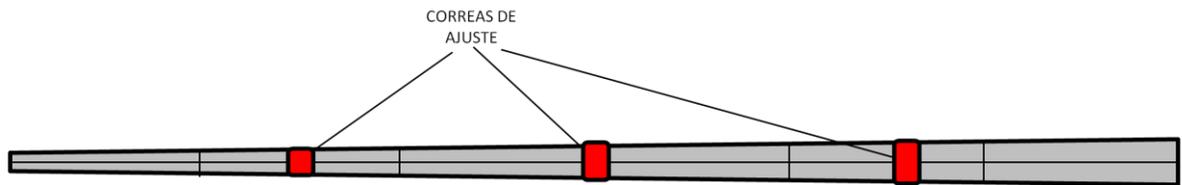
Se propuso un diseño de correas de ajuste de acero debido a que se notó que la causa raíz del por qué el operario tomaba malas posturas y realizaba movimientos forzosos era debido a que tenía que trasladarse de un lado a otro de poste, pasando incluso por debajo del mismo, para lograr colocar los puntos de soldadura, debido a que las conchas no estaban sujetas y no permitían la rotación del poste sobre los soportes. Por medio de esta facilidad se busca lograr una fijación provisional de las conchas pero que permita la rotación y una mejor manipulación.

Figura 6.18. Diseño de Correa de Ajuste



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 6.19. Esquema de Ajuste de Correas



Fuente: Elaboración Propia

Beneficios:

- ✓ Permite mejor ajuste de las conchas para realizar la unión mediante puntos de soldadura
- ✓ Se eliminan las posiciones disergonómicas adoptadas durante el proceso de unión de conchas
- ✓ Garantiza una mejor unión de las conchas
- ✓ Permite el giro de las conchas sin estar unidas con soldadura completa

PROPUESTA N° 9: Sistema de Descanso por distancia para el área de Soldadura y Esmerilado

Elementos a mejorar:

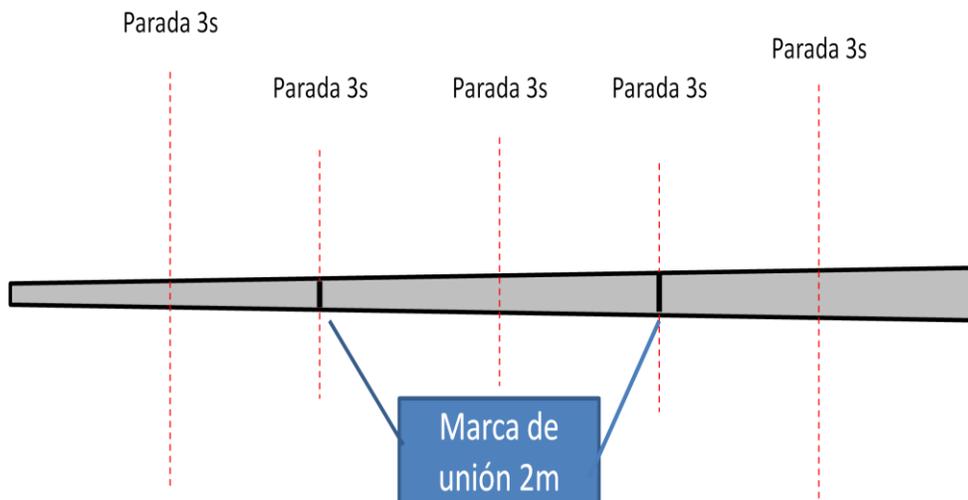
- Soldadura Completa.

- Esmerilado.
- Limado Manual.

Este sistema está diseñado para las áreas de esmerilado y pintado al momento de realizar sus operaciones, en este se propone hacer paradas cortas de aproximadamente 3 segundos por cada metro que se trabaje sobre el poste, ya sea esmerilando, limando o soldando. Todo esto con la finalidad de evitar la fatiga localizada tanto las partes superiores del cuerpo como en las inferiores por el excesivo trabajo continuo.

Se estimo que el descanso se haga por cada metro de trabajo debido al estudio realizado en el cual se evidencia que por cada metro de trabajo los operarios se demoran aproximadamente 19 seg, dato que al llevarlo a la aplicación del método Sue Rodgers nos categoriza la duración con un valor 2 (Duración entre 6-20 seg, Puntuación 2), lo que nos disminuiría el riesgo ergonómico por fatiga en la mayoría de las partes del cuerpo. A continuación se hace una representación grafica de lo plateado sobre un poste de 6m:

Figura 6.20. Representación grafica del Sistema de Descanso



Fuente: Elaboración Propia

Beneficios.

- ✓ Reducción de la Fatiga en los operarios en las actividades de soldadura y esmerilado.
- ✓ Disminución del desgaste físico por actividades continuas.
- ✓ Mayor rendimiento físico diario por parte de los operarios
- ✓ Disminución de las visitas a servicio médico por problemas de cansancio (Una de las principales causas de visita).

PROPUESTA N° 10: Implementación de lijadora neumática roto-orbital

Elementos a mejorar:

- Limado Manual

Con este dispositivo se pretende sustituir la lima que se usa actualmente, con el objetivo de disminuir y facilitar la tarea del limado, que de acuerdo con la aplicación del método Sue Rodgers, resultó ser roto. Es una herramienta ligera, que puede ser instalada y debido a que se cuenta con sistema de aire comprimido en el área, que evita el movimiento excesivo del brazo y antebrazo para darle el acabado al poste.

Figura 6.21. Lijadora neumática roto-orbital



Fuente: 3M

Especificaciones Técnicas:

- ✓ Diámetro del disco 5 plg.
- ✓ Sistema de colección de polvo
- ✓ Diferentes tamaños de agarre para mayor comodidad del operador
- ✓ Poca vibración y ruido

Beneficios:

- ✓ Mejora el agarre del operario y permite una mejor movilidad y mayor eficiencia en el limado
- ✓ Disminuye el tiempo de ciclo de limado en un 50% ya que actualmente el operario debe pasar la lija dos veces por las superficie del poste, a diferencia de la limadora que con un solo pase logra el acabado deseado. Pasando de 2 min a 1 min por poste.
- ✓ Mejora la calidad del producto final.
- ✓ Disminuye la fatiga y el desgaste del operador.
- ✓ Evita afecciones musculo esqueléticas asociadas a problemas con los brazos y los hombros.

PROPUESTA N° 11: Sistema de Pintado mediante pistola de pintado por gravedad y eje de rodadura

Elementos a mejorar:

- Aplicación de Fondo Manual

Por medio de este sistema se busca lograr una forma de aplicar el fondo de manera más rápida y sin adoptar posiciones disergonómicas en lo que a las extremidades superiores se refiere. El sistema estará compuesto por una pistola de Pintado por gravedad la cual se muestra en la figura 6.22.

Figura 6.22. Pistola de Pintado



Especificaciones Técnicas de Pistola de Pintado

- ✓ Diámetro de Pico: 1,5 mm, 1,8mm, 2 mm
- ✓ Presión: 60 psi, 72 psi
- ✓ Consumo de aire: 60 psi
- ✓ Volumen del depósito: 600 cc
- ✓ Diseño Ergonómico
- ✓ Alta Presión
- ✓ Flujo de Aire Continuo
- ✓ Peso Estimado: 900 gr
- ✓ Entrada de Aire: 1/4"
- ✓ Manguera: 1/4"

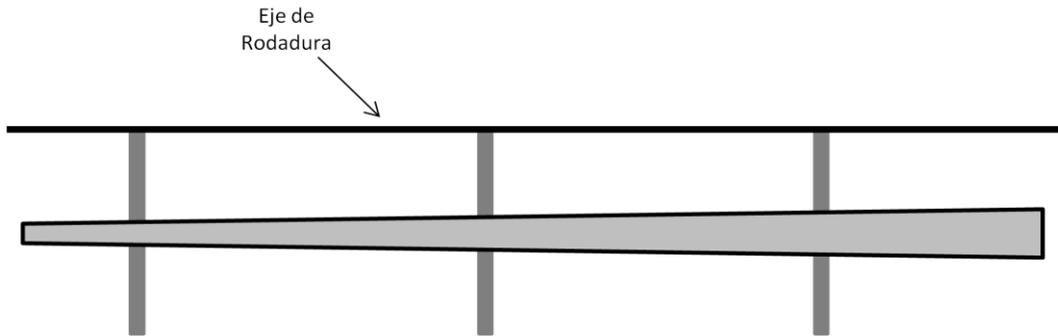
Fuente: Mercado Libre

Ya la empresa dispone de compresores de aire solo se necesita el sistema de mangueras y la pistola para poner en funcionamiento el sistema de Pintado.

Como complemento y en búsqueda de la mejora del sistema de pintado por medio de pistola se propone crear una rieles paralela al sistema de apoyo donde descansa el poste a la hora de ser pintado, tal como se muestra en la figura 6.23, con la finalidad de que sobre esta se encuentre un soporte de rodadura en el que se colocara y se fijara la pistola de manera tal que el operario solo deba accionar la pistola y hacerla rodar a través del eje para lograr el pintado. Este sistema busca evitar el movimiento excesivo de la muñeca que se produce al pintar con pistolas de aire y a su vez hacer que el

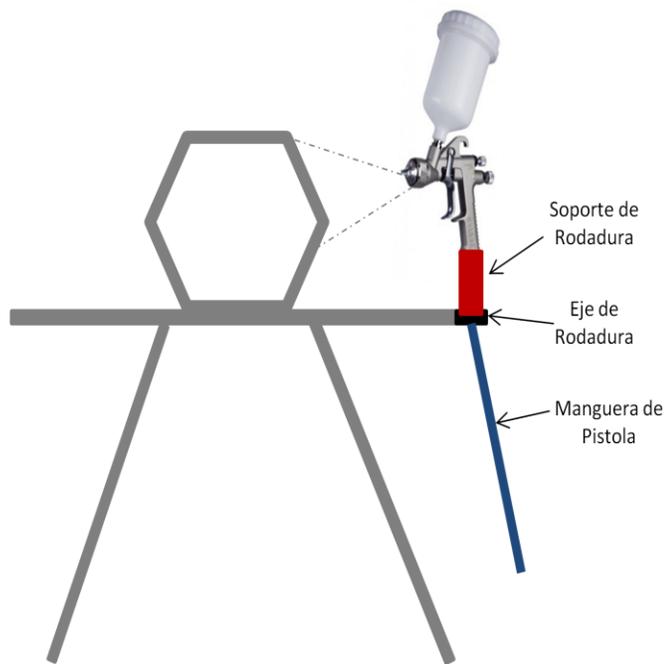
pintado se realice de forma más rápida. Los detalles del sistema se muestran en la figura 6. 24

Figura 6.23. Vista de Planta Eje de Rodadura



Fuente: Elaboración Propia

Figura 6.24. Sistema de Pintado mediante eje de Rodadura



Fuente: Elaboración Propia

Beneficios:

- ✓ Disminución del 46% en la duración del tiempo de pintado, de 15 min/poste a 8 min/poste aproximadamente.
- ✓ Evita el movimiento repetitivo de la muñeca.
- ✓ Mejoras en el agarre y la movilidad.
- ✓ Mejor acabado del producto.
- ✓ Ahorro en consumo de pintura.

Tabla 6.2. Resumen de Costos por Propuestas

PROPUESTA	FUENTE	TOTAL (BS)
1	MERCADOLIBRE	272,00
2	DEMAG, EBAY, MERCADOLIBRE, AMAZON	34.812,98
3	MERCADOLIBRE	6.801,29
4	MAPLOCA	37.020,43
5	MERCADOLIBRE	4.663,44
7	DEMAG, EBAY	69.656,83
8	CSS	1.407,13
10	MERCADOLIBRE	7.000,00
11	MERCADO LIBRE	2.700,00
		164.334,10

Fuente: Elaboración Propia

Nota: Para los costos presupuestados en dólares (\$) se usó una tasa cambiara de 6,30 Bs/\$

Beneficios económicos:

1. De acuerdo con Rios, I. & Vergara, J. (2009) condiciones de trabajo desfavorables afectan directamente el desempeño de los trabajadores, lo que provoca deterioro de la calidad de los puestos de trabajo, ausentismo, deserciones y demandas. Tales insatisfacciones traen como consecuencia costos implícitos a los que la empresa debe responder de acuerdo con la LOPCYMAT. Para efectos de este trabajo, se presentan las sanciones en las que puede incurrir la empresa:

El artículo 118 de la ley en el ámbito de las infracciones leves, se establece que el empleador será sancionado con multas de hasta 25 U.T. por trabajador cuando:

- No ofrezca una oportuna y adecuada respuesta a la solicitud de información o realización de mejoras en los niveles de protección y salud de los trabajadores.
- No lleve un registro de las características de los nuevos proyectos de nuevos puestos de trabajo o remodelación de los mismos.

La línea de producción de postes y torres de iluminación cuenta con 10 operarios.

De acuerdo con el SENIAT: 1 U.T.: Bs. 107,00

Obteniendo un valor promedio de los límites de las sanciones resulta:

$$\text{Sanción} = \frac{1 + 25}{2} * 107,00 * 10 = \text{Bs. } 13.910,00$$

De igual forma el artículo 119 establece que el empleador será sancionado con multas desde 26 a 75 U.T. por trabajador cuando:

- No evalúe los niveles de peligrosidad en las condiciones de trabajo.
- No mantenga registro actualizado de los niveles de peligrosidad.
- No identifique, evalúe y controle las condiciones que puedan afectar la salud física y mental durante su trabajo.

Al igual que el caso anterior la sanción estimada será la siguiente:

$$\text{Sanción} = \frac{26 + 75}{2} * 107,00 * 10 = \text{Bs. } 54.035,00$$

2. La estación cuello de botella del proceso de elaboración de torre y postes de iluminación, es la de soldadura, cuyo tiempo de ciclo es 21 minutos en promedio (figura 4.9). Las propuestas 6 y 8 actúan directamente sobre la estación mencionada, las cuales conducen a un ahorro de 1,18 y 0,8 minutos por poste respectivamente. Entonces se produce un ahorro total para esta estación de 1.98 minutos por poste, lo que quiere decir que ahora el tiempo de ciclo de la estación de soldadura es 19,02 minutos por poste. Esta reducción genera un aumento en la capacidad de producción de aproximadamente 24 postes al día, lo que significa que ahora se pueden producir tres postes más al día, en comparación con la capacidad de producción actual que es de aproximadamente 21 postes al día, lo que se traduce en una ganancia de Bs. 14.885,10 por día.

Conclusiones

- El presente trabajo comprendió un análisis ergonómico de los diferentes puestos de trabajo de la línea de elaboración de postes y torres de iluminación de la empresa suministros atlas, utilizando tres diferentes métodos en función de su adecuación para estudiar dichos puestos, lo que arrojó resultados más profundos y certeros al estudio.
- Los diferentes resultados de los métodos usados fueron interpretados de una única forma: verde, amarillo o rojo, en función del nivel de riesgo asociado a cada uno de los puestos de trabajo. Esta forma de analizar los resultados sirve para trabajos futuros, ya que esta metodología incluye utilización de más de un método de evaluación ergonómica, lo que resulta más preciso, debido a la variedad de tareas que puede existir dentro de una planta de producción.
- De igual forma la metodología aplicada sirve como plan de control ergonómico en el área de higiene y seguridad industrial de la empresa Suministros Atlas, donde es posible añadir un nuevo indicador, que mida los riesgos en cada uno de los puestos de trabajo tal como se realizó en esta investigación.
- Con la realización del presente trabajo se logró detectar qué miembros del cuerpo se encontraban afectados en cada una de las tareas, y de acuerdo con esto, se generaron propuestas que corrigen o evitan esas afecciones.
- Los trabajadores del área de corte se ven más afectados por los problemas que implica el movimiento de cargas dicho análisis se

puedo validar mediante la aplicación del método de Snook & Ciriello. No obstante también los problemas por malas posturas tienen su afección en esta área debido al análisis realizado por el método REBA. El 83,33% de las operaciones de corte se detecto con alto riesgo ergonómico.

- Por otra parte los operarios del área de doblado centran sus principales afecciones a los problemas por la adopción de malas posturas por el tronco y el cuello dato que fue validado mediante el método REBA el cual arrojo que si hay presencia de riesgo pero no requiere cambios de manera inmediata ya que el no hay estaciones rojas y el 80% de las operaciones son amarillas.
- En el área de soldadura se puedo encontrar mediante el análisis por medio de los métodos de estudio que los problemas ergonómicos están asociados a los diferentes factores como lo son las malas posturas, el levantamiento de cargas y la fatiga. Permitiendo este estudio combinado de los 3 métodos detectar todas estos factores presentes en esta área cosa que el aplicar un solo método no hubiese logrado englobar y detectar todos estos factores.
- El área de esmerilado y pintado se encuentran afectadas por la fatiga esto se pudo concretar gracias a la aplicación del método Sue Rodgers el cual detecto que la duración prolongada de las operaciones es el principal elemento de riesgo en las operaciones. El 100% de las operaciones de esmerilado son caracterizadas de alto riesgo según el método de estudio.

- Las propuestas que se generaron fueron hechas buscando siempre la simplicidad, ya que ideas sencillas pueden tener grandes impactos positivos. Para lograrlo se utilizó la antropometría, que permitió crear propuestas en función de las dimensiones de los trabajadores y adaptar el medio de trabajo a ellos. De igual forma se incluyeron conocimientos de la Ingeniería de Métodos, para estudiar el “cómo se hace” y “por qué” de cada uno de los puestos de trabajo.
- Las mejoras planteadas buscan atacar las malas posturas, disminuir los levantamientos de carga excesivos, erradicar la fatiga física que se genera en los trabajadores, reducir las lesiones musculo esqueléticas y mejorar el ambiente de trabajo para hacerlo más confortable y reducir el riesgo ergonómico.
- Se eliminó una operación (Traspaso de láminas hacia soporte, Soldadura) ya que se encontró que era una operación que podía ser mejorada y que presentaba riesgo ergonómico alto.
- Los resultados obtenidos evidenciaron que la empresa Suministros Atlas requería una evaluación y rediseño de los puestos de trabajo (52% rojos, 30% amarillos y 18% verdes).
- De acuerdo con las normativas correspondientes a la ley del trabajo, las propuestas generadas en este trabajo evitan el incumplimiento de estas leyes en general, haciendo énfasis en el artículo que se refiere que el peso máximo que puede manipular un hombre es 20 Kg.

Recomendaciones

- Realizar una mejor distribución de planta en área de corte y doblado para facilitar el manejo de los materiales.
- Implementar las propuestas ergonómicas planteadas en el menor tiempo posible para lograr mejorar las condiciones a las que se encuentra expuesto el trabajador.
- Antes de aplicar algún método de evaluación ergonómica, estudiar los más utilizados, compararlos y finalmente aplicar el que mejor se adapte a la tarea que se desea estudiar.
- Implementar un indicador de gestión dentro de la empresa Suministros Atlas, que mida los riesgos ergonómicos asociados a cada una de las tareas, que sea evaluado periódicamente cada 3 meses, siguiendo la metodología de este trabajo
- Realizar evaluaciones ergonómicas a todas aquellas tareas nuevas que se deseen incluir con la finalidad de que sean adaptadas al trabajador y no impliquen un riesgo ergonómico
- Realizar charlas a los trabajadores del sobre el buen uso y de la importancia de los equipos de protección personal
- Cambio de las herramientas manuales eléctrica por herramientas manuales neumáticas, ya que están brindar menor consumo de energía, disponen de mejores diseños ergonómicos y herramientas de menor peso y mayor durabilidad.

- Se recomienda realizar un proyecto de sillas ergonómicas para los puestos de trabajo debido a que los operarios no poseen sillas en sus lugares de trabajo ni en sus alrededores.
- Implementar la metodología 5s en todos los puestos de la planta con la finalidad de generar un ambiente de trabajo más confortable y ordenado.
- Colocar y actualizar las señalizaciones tanto de prevención con información dentro de la planta donde se requiera.
- Realizar mantenimiento preventivo a las maquinas así como también revisar todos los mecanismos de seguridad de las mismas para garantizar un buen funcionamiento y una mejor utilización.

Referencias Bibliográficas

Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (6° Edición). Caracas: Episteme.

ASEPEYO (2011). *Evaluación de trabajos con movimientos repetitivos*. Consultado el 8 de Mayo de 2013, en:

[http://www.asepeyo.es/apr/apr0301.nsf/ficheros/ERG0802006%20Presentaci%C3%B3n%20moverg.pdf/\\$file/ERG0802006%20Presentaci%C3%B3n%20moverg.pdf](http://www.asepeyo.es/apr/apr0301.nsf/ficheros/ERG0802006%20Presentaci%C3%B3n%20moverg.pdf/$file/ERG0802006%20Presentaci%C3%B3n%20moverg.pdf).

Bastante, M., Asensio, S. & Diego-Más, J. (2012). *Evaluación Ergonómica de Puesto de Trabajo*. Madrid, España: Ediciones Paraninfo.

Bodega Industrial. (2013). Consultado el 11 de diciembre de 2013, en:

<http://www.bodegaindustrial.com/>

Cruz, A. & Garnica, A. (2006). *Ergonomía Aplicada*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.

De la Mora, M. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Thompson Editores.

Demag Cranes & Components GmbH. (2013). Consultado el 10 de diciembre de 2013, en: <http://www.demag-designer.com/camosHtml/camosHtmlServlet>

Diccionario de la Real Academia Española (2013). Consultado el 8 de mayo de 2013, en: <http://lema.rae.es>

Dino-power Industry & trade Co.,Ltd. (2000). Consultado el 12 de diciembre de 2013, 3n: <http://www.dino-power.com/espanol/>

Ferretería EPA C.A. (2013). Consultado el 11 de diciembre de 2013, en:

<http://www.epaenlinea.com/ve/tienda/>

González, D. (2007). *Ergonomía y Psicología*. Madrid España: FC Editorial.

Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laboral (INPSASEL). (2009). *Anteproyecto de Norma Técnica para Control en la Manipulación, Levantamiento y Traslado de Cargas*. Consultado el 4 de abril de 2013, en: <http://www.inpsasel.gov.ve>.

Moore, J. & Grag, A. (1992). *Sue Rodgers: A functional job evaluation technique in Ergonomics*. Occupational Medicine: State of the Art Reviews 7(4). Oxford University. Londres.

Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, (2011, Marzo 02), Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, N° 39.627.

Llaneza, F. (2009). *Ergonomía y psicología aplicada: Manual para la formación del especialista*. España: Lex Nova S.A.

MAPLOCA (2013). Consultado el 11 de diciembre de 2013, en: <http://www.maploca.com/>

MercadoLibre Venezuela S.R.L. (2013). Consultado el 11 de diciembre de 2013, en: <http://www.mercadolibre.com.ve/>

Morles, V (1994). *Planeamiento y análisis de investigaciones* (8a ed.). Caracas: El Dorado.

Ochoa, A. & Tang, L. (2006). *Propuestas de mejoras ergonómicas en el área de mecanizado de una empresa metalmeccánica, caso: AFFINA DE VENEZUELA C.A.* (Tesis Pregrado). Universidad de Carabobo. Carabobo, Venezuela.

Organización Internacional del Trabajo (2013). *La Salud y la seguridad en el trabajo Ergonomía*. Consultado el 4 de abril de 2013, en: <http://white.oit.org.pe/spanish/260ameri/oitreg/activid/proyectos/actrav/proyectos/pdf/ergonomia.pdf>

Palau Suministros Industriales. (2013). Consultado el 11 de diciembre de 2013, en: <http://www.palau.com.mx/>

Ramos, M. (2012). *Programa para educar en valores*. Caracas, Venezuela: Ediciones Paulinas.

Ríos, I. & Vergara, J. (2009). *Estudio Ergonómico De Los Puestos De Trabajo Del Proceso De Almacenamiento De Producto Terminado De La Empresa Parmalat C.A.* Universidad de Carabobo. Carabobo, Venezuela.

Rojas, R. (2002). *Investigación Social Teoría y Praxis*. México: Editorial Plaza y Valdez S.A.

Rosas, M. & González, P. (2006). *Propuestas De Mejora Para Incrementar El Nivel De Producción En El Área De Celdas De La Empresa Condevisa*, Universidad de Carabobo. Carabobo, Venezuela.

Ruiz, L. (2011). *Manipulación Manual de Cargas: Ecuación NIOSH*. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid, España.

SENIAT. (2014). Consultado 7 de Febrero de 2014 en http://www.seniat.gob.ve/portal/page/portal/MANEJADOR_CONTENIDO_SENIAT/05MENU_HORIZONTAL/5.1ASISTENCIA_CONTRIBUYENTE/5.1.4INFORMACION_INTERE/5.1.4.2UNIDAD_TRIBUTARIA/5.1.4.2UNIDAD_TRIBUTARIA.pdf

S. Snook & V. Ciriello. (1991). *The Design of Manual Handling Tasks: Revised Tables of Maximum Acceptable Weight and Forces*. Ergonomics 34(9).

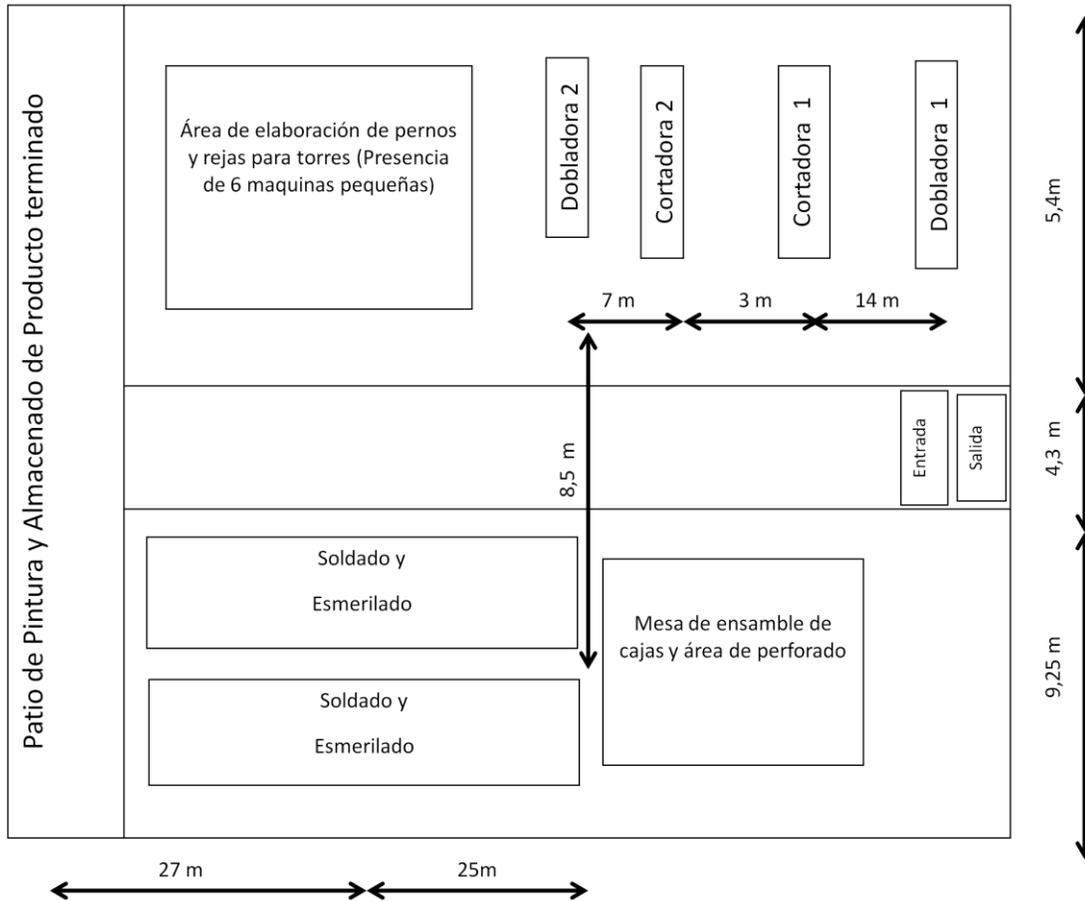
Universidad Politecnica de Valencia (2013), *Metodos de Evaluacion Ergonomicas*, Consultado el 05 de Agosto del 2013, en: <http://www.ergonatas.upv.es>

Zavala, S. (2009). *Guía a la redacción en el estilo APA, 6ta edición*. Consultado el 8 de mayo de 2013, en: <http://www.cibem.org/paginas/img/apa6.pdf>.

Anexos

Recomendación de Redistribución del Área.

Distribución Actual.

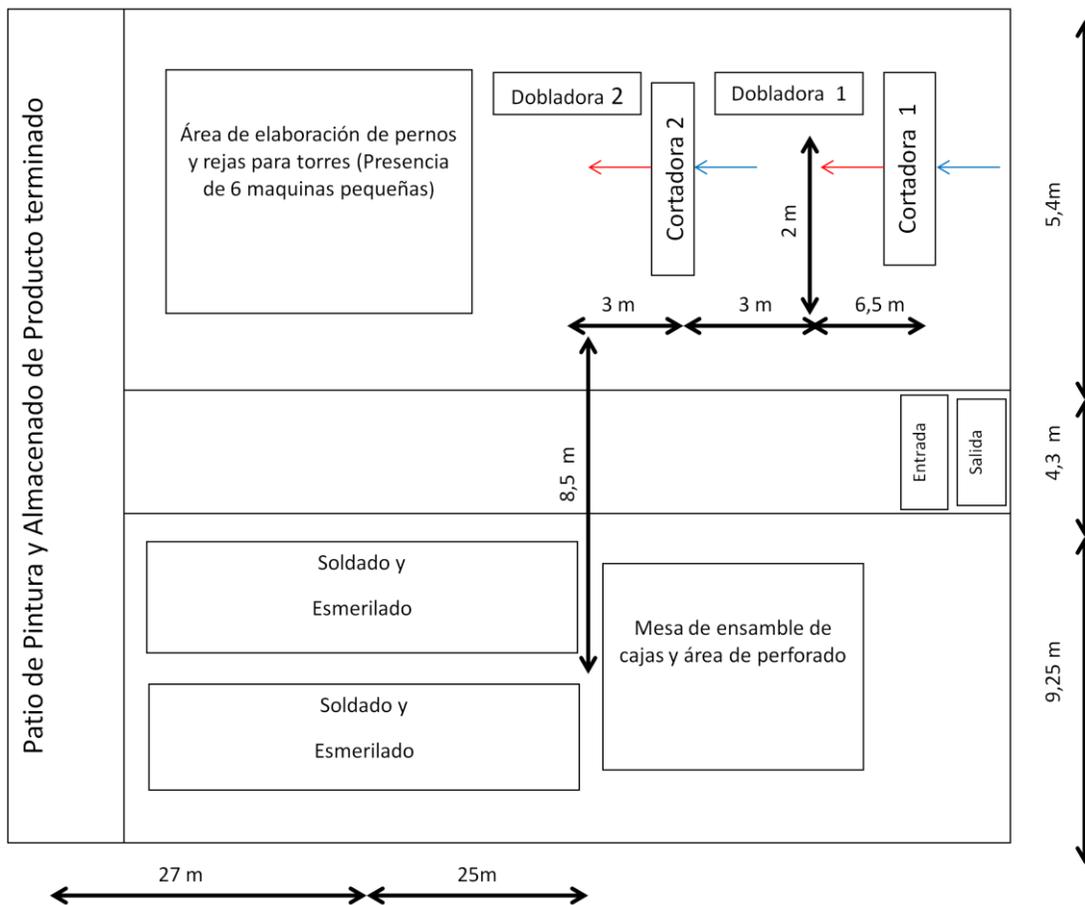


Ante este tipo de problemática se recomienda realizar una nueva distribución de planta que mejore la eficiencia del proceso. A continuación se presentara la distribución actual y propuesta de mejora con su debido análisis y justificación a través del Método de Matriz Carga- Distancia.

Aplicando el Método matriz Carga-Distancia desde la cortadora 1 la distribución actual nos arroja 4740 Kg.m

Aplicando el Método matriz Carga-Distancia desde la cortadora 2 la distribución actual nos arroja 3640Kg.m

Propuesta de Distribución.



Aplicando el Método matriz Carga-Distancia desde la cortadora 1 la distribución propuesta nos arroja 3950kg.m

Aplicando el Método matriz Carga-Distancia desde la cortadora 2 la distribución propuesta nos arroja 3640Kg.m

Estos resultados evidencian una mejora en cuanto a la distribución de la planta y al manejo de los materiales.

Costos y Precios de las Propuestas

PROPUESTA	PRODUCTO	PRECIO (\$)	PRECIO (Bs)	CANTIDAD	TOTAL (Bs)
1	Tira de imán 1m x 0,015m		68,00	4	272,00
2	KBK 750 Kgs	44,93	283,06	6	1.698,35
	Polipastos Demag 275 lbs	1.547,44	9.748,87	2	19.497,74
	Sistema de Ventosas		690,88	1	690,88
	Costo por envío	2.000,00	12.600,00	1	12.600,00
	Costo por Instalación			1 día/ 2 Personas	326,00
3	Mano de obra		20,43	3	61,29
	Lámina hierro		2.250,00	2	4.500,00
	Ruedas		280,00	8	2.240,00
4	Mano de obra		20,43	1	20,43
	Perfil HEA 280		37.000,00	1	37.000,00
5	Mano de obra		20,43	8	163,44
	Lámina		2.250,00	2	4.500,00
7	Sistema Monorrieles KBK 32 m x 7m	6.196,65	39.038,90	1	39.038,90
	Sistema Monorrieles KBK 7m x 7m	2.859,99	18.017,94	1	18.017,94
	Costos por envío	1.841,00	11.598,30	1	11.598,30
	Costos por instalación			3 días / 2 Operarios	999,84
8	Mano de obra		20,43	1	20,43
	Cinta acero		219,00	3,66	801,54
10	Lijadora Roto Orbital		7.000,00	1,00	7.000,00
11	Pistola de Pitado		2.700,00	1	2.700,00
					164.334,10

Fuentes:

Propuesta 1:

<http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-418512991-iman-por-metro-1cm-de-ancho-15mm-de-espesor- JM>

Propuesta 2:

http://www.ebay.com/itm/390765991153?_trksid=p2055119.m1438.l2649&ssPageName=STRK%3AMEBIDX%3AIT

http://www.amazon.com/gp/product/handle-buy-box/ref=dp_start-bbf_1_glance

http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-417760609-ventosa-cupula-chupon-cuadruple-150kgs-profesional- _JM

Propuesta 3:

http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-417503012-lamina-de-hierro-negro-120-x-240-esp-3mm- _JM#questionText

http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-417896368-ruedas-para-carretillas-neumaticas-o-macizas- _JM

Propuesta 4:

MAPLOCA, C.A.

Propuesta 5:

http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-417503012-lamina-de-hierro-negro-120-x-240-esp-3mm- _JM#questionText

Propuesta 7:

http://www.ebay.com/itm/310869097817?_trksid=p2055120.m1438.l2649&ssPageName=STRK%3AMEBIDX%3AIT

http://www.ebay.com/itm/390766940803?_trksid=p2055120.m1438.l2649&ssPageName=STRK%3AMEBIDX%3AIT

Propuesta 8:

<http://www.sum-triplay.com/SUMINISTROS%20TRIPLAY/Paginas/TRIPLAY%20-%20RECAMBIOS.htm>

Propuesta 10:

http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-417298922-lijadora-roto-orbital-neumatica-dynabrade-59035-5-pulg-332- _JM

Propuesta 11:

http://articulo.mercadolibre.com.ve/MLV-418072406-pistola-de-pintar-marca-pikaso-de-gravedad- _JM