



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORAS A LOS PROCESOS
DE TRABAJO LLEVADOS A CABO POR EL PERSONAL DE UN
TALLER QUE REALIZA MANTENIMIENTO PREVENTIVO A
MOTORES DE AVIACIÓN DEL TIPO RECÍPROCOS UBICADO EN
EL ESTADO MIRANDA”**

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

Presentado ante la

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

Como parte de los requisitos para optar al título de

INGENIERO INDUSTRIAL

REALIZADO POR

BR. ANIBETH RUIZ

PROFESOR GUÍA

ING. ALEXANDER ÁLVAREZ

FECHA

NOVIEMBRE DE 2015

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	i
ÍNDICE DE TABLAS	iv
RESUMEN.....	vii
INTRODUCCIÓN	8
Capítulo I: Marco Introductorio	10
1.1 Descripción General de la Empresa	10
1.1.1 Reseña Histórica.....	10
1.1.2 Estructura Organizativa.....	11
1.2 Planteamiento del Problema.....	11
1.3 Objetivos	13
1.3.1 Objetivo General	13
1.3.2 Objetivos Específicos.....	13
1.4 Justificación.....	13
1.5 Alcance.....	14
1.6 Limitaciones	14
Capítulo II: Marco Teórico	15
2.1 Ergonomía y sus principios básicos	15
2.2 Interfaz Persona – Máquina	16
2.3 Relaciones Dimensionales y antropometría	17
2.4 Ambiente Térmico	17
2.5 Ambiente Acústico.....	17
2.6 Ambiente Lumínico	18
2.7 Carga mental	19
2.7.1 Fatiga mental.....	19
2.7.2 Cuestionario de Síntomas Subjetivos a la fatiga de Yoshitake	20
2.8 Métodos de Evaluación Ergonómica	20
2.8.1 Método RULA	21

2.8.2 Método NIOSH	21
2.8.3 Lista de comprobación de riesgos ergonómico (LCE).....	22
2.8.4 Estudio de Evaluación Física	23
2.8.5 Método OCRA (Occupational Repetitive Action).....	23
2.8.6 Método REBA (Rapid Entire Body Assesment).....	24
2.8.7 Método AHP - Proceso de Análisis Jerárquico.....	24
2.8.8 Curvas NR (Noise Rating) de Costeen y Van OS.....	25
2.9 Bases y Fundamentos Legales	25
2.9.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV).....	25
2.9.2 Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales (INPSASEL)	26
2.9.3 Ley Orgánica de Prevención, Condición y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT)	26
2.9.4 Ley Orgánica del Trabajo, los Trabajadores y Trabajadoras (LOTT)	27
2.9.5 Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN)	27
2.9.6 Real Decreto 486 / 1997.....	27
2.9.7 Antecedentes	28
Capítulo III: Marco Metodológico	29
3.1 Tipo de Investigación.....	29
3.2 Diseño de la Investigación	30
3.3 Población y Muestra.....	30
3.4 Variables en estudio	31
3.5 Operacionalización de las variables	31
3.6 Técnicas e instrumentos de recopilación datos y análisis de resultados	33
3.6.1 Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga de H. Yoshitake	33
3.6.2 Mediciones ambientales	33
3.6.3 Evaluaciones Ergonómicas	35
3.6.4 Método AHP - Proceso de Análisis Jerárquico.....	36
3.6.5 Equipos utilizados	36
3.7 Normas, Leyes y Decretos utilizados.....	37

3.8 Criterios para valoración de riesgos	38
3.9 Fases de la investigación	39
Capítulo IV: Análisis de resultados	40
4.1 Fase I: Revisión documental	40
4.2 Fase II: Descripción del proceso operacional	40
4.3 Fase III: Descripción de los sistemas persona – máquina	42
4.3.1 Descripción de las máquinas semi-automáticas	43
4.3.2 Descripción de herramientas manuales	45
4.3.3 Descripción de elementos de infraestructura	47
4.4 Fase IV y V: identificación de la sobrecarga laboral, mediciones ambientales, aplicación de métodos de evaluación ergonómica y valoración de riesgos	48
4.4.1 Análisis de resultados de la identificación de la sobrecarga laboral	48
4.4.2 Análisis de las mediciones del Medio Ambiente de Trabajo	51
4.4.3 Análisis de resultados de las evaluaciones ergonómicas	56
4.5 Fase VI: determinación de causas	66
Capítulo V: Propuesta de Mejoras	67
5.1 Situación actual de las infracciones cometidas según lo estipulado por la LOPCYMAT	67
5.2 Propuesta de mejoras para los niveles de intervención más destacados	67
5.3 Factibilidad económica de la propuesta de mejoras	69
Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones	70
6.1 Conclusiones	70
6.2 Recomendaciones	72
BIBLIOGRAFÍA	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Antecedentes	28
Tabla 2. Variables en estudio	31
Tabla 3. Operacionalización de las variables	31
Tabla 4. Equipos de medición utilizados	37
Tabla 5. Criterios para valoración de riesgos	38
Tabla 6. Fases de la investigación	39
Tabla 7. Caracterización proceso de trabajo para el cargo: Inspector de Calidad	41
Tabla 8. Caracterización de trabajadores del área operacional de TOMCA, c.a.	42
Tabla 9. Leyenda de medidas utilizadas para la caracterización de trabajadores	42
Tabla 10. Descripción de la máquina de sandblasting	43
Tabla 11. Máquinas semi-automáticas	44
Tabla 12. Descripción del escariador de bocinas	45
Tabla 13. Herramientas manuales	46
Tabla 14. Infraestructura	47
Tabla 15. Descripción de la bancada de trabajo	47
Tabla 16. Frecuencia de quejas por fatiga, grado de fatiga y tipo de patrón de síntomas	49
Tabla 17. Resultados del Estudio de Evaluación Física	50
Tabla 18. Resultados de la medición de iluminación	51
Tabla 19. Resultados de las mediciones de temperatura y humedad relativa	54
Tabla 20. Resultados de la medición de ruido	55
Tabla 21. Información rejillas de aire	56
Tabla 22. Velocidad, Caudal y Recambios por hora del aire	56
Tabla 23. Tabla resumen resultados de la LCE	57
Tabla 24. Resultados respuesta “negativa” a puntos evaluados por LCE	58
Tabla 25. Resultados respuesta “negativa - prioritaria” a la aplicación de LCE	59
Tabla 26. Aplicación del método OCRA para actividad de rectificado de bocinas de bielas	60

Tabla 27. Resultados de la aplicación del método OCRA	60
Tabla 28. Aplicación del método RULA a la actividad de remoción de pistones de cilindros	61
Tabla 29. Resultados de la aplicación del método RULA	61
Tabla 30. Aplicación del método REBA a la actividad de torquéo de bielas	63
Tabla 31. Resultados de la aplicación del método REBA	63
Tabla 32. Aplicación de la ecuación de NIOSH para el levantamiento de carga presente en el montaje de mitad de bloque del motor en mesa de inspección	65
Tabla 33. Resultados de la aplicación de la Ecuación de NIOSH	66
Tabla 34. Costos derivados de las sanciones por infracciones según lo estipulado por la LOPCYMAT	67
Tabla 35. Propuesta de mejoras	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la empresa	11
Figura 2. Resultados Factor de Uniformidad área 1	52
Figura 3. Resultados Factor de Uniformidad Área 2	53
Figura 4. Resultado general de la lista de comprobación ergonómica.....	58
Figura 5: Diagrama Causa – Efecto: Fatiga Visual.....	66

"DISEÑO DE UNA PROPUESTA DE MEJORAS A LOS PROCESOS DE TRABAJO LLEVADOS A CABO POR EL PERSONAL DE UN TALLER QUE REALIZA MANTENIMIENTO PREVENTIVO A MOTORES DE AVIACIÓN DEL TIPO RECÍPROCOS UBICADO EN EL ESTADO MIRANDA"

Realizado por: Br. RUIZ, Anibeth

Tutor Académico: Ing. ALVAREZ, Alexander

Fecha: Octubre 2015

RESUMEN

Frente a un importante crecimiento del mercado al cual se encuentran dirigidos los servicios que ofrece la empresa TOMCA, c.a., la misma se ha visto en la necesidad de incrementar los niveles de productividad de los trabajadores, sin embargo; la empresa ha tomado en cuenta el hecho de que es vital que ellos se encuentren bajo unas condiciones que les permitan desarrollarse de modo que, en ningún momento, se pierda el equilibrio que da lugar al bienestar. Por lo descrito anteriormente, se le ha facilitado a dicha organización el presente trabajo de investigación, el cual tiene como objetivo principal el diseño de una propuesta de mejoras a los procesos de trabajo basando dicha propuesta en los principios de la ergonomía. El desarrollo del trabajo inició con la caracterización de los procesos de trabajo presentes en el área de reacondicionamiento de motores; en total se presentaron cuatro procesos de trabajo correspondientes a los cargos: Ayudante, Técnico mecánico aeronáutico 1, Técnico mecánico aeronáutico 2 e Inspector de Calidad. Posteriormente, se llevó a cabo la caracterización de los sistemas persona-máquina y la información recaudada fue distribuida en tres grupos: máquinas semiautomáticas, herramientas manuales e infraestructura. Luego, se continuó con el proceso de identificación del tipo de sobrecarga laboral para llevar a cabo la estimación y valoración del riesgo que ésta representa; de este proceso se afirmó que los trabajadores manifiestan presencia de fatiga del tipo física y mental y presentan incomodidad en la zona lumbar. En el caso de la ventilación y el ruido generado por el banco de prueba de motores, estos representan riesgos con niveles de intervención I y la iluminación niveles de intervención II. El cumplimiento de las buenas condiciones referentes a los equipos de protección personal demandan en un 50% intervención prioritaria y un total de ocho actividades demandan un nivel de intervención I de acuerdo a las evaluaciones ergonómicas. Una vez descritas las causas de los niveles críticos, se llevó a cabo el planteamiento de una propuesta conformada por 18 mejoras, las cuales fueron evaluadas en base a diferentes criterios para identificar la prioridad de implementación. Por último, se estudió la factibilidad económica de dicha propuesta concluyendo que es factible, puesto que permite a la empresa un ahorro del 23 % del monto total de la posible multa por incumplimiento de la Ley y brinda a los trabajadores condiciones que favorecen la salud y el bienestar.

Palabras claves: ergonomía, reacondicionamiento, procesos de trabajo, riesgos, sistema persona-máquina.

INTRODUCCIÓN

Debido a la importancia que amerita la conservación de los equipos de aeronáutica civil, con el objetivo de preservar la vida y comodidad del pasajero a bordo de la aeronave, y en base a las Leyes y Normativas aplicables, es de obligatorio cumplimiento llevar a cabo un proceso de reacondicionamiento de los motores de aviación que trabajan en base al proceso de combustión luego del vencimiento de los mismos, bien sea por horas de vuelo o por años de servicio. Un proceso de reacondicionamiento consiste en la aplicación de un conjunto de técnicas y métodos que incluyen procesos como: desensamble, limpieza, inspección, reemplazo, reparación y reensamble, de modo que el equipo recupere las condiciones de aeronavegabilidad originales, todo esto bajo la aprobación de la Autoridad Aeronáutica.

Para llevar este proceso es necesario contar con la intervención de la fuerza humana en gran parte de las actividades, por ello es de vital importancia tomar en cuenta el desarrollo de la persona en cuanto a la interacción con los objetos de trabajo y con el medio que lo rodea, demandando así la investigación, planificación, implementación y control de una serie de mejoras que permitan un desarrollo seguro y cómodo al mismo tiempo que se mantienen elevados niveles de productividad y eficiencia.

De este modo, la empresa TOMCA, c.a. ha decidido llevar a cabo una evaluación de los procesos de trabajo que se presentan dentro del proceso productivo que se lleva a cabo en sus instalaciones. Mediante el presente trabajo de investigación será posible identificar los procesos de trabajo, caracterizar los sistemas persona-máquina presentes y llevar a cabo las evaluaciones ergonómicas pertinentes a fin de desarrollar una propuesta de mejoras enfocada en la ergonomía, de manera que se le permita a la organización cumplir con los lineamiento legales sin disminuir en ningún momento su capacidad para cumplir con la elevada demanda que experimenta.

En cuanto a las evaluaciones ergonómicas llevadas a cabo se presenta: aplicación del cuestionario de síntomas subjetivos de fatiga de H. Yoshitake, aplicación de la lista de comprobación ergonómica (LCE), evaluación de condiciones físicas, medición de condiciones ambientales (iluminación, ruido, temperatura, humedad y ventilación) y aplicación de métodos ergonómicos (RULA, REBA, OCRA y NIOSH).

De acuerdo a lo descrito anteriormente, el presenta trabajo especial de grado se encuentra estructurado del siguiente modo:

- Capítulo I: “Marco Introductorio”. En este capítulo se puede encontrar la descripción de la empresa, planteamiento del problema, objetivos, justificación, alcance y limitaciones.
- Capítulo II: “Marco Teórico”. Contiene definiciones básicas, descripción breve de los métodos e instrumentos a utilizar, descripción del marco legal que rige el estudio y los antecedentes.
- Capítulo III: “Marco Metodológico”. En este capítulo se incluye el tipo de investigación, diseño de la investigación, población y muestra, variables de estudios, operacionalización de las variables, técnicas e instrumentos de recopilación de datos y análisis de resultados, evaluaciones ergonómicas, equipos utilizados, normas, leyes y decretos utilizados, criterio para valoración de riesgos y, por último, fases de la investigación.
- Capítulo IV: “Análisis de resultados”. Se presenta la descripción de las condiciones actuales de la empresa, así como las causas de aquellas deficiencias que demandan niveles de intervención importantes.
- Capítulo V: “Propuesta de Mejoras”. Contiene la propuesta conformada por 18 mejoras, la estimación de costos de las mismas, la estimación de los costos generados por el incumplimiento de los aspectos estipulados por la Ley, la priorización de las mejoras y la factibilidad económica de la propuesta.
- Capítulo VI: “Conclusiones y Recomendaciones”. Contiene las conclusiones obtenidas luego de finalizar cada una de las fases que conforman el presente trabajo, así como una serie de recomendaciones para acciones futuras que, se considera, la empresa debe tomar en cuenta.

Capítulo I: Marco Introdutorio

1.1 Descripción General de la Empresa

1.1.1 Reseña Histórica

El Taller de Reparación de Motores TOMCA, c.a. es una empresa especializada en el mantenimiento mayor preventivo (Reacondicionamiento) y reparación de motores de aviación recíprocos, también conocidos como motores de pistón; brindando servicio a unidades de aviación general, escuelas de aviación y en algunos casos al mercado comercial.

La empresa tiene su sede en el Aeropuerto de Caracas “Oscar Machado Zuloaga” ubicado en el sector Charallave, estado Miranda. La misma cuenta con un conjunto reducido de trabajadores, de los cuales el mecánico fundador de dicha empresa sigue siendo aquel que lleva a cabo la mayoría de las actividades correspondientes al área de producción. En esta organización, se realizan todas las actividades que conllevan el proceso de reacondicionamiento de los motores, desde su recepción hasta la entrega del mismo, exceptuando procesos de limpieza profunda y Ensayos No Destructivos (NDT) ya que los mismos son subcontratados a compañías externas.

Hoy en día, la empresa ha alcanzado un posicionamiento en el mercado que apunta directamente hacia unos elevados niveles de calidad, permitiéndole ser el portador de servicio de mantenimiento de motores recíprocos Nro. 1 en el mercado de aviación nacional. Este es el resultado de más de una década de trabajo arduo, enfocado estrictamente en la satisfacción de las necesidades del cliente, así como la aplicación de elevados niveles de dedicación y compromiso en cada uno de los motores que han de pasar por las manos de cada uno de los trabajadores del taller, esto acompañado de una buena relación precio-calidad y respaldado por un excelente servicio de garantía.

1.1.2 Estructura Organizativa

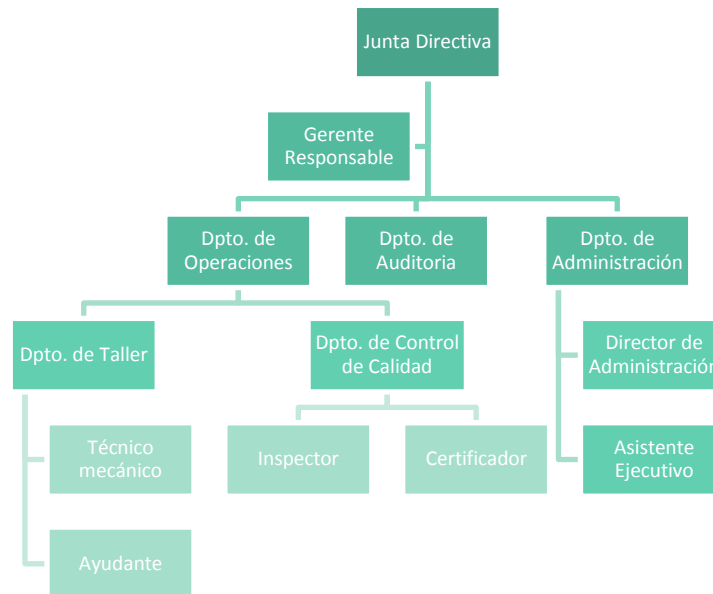


Figura 1. Organigrama de la empresa
Fuente: TOMCA, c.a.

1.2 Planteamiento del Problema

TOMCA, c.a. es una empresa que se caracteriza por el alto nivel de calidad alcanzado en lo correspondiente al producto obtenido del proceso de reacondicionamiento de los motores de aviación de pistón, por ello parte de los clientes del “Aeropuerto Caracas – Óscar Machado Zuloaga” y del “Aeropuerto Metropolitano” han demandado de manera significativa los servicios del taller y han mantenido un alto nivel de fidelidad con el mismo a lo largo de los años.

Adicionalmente, el Aeropuerto Caracas ha experimentado un aumento de su demanda debido a la prohibición del uso de aviones privados en “La Base Aérea Generalísimo Francisco de Miranda” y a la presente crisis área que sufre el país, la cual ha aumentado notablemente la demanda del mercado de aviación del tipo privada como consecuencia de la baja disponibilidad de boletos aéreos de aviación comercial. Dicho aumento de la demanda del Aeropuerto Caracas afecta directamente la correspondiente al taller de reparaciones TOMCA, c.a., provocando un incremento drástico del trabajo llevado a cabo por el personal del taller. Frente a esta necesidad, la empresa ha optado por aumentar el ritmo de trabajo al mismo tiempo que se reducen los espacios y la

atención que ameritan las necesidades de bienestar y comodidad de los trabajadores. Lo descrito anteriormente se debe a que el proceso de reacondicionamiento de motores de avión es un trabajo que requiere un alto nivel de la interacción persona – máquina.

De este modo, se requiere de la aplicación de un estudio con el objetivo de determinar si existen oportunidades de mejora de las condiciones de trabajo, a fin de aumentar la productividad de la empresa sin afectar la integridad física y mental de los trabajadores. Cabe destacar que se entiende como condiciones de trabajo al conjunto de factores con los que debe interactuar una persona para llevar a cabo una actividad, incluyendo: espacio físico, ambiente, postura de trabajo, desgaste físico, carga mental, fatiga y todos aquellos factores que, en caso de no presentarse en las condiciones necesarias, podrían poner en riesgo la salud tanto física como mental de los trabajadores.

Por otra parte, la empresa se ve en la necesidad de tomar ciertas decisiones a fin de cumplir con las obligaciones impuestas por la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (L.O.P.C.Y.M.A.T) y evitar así posibles sanciones que podrían representar pérdidas monetarias, incluso mayores a las que se presentarían por una disminución de la satisfacción de la alta demanda que presenta la empresa.

Por la situación actual descrita, la empresa presenta la obligación de llevar a cabo un proceso de caracterización y análisis de los procesos de trabajo que se llevan a cabo dentro del proceso productivo de mantenimiento preventivo que practica el taller, entendiendo como proceso de trabajo al conjunto de actividades llevadas a cabo, que surgen de la interacción entre el objeto de trabajo (motor de aviación de tipo recíproco), el medio (todos aquellos recursos, maquinarias o herramientas que son de necesaria aplicación para llevar a cabo la actividad) y la organización y división del trabajo.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se plantea la siguiente interrogante:

¿Los procesos de trabajo requerirán ajustes basados en los resultados de un estudio ergonómico?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejoras a los procesos de trabajo llevados a cabo por el personal de un taller que realiza mantenimiento preventivo a motores de aviación del tipo recíprocos ubicado en el estado Miranda.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar los procesos de trabajo presentes en área de reacondicionamiento de motores.
- Caracterizar los sistemas persona – máquinas encontrados en los procesos de trabajo en estudio.
- Identificar el tipo de sobrecarga laboral que se presenta en cada sistema estudiado.
- Estimar los niveles de riesgo asociados a las sobrecargas de trabajo determinadas.
- Valorar los niveles de riesgo asociados a las sobrecargas de trabajo determinadas.
- Explicar las causas de las sobrecargas de trabajo con niveles de riesgo más significativos.
- Diseñar propuestas que traten las sobrecargas de trabajo con mayor nivel de riesgo.
- Determinar la factibilidad técnica y económica de las propuestas resultantes.

1.4 Justificación

En la actualidad la empresa presenta un alto nivel de interés en tomar acciones en lo referente a los aspectos establecidos por la Ley Orgánica para la Prevención, Condiciones y Medio Ambiente del Trabajo (L.O.P.C.Y.M.A.T.), así como de brindar apoyo a los trabajadores fomentando la disminución de la fatiga laboral y de las lesiones músculo-esqueléticas, esto sin afectar la productividad de la empresa y manteniendo el

posicionamiento que la misma ha alcanzado por los altos niveles de calidad que ofrece en sus servicios.

Por ello, el presente trabajo le ofrece a la empresa una propuesta que le permitirá alcanzar un mayor nivel de productividad, evitar sanciones por incumplimiento de la ley y brindarle al trabajador un ambiente de trabajo que le proporcione comodidad y bienestar, impulsando así al desarrollo de los niveles de dedicación, compromiso y desempeño por parte de los trabajadores llevando el posicionamiento de la empresa a otros niveles aumentando así su éxito.

1.5 Alcance

El desarrollo del presente estudio se llevara a cabo en el área de operaciones para la empresa TOMCA, c.a. ubicada en las instalaciones del Aeropuerto Caracas, Charallave, Edo. Miranda. Tiene como objetivo el estudio de los procesos de trabajo que conforman el reacondicionamiento de motores, específicamente los desarrollados en el taller, a fin de determinar los posibles procesos peligrosos originados por desajustes ergonómicos que puedan generar o agravar lesiones del sistema musculo-esquelético de los trabajadores del área mencionada, así como también las causas que originan dichos riesgos.

El producto de este trabajo será una propuesta de mejora y factibilidad técnica y económica de la misma.

1.6 Limitaciones

- La calibración de los equipos de medición, puede influir en los resultados de los riesgos a ser medidos.
- Recolección de datos sujeta la disponibilidad de documentos o de los trabajadores para cumplir con las entrevistas requeridas.
- La empresa no cuenta con estadísticas formales de lesiones musculo-esqueléticas presentadas por los trabajadores, que sirvan como antecedentes para el presente Trabajo Especial de Grado.

Capítulo II: Marco Teórico

El presente capítulo tiene como finalidad dar a conocer los conceptos, definiciones y metodologías que brindan fundamento al presente Trabajo Especial de Grado.

2.1 Ergonomía y sus principios básicos

La ergonomía se entiende como la ciencia que se centra en el estudio del hombre y la interacción de este con el medio que lo rodea entendiendo que dicho medio puede ser tanto natural como artificial, es decir; se refiere al modo y forma en que el individuo se relaciona con el ambiente, los objetos y los equipos.

Esta ciencia se encarga de la investigación, planificación, implementación y control de mejoras que apuntan directamente a hacer que la interacción persona – máquina sea más segura y cómoda al mismo tiempo que se logra aumentar la eficiencia, la eficacia y la productividad del proceso de trabajo en cuestión, esto a través de dos actividades fundamentales: la aplicación de un marco normativo específico que permita analizar y regir la acción humana y el diseño de útiles, máquinas y equipos que brinden comodidad y seguridad al momento de llevar a cabo una actividad

Principios básicos de la Ergonomía

De acuerdo a la Organización Internacional del Trabajo, los principios básicos de la ergonomía son:

- Se deben rotar las tareas para disminuir todo lo posible el tiempo que un trabajador dedica a efectuar una tarea sumamente repetitiva.
- Para las tareas de ensamblaje, el material debe estar situado en una posición tal que los músculos más fuertes del trabajador realicen la mayor parte de la labor.
- Hay que modificar o sustituir las herramientas manuales que provocan incomodidad o lesiones. A menudo, los trabajadores son la mejor fuente de ideas sobre cómo mejorar una herramienta para que sea más cómodo manejarla.

- Ninguna tarea debe exigir a los trabajadores que adopten posturas forzadas, como tener todo el tiempo extendidos los brazos o estar encorvados durante mucho tiempo.
- Hay que enseñar a los trabajadores las técnicas adecuadas para levantar pesos. Toda tarea bien diseñada debe minimizar cuánto y cuán a menudo deben levantar pesos los trabajadores.
- Se debe disminuir al mínimo posible el trabajo en pie, pues a menudo es menos cansador hacer una tarea estando sentado que de pie.
- Hay que colocar a los trabajadores y el equipo de manera tal que los trabajadores puedan desempeñar sus tareas teniendo los antebrazos pegados al cuerpo y con las muñecas rectas.

2.2 Interfaz Persona – Máquina

Según Mondelo, Gregori y Barrau (1994) El grupo conformado por útiles y mecanismos, su entorno y el usuario, forman una unidad que puede ser definida y analizada como un sistema Persona-Máquina, considerando, no sólo los valores de interacción de variables, sino también las relaciones sinérgicas.”

Dicho sistema se clasifica en tres grandes grupos dependiendo del grado y la calidad de la interacción de cada una de las variables, estos son:

- **Sistemas Manuales:** Este tipo de sistema se caracteriza porque la fuente de energía para llevar a cabo la actividad es proporcionada estrictamente por el sujeto.
- **Sistemas Mecánicos:** en este sistema la energía requerida por el proceso es suministrada solo en baja medida por el hombre, de modo que la mayoría de la carga energética es proporcionada por la máquina o por una fuente externa.
- **Sistemas Automáticos:** se conocen también como sistemas de autocontrol, su funcionamiento depende estrictamente de la programación de modo que una vez que el hombre ha logrado programar las funciones que se han de llevar a cabo el sistema debe ser capaz de autorregularse de manera constante.

2.3 Relaciones Dimensionales y antropometría

La ergonomía es la encargada de coordinar e integrar todos los aspectos referentes a las dimensiones de las máquinas y del usuario, de manera proporcional y equilibrada, a fin de dar lugar a una relación armónica. Mondelo, Gregori y Barrau (1994) definen la antropometría como “la disciplina que describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano, estudia las dimensiones tomando como referencia distintas estructuras anatómicas, y sirve de herramienta a la ergonomía con objeto de adaptar el entorno a las personas.” (pág. 61)

El punto crítico de la antropometría corresponde a la marcada desviación de las medidas entre las personas, por ello esta disciplina tiene como principio que la persona “media” no existe.

2.4 Ambiente Térmico

Desde el punto de vista ergonómico, Mondelo, Gregori y Barrau (1994) afirman que para llevar a cabo un estudio del ambiente térmico se debe analizar el intercambio de energía del hombre con el ambiente, dicho intercambio se puede llevar a cabo de cuatro maneras diferentes: convección, conducción, radiación y evaporación del sudor; para posteriormente presentar mejoras desde el punto de vista de la regulación de térmica del ambiente, la vestimenta de los trabajadores y determinación de la carga de trabajo que debe ser asignada a los trabajadores, siempre tomando en cuenta cómo ha de afectar el ambiente a los niveles de cansancio y fatiga de estos.

2.5 Ambiente Acústico

Dentro del ámbito ergonómico es necesario hacer evaluaciones acerca de cómo los niveles de ruido, generados por la utilización de herramientas, máquinas o por la ciencia propia de la actividad, afectan el desenvolvimiento del trabajador.

La Norma Venezolana COVENIN 1565:1995 presenta las siguientes definiciones referentes al tema:

- Ruido: es un sonido no deseado que por sus características es susceptible de producir daño a la salud y al bienestar humano.

- Presión sonora: es la diferencia entre la presión atmosférica y la presión real, durante la compresión que resulta de la onda sonora. Se expresa en micro pascal.
- Frecuencia: es el número de veces por segundo que un objeto que vibra comprime el aire que lo circunda. Su unidad de medida es el ciclo por segundo (seg.) o Hertz (Hz). Está asociado con el tono de un ruido; a mayor frecuencia más agudo. (COVENIN 1565:1995 2006)

La presencia de un ambiente acústico deficiente puede ocasionar dificultades en las comunicaciones habladas, reducir la productividad, opacar señales de alerta, aumentar la presencia de errores, causar incomodidad y dolor de cabeza a los trabajadores. Las consecuencias de la presencia de ruido dependerán directamente de los niveles del mismo donde a niveles bajos (entre 30dB y 60 dB) se hace presente la incomodidad; a niveles medios (entre 60 dB y 90 dB) ya se hacen presentes síntomas como: aumento de la presión arterial, disminución del campo visual y aceleración del ritmo cardiaco; y para niveles incluso más elevados se puede incluso ocasionar la pérdida total de la capacidad auditiva.

2.6 Ambiente Lumínico

Un buen diseño de ambiente lumínico es aquel que presenta la cantidad de luz exacta de modo que la visión del individuo sea la mejor posible. Mondelo, Gregori y Barrau (1994) sostienen que:

La iluminación es la cantidad y calidad de luz que incide sobre una superficie. Para poder iluminar adecuadamente hay que tener en cuenta la tarea que se va a realizar, la edad del operario y las características del local; es obvio que no es lo mismo iluminar una sala de ordenadores que un taller mecánico. (pág. 121)

Por otra parte, para obtener un buen diseño de ambiente lumínico es necesario tener en cuenta los factores que intervienen directamente en la relación existente entre la visión y el grado de iluminación que existe, estos factores son: ángulo visual, agudeza

visual, contraste, tiempo, distribución del brillo en el campo visual, deslumbramiento, difusión de luz y color.

2.7 Carga mental

Dentro de la jornada laboral, el trabajador está constantemente expuesto a una serie de actividades que, por más estandarizadas que se encuentren, siempre requieren de cierto nivel de actividad mental o de esfuerzo intelectual para poder llevarlas cabo, de este modo; se entiende como carga mental a dicho conjunto de requerimientos intelectuales con los que tiene que cumplir el individuo a fin de poder alcanzar los objetivos propuestos.

De acuerdo a investigaciones llevadas a cabo por el Centro Nacional de Nuevas Tecnologías del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2002), la carga que supone la realización de una actividad depende de las exigencias que plantea el trabajo y la capacidad de respuesta del trabajador. Las exigencias del trabajo están determinadas por el contenido del trabajo y de las condiciones en las que se realiza la tarea.

2.7.1 Fatiga mental

García, O. y Del Hoyo, M. (2002) establecen que:

“La fatiga mental se puede definir como la disminución de la capacidad física y mental de un individuo, después de haber realizado un trabajo durante un periodo de tiempo determinado.”

La fatiga mental se puede presentar como una medida del cuerpo humano de adaptarse al entorno exigiendo un descanso como medio de recuperación para poder alcanzar el equilibrio, de modo que el sujeto siente la necesidad de disminuir el rendimiento, dispersar la atención y comienza a sufrir síntomas de disminución de la percepción y de la coordinación de los pensamientos y el lenguaje.

2.7.2 Cuestionario de Síntomas Subjetivos a la fatiga de Yoshitake

El cuestionario de Yoshitake cuenta con 30 preguntas a las cuales los encuestados contestan con respuestas cerradas del tipo sí o no. Este instrumento permite la determinación del grado de fatiga que presentan los trabajadores al momento de ser aplicada la encuesta y como consecuencia de asistir a laborar diariamente. Dicho grado se ha dividido en tres niveles, dependiendo del puntaje resultante de la encuesta, del siguiente modo:

- Presencia de fatiga: total de 0 a 7 respuestas afirmativas
- Fatiga moderada: total de 8 a 13 respuestas afirmativas
- Fatiga excesiva: total de 14 a 30 respuestas afirmativas

Adicionalmente, la encuesta se encuentra dividida en tres bloques de modo que, dependiendo de la cantidad de respuestas afirmativas en cada uno, es posible determinar el patrón de fatiga que se experimenta. A continuación, se presenta la distribución de dichos bloques.

- Preguntas de la 1 al 10: Tipo I “Esfuerzo mental y físico”
- Preguntas de la 11 al 20: Tipo II “Esfuerzo mental”
- Preguntas de la 21 al 30: tipo III “Esfuerzo físico”

De este modo, el bloque que presenta la mayor concentración de respuestas afirmativas determina el tipo de patrón para los síntomas de fatiga que se experimentan (mixto, mental o físico). Por último, se ha de calcular la frecuencia de queja por fatiga y se ha de expresar la misma en términos de porcentaje. Dicha frecuencia se calcula haciendo uso de la siguiente expresión:

$$\text{Frecuencia de quejas de fatiga} = \frac{\text{Número de respuestas "Si"}}{\text{Número total de preguntas}} \times 100$$

2.8 Métodos de Evaluación Ergonómica

Los métodos de evaluación ergonómica se presentan como un conjunto de herramientas que le permiten al ergónomo identificar y valorar los factores de riesgo a los que se expone el trabajador cuando se encuentra presente en su puesto de trabajo, de

modo que, en base a los resultados obtenidos, se puedan tomar medidas correctivas referentes a los puestos y los procesos de trabajo que propicien la disminución de dichos riesgos a niveles aceptables.

La postura, la manipulación manual de carga y la repetitividad son los temas principales a los que hacen referencia dichos métodos de evaluación.

2.8.1 Método RULA

Es un método de evaluación ergonómica enfocado en el análisis del riesgo que se presenta como consecuencia de la postura adoptada por el trabajador para llevar a cabo la actividad, dicho riesgo se presenta a raíz de la adopción de posturas forzadas de manera continua y repetitiva, lo cual genera fatiga e incluso puede dar lugar a trastornos al sistema músculo-esqueléticos.

La aplicación del método comienza con la observación detallada de las posturas más significativas que adopta el trabajador, entendiendo como significativas aquellas que tienen una mayor duración o representan una carga postural superior. Posteriormente, dicha observación dará lugar al proceso de medición de ángulos y, mediante las tablas asociadas al método y los valores de ángulos obtenidos, se asignarán puntuaciones a cada postura. Por último, dichas puntuaciones deberán ser ajustadas, según el tipo de actividad muscular y la fuerza que requiera la misma para dar lugar así a un valor global, el cual es de carácter proporcional respecto al nivel de riesgo al que está expuesto el trabajador, de modo que a mayores niveles de puntuación el nivel de riesgo es superior.

2.8.2 Método NIOSH

Este método apunta a la evaluación de los riesgos originados por la manipulación manual de cargas, entendiendo por manipulación aquellas actividades que consisten en el transporte, empuje, levantamiento y arrastre de un material. El método consiste en la aplicación de una ecuación que ofrece como resultado el valor de peso máximo recomendado para levantar, así como también ofrece una valoración de la posibilidad de

aparición de trastornos lumbares dependiendo del peso y las condiciones de levantamiento.

La fórmula mediante la cual el método permite la determinación del peso límite de la carga a manipular es la siguiente:

$$RWL = LC \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

Dónde: LC es el valor de la constante 23 Kg; HM es el factor de corrección correspondiente al multiplicador horizontal, VM es el factor correspondiente al multiplicador vertical, DM corresponde al multiplicador de desplazamiento, AM es el multiplicador de asimetría, FM hace referencia al multiplicador de y CM, que corresponde al multiplicador de agarre clasificado como: bueno, medio y malo. Los valores de los multiplicadores se encuentran dentro de un rango entre 0 y 1 donde el máximo representa los levantamientos en condiciones óptimas y viceversa.

Una vez que se conoce el peso máximo para el manejo de carga en las condiciones presentes se procede al cálculo del índice NIOSH, el cual corresponde a la razón entre el peso de la carga manipulada y el RWL.

2.8.3 Lista de comprobación de riesgos ergonómico (LCE)

Elaborada por la Oficina Internacional del Trabajo y la Asociación Internacional de Ergonomía (AIE), esta herramienta está enfocada en el análisis de las condiciones desde el punto de vista ergonómico de las diez áreas de mayor impacto según los principios, estas son: servicios higiénicos y locales de descanso, manipulación y almacenamiento de los materiales, herramientas manuales, seguridad de la maquinaria de producción, mejora del diseño de puestos de trabajo, iluminación, locales, riesgos ambientales, equipos de protección personal y organización del trabajo.

A su vez, para cada área existen entre diez y veinte puntos de comprobación, de modo que en su totalidad la lista está conformada por ciento veintiocho puntos de comprobación. Cada punto de comprobación representa una acción y para cada uno la lista proporciona una serie de acciones preventivas y recomendaciones.

2.8.4 Estudio de Evaluación Física

Diseñado por Corlett y Bishop (1976), el estudio de evaluación física es un cuestionario que tiene como finalidad conocer si los trabajadores presentan molestias en alguna parte del cuerpo durante la jornada laboral que se manifiesten como sensación de incomodidad, adormecimiento o dolor. Las partes del cuerpo sometidas a evaluación con el presente cuestionario son: cuello, codo, antebrazo, muñeca / mano, muslo, pantorrilla, tobillo / pie, hombros, zona dorsal, zona lumbar, cadera, rodillas y cualquier otra que el trabajador manifieste.

En cuanto al análisis de dichas experiencias desfavorables, la herramienta demanda que los trabajadores indiquen la frecuencia con la que experimentan las molestias en cada parte del cuerpo y la gravedad de dicho malestar. En cuanto a la frecuencia, la misma puede ser: nunca, ocasionalmente, con frecuencia o siempre; mientras que para el factor gravedad las opciones presentes son: no incomodo, incomodo, doloroso y muy doloroso.

2.8.5 Método OCRA (Occupational Repetitive Action)

Método enfocado en la evaluación del riesgo para la prevención de los trastornos músculo esquelético de los miembros superiores que se han de presentar como consecuencia de la exposición del individuo a actividades que requieran movimientos repetitivos. Para la obtención del índice OCRA, se toman en cuenta los siguientes aspectos de las actividades de carácter repetitivo dentro del proceso productivo:

- Duración neta de una actividad que requiere movimientos repetitivos. En
- Duración total del periodo de descanso o recuperación permitidos.
- Frecuencia de las acciones requeridas (acciones / minutos).
- Postura de hombros, codos, manos y muñecas.
- Duración de la actividad y el tipo de fuerza requerida para la misma.
- Presencia de factores adicionales como son: vibraciones, deficiencia del ambiente térmico, utilización de guantes que impidan el libre movimiento , entre otros.

El índice OCRA viene dado por la siguiente expresión:

$$\text{Índice OCRA} = \frac{\text{ATA}}{\text{RTA}}$$

Dónde: ATA es el número total de acciones técnicas necesarias en el turno y RTA es el número total de acciones de referencia en el turno.

2.8.6 Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

Propuesto por Sue Hignett y Lynn McAtamney, este método permite llevar a cabo un análisis en conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo, incluyendo: cuello, brazos, antebrazos y muñecas; miembros medios como el tronco y las piernas. Adicionalmente, toma en cuenta los efectos de otros factores en la postura, como son: carga o fuerza manejada, tipo de agarre y tipo de actividad muscular desarrollada.

Para la obtención del índice REBA, el cuerpo será dividido en dos grupos: grupo “A”, conformado por cuello, tronco y piernas; y grupo “B”, conformado por brazo, antebrazo y muñeca. Adicionalmente, este método considera relevante la magnitud de la carga manipulada, lo cual afecta la puntuación del grupo “A” y el tipo de agarre de dicha carga, lo cual afecta la puntuación del grupo “B”. Por último, el índice se verá incrementado si alguna parte del cuerpo se mantiene estática durante, se producen cambios de posturas repentinas y si se presentan movimientos repetitivos, entendiendo por repetitivos la presencia de más de cuatro (4) movimientos en un (1) minuto.

2.8.7 Método AHP - Proceso de Análisis Jerárquico

Desarrollado por Thomas Saaty (1980), el método AHP corresponde a un instrumento utilizado para llevar a cabo procesos de toma de decisiones, para la resolución de un problema multicriterio, basadas en las prioridades relativas de los elementos implicados y donde el análisis debe ser llevado a cabo en base a criterios tanto cuantitativos como cualitativos.

Para la aplicación del método se deben tener presentes los diferentes niveles de la jerarquía de atributos, los cuales se entienden como: el propósito y objetivo global del

problema, los distintos atributos o criterios que definen las diferentes alternativas presentadas, las alternativas propuestas propiamente

2.8.8 Curvas NR (Noise Rating) de Costeen y Van OS

Son curvas que establecen para cada banda de octava los límites que no deben ser excedidos por el espectro de ruido, de modo que se mantengan en todo momento condiciones que favorezcan la comodidad de los ocupantes de un área de trabajo. El método permite asignar al espectro de frecuencias de un ruido, medido en bandas de octava, un solo número NR.

2.9 Bases y Fundamentos Legales

2.9.1 Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (CRBV)

Vigente desde el año 1999, la presente carta magna presenta la Ley fundamental de Venezuela. Está constituida por un total de nueve (9) títulos, que a su vez se encuentran conformados por una serie de capítulos, secciones y artículos, un preámbulo y tres disposiciones en total.

Desde el punto de vista del trabajador y su desempeño en el medio de trabajo, la constitución presenta el artículo 87 que establece:

Art. 87: Toda persona tiene derecho al trabajo y el deber de trabajar. El Estado garantizará la adopción de las medidas necesarias a los fines de que toda persona pueda obtener una ocupación productiva, que le proporcione una existencia digna y decorosa y le garantice el pleno ejercicio de este derecho. Es fin del Estado fomentar el empleo. La ley adoptará medidas tendentes a garantizar el ejercicio de los derechos laborales de los trabajadores y trabajadoras no dependientes. La libertad de trabajo no será sometida a otras restricciones que la ley establezca. Todo patrono o patrona garantizará a sus trabajadores y trabajadoras condiciones de seguridad, higiene y ambiente de trabajo adecuados. El Estado adoptará medidas y creará instituciones que permitan el control y promoción de estas condiciones. (p. 90).

2.9.2 Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laborales (INPSASEL)

Es un organismo autónomo adscrito al Ministerio del Poder Popular para el Proceso Social de Trabajo, creado según lo establecido en el artículo 12 de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, promulgada en el año 1986.

Dentro del marco de funciones generales de dicho organismo se encuentra: abogar por el cumplimiento de las normas referentes a la salud laboral, brindar asistencia técnica tanto a trabajadores como empleadores, llevar a cabo los trámites referentes a los informes técnicos sobre accidentes laborales, enfermedades ocupacionales y condiciones y medio ambiente del trabajo, por último es función del instituto la promoción de una cultura preventiva por medio de la educación e investigación en materia de salud ocupacional.

2.9.3 Ley Orgánica de Prevención, Condición y Medio Ambiente de Trabajo (LOPCYMAT)

Publicada en Gaceta Oficial número 38.236, de fecha 26 de julio de 2005, promueve la implementación del régimen de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el marco del nuevo sistema de Seguridad Social. Es la encargada de promover la salud de los trabajadores, prevenir las enfermedades y accidentes que se dan ha lugar como consecuencia del trabajo, así como proteger al trabajador a fin de que reciban la atención, rehabilitación y la oportunidad de reinserción. Por otra parte, también cumple con establecer las prestaciones dinerarias que le corresponda al trabajador por los daños ocasionados por enfermedades ocupacionales y accidentes en el trabajo.

Los entes gubernamentales encargados de vigilar el cumplimiento de las condiciones de seguridad, salud y bienestar estipuladas por la ley son: el Ministerio del Poder Popular para el Trabajo y Seguridad Social y el Instituto Nacional de Prevención, Salud y Seguridad Laboral.

2.9.4 Ley Orgánica del Trabajo, los Trabajadores y Trabajadoras (LOTT)

Con el propósito de regular los derechos y obligaciones derivados del hecho social del trabajo, en el año 1928 se promulga la primera Ley del Trabajo, pasando la misma a adquirir carácter orgánico el 1º de mayo de 1991.

Dicha Ley está constituida por un conjunto de Normas puestas a disposición de la protección del trabajo y garantiza los derechos de los trabajadores y trabajadoras, entendiendo los mismos como sujetos protagónicos de educación y trabajo. Dicha ley se acoge a las disposiciones de la Ley Orgánica de Protección de Niños, Niñas y Adolescentes, de modo que prohíbe el trabajo a las personas menores de 14 años. Por otra parte, la ley garantiza la estabilidad en el trabajo y limita toda forma de despido no justificado y establece que, en vista de que la riqueza es un producto social generado principalmente por los trabajadores y trabajadoras, la misma debe ser distribuida de forma justa para garantizar una vida digna junto a sus familias. Adicionalmente, la ley atribuye al Estado la responsabilidad de proteger el salario y el ingreso familiar.

2.9.5 Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN)

Desde el año 1958, la Comisión Venezolana de Normas Industriales es el organismo dedicado a la programación y coordinación de las actividades referentes a la Normalización y la Calidad en el país. Las normas emitidas por dicha organización son elaboradas por Comités y Comisiones Técnicas de Normalización, en las cuales participan organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales relacionadas con área específica. En dichas normas se describen los procedimientos a seguir según la actividad llevada a cabo y son aplicables para la mayoría de los diferentes ámbitos de sector productivo del país.

2.9.6 Real Decreto 486 / 1997.

En conformidad con el artículo 6 de la Ley 31 / 1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y emitido por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales del Gobierno de España, el presente Decreto establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables en los lugares de trabajo; entendiendo como

“lugares de trabajo” las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deben permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo. Dispone de un total de dos Capítulos, doce Artículos, tres Disposiciones y seis Anexos.

Entre las materias reguladas por este Real Decreto se encuentra: condiciones constructivas de los lugares de trabajo, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, entre otros.

2.9.7 Antecedentes

Para llevar a cabo el desarrollo del presente proyecto de investigación se cuenta con un grupo de trabajos realizados en la Universidad Católica Andrés Bello, que han sido enfocados en temas de diseño o intervenciones en el área de la ergonomía. Adicionalmente, también se cuenta con un trabajo de pasantías que facilita la descripción de los diferentes procesos operativos que se llevan a cabo en las instalaciones de TOMCA, c.a.

Tabla 1. Antecedentes

Tipo de trabajo	Título	Autor(es)	Tutor	Año
T.E.G.	Estudio ergonómico para mejorar el ambiente, los puestos y las condiciones de trabajo de los trabajadores de una planta de neopreno ubicada en el estado miranda.	Tomás Bautista	Álvarez G., Alexander	2012
T.E.G.	Estudio ergonómico para mejorar el ambiente, los puestos y las condiciones de trabajo del personal de una planta que fabrica dispositivos electrónicos y sistemas eléctricos en el área Metropolitana de Caracas.	Dittmar M., Diana C. Ruiz A., Bidatz.	Álvarez G., Alexander	2007
T.E.G.	Diseño de una propuesta de mejoras de las condiciones de seguridad y salud laboral, en los procesos de trabajo del servicio técnico de una empresa fabricante de productos y artículos de limpieza, en Caracas, para año 2015.	Venegas, Gerardo	Guevara, José	2015
Pasantía	Propuesta de mejora para los procesos operacionales de un taller que realiza mantenimiento preventivo a motores de aviación del tipo recíprocos.	Ruiz B., Anibeth N.	De Gouveia, Joao B.	2013

Capítulo III: Marco Metodológico

3.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación corresponde a un proyecto factible, esto en vista de que los objetivos del mismo apuntan hacia el desarrollo y evaluación de una serie de mejoras al proceso productivo a fin de generar un ambiente de trabajo que propicie la salud y el bienestar de los trabajadores, al mismo tiempo que se ha de velar por el alcance de mayores niveles de productividad y eficiencia sin alterar en ningún momento los elevados niveles de calidad que representan el servicio ofrecido por el Taller de Reparaciones TOMCA, c.a.

Hurtado, J. (2008) establece el siguiente concepto para la investigación del tipo proyecto factible, también conocida como investigación proyectiva:

Este tipo de investigación, consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, de una institución o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo.

En concordancia con lo expuesto por el autor, en el proyecto presentado se han llevado a cabo dos fases. La primera consiste en un proceso de levantamiento de información para el diagnóstico de la situación actual presente, de modo que se pueda proceder a la aplicación de un proceso de identificación del conjunto de necesidades.

La segunda fase corresponde al desarrollo de las propuestas de mejora a los procesos de trabajo a partir de los cuales se han determinado necesidades, las cuales se encuentran representadas en función de los niveles de riesgo presentes dada la realización de las actividades y tareas que conforman dichos procesos, es decir; en dicha fase se ha de dar respuesta y se han de resolver los problemas expuestos tras la primera fase.

3.2 Diseño de la Investigación

A fin de alcanzar los objetivos establecidos por el tipo de investigación seleccionada, es fundamental establecer la metodología que se aplicará para recabar los datos necesarios y dar respuesta a las necesidades encontradas, a esto se le conoce como diseño de la investigación.

En el caso del presente trabajo, la investigación corresponde a una de campo, es decir, con la finalidad de diseñar y evaluar las respectivas propuestas de mejora que requiere el proceso de trabajo en cuestión, se debe llevar a cabo una recolección de datos que, más allá de estar respaldada por fundamentos teóricos, debe ser en sitio y de acuerdo a las actividades que día a día se están llevando a cabo en el taller.

De acuerdo a lo expuesto por Muñoz, C. (1998):

En la ejecución de los trabajos de este tipo, tanto el levantamiento de información como el análisis, comprobaciones, aplicaciones prácticas, conocimientos y métodos utilizados para obtener conclusiones, se realizan en el medio en el que se desenvuelve el fenómeno o hecho en estudio. En estas investigaciones, el trabajo se efectúa directamente en el campo (80 a 90 por ciento) y solo se utiliza un estudio de carácter documental para avalar o completar los resultados (20 a 10 por ciento).
(pág. 93)

3.3 Población y Muestra

La población correspondiente al presente trabajo de investigación está conformada por los procesos productivos que conforman el reacondicionamiento de los motores de avión del tipo recíprocos que se llevan a cabo en el taller TOMCA, c.a., por los sistemas hombre máquinas que se caracterizan, los riesgos a los que se expone cada individuo como consecuencia de llevar a cabo las actividades y tarea y las causas de las sobrecargas encontradas. Sin embargo, desde el punto de vista de muestra, este concepto no fue aplicado para el desarrollo de la investigación puesto que se trabajó directamente sobre todos los elementos y factores que incluyen la población.

3.4 Variables en estudio

A continuación se presenta para cada objetivo la variable de estudio correspondiente.

Tabla 2. Variables en estudio

Caracterizar los procesos de trabajo

- Procesos de trabajo

Caracterizar los sistemas persona – máquinas encontrados en los procesos de trabajo en estudio

- Sistemas Persona - Máquina

Determinar el tipo de sobrecarga laboral o de trabajo que se presenta en cada sistema estudiado

- Sobrecarga de trabajo

Estimar los niveles de riesgo asociados a las sobrecargas de trabajo determinadas

- Riesgo

Valorar los niveles de riesgo asociados a las sobrecargas de trabajo determinadas

- Riesgo

Explicar las causas de las sobrecargas de trabajo con niveles de riesgo más significativos

- Causas de las sobrecargas de trabajo

Diseñar propuestas que traten las sobrecargas de trabajo con mayor nivel de riesgo

- Propuestas de mejora

Determinar la factibilidad técnica y económica de las propuestas resultantes

- Factibilidad

3.5 Operacionalización de las variables

Tabla 3. Operacionalización de las variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Fuentes	Técnicas e Instrumentos
Procesos de trabajo	- Objeto de trabajo - Actividad de trabajo - Medios de trabajo - Organización y división del trabajo	Caracterización de los procesos de trabajo	- Perfil del cargo - Listado de materiales y equipos - Personal de trabajo	- Revisión y análisis documental - Entrevistas no estructuradas - Observación directa

Variable	Dimensión	Indicadores	Fuentes	Técnicas e Instrumentos
Sistemas Persona-Máquina	- Trabajadores - Máquinas utilizadas - Espacios de trabajo	- Dimensiones de los trabajadores - Dimensiones de la interface - Tipo de la interface - Factores ambientales: ruido, humedad, iluminación, temperatura y ventilación	- Caracterización de los procesos de trabajo - Personal de trabajo - Mediciones ambientales	- Revisión y análisis documental - Entrevistas no estructuradas - Uso de instrumentos de medición - Observación directa - Información documental
Sobrecarga de trabajo	- Fatiga - Postura forzada - Fuerza aplicada - Repetitividad de movimientos	- Síntomas subjetivos de fatiga - Puntuaciones de los métodos: RULA, NIOSH y OCRA - Listado LCE	- Respuestas de los operarios al cuestionario aplicado - Resultados de los métodos de evaluación ergonómica - Resultados del listado LCE	- Cuestionario de síntomas subjetivos de fatiga de Yoshitake - Métodos todos de evaluación ergonómica - Listado LCE - Información documental
Riesgos	- Resultado de los métodos de evaluación ergonómica	- Nivel de intervención	- Mediciones y resultados de las evaluaciones ergonómicas	- Valoración de las metodologías RULA, REBA, OCRA y NIOSH
Causa de la sobrecarga de trabajo	- Condiciones ambientales - Condiciones de esfuerzo del cuerpo humano	- Información obtenida de las condiciones medio ambientales - Condiciones determinadas de las evaluaciones ergonómicas	- Métodos de evaluación ergonómica - Mediciones ambientales	- Diagrama Causa-Efecto
Propuesta de mejora	- Acciones - Costos	- Costo por acción (correctiva y preventiva) - Prioridad de aplicación	- Diagrama Causa-Efecto - Información documental	- Investigación
Factibilidad	- Estimación de costos totales por aplicación de propuesta - Evaluación de sanciones por incumplimiento de leyes	- Valor de la inversión - Posibles sanciones	- Presupuesto estimado para llevar a cabo la propuesta - LOPCYMAT	- Estudio de factibilidad económica

3.6 Técnicas e instrumentos de recopilación de datos y análisis de resultados

En vista de que el presente Trabajo Especial de Grado se ha desarrollado sobre las bases dispuestas por un proyecto de pasantía llevado a cabo anteriormente, no fue necesario llevar a cabo el proceso de recopilación de datos de los trabajadores con los que cuenta en área de servicio de la organización y la descripción de los procesos productivos que se llevan a cabo en el taller.

De este modo, la investigación presente parte directamente de la descripción y la evaluación de las condiciones ambientales y de trabajo a las cuales se encuentran expuestos los trabajadores.

3.6.1 Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga de H. Yoshitake

Este cuestionario fue aplicado con el objetivo de permitirle al investigador determinar los niveles y tipo de fatiga que presenta el trabajador, sin embargo, en vista de que dicho cuestionario es estrictamente subjetivo es necesario llevar a cabo un análisis exhaustivo de los resultados obtenidos, puesto que puede surgir el caso en el cual las condiciones de fatiga del trabajador no se presenten como consecuencia de las actividades de trabajo a las que el mismo está expuesto.

El cuestionario cuenta con un total de 30 preguntas y será aplicado dos veces al día, al comienzo de la jornada laboral y al final de la misma.

3.6.2 Mediciones ambientales

3.6.2.1 Iluminación

El proceso de medición de la iluminación se llevó a cabo en cada una de las áreas que conforman las instalaciones del Taller de Reparaciones TOMCA, c.a. Las mediciones se llevaron a cabo dos veces al día, mañana y tarde, a fin de tomar en cuenta la incidencia de la luz solar dentro de las instalaciones. Para dichas mediciones se hizo uso del instrumento conocido como Luxómetro, tomando como precaución evitar la proyección de sombras.

Para la evaluación de los resultados obtenidos se hizo uso de la Norma COVENIN 2249:1993 de iluminancia en trabajos y áreas de trabajo.

3.6.2.2 Temperatura, Ventilación y Humedad Relativa

Haciendo uso del instrumento conocido como termómetro-anemómetro se hicieron las mediciones correspondientes a la Temperatura, la Ventilación y la Humedad Relativa. Dichas mediciones se llevaron a cabo durante el periodo de la jornada laboral diaria, dos veces al día, al inicio y al final de la jornada laboral.

La evaluación de los resultados obtenidos a partir de dichos procesos de medición fue guiada a través del uso de las Normas COVENIN: 2250-90 de Ventilación en lugares de trabajo, donde es posible encontrar los rangos permisibles de velocidad de aire en las rejillas dependiendo de la altura a la cual están colocadas las mismas; y por lo establecido en el Real Decreto 486-1997: disposiciones mínimas de salud y seguridad en el trabajo, el cual establece los rangos permisibles de temperatura en lugares donde se realicen trabajos ligeros y de humedad relativa para lugares con o sin riesgos de electricidad estática.

3.6.2.3 Ruido

El proceso de medición, los cálculos y la evaluación de los resultados de los niveles de ruido a los cuales se expone el trabajador durante su jornada laboral fue llevado a cabo bajo los parámetros establecidos por la Norma COVENIN 1565:1995.

Para llevar a cabo el proceso de medición se determinó las principales fuentes de ruido, como son: aire acondicionado, proceso de asentamiento de válvulas, prueba del motor en banco y ruidos externos originados por las actividades de reparación de aviones que se llevan a cabo dentro del hangar aviaservice (hogar del Taller de Reparaciones TOMCA, c.a.).

Una vez conocidas las fuentes principales se procedió con la medición de los niveles de ruido en los diferentes puntos de las instalaciones del taller, llevando a cabo 60 mediciones, cada 10 segundos en los puntos cercanos a las fuentes de ruido hasta completar un total de 20 minutos.

3.6.3 Evaluaciones Ergonómicas

3.6.3.1 Método RULA

La aplicación del método RULA consistió en la evaluación de las posiciones forzadas que adoptan los trabajadores al momento de llevar a cabo las tareas cotidianas dentro de su proceso de trabajo. Para llevar a cabo dicha evaluación fue necesario recurrir al uso de fotografías de modo de inmovilizar las posiciones incómodas y poder llevar a cabo el análisis exhaustivo correspondiente.

3.6.3.2 Método NIOSH

Este método fue aplicado para la evaluación ergonómica de las actividades que requerían la manipulación de cargas. Por ello, para la evaluación fue necesario optar por el uso de la fotografía, las cuales eran tomadas para la posición inicial y la final de cada actividad de traslado o movimiento de carga. Posteriormente, se continuó con el análisis de cada foto y la evaluación del nivel de riesgo que representaba cada actividad mediante la aplicación de la ecuación de NIOSH.

3.6.3.3 Lista de comprobación de riesgos ergonómicos

La aplicación de la lista de comprobación de riesgos ergonómicos se basó en la determinación de aquellos puntos de comprobación para los cuales es necesario generar acciones. Para completar la lista de chequeo y establecer si un punto era de prioritaria actuación o no, se hizo uso de la observación directa de las condiciones del taller y de la opinión de los trabajadores.

3.6.3.4 Estudio de Evaluación Física

Para llevar a cabo el estudio de evaluación física, los trabajadores de la empresa colaboraron con el proceso de dar respuesta a los 12 puntos evaluados que corresponden a las partes del cuerpo más críticas al momento de evaluar los malestares físicos que se presentan como consecuencia de la jornada laboral. Adicionalmente, se solicitó indicar si había o no existencia de alguna otra parte del cuerpo que presentara molestias del tipo: incomodidad, adormecimiento o dolor. Dicha evaluación fue aplicada una vez, al día al inicio de la jornada laboral.

3.6.3.5 Método OCRA

Para la aplicación del método fue necesario partir de una evaluación de la duración neta del movimiento repetitivo y de la duración neta del ciclo, para esto se llevaron a cabo mediciones del tiempo requerido mientras que, paralelamente, se realizaba el conteo de repeticiones presentadas.

Para mayor precisión de los resultados del proceso de conteo de repeticiones fue necesario optar por la toma de videos. En cuanto al factor de recuperación y el correspondiente a la frecuencia, de acuerdo a los tiempos medidos y la observación directa de la realización de la tarea se asigna la puntuación referente a dicho factor.

3.6.3.6 Método REBA

Para la aplicación del método REBA fue necesario partir de la toma de fotografías de los trabajadores al momento de llevar a cabo sus actividades cotidianas. Una vez que se tenían las fotografías, se continuó con la selección de aquellas donde es posible observar las peores posiciones, entendiendo como peores aquellas donde el esfuerzo percibido por el trabajador para adoptar dicha posición es elevado, y se continuó con la aplicación del método.

3.6.4 Método AHP - Proceso de Análisis Jerárquico

La aplicación del método se basa en la comparación entre pares de elementos mediante la construcción de matrices y, haciendo uso del álgebra matricial, establece prioridades entre los elementos de un nivel con respecto a uno del nivel inmediatamente superior.

Una vez que se han definido las prioridades de los diferentes elementos se contrastan dichos resultados con las prioridades del objetivo principal, construyendo así el soporte para la toma de decisiones.

3.6.5 Equipos utilizados

A continuación, se presenta una breve descripción de los equipos utilizados.

Tabla 4. Equipos de medición utilizados

Equipo	Marca	Modelo	Función	Unidades	Apreciación	Imagen
Luxómetro	Hagner	EC1	Medir niveles de iluminación	Luxes (LUX)	1 LUX	
Termo-Anemómetro	EXTECH Instruments	45158	Medir velocidad del aire, temperatura y humedad relativa	(m/seg.) (°C) (%)	Velocidad del aire: 0,01 m/s Temperatura: 0,1 °C Humedad relativa: 0,1%	
Sonómetro Digital	EXTECH Instruments	407735	Medición de Ruido	Decibeles (dBA)	0,1 dBA	
Cámara Digital	Kodak	EasyShare C122	Tomar Fotografías y grabar videos	N/A	N/A	
Cinta métrica	Hunter	HM-1774	Medir longitudes	Metros (m)	0,001 m	

3.7 Normas, Leyes y Decretos utilizados

- Ley Orgánica de Prevención, Condición y Medio Ambiente de Trabajo.
- Norma COVENIN 1565-1995. Ruido ocupacional. Niveles permisibles y criterios de evaluación.
- Norma COVENIN 2250-90. Ventilación en lugares de trabajo.
- Norma COVENIN 2249-1993. Iluminancia en trabajos y áreas de trabajo.
- Real Decreto 486/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Curva NR (Noise Rating) de Costeen y Van Os.

3.8 Criterios para valoración de riesgos

A continuación se presenta la tabla de criterios para valoración de riesgos, la cual esta fundamentada en los límites de condiciones ambientales dispuestas por la base legal previamente mencionada.

Tabla 5. Criterios para valoración de riesgos

Nivel de intervención	Iluminación ¹ (LUX)	Temperatura ² (°C)	Humedad Relativa ³ (%)	Ruido ⁴ (t=8 hrs) (dBA)	Ruido ⁵ (t=1 hrs) (dBA)	Ventilación ⁶ (recambio/hr)	Evaluaciones ergonómicas			
							RULA	NIOSH	OCRA	REBA
I	N/A	< 10	< 30	>85	> 94	< 6	≥ 7	≥ 3	> 3,5	[11-15]
		> 30	> 70							
II	Sobre-iluminado	(25 - 30] (10 - 14)	N/A	(70 - 85]	(91 - 94]	(6,8]	[5-6]	≥1	[2,3-3,5]	[8-10]
	Infra-iluminado	(27 - 30] (10 - 17)						< 3		
III	Sin riesgo	N/A	N/A	(60 - 70]	(85 - 91]	(8,10]	[3-4]	N/A	N/A	[4-7]
IV	Ideal	[14 - 25]	[30 - 70]	< 60	≤ 85	≥10	[1-2]	≥ 0	≤ 2,2	[1-3]
		[17 - 27]						< 1		

¹ Iluminación general, según Norma COVENIN 2249:1993

² Temperatura de trabajos operativos, según Real Decreto 486/1997 del instituto nacional de seguridad e higiene en el Trabajo de España.

² Temperatura de trabajos sedentarios, según Real Decreto 486/1997 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España.

³ Humedad Relativa, según Real Decreto 486/1997 del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España

⁴ Niveles de Ruido, según Norma COVENIN 1565/1995

⁵ Niveles de Ruido, según Curvas NR de Costeen y Van Os para exposiciones de duración 90 minutos.

⁶ Recambios de aire, establecido por la Norma COVENIN 2250/:2000

3.9 Fases de la investigación

Tabla 6. Fases de la investigación

Fase I: Revisión documental

- Consulta de antecedentes, documentos, leyes y normas que han de regir el desarrollo del estudio

Fase II: Descripción del proceso operacional

- Revisión de manuales de trabajo y consulta a los trabajadores de las actividades que conforman el proceso de reacondicionamiento de motores a fin de poder proceder con la descripción de los procesos de trabajo

Fase III: Descripción de los sistemas Persona - Máquina

- Reconocimiento de las máquinas, tanto manuales como semiautomáticas, con las que cuenta el taller a fin de describir las mismas e identificar las interfaces involucradas en el uso de dichos medios

Fase IV: Identificación de sobrecarga laboral, mediciones ambientales y aplicación de métodos de evaluación ergonómica

- Identificación de los niveles de fatiga subjetiva que experimentan los trabajadores y medición de niveles de iluminación, ruido, temperatura, humedad y ventilación. Adicionalmente, se tomaron fotografías de las actividades llevadas a cabo para aplicar los métodos de evaluación ergonómica

Fase V: Valoración de los riesgos

- Asignación de niveles de intervención de los riesgos obtenidos una vez que se analizaron los resultados obtenidos en la fase anterior del trabajo de investigación

Fase VI: Determinación de las causas

- Aplicación de diagramas causa-efecto a fin de evaluar cuáles son las verdaderas raíces de los problemas que originan los niveles de riesgos más altos encontrados

Fase VII: Propuesta y determinación de factibilidad

- Planteamiento de posibles soluciones a las deficiencias encontradas que generan altos niveles de riesgo. Luego, se realizó un estudio económico para determinar si la aplicación de dicha propuesta es factible

Capítulo IV: Análisis de resultados

En el presente capítulo será posible encontrar una descripción resumida de los resultados obtenidos durante todo el proceso de recolección de datos de la investigación y el análisis de los mismos de acuerdo a lo estipulado por las normas consultadas para llevar a cabo el presente trabajo.

4.1 Fase I: Revisión documental

Durante el desarrollo de esta fase de trabajo, se llevó a cabo un proceso de recopilación de todos los estándares establecidos en las normas COVENIN, que sirvieron de apoyo tanto para realizar las mediciones como para las evaluaciones de los resultados obtenidos; de aquellos dispuestos en el Real Decreto 486-1997: disposiciones mínimas de seguridad y de aquellos encontrados en la bibliografía especializada en el área ergonómica. Adicionalmente, dicha revisión estuvo enfocada en el análisis y comprensión de los aspectos estipulados desde el punto de vista legal del país.

Por otra parte, el apoyo en los antecedentes previamente descritos y en la bibliografía destacada fue fundamental para establecer un marco de trabajo en el desarrollo de la presente investigación.

4.2 Fase II: Descripción del proceso operacional

Con el objetivo de dar a conocer el conjunto de actividades que realizan los trabajadores que conforman la plantilla de TOMCA c.a., así como la organización y división del trabajo, los medios utilizados y los objetos que intervienen; se llevó a cabo la descripción de los procesos de trabajo por cargo desempeñado que forman parte del proceso productivo de reacondicionamiento de motores.

En total, se hace presente un total de cuatro (4) cargos, entendidos como: Técnico mecánico aeronáutico nivel TMA-2, Técnico mecánico aeronáutico nivel TMA-1, Inspector de Calidad y Ayudante. A continuación, se presenta la caracterización del proceso de trabajo correspondiente al cargo: Inspector de Calidad.

Tabla 7. Caracterización proceso de trabajo para el cargo: Inspector de Calidad

CARGO: INSPECTOR DE CALIDAD				
Organización	Duración de la jornada: ocho (8) horas diarias, cinco (5) días a la semana. Lunes a Viernes 8:00 a.m. –5:00 p.m. una (1) hora de almuerzo/descanso de 12:00 p.m. a 1:00 p.m.			
Operación	Objeto	Actividades	Medios	División del trabajo
Registro de la unidad	- Expediente del motor	- Imprimir manual de desensamble, inspección y ensamble según el tipo de motor - Armado de carpeta de expediente del motor - Apertura de la orden de trabajo	- Computadora - Impresora - Manual de Overhaul según el tipo de motor	- Requiere de concentración - La operación no es de carácter rutinario
Comprobación de boletines aplicables	- Boletines de aviación aprobados por la FAA	- Identificar boletines aplicables según el tipo de motor y la empresa de fabricación - Identificar boletines aplicables según el tipo de cilindro y la empresa de fabricación	- Silla - Escritorio - Computadora - Impresora - Carpeta - Bolígrafo - Papel	- Requiere de concentración - El trabajador es supervisado en todo momento por el Inspector de Calidad - La operación no es de carácter rutinario - Las actividades son de carácter minuciosas
Supervisión de actividades que conforman los procesos de: desensamble, inspección dimensional y ensamble	- Componentes Sin Modificación (CSM) - Accesorios - Cáster de aceite - Bloque del motor - Partes y componentes que conforman el bloque del motor - Cilindros y pistones	- Verificar que cada una de las actividades sean llevadas a cabo según lo establecido en el manual correspondiente - Firmar expediente a modo de aprobación de cada una de las actividades llevadas a cabo - Apoyo en las actividades de desensamble, inspección dimensional y ensamble	- Mesón de apoyo - Silla - Bolígrafo - Expediente del motor - Manual de overhaul de motores - Herramientas de mecánica: dados para pernos, saca-retén, llaves allen con acoplamiento y aceradas, botador, pinzas, alicates, palancas y extensiones, llaves profesionales, destornilladores, llave ratchet.	- La operación es de carácter rutinario - Requiere de esfuerzo físico - Requiere de concentración - Las actividades son de carácter minuciosas
Prueba en banco	Motor de aviación del tipo recíproco	- Supervisar comportamiento del motor mientras el mismo se encuentra en el banco de Prueba - Registro de parámetros como son: velocidad, potencia, vibración, ruido, temperatura, consumo de combustible, relación aire compresión, entre otros	- Banco de prueba - Silla - Bolígrafo - Libreta de anotaciones - Combustible	- La operación no es de carácter rutinario - Requiere de esfuerzo físico - Requiere de concentración - La actividad es de carácter minuciosa - El proceso se lleva a cabo durante un periodo de 5 días con ritmo continuo.

Los resultados obtenidos de la caracterización de los procesos de trabajo encontrados para los cargos: Ayudante, Técnico Mecánico Aeronáutico nivel I y Técnico Mecánico Aeronáutico nivel II, pueden ser encontrados en el Tomo de anexos, Anexo C.

4.3 Fase III: Descripción de los sistemas persona – máquina

Con la finalidad de cumplir con el objetivo específico designado para la caracterización de los sistemas persona-máquina que se pueden encontrar dentro del proceso productivo de reacondicionamiento de motores, fue necesario partir de un proceso de recopilación de las medidas antropométricas de los trabajadores.

Las medidas realizadas se presentan a continuación:

Tabla 8. Caracterización de trabajadores del área operacional de TOMCA, c.a.

Operario N°.	Edad (años)	Peso (Kg)	Estatura (cm)	Lma. (cm)	La. (cm)	Lb. (cm)	Lt. (cm)	Lpe. (cm)	Lm. (cm)	Lp. (cm)
1	34	90	178	19	28	33	45	9	48	51
2	63	62	171	18	26	35	36	8	45	50
3	27	84	168	17	28	31	43	8	45	48
Promedio	41,33	78,67	172,33	18,00	27,33	33,00	41,33	8,33	46,00	49,67
Desviación estándar	15,48	12,04	4,19	0,82	0,94	1,63	3,86	0,47	1,41	1,25
Percentil 5	27,7	64,2	168,3	17,1	26,20	31,20	36,70	8,00	45,00	48,2
Percentil 95	60,10	89,40	177,30	18,90	28,00	34,80	44,80	8,90	47,70	50,90

Tabla 9. Leyenda de medidas utilizadas para la caracterización de trabajadores

Leyenda	
Lma.	Longitud de la mano
La.	Distancia codo - muñeca
Lb.	Distancia hombro – codo
Lt.	Distancia hombro – intervertebral L5/S1
Lpe.	Distancia intervertebral L5/S1 – cadera
Lm.	Distancia rodilla – cadera
Lp.	Altura de la rodilla respecto al piso

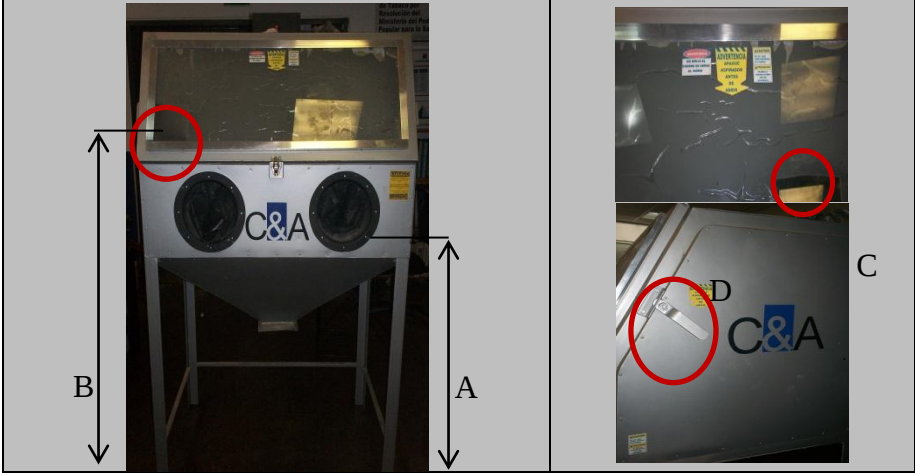
Una vez que se recolectaron las medidas antropométricas básicas para poder comparar las dimensiones de los trabajadores con la de los objetos con los cuales deben interactuar, fue necesario continuar con un proceso de toma de medidas de mobiliarios, máquinas y herramientas destinadas para llevar a cabo las actividades. Posteriormente, se continuó con el análisis correspondiente para cada uno de los sistemas persona-

máquinas. Dichos análisis se llevaron a cabo tomando en cuenta las recomendaciones dispuestas en el libro: “Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo” de Mondelo, Gregori, Blasco y Barrau.

4.3.1 Descripción de las máquinas semi-automáticas

Para cada máquina se recopilaban las medidas básicas como: largo, ancho, alturas y se describieron las características críticas de las mismas. A continuación, se presenta la descripción de la máquina de sandblasting. Para observar la descripción de todas las máquinas ver Tomo de anexos, Anexo D.

Tabla 10. Descripción de la máquina de sandblasting

	
Nombre de herramienta	Cabina para Sandblasting
Fabricante	C&A Construcciones c.a. GBQ-100
Función	Remover pintura de partes del motor haciendo uso de arena y aire comprimido
Dimensiones	Altura A: 1,14 m Altura B: 1,40 m Altura C: 1,43 m Altura D: 1,34 m
Peso	103 Kg (Aprox.)
Área ocupada por el equipo	0,70 m ²
Requiere ser transportada para su uso	SI
Cuenta con elemento para facilitar el transporte	NO
Fuerza ejercida percibida por el operario para abrir la compuerta de la cabina	Leve

A continuación se presenta una tabla resumen que contiene los nombres de las máquinas descritas, así como las etapas y procesos para los cuales se requiere de su uso.

Tabla 11. Máquinas semi-automáticas

Etapa	Proceso	Nombre de la máquina
Comprobación de boletines aplicables	Comprobación de boletines aplicables	Monitor de computadora
Limpieza superficial	Remoción de pintura	Máquina de sandblasting
	Remoción de óxido	Esmeriladora de banco
Pintura de partes y componentes	Pintura de partes y componentes	Compresor de aire
Mantenimiento de accesorios	Prueba de magnetos	Banco de prueba para magnetos
	Prueba de motores de arranque y alternadores	Banco de prueba para motores de arranque y alternadores
	Comprobación de continuidad en accesorios	Tester o medidor
Prueba de motores	Medición del comportamiento de parámetros	Banco de prueba de motores

En el caso de las pantallas de ordenadores, el borde superior se encuentra a 1,05 m sobre el nivel del suelo, mientras que para el caso de los operarios la altura de sus ojos se encuentran aproximadamente a 1,15 m sobre el suelo cuando se encuentran sentados en la silla designada para dicho puesto de trabajo, por lo tanto no se presenta coincidencia de niveles, sin embargo; dicha diferencia de 10 cm no representa una magnitud crítica puesto que se cuenta con la posibilidad de inclinar la pantalla al gusto del trabajador.

En cuanto a la máquina de sandblasting, se puede apreciar que la compuerta designada para la apertura y cierre de la cámara se encuentra a una altura ligeramente por encima de la altura ideal para los trabajadores, de modo que puedan posicionar su antebrazo a menos de 100 grados con respecto a la línea que forma la posición neutra del brazo. Por otra parte, el punto de visión “B” se encuentra a una altura por debajo de la altura ideal y este hecho ocasiona que el trabajador deba hacer un esfuerzo para observar dentro de la cámara.

En cuanto al medidor analógico del compresor de aire, el mismo se encuentra a una altura cercana al nivel del suelo (menor a 20 cm). Con respecto al Banco de Prueba

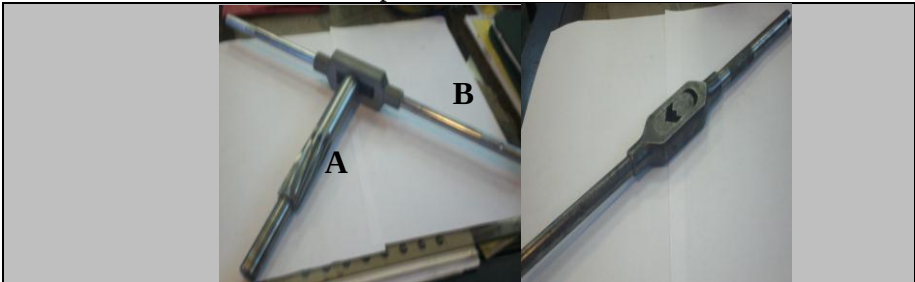
para Magnetos y su interfaz, esta se encuentra en condiciones desfavorables ya que, aunque se presenta a una altura tal que logra incluirse dentro del rango de visión de los trabajadores, la posición oblicua de dicha interfaz dificulta la observación, especialmente la de los resultados arrojados por el voltímetro.

Por último, en el caso del tablero medidor del banco de prueba, se observa que los instrumentos que se encuentran instalados en el mismo se posicionan de forma tal que los planos de las pantallas no se presentan paralelos entre sí.

4.3.2 Descripción de herramientas manuales

En total, se llevó a cabo la descripción de un total de 13 herramientas manuales. A continuación, se presenta la descripción del escariador conformado por reamer y maneral.

Tabla 12. Descripción del escariador de bocinas

	
Nombre de herramienta	Pieza A: Reamer Pieza B: Maneral
Dimensiones	Largo Reamer: 26 cm Largo Maneral: 48 cm
Peso	Peso Reamer: 1,00Kg Peso Maneral: 1,00Kg
Función	La función del maneral se basa en sujetar firmemente el reamer y, a su vez, hace la acción de palanca para poder girar la herramienta. En el caso del reamer, su función es remover el material dentro de los orificios de las bielas hasta llevarlos a las dimensiones deseadas.
Fuerza ejercida percibida por el operario al utilizar la herramienta	Alta

Para observar la descripción de todas las herramientas ver Tomo de anexos, Anexo D. Adicionalmente, en la tabla 13 se exponen los nombres de todas las herramientas descritas, así como las etapas y procesos en los que se requiere su uso.

Tabla 13. Herramientas manuales

Etapas	Proceso	Nombre de la máquina
Desensamble y ensamble de motores	Ajuste o afloje de pernos y tuercas	Torquímetro
	Remoción e instalación de cilindros	Llaves especializadas
	Rectificado de bocinas de bielas	Reamer y Maneral
	Procesos extraordinarios	Prensa hidráulica
	Frenado de componentes, desensamble de cilindros y torquéo de bielas	Prensa manual de banco
Pintura de partes y componentes	Pintura de partes y componentes	Pistola difusora de pintura
Mantenimiento de accesorios	Torquéo de accesorios	Prensa hidráulica manual
Mantenimiento de cilindros	Asentamiento de válvulas	Herramienta de asentamiento
	Desensamble de cilindros	Pinza desarmadora de cilindros
Inspección dimensional	Medición de alojamientos y profundidades	Micrómetro de profundidad
	Medición de longitudes externas (Alta precisión)	Tornillo micrométrico
	Medición de orificios	Borgauge
	Medición de longitudes externas (Baja precisión)	Vernier

Mondelo, Gregori y Barrau (1994) sostienen que una de las principales medidas profilácticas a tomar en cuenta al momento de escoger una herramienta del tipo manual es que la misma debe favorecer la carga dinámica. Éste hecho no se hace presente para el caso de la pistola de pintura, ya que esta demanda mantener el dedo en el gatillo durante largos periodos de tiempo.

Adicionalmente, en cuanto a la mayoría de las herramientas, a pesar de que las mismas presentan diámetros manejables por los trabajadores, algunas no proporcionan una superficie de magnitud tal que su amplitud permita reducir la compresión y distribuir las presiones por un área de piel mayor, minimizando así los problemas. Dichas herramientas son: maneral y la herramienta para el asentamiento de válvulas.

De manera general, los instrumentos de medición con los que se cuenta exigen que los operarios posean una buena visión y que el ambiente lumínico cumpla con las condiciones mínimas.

4.3.3 Descripción de elementos de infraestructura

En total, se llevó a cabo la descripción de ocho elementos de infraestructura. Los nombres de los mismos se presentan en la tabla a continuación.

Tabla 14. Infraestructura

Etapa	Proceso	Nombre de la máquina
Comprobación de boletines aplicables	Comprobación de boletines aplicables	Escritorio
		Silla de oficina
Desensamble y ensamble	Apertura y cierre del bloque	Bancada
	Transporte de partes y componentes	Mesa rodante
Mantenimiento de accesorios	Mantenimiento de accesorios	Mesa de mantenimiento de accesorios
Mantenimiento de cilindros	Asentamiento de válvulas	Mesa de tránsito
		Silla para asentamiento
Inspección dimensional	Inspección dimensional	Mesa de inspección

A continuación, se presenta la descripción de la bancada de trabajo utilizada en el área de desensamble y ensamble del motor. Para observar la descripción de todos los elementos ver Tomo de anexos, Anexo D-11.

Tabla 15. Descripción de la bancada de trabajo

	
Nombre de la infraestructura	Bancada
Función	Soporte para desensamble y ensamble del motor
Dimensiones	Largo: 1,8 m Ancho: 0,7 m Alto: 0,65 m
Área ocupada	1,26 m ²

En cuanto al escritorio, dicho mueble posee las características mínimas para brindar al trabajador la capacidad de mover sus piernas libremente, sin embargo, el estrecho margen de libertad de movimientos en el área de menor profundidad puede caer en deficiencia si dicha área no se encuentra totalmente despejada en todo momento.

Con respecto a la silla de oficina, la misma presenta una altura tal que los trabajadores al estar sentados logran apoyar ambos pies en el piso. Por otra parte, la altura a la cual está ubicado el espaldar permite que el coxis de la persona no se encuentre presionado en ningún momento, permitiendo la acomodación del mismo.

Con respecto a las bancadas utilizadas para el desensamble, almacenaje temporal y ensamble del motor, la superficie de dicha bancada se encuentra muy por debajo de la necesaria para que los trabajadores puedan desenvolverse sin tener que adquirir posturas que atenten contra su salud. Sin embargo, es importante recalcar al contar con el bloque del motor cerrado y sobre los soportes temporales, la altura a la cual está ubicado el objeto de trabajo aumentará entre 30 y 45 cm.

Para el mobiliario destinado al mantenimiento de los accesorios, se presenta que la altura de la repisa número uno es tal que imposibilita en libre movimiento de las piernas de los trabajadores. El mobiliario destinado para el proceso de asentamiento de válvulas presenta un grupo de repisas en su parte inferior que ocasionan incomodidad al trabajador al momento de mover sus piernas cuando el mismo se encuentra sentado.

4.4 Fase IV y V: identificación de la sobrecarga laboral, mediciones ambientales, aplicación de métodos de evaluación ergonómica y valoración de riesgos

Las fases IV y V del presente trabajo de investigación, corresponden a la identificación y valoración de las condiciones actuales en las que se desempeñan los trabajadores como consecuencia de cumplir con la jornada laboral.

4.4.1 Análisis de resultados de la identificación de la sobrecarga laboral

El proceso de identificación de la sobrecarga laboral consistió en la aplicación del Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga de H. Yoshitake y del Estudio de Evaluación Física.

4.4.1.1. Resultados del Cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga de Yoshitake

Con la finalidad de identificar la existencia o no de sobrecarga laboral y establecer el tipo de la misma (en caso de ser afirmativa la respuesta), se continuó con la aplicación del cuestionario de síntomas subjetivos de fatiga de Yoshitake. A continuación, el consolidado de la frecuencia de quejas por fatiga, nivel de fatiga y el tipo de patrón de dichos síntomas.

Tabla 16. Frecuencia de quejas por fatiga, grado de fatiga y tipo de patrón de síntomas

	Inicio jornada laboral		Finalización jornada laboral	
Frecuencia de quejas (%)	50		60	
Grado de fatiga	Trabajador nro.1	Moderada	Trabajador nro.1	Moderada
	Trabajador nro.2	Presencia de fatiga	Trabajador nro.2	Presencia de fatiga
	Trabajador nro.3	Presencia de fatiga	Trabajador nro.3	Presencia de fatiga
Tipo de patrón de síntomas de fatiga	Trabajador nro.1	Esfuerzo mental y físico	Trabajador nro.1	Esfuerzo mental y físico
	Trabajador nro.2	Esfuerzo mental	Trabajador nro.2	Esfuerzo mental
	Trabajador nro.3	Esfuerzo mental	Trabajador nro.3	Esfuerzo mental y físico

Cabe destacar, que para el trabajador identificado como número 2 se presenta un caso atípico puesto que, a pesar de que debe hacer uso de horas extras para completar sus actividades diarias, éste manifiesta que su condición, tanto física como mental, es igual tanto al inicio de la jornada como al final de la misma.

Por otra parte, en el caso del trabajador identificado como número tres, el mismo manifiesta que sus altos niveles de fatiga al inicio de la jornada laboral se deben a la lejanía de su hogar de residencia. Nótese que en cuanto a los resultados arrojados por el cuestionario al finalizar la jornada laboral, en el 23,33% de los casos dos trabajadores afirman presentar el mismo síntoma. (Ver Anexo E-2 para mayor detalle de las encuestas)

4.4.1.2 Resultados del Estudio de la Evaluación Física

A continuación, se presentan los resultados consolidados del estudio de evaluación física. (Ver tabla 15)

De los resultados obtenidos, se observa que en un 30,76% (cuatro categorías de un total de 13, entendiéndose como: codo, antebrazo, muslo y rodillas) el total de trabajadores coincide en no presentar ningún tipo de molestia. Por otra parte, en cuanto a los malestares que se presentan “con frecuencia” se presenta que un trabajador expone presentar molestias en las pantorrillas, mientras que otro manifiesta tener malestares a nivel de la cadera de manera frecuente.

En cuanto a la gravedad de los malestares manifestados, se presenta que solo en una ocasión (incomodidades en las pantorrillas) la gravedad es del tipo “doloroso”. Sin embargo, para el caso de gravedad del tipo “incomodo” se tiene que: en cuatro oportunidades (hombro, zona dorsal, cadera y cabeza) solo un trabajador confirma el tipo de gravedad, en dos oportunidades (tobillo/pie y muñeca/mano) son dos los trabajadores reportados y en una sola oportunidad (zona lumbar) el total de trabajadores expresa tener malestares con este nivel de gravedad. (Ver Anexo E-3 para mayor detalle de las encuestas)

Tabla 17. Resultados del Estudio de Evaluación Física

	Frecuencia			Gravedad		
	Nunca	Ocasional	Con frecuencia	No incomodo	Incomodo	Doloroso
Cuello	1	2		3		
Codo	3			3		
Antebrazo	3			3		
Muñeca/Mano		3		1	2	
Muslo	3			3		
Pantorrilla	2		1	2		1
Tobillo/Pie	1	2		1	2	
Hombros	2	1		2	1	
Zona Dorsal	1	2		2	1	
Zona Lumbar		3			3	
Cadera	2		1	2	1	
Rodillas	3			3		
Otro: cabeza	2	1		2	1	

4.4.2 Análisis de las mediciones del Medio Ambiente de Trabajo

En cuanto a las mediciones del medio ambiente de trabajo se contempló:
iluminación, ventilación, ruido, temperatura y humedad.

4.4.2.1 Análisis de Iluminación

Para llevar a cabo la medición de los niveles de iluminación dentro de las instalaciones del taller, fue necesario determinar la constante de salón para así conocer a cantidad de puntos de medición necesarios a fin de obtener una muestra significativa de las condiciones que se presentan en el taller. Adicionalmente, para llevar a cabo dicha medición el taller fue dividido en dos grandes áreas (la distribución de las áreas se muestra en el anexo E-4).

De este modo, para el área identificada como “área 1” se requieren cuatro puntos de medición como mínimo y en el caso del área identificada como “área 2” se requiere un total de nueve puntos de medición.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos, en cuanto a la identificación de los niveles de riesgo, los resultados se presentan identificados con el color correspondiente según el nivel que presentan.

Tabla 18. Resultados de la medición de iluminación

Área		Punto de medición	Lux (mañana)	Factor de uniformidad	Lux (tarde)	Factor de uniformidad
1	Subdivisión 1	1	227	74,34%	217	84,33%
		2	242	69,73%	276	66,30%
	Subdivisión 2	3	133	78,81%	147	80,33%
		4	73	43,26%	92	50,27%
		Promedio	168,75	N/A	183,00	N/A
2		1	430	53,64%	498	61,62%
		2	102	44,22%	146	47,57%
		3	195	84,54%	255	83,09%
		4	99	42,92%	155	50,51%
		5	283	81,51%	284	92,54%
		6	332	69,48%	345	88,95%
		7	188	81,50%	195	63,54%
		8	407	56,67%	464	66,14%
		9	427	54,02%	420	73,07%
		Promedio	273,67	N/A	306,89	N/A

De los resultados obtenidos se puede observar que, en su totalidad, los niveles de iluminación dentro de las instalaciones del taller, tomando en cuenta que en ciertas áreas se llevan a cabo actividades de mecánica y en otras de oficina; se encuentran por debajo de lo establecido por la norma COVENIN 2249:199.

Adicionalmente, cabe destacar que a primeras horas de la jornada laboral los niveles de iluminación son más críticos que aquellos presentes en horas de la tarde, esto se debe al cambio en la incidencia de la luz natural en las instalaciones del taller en el transcurso del día.

En cuanto a los valores obtenidos correspondientes al factor de uniformidad, a continuación se presenta un gráfico con los valores obtenidos para los puntos de medición del área 1, dichos puntos se describen en el anexo E-4.

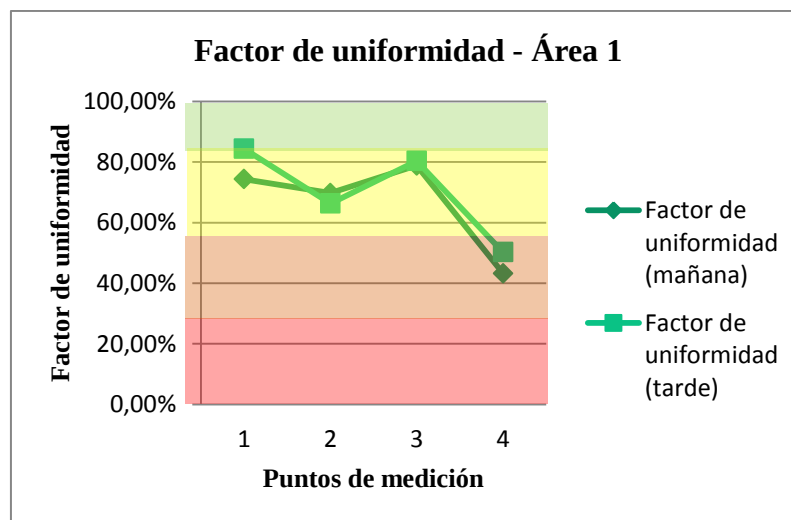


Figura 2. Resultados Factor de Uniformidad área 1

En este caso los niveles de uniformidad se encuentran en su mayoría en 50% y 75%, es decir; a pesar de que no implica un riesgo grave, esta condición no permite que el trabajador pueda desarrollarse dentro de las instalaciones con total comodidad. Por otra parte, el punto cuatro es aquel que presenta mayor deficiencia ya que a primeras horas de la jornada se encuentra entre 25% y 50%.

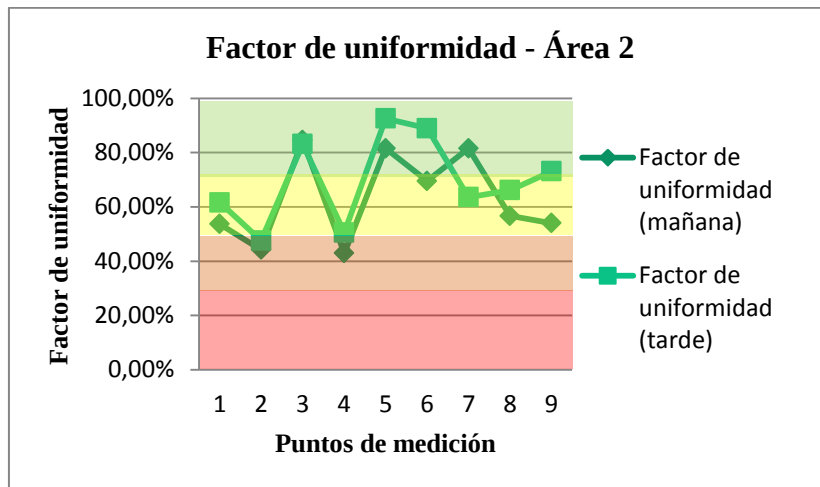


Figura 3. Resultados Factor de Uniformidad Área 2

En el caso del área identificada como “2”, se llevó a cabo la medición de nueve puntos los cuales pueden verse en el anexo E-4. Los resultados obtenidos muestran que para el 33,33% de los puntos medidos, los niveles de uniformidad se encuentran dentro del rango 75% y 100%. Sin embargo, en el caso del punto dos, éste se encuentra durante todo el periodo de la jornada laboral en el rango comprendido entre 25% y 50%, el punto cuatro se encuentra en el mismo rango al inicio de la jornada, lo cual implica que es necesario establecer medidas correctivas de manera prioritaria para ambos casos.

4.4.2.2 Análisis de Temperatura y Humedad Relativa

En la tabla a continuación, se presentan los resultados consolidados de las mediciones correspondientes a la temperatura y la humedad relativa presente dentro de las instalaciones del taller.

Cabe destacar, que para llevar a cabo dichas mediciones el taller fue dividido en dos grandes áreas: área 1 y área 2, y a su vez la primera fue dividida en dos subdivisiones identificadas como “Zona de tránsito y asentamiento de válvulas” y “zona de oficina” respectivamente. Para observar la distribución de dichas áreas y subdivisiones ver Tomo de Anexos, Anexo E-4.

Tabla 19. Resultados de las mediciones de temperatura y humedad relativa

		Promedio				Promedio General	
Área	Subdivisión	Mañana (Hora: 9:00 a.m.)		Tarde (Hora: 4:00 p.m.)			
		Temperatura (°C)	Humedad Relativa (RH%)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (RH%)	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (RH%)
1	1 (Transito)	22,87	51,87	22,07	48,83	22,47	50,35
	2 (Oficina)	22,87	51,20	21,60	48,33	22,23	49,77
2	N/A	22,80	52,10	22,23	49,30	22,52	50,70

De los resultados presentados, se observa que los niveles de temperatura promedio en cada una de las áreas que conforman el taller se encuentran en el nivel establecido como IV. Las condiciones térmicas para el área número 1 – subdivisión 1 y para el área 2 se encuentran dentro del rango de temperatura establecido para recintos donde se llevan a cabo actividades operacionales ligeras; mientras que para el área 1 – subdivisión 2, los niveles de temperatura se encuentran dentro del rango establecido para locales donde se lleven a cabo actividades del tipo sedentarias. (Para mayor detalle de las mediciones, ver Anexo E-8)

Adicionalmente, se observa que los niveles de humedad dentro de las instalaciones del taller se encuentran dentro del rango establecido como ideal, ya que en ningún momento se presenta un valor inferior al 30% o superior al 70%, y por lo tanto no se expone al trabajador a niveles de humedad que generen de incomodidad o que afecten su salud. (Para mayor detalle de las mediciones, ver Anexo E-9)

4.4.2.4 Análisis de Ruido

Para llevar a cabo las mediciones referentes a los niveles de ruido a los cuales están expuestos los trabajadores, se optó por llevar a cabo las mediciones en cuatro ubicaciones diferentes, estas son:

1. Área 1: Subdivisión 1
2. Área 1: Subdivisión 2
3. Área 2
4. Banco de prueba

La descripción de las áreas se puede observar en el Tomo de anexos, Anexo E-4. Para las tres primeras, se presentan diferentes fuentes de ruido como son: el que generan

los equipos de aire acondicionado, el proceso de asentamiento de válvulas, las voces de los trabajadores, entre otros. Para la ubicación número cuatro, la fuente principal era el banco de prueba de los motores, sin embargo, al encontrarse el mismo a las afueras de las instalaciones del taller se presentaban otras fuentes como es el caso del tránsito de aviones.

A continuación, se presenta la tabla correspondiente a los resultados obtenidos luego de las mediciones y los cálculos necesarios. (Para mayor detalle ver anexo E-5)

Tabla 20. Resultados de la medición de ruido

	Medición de ruido (dBA)			
	Área: 1 Subdivisión: 1	Área: 1 Subdivisión: 2	Área: 2 Subdivisión: N/A	Área: 3 Subdivisión: N/A
L10(dB)	72,84	66,62	61,91	101,61
L90(dB)	57,24	51,64	48,19	62,85
Leq(dB)	69,99	62,29	57,90	96,17

En la tabla presentada anteriormente se observa que los niveles de riesgo por exposición al ruido dentro del área de trabajo identificada como “área 2” se ubican dentro de la categoría de nivel de intervención “I”, es decir; se cumple en todo momento por lo establecido por la base legal. Sin embargo, dichas condiciones ideales no se hacen presentes en el “área 1”, en la cual los niveles de ruido se encuentran dentro del rango definido como aceptable.

Por otra parte, para el caso de la evaluación llevada a cabo en el “Área 3”, que tiene como fuente principal de ruido el banco de prueba de motores, se observa que efectivamente se presentan valores de niveles de ruido que exceden lo establecido por la norma. Por ello, la situación que se presenta requiere de una revisión inmediata del cumplimiento de las normas de seguridad, puesto que además de los elevados niveles de ruidos a los que se exponen los trabajadores los mismos no hacen uso de los equipos de protección personal durante la actividad de prueba de motores e incluso se encuentran a distancias cortas (menores a 2 metros) de la fuente principal de ruido.

4.4.2.5 Análisis de Ventilación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos luego de las mediciones y el manejo respectivo de dichos valores. Para los cálculos correspondientes, se debe tomar en cuenta que el taller ocupa un volumen de 214,62 m³.

Tabla 21. Información rejillas de aire

Rejilla	Altura de ubicación de rejillas	Largo de la rejilla	Ancho de la rejilla	Área de la rejilla
	(m)	(m)	(m)	(m ²)
1	2,67	0,27	0,15	0,0405
2	2,67	0,27	0,15	0,0405

Tabla 22. Velocidad, Caudal y Recambios por hora del aire

Rejilla	Velocidad del aire	Velocidad del aire	Velocidad promedio del aire	Caudal por rejilla	Caudal Total	Nro. Recambios por hora
	(m/s)	(m/min)	(m/min)	(m ³ /min)	(m ³ /min)	
1	3,2	192	252	7,78	20,42	5,71
2	5,2	312		12,36		

Cabe destacar, que las rejillas se encuentran ubicadas en el área 1 y en el área 2 respectivamente, al nivel del techo del taller. De los resultados obtenidos, se observa que la velocidad promedio del aire sobrepasa, en poco más del 200%, lo establecido por la Norma COVENIN 2250-90, de modo que los trabajadores se encuentran en un ambiente donde la velocidad del aire implica un nivel de riesgo crítico. Al analizar la relación entre el caudal total de aire y el volumen que representa el taller, se observa que el número total de recambios del aire por hora corresponde a menos de seis, presentando así un nivel de riesgo que demanda una intervención de carácter urgente.

4.4.3 Análisis de resultados de las evaluaciones ergonómicas

Para la presente investigación, las evaluaciones ergonómicas aplicadas fueron: Lista de Comprobación Ergonómica, método RULA, método REBA, método OCRA y la Ecuación de NIOSH.

4.4.3.1 Análisis de la Lista de Comprobación Ergonómica (LCE)

A continuación, se muestra una tabla resumen donde es posible encontrar el total de casos que se presentan con una respuesta afirmativa, aquellos con respuesta negativa y los que requieren de una actuación prioritaria. (Para ver formato LCE ver anexo A-4)

Tabla 23. Tabla resumen resultados de la LCE

Área	Total preguntas		Total afirmativa		Total negativa		Total prioritaria	
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%
Manipulación y almacenamiento de los materiales	21	16,40	8	6,25	13	10,16	7	5,46
Herramientas manuales	16	12,5	10	7,81	6	4,69	2	1,56
Seguridad de la maquinaria de producción	20	15,63	11	8,59	9	7,03	3	2,34
Mejora del diseño de puestos de trabajo	14	10,94	9	7,03	5	3,91	4	3,12
Iluminación	10	7,81	6	4,69	4	3,125	0	0
Área	Total preguntas		Total afirmativa		Total negativa		Total prioritaria	
	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%	Nro.	%
Locales	6	4,69	4	3,13	2	1,56	2	1,56
Riesgos ambientales	6	4,69	4	3,13	2	1,56	2	1,56
Servicios higiénicos y locales de descanso	4	3,12	3	2,34	1	0,78	0	0
Equipos de protección personal	10	7,81	4	3,13	6	4,69	5	3,90
Organización del trabajo	21	16,40	11	8,59	10	7,81	5	3,90
Total LCE	128	100	70	54,69	58	45,31	30	23,44

De los resultados obtenidos es posible observar que, de un total de 128 puntos que conforman la LCE, poco más de la mitad recibió respuesta afirmativa en cuanto a su cumplimiento en la actualidad, mientras que las respuestas que resultaron negativas representan el 45,31% de los resultados.

Como parte de este mismo grupo, se encuentra que los puntos con respuesta negativa y que demandan aplicación “prioritaria” representan 23% con respecto al total de puntos de comprobación. A continuación, se presenta un gráfico donde se observa la relación porcentual de los resultados obtenidos por la aplicación de la LCE.

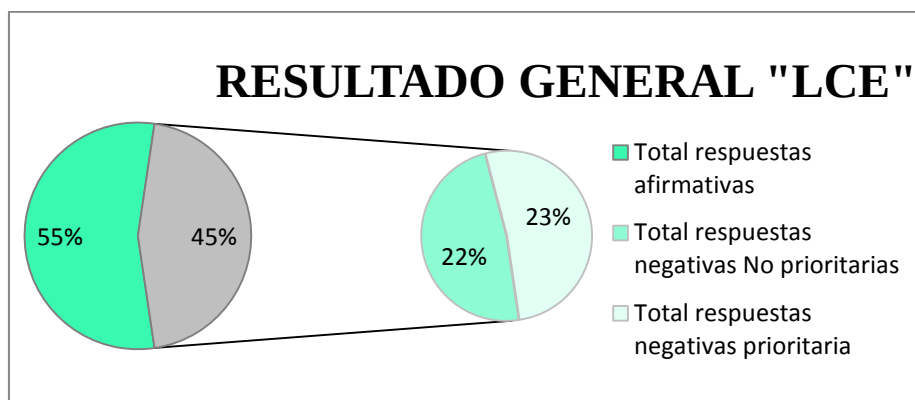


Figura 4. Resultado general de la lista de comprobación ergonómica

De los resultados obtenidos con respuestas negativas, se tiene que tres áreas se encuentran en un nivel de deficiencia de cumplimiento que supera el 45% de lo estipulado por la LCE. Dichas áreas son: Manipulación y almacenamiento de los materiales, equipos de protección personal y organización del trabajo. A continuación, se presenta una tabla en la cual se observa el total de puntos con respuestas negativas.

Tabla 24. Resultados respuesta “negativa” a puntos evaluados por LCE

Área	Total preguntas		Total negativa	
	Nro.	%	Nro.	%
Manipulación y almacenamiento de los materiales	21	16,4	13	61,90
Herramientas manuales	16	12,5	6	37,50
Seguridad de la maquinaria de producción	20	15,63	9	45,00
Mejora del diseño de puestos de trabajo	14	10,94	5	35,71
Iluminación	10	7,81	4	40,00
Locales	6	4,69	2	33,33
Riesgos ambientales	6	4,69	2	33,33
Servicios higiénicos y locales de descanso	4	3,12	1	25,00
Equipos de protección personal	10	7,81	6	60,00
Organización del trabajo	21	16,4	10	47,62

Por otra parte, se observa que las áreas con mayor incidencia de resultados negativos también presentan los mayores niveles de frecuencia en cuanto a puntos que demandan intervención “prioritaria”. La distribución de los porcentajes, con respecto al total de puntos a evaluar por categoría, se presenta del siguiente modo: área: equipos de protección personal – 50%, área: Manipulación y almacenamiento de los materiales – 33,33%, área: Riesgos ambientales – 33,33%.

Sin embargo, el área correspondiente a “locales” también presenta un total de 33,33% de respuestas negativas con carácter “prioritario” (con respecto al total de puntos por área), este hecho se debe a los bajos niveles de calidad del aire con los que se cuenta dentro de las instalaciones del taller.

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos de la aplicación del cuestionario y que son del tipo: respuesta negativa con demanda de aplicación prioritaria.

Tabla 25. Resultados respuesta “negativa - prioritaria” a la aplicación de LCE

Área	Total preguntas	Total negativa	Total prioritaria	
	Nro.	Nro.	Nro.	%
Manipulación y almacenamiento de los materiales	21	13	7	33,33
Herramientas manuales	16	6	2	12,50
Seguridad de la maquinaria de producción	20	9	3	15,00
Mejora del diseño de puestos de trabajo	14	5	4	28,57
Iluminación	10	4	0	0,00
Locales	6	2	2	33,33
Riesgos ambientales	6	2	2	33,33
Servicios higiénicos y locales de descanso	4	1	0	0,00
Equipos de protección personal	10	6	5	50,00
Organización del trabajo	21	10	5	23,81

4.4.3.2 Análisis de la aplicación del Método OCRA

La aplicación de este método consistió en la evaluación y valoración de los riesgos que se presentan a consecuencia de llevar a cabo actividades que demandan movimientos de carácter repetitivo.

En total, se llevó a cabo la aplicación de este método para cinco actividades, estas son: rectificado de bocinas de bielas, asentamiento de válvulas de cilindros, pintura de partes y componentes, pulitura de muñones de cilindros y bruñido de barriles de cilindros. A continuación, se presenta la evaluación realizada para la actividad de rectificado de bocinas de bielas la cual demanda un nivel de intervención I.

Tabla 26. Aplicación del método OCRA para actividad de rectificado de bocinas de bielas

Aplicación del método OCRA para la actividad de Rectificado de Bocinas de Bielas	
Número de acciones técnicas realizadas en el ciclo (NTC)	1285 acciones
Duración previsible del tiempo de ciclo (FTC)	1200 seg.
Frecuencia de acciones técnicas por minuto (FF)	64,25 acciones/min.
Duración neta de la tarea repetitiva en minutos en el turno (D)	40 min.
Número total de Acciones Técnicas Actuales necesarias en el turno (ATA)	2570 acciones
Constante de frecuencia de acciones técnicas por minuto	30 acciones/min
Multiplicador de postura	0,6
Multiplicador de repetitividad	0,7
Multiplicador de factores adicionales	0,95
Multiplicador de fuerza	0,65
Duración neta	40 min.
Multiplicador para el factor de riesgo	1
Multiplicador para la duración total de la tarea/s repetitiva en un turno	2
Número total de acciones técnicas de referencia (RTA)	622 acciones
Índice OCRA	4,13

A modo de resumen, a continuación se presentan las puntuaciones obtenidas de las cinco evaluaciones y el nivel de riesgo que implican.

Tabla 27. Resultados de la aplicación del método OCRA

Actividad	Puntuación	Nivel de riesgo
Rectificado de bocinas de bielas	12,68	I
Asentamiento de válvulas	9,49	I
Pintura de partes y componentes	4,13	I
Pulitura de muñones de cigüeñal	3,69	II
Bruñido de barriles de cilindros	1,49	IV

Es importante recalcar que, para el caso de la actividad correspondiente al “rectificado de bocinas de bielas”, se presenta un nivel de riesgo que sobrepasa por mucho (9,18 puntos) el límite correspondiente al nivel de riesgo del tipo “aceptable condicionalmente”, de este modo se posiciona como la actividad de mayor riesgo.

Por otra parte, cabe destacar que en un 60% las actividades evaluadas representan un nivel de riesgo tipo I. Para conocer con mayor detalle las evaluaciones llevadas a cabo ver el Tomo de anexos, Anexo E-10.

4.4.3.3 Análisis de la aplicación del Método RULA

La aplicación del método RULA consistió en el análisis y evaluación de las actividades que demandaban la adopción posturas que a simple vista parecen demandar un esfuerzo significativo. En total, se llevaron a cabo 45 evaluaciones y a continuación se presenta la evaluación para la actividad de remoción de pistones de cilindros, la cual demanda un nivel de intervención I.

Tabla 28. Aplicación del método RULA a la actividad de remoción de pistones de cilindros

		Grupo A		Grupo B	
		Elemento	Puntuación	Elemento	Puntuación
		Brazo	4	Cuello	1
		Antebrazo	3	Tronco	2
		Muñeca	2	Piernas	2
		Giro de la muñeca	1		
		Subtotal "A"	4	Subtotal "B"	3
		"C"	7	"D"	6
Puntuación Global: 7					
Nota: La evaluación se llevó a cabo para el lado derecho del cuerpo					

A continuación, se presenta un resumen de los resultados obtenidos de cada una de las evaluaciones realizadas. Cabe destacar, del total de evaluaciones llevadas a cabo, en un total de 18 casos (40,90%) se requiere una revisión de las tareas llevadas a cabo y en cuatro ocasiones se presentan niveles de riesgo que demandan intervención con urgencia. Las evaluaciones realizadas se encuentran en el Tomo de anexos, Anexo E-11.

Tabla 29. Resultados de la aplicación del método RULA

Proceso	Actividad	Puntuación	Nivel de riesgo
Expediente	Revisión de expedientes	5	II
Desensamble	Remoción de pistones de cilindros	7	I
	Remoción de resorte de válvulas	5	II
	Ajuste de portacilindros en prensa manual	4	III

Proceso	Actividad	Puntuación	Nivel de riesgo
Limpieza superficial	Limpieza de accesorios	6	II
	Limpieza para instalación de bomba de aceite	6	II
	Secado de accesorios	6	II
	Remoción de empaaduras de cilindros	3	III
Pintura de partes y componentes	Preparación de partes y componentes	5	II
	Chequeo del compresor de aire	5	II
Inspección dimensional	Backlash entre cigüeñal y árbol de levas	6	II
	Inspección del bloque del motor	6	II
	Inspección de muñones de cigüeñal	3	III
	Inspección de bielas	4	III
	Inspección de bocinas bielas	4	III
Ensamble del motor	Instalación de conchas de bancada	7	I
	Instalación del collar de transferencia	5	II
	Ajuste del juego del cigüeñal	6	II
	Ensamble del árbol de levas II	5	II
	Torquéo de bielas	6	II
	Instalación del sello de aceite I	6	II
	Frenado del motor de arranque	5	II
	Sincronización de magnetos I	5	II
	Sincronización de magnetos III	6	II
	Revisión de conchas de bancada	4	III
	Ensamble del árbol de levas I	3	III
	Instalación de soportes para ensamble	4	III
	Instalación del motor de arranque	4	III
	Sincronización de magnetos II	4	III
	Instalación de magnetos	3	III
	Montaje de bielas en cigüeñal	4	III
	Sellado del bloque del motor (Permatex)	3	III
	Sellado del bloque del motor (Hilo)	3	III
	Instalación del manifold de aceite I	4	III
	Instalación del manifold de aceite II	3	III
	Instalación de la bomba de aceite	3	III
	Instalación del sello de aceite	3	III
Prueba de equipos	Prueba del motor de arranque	3	III
	Prueba de magnetos	3	III
	Prueba de sincronización de magnetos	4	III
Otros	Búsqueda de herramientas en estante I	7	I
	Búsqueda de partes en zona de almacenaje I	7	I
	Búsqueda de herramientas en estante II	6	II
	Asentamiento de válvulas de cilindros	3	III
	Búsqueda de partes en zona de almacenaje II	4	III

4.4.3.4 Análisis de la aplicación del Método REBA

El método REBA se llevó a cabo con la finalidad de evaluar el riesgo que implica la adopción de posturas forzadas, haciendo un mayor énfasis en el tipo de agarre presente y la duración de la postura adquirida. A continuación, se presenta la evaluación llevada a cabo para la actividad de torquéo de bielas, para la cual se presenta un nivel de riesgo tal que amerita intervención con carácter de urgencia. En total se llevaron a cabo 45 evaluaciones que pueden ser observadas en el Tomo de anexos, Anexo E-12.

Tabla 30. Aplicación del método REBA a la actividad de torquéo de bielas

		Grupo A		Grupo B	
		Elemento	Puntuación	Elemento	Puntuación
		Tronco	4	Brazo	3
		Cuello	3	Antebrazo	2
		Piernas	2	Muñeca	3
		Subtotal "A"	7	Subtotal "B"	5
		Total "A"	9	Total "B"	5
Puntuación "C": 10					
Puntuación Final: 11					

A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos de los cuales se afirma que en un total de 20 ocasiones, que representa el 42,85% del total de posturas evaluadas, las posturas adoptadas por los trabajadores demandan una revisión con nivel de intervención II. Adicionalmente, en un total de cuatro ocasiones (9,30%) se presenta niveles de riesgo críticos que demandan actuación inmediata.

Tabla 31. Resultados de la aplicación del método REBA

Proceso	Actividad	Puntuación	Nivel de riesgo
Desensamble	Remoción de pistones de cilindros	11	I
	Remoción de resortes de válvulas de cilindros	8	II
	Ajuste de cilindro para desensamble II	8	II

Proceso	Actividad	Puntuación	Nivel de riesgo
Desensamble	Remoción de bujías de cilindros	9	II
	Remoción de pernos de bloque del motor	8	II
	Ajuste de cilindro para desensamble I	4	III
	Desensamble de accesorios	4	III
Limpieza superficial	Limpieza de cilindros luego de bruñido	6	III
	Esmerilado de partes	4	III
Pintura de partes y componentes	Pintura de partes y componentes I	8	II
	Pintura de partes y componentes II	8	II
	Pintura de partes y componentes III	10	II
	Pintura de partes y componentes IV	10	II
	Pintura de partes y componentes V	9	II
	Llenado de pistola para pintura	6	III
	Preparación de pintura de partes y comp.	7	III
Inspección dimensional	Inspección de muñones de cigüeñal	4	III
	Preparación de bielas para inspección	7	III
Ensamble del motor	Torquéo de bielas II	11	I
	Fijación del sello de aceite	11	I
	Rectificado de bocinas de bielas	11	I
	Torquéo de bielas I	10	II
	Instalación de tubos de admisión I	9	II
	Instalación de tubos de admisión II	9	II
	Frenado del árbol de levas	8	II
	Instalación de bomba de gasolina II	10	II
	Armado de cilindros	9	II
	Instalación de cilindros	5	III
	Ajuste del cárter de aceite	5	III
	Torquéo del collar de transferencia	6	III
	Cierre del bloque del motor	6	III
	Remoción de bocinas	5	III
	Instalación de bomba de gasolina I	4	III
	Instalación del sello de aceite	5	III
	Rectificado del bloque del motor	5	III
Otros	Transporte de máquina de sandblasting	8	II
	Almacenaje de repuestos	10	II
	Recolección de protectores para pintura	8	II
	Colocación de caja de repuestos en almacén	10	II
	Revisión de expediente	4	III
	Transporte de cilindros al área de mtto.	7	III
	Bruñido de barriles de cilindros	7	III
	Almacenaje temporal de componentes	6	III
	Preparación de bielas para rectificado	7	III
	Transporte de bielas para ser pesadas	5	III

4.4.3.5 Análisis de la aplicación de la Ecuación de NIOSH

La aplicación de la Ecuación de NIOSH consistió en llevar a cabo evaluaciones a los procesos que suponen un levantamiento de carga que expone al trabajador a incomodidades en la zona lumbar y dolores de espalda, para conocer si el peso de la carga se encuentra dentro de los límites de manejo. A continuación, se presenta la aplicación del método para el levantamiento de carga implicado en la actividad de colocar mitad de bloque del motor en la mesa de inspección dimensional. Nótese que para esta ocasión la carga levantada implica un riesgo crítico para la salud del trabajador.

Tabla 32. Aplicación de la ecuación de NIOSH para el levantamiento de carga presente en el montaje de mitad de bloque del motor en mesa de inspección

Inicio del movimiento		Final del movimiento	
			
LC		23	
HM		0,48	
VM		0,89	
DM		0,87	
AM		1	
FM		0,94	
CM		0,95	
RWL = 7,63			
LI = 1,31			

El formato presentado previamente es el mismo que se utilizó para llevar a cabo el resto de las evaluaciones, presentando un total de ocho. A continuación se presenta una tabla resumen con los resultados obtenidos, en caso de requerir ver las demás evaluaciones se recomienda ver el Tomo de Anexos, Anexo E-13. Cabe destacar, se

llevaron a cabo ocho evaluaciones de las cuales tres, lo que representa el 37,5% del total de evaluaciones, presentan un nivel de riesgo del tipo II.

Tabla 33. Resultados de la aplicación de la Ecuación de NIOSH

Actividad	Puntuación	Nivel de riesgo
Colocación de mitad del bloque en mesa de inspección	1,31	II
Almacenamiento de tornillos y pernos	1,17	II
Preparación para pintura de componentes	1,98	II
Desensamble de cilindros	0,96	IV
Almacenaje temporal de partes	0,16	IV
Transporte de bielas para ser pesadas	0,76	IV
Almacén de repuestos	0,69	IV
Montaje de mitad del bloque en soportes temporales	0,66	IV

4.5 Fase VI: determinación de causas

A continuación, se presenta el diagrama Causa-Efecto correspondiente al riesgo que se presenta por los deficientes niveles de iluminación dentro de las instalaciones del taller, lo cual trae como consecuencia la presencia de la fatiga visual y demanda un nivel de intervención II. Los demás diagramas Causa – Efecto se pueden encontrar en el Tomo de Anexos, Anexo F. Cabe destacar, que los diagramas se construyeron solo para los siguientes casos: iluminación, ruido, ventilación, fatiga mental y física, evaluación física, Lista de Comprobación Ergonómica y métodos ergonómicos.

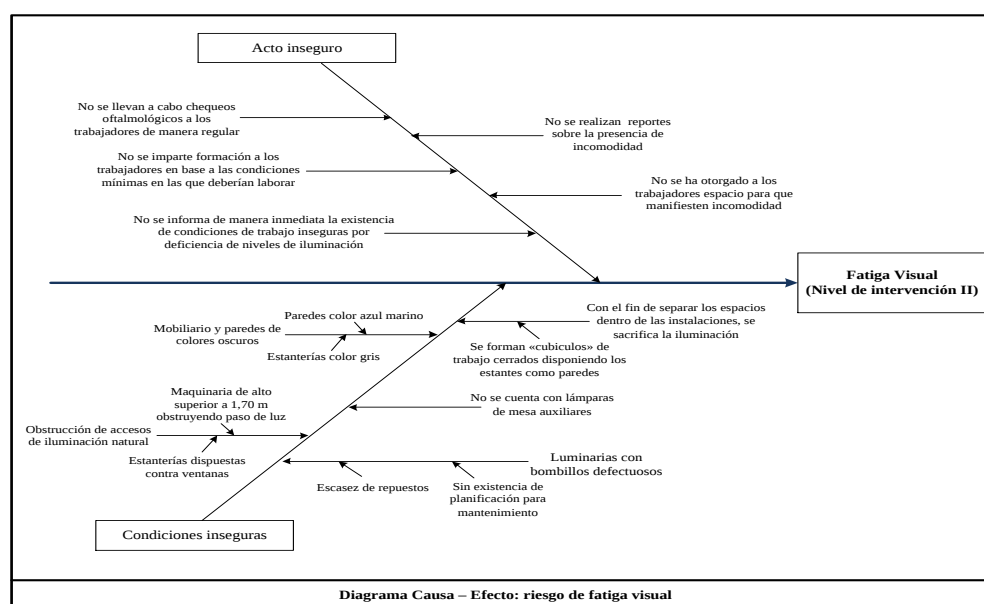


Figura 5: Diagrama Causa – Efecto: Fatiga Visual

Capítulo V: Propuesta de Mejoras

En el presente capítulo se desarrollará una propuesta de mejoras, la cual es diseñada con el objetivo de brindar a los trabajadores un ambiente de trabajo enmarcado en la previsión de accidentes o enfermedades laborales, así como en el cumplimiento del marco legal venezolano en materia de seguridad y salud laboral.

5.1 Situación actual de las infracciones cometidas según lo estipulado por la LOPCYMAT

Una vez analizada la situación actual de la empresa, en lo que al cumplimiento del marco legal se refiere, se presenta que actualmente la organización no cumple con un total de 18 numerales, pertenecientes a los artículos 118, 119 y 120 de la LOPCYMAT. A continuación, se presenta la estimación de costos por incumplimiento de la Ley.

Tabla 34. Costos derivados de las sanciones por infracciones según lo estipulado por la LOPCYMAT

Tipo de infracción	Monto mínimo de la multa (U.T.)	Monto máximo de la multa (U.T.)	Nro. de infracciones cometidas	Nro. de trabajadores expuestos	Monto mínimo por incumplimiento (Bs.F.)	Monto máximo por incumplimiento (Bs.F.)
Leve	1	25	3	3	1.350,00	33.750,00
Graves	26	75	13	3	152.100,00	438.750,00
Muy Graves	76	100	2	3	54.720,00	90.000,00
Costo total por infracciones					208.170,00	562.500,00

5.2 Propuesta de mejoras para los niveles de intervención más destacados

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis de los efectos que demandan niveles de riesgo de carácter importante o urgente y que fueron encontrados a lo largo de la investigación, se desarrolló un listado de las mejoras que son de necesaria aplicación para tratar las causas que originan dichos efectos y poder brindar a los trabajadores condiciones que no atenten contra su salud y su bienestar, al mismo tiempo que se le permite a la empresa aumentar su productividad.

Dicho listado cuenta con 18 mejoras, las cuales surgieron del análisis de las necesidades de la empresa, a fin de mitigar la existencia de las causas previamente expuestas, y de la opinión de las personas involucradas directamente en las actividades que conforman el proceso de reacondicionamiento. Posteriormente, se sometió la propuesta a un proceso de estimación de posibles costos por implementación de cada

una de las mejoras (Ver Tomo de Anexos, Anexo G-2). Una vez totalizado el valor monetario que representa la inversión en las mejoras propuestas en el presente trabajo se presenta que dicho total equivale a 432.055.33 Bs.f.

Acto seguido, fue necesario realizar un proceso en el cual se determinó la prioridad de cada una de las mejoras propuestas a modo de aplicación a corto, mediano o largo plazo. Dicho proceso de priorización se llevó a cabo mediante la aplicación del método AHP – Proceso de Análisis Jerárquico; para observar cómo fue llevada a cabo la aplicación del método ver Tomo de Anexos, Anexo G-4. A continuación, se presenta el resultado de la propuesta de mejoras.

Tabla 35. Propuesta de mejoras

Mejoras Propuestas	Aplicación
Diseño y desarrollo de un sistema especializado para el escariado de bocinas de bielas	CORTO PLAZO
Adquisición de bancadas de trabajo de altura graduable	
Diseño y desarrollo de un sistema semi-automatizado para el asentamiento de válvulas	
Invertir en cambio de luminarias defectuosas	
Instalación de ruedas para transporte de la máquina de sandblasting	MEDIANO PLAZO
Redefinir la distribución de las instalaciones del taller	
Adquisición de herramienta para pintura con accionamiento que favorezca el trabajo dinámico	
Diseñar políticas de administración del tiempo y la planificación del trabajo	
Realizar programas de formación en el área de higiene postural	
Reorganización de herramientas e instrumentos en los estantes	LARGO PLAZO
Invertir en adquisición de lámparas auxiliares de mesa	
Invertir en instrumentos de inspección dimensional digital (Boregauge Dígital)	
Invertir en la adquisición de una balanza especializada	
Llevar a cabo programas básicos de adiestramiento y capacitación para los trabajadores	
Adquisición de base giratoria	
Reubicación de los equipos de protección personal	
Contratación de un servicio médico	
Invertir en redefinición del color de las paredes de las instalaciones y mobiliarios	

5.3 Factibilidad económica de la propuesta de mejoras

Una vez que se determinó el costo total aproximado de la aplicación de las mejoras propuestas se procede a la comparación de dicho total con el referente a los costos derivados por las sanciones impuestas a razón de infracciones, según lo estipulado por la LOPCYMAT.

Como resultado de dicha comparación es posible afirmar la factibilidad económica de la implementación de la propuesta ya que el costo total de la misma se ubica en 432.055,31 Bs.f. lo cual, aunque supera el valor mínimo monetario por incumplimiento de la ley (208.170,00 Bs.f.), el mismo se encuentra por debajo del valor máximo estipulado por esta (562.500,00 Bs. F.). Pues así, es posible afirmar que por la implementación de dicha propuesta la empresa presentaría un ahorro de poco más de 130.000 bolívares, lo cual representa un 23,11% del valor máximo de la multa por incumplimiento de la Ley.

Capítulo VI: Conclusiones y Recomendaciones

El presente capítulo está conformado por el grupo de conclusiones y recomendaciones que se obtuvieron luego de la culminación del desarrollo de cada una de las fases que conforman el presente trabajo de investigación.

6.1 Conclusiones

- En cuanto a la caracterización de los procesos de trabajo presentes en el área de reacondicionamiento de motores de TOMCA, c.a. la misma se llevó a cabo para un total de cuatro procesos de trabajo, estos son: ayudante, técnico mecánico TMA-1, técnico mecánico TMA-2 e Inspector de calidad.
- Para el caso de la caracterización de los sistemas persona-máquina, se presentó que para las máquinas del tipo semi-automáticas se encontraron ocho, para las herramientas del tipo manual se presentaron trece y en el caso de la infraestructura de trabajo se llevó a cabo la caracterización de ocho. De los resultados, es posible afirmar que en cuatro ocasiones las interfaces se presentan en condiciones desfavorables, en tres ocasiones las herramientas manuales no favorecen el trabajo dinámico y la aplicación de fuerza, en una ocasión la lectura del instrumento de medición demanda un esfuerzo excesivo y las bancadas de trabajo dificultan el desenvolvimiento del trabajador.
- La identificación del tipo de sobrecarga laboral se destacó porque mediante la aplicación del cuestionario de Síntomas Subjetivos de Fatiga de Yoshitake, se concluye la presencia de fatiga del tipo mental y física. Por otro lado, de los resultados del Estudio de Evaluación Física, se afirma que: en una sola oportunidad, un trabajador manifiesta tener incomodidad en las pantorrillas con frecuencia y de gravedad doloroso; en dos oportunidades, manos y zona lumbar, todos los trabajadores manifiestan presentar incomodidad de frecuencia ocasional, mientras que para el primer caso solo dos afirman que la gravedad es incómoda; por último, con frecuencia un trabajador manifiesta tener problemas en la cadera de gravedad incómodo.
- Del proceso de estimación y valoración de riesgos se encontró:

- ✓ Los niveles de iluminación dentro de las instalaciones del taller se encuentran por debajo de lo establecido, demandando así un nivel II de intervención. En cuanto al factor de uniformidad, el mismo se encuentra en su mayoría dentro del rango “moderado”, sin embargo en tres ocasiones se experimenta un porcentaje de factor de uniformidad a tomar en cuenta.
- ✓ Los niveles de temperatura y humedad se encuentran dentro del rango estipulado por la base legal.
- ✓ En cuanto a los niveles de ruido, en el área 3 (Banco de prueba) los mismos sobrepasan en un 2,4% lo establecido por la norma. Las demás áreas se encuentran dentro de los niveles estipulados.
- ✓ En el caso de la ventilación, tanto la velocidad del aire como el número de recambios por hora demandan revisiones con carácter de urgencia puesto que implican riesgos graves para la salud de los trabajadores.
- ✓ De la aplicación de la Lista de Comprobación Ergonómica (LCE) se obtuvo un total de 55% de respuestas afirmativas, 22% de respuestas negativas y 23% de respuestas negativas con carácter prioritario. Los puntos de evaluación con resultados críticos fueron: manipulación y almacenamiento de materiales, locales, riesgos ambientales y equipos de protección personal.
- ✓ En el caso de los resultados obtenidos de la aplicación del método OCRA, el rectificado de bocinas de bielas, el asentamiento de válvulas y la pintura de partes y componentes son las actividades que mayor nivel de riesgo implican. La pulitura de muñones del cigüeñal representa un nivel de intervención II y la repetitividad de movimientos implicados en el proceso de bruñido de barriles de cilindros, no representa riesgo alguno para la salud de los trabajadores.
- ✓ Por el método RULA se tiene que la remoción de pistones de cilindros, la instalación de conchas de bancadas, búsqueda de herramientas en estante y búsqueda de partes en zona de almacenaje temporal son actividades que demandan niveles de intervención I, en otras 18 ocasiones el nivel de intervención demandado es II y el resto presenta nivel de intervención III.

- ✓ De la aplicación del método REBA se obtuvo que cuatro actividades demandan niveles de intervención I, estas son: remoción de pintones de cilindros, torquéo de bielas, fijación del sello de aceite y rectificado de bielas de bocinas. Adicionalmente, en 20 ocasiones el nivel de intervención demandado es II y el resto de las evaluaciones resultaron en un nivel de intervención III.
- ✓ Para el caso de la aplicación de la ecuación de NIOSH, las actividades que presentan mayores niveles de riesgo (II) son: colocación de mitad de bloque en mesa de inspección, almacenamiento de tornillos y pernos, preparación de pintura de partes y componentes. Los demás casos evaluados se presentan sin riesgo alguno.
- Para dar respuesta a las condiciones desfavorables que se presentan en la empresa y en base las causas que justifican los elevados niveles de riesgo experimentados, se diseñó una propuesta conformada por 18 mejoras, de las cuales a corto plazo se plantea un total de cuatro, a mediano plazo seis y a largo plazo ocho mejoras.
- El costo total de la propuesta de mejoras presentada se ubica en 432.055,31 Bs.f.
- Se determinó que la propuesta de mejoras presentada es factible, ya que el costo de implementación de la mejora es inferior a margen superior de la estimación de costos referentes al trámite de sanciones por incumplimiento de la ley. Dicha propuesta representa para la empresa un ahorro de aproximado de 130.000 Bs.f. (23,11%).

6.2 Recomendaciones

A continuación, se presentan una serie de recomendaciones para ser tomadas en cuenta en futuras investigaciones basadas en materia de ergonomía.

- Al momento de caracterizar los procesos de trabajo es necesario contar previamente con una descripción exhaustiva del proceso productivo llevado a cabo en la empresa.
- Para la descripción de los sistemas persona-máquina es fundamental hacer uso de diferentes técnicas de recolección de información, incluyendo:

observación directa, entrevistas no estructuradas, medición de las dimensiones, toma de fotografías, entre otros.

- Al momento de llevar a cabo las evaluaciones ambientales, se recomienda hacer uso de equipos con alto nivel de precisión, así como también; en el caso de la ventilación, es recomendable hacer uso de un equipo capaz de medir las concentraciones de vapores tóxicos en el ambiente a fin de poder determinar la necesidad o no de un equipo de extracción de dichos tóxicos.
- Previo a las evaluaciones ergonómicas es necesario conversar con los trabajadores, esto con la finalidad de que los mismos se sientan en confianza llevando a cabo las actividades de manera cotidiana y sin sentir en ningún momento que se está llevando a cabo una evaluación de su desempeño, ya que esto podría alterar los resultados.
- Para llevar a cabo la determinación de las causas, es necesario partir del análisis y comprensión de la base legal utilizada, así como profundizar en las opiniones y condiciones de las personas involucradas en el efecto estudiado.
- Para la priorización de la propuesta es necesario llevar a cabo un proceso de evaluación de cada una de las mejoras en base a los criterios más importantes en cuanto a la opinión de la empresa y las necesidades presentadas.
- Se recomienda llevar a cabo la aplicación de la propuesta de mejoras planteada, con la finalidad de disminuir las condiciones de riesgo a las cuales se encuentran expuestos los trabajadores.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Del Rosario, Z. y Peñaloza, S. (2006). *Guía para la elaboración formal de reportes de investigación*. Caracas. Editorial Texto, c.a.
- Mondelo, P., Gregori, E. y Barrau, P. (1994). *Ergonomía 1. Fundamentos*. España. Ediciones UPC.
- Mondelo, P., Gregori, E., Blasco, J. y Barrau, P. (1999). *Ergonomía 3. Diseño de puestos de trabajo*. España. Ediciones UPC.
- Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México: Mc Graw Hill.
- Hurtado, J. (2008) *Metodología de la investigación, una comprensión holística*. Caracas. Ediciones Quirón – Sypal.
- García, O. y Del Hoyo, María. (2002). *La carga mental de trabajo*. España. ISHT Madrid.
- Muñoz, C. (1998). *Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis*. México. Prentice Hall Hispanoamericana, s.a.
- Llaneza, J. (2007). *Ergonomía y psicología aplicada. Manual para la formación del especialista*. España. Editorial Lex Nova.

Trabajos especiales de Grado, Trabajos de ascenso e Informes de pasantía

- Bautista, T. (2012). *Estudio Ergonómico para mejorar el ambiente, los puestos y las condiciones de trabajo de los trabajadores de una planta de neopreno ubicada en el estado miranda*. Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Ingeniero Industrial. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.
- Dittmar, D. y Ruiz, M. (2008). *Estudio ergonómico para mejorar el ambiente, los puestos y las condiciones de trabajo del personal de una planta que fabrica dispositivos electrónicos y sistemas eléctricos en el área metropolitana de Caracas*. Trabajo Especial de Grado para optar

por el título de Ingeniero Industrial. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.

- Ruiz, A. (2014). *Propuesta de mejora para los procesos operacionales de un taller que realiza mantenimiento preventivo a motores de aviación del tipo recíprocos*. Informe de pasantía. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.
- Venegas, G. (2015). *Diseño de una propuesta de mejoras de las condiciones de seguridad y salud laboral, en los procesos de trabajo del servicio técnico de una empresa fabricante de productos y artículos de limpieza, en Caracas, para el año 2015*. Trabajo Especial de Grado para optar por el título de Ingeniero Industrial. Universidad Católica Andrés Bello. Caracas.

Fuentes electrónicas

- Corlett, E. y Bishop, R. (1976). Humanics Ergonomics. Body part discomfort scales. Disponible en:
<http://www.humanics-es.com/bodypartdiscomfortscale.htm>
[Consultada: 2015, Octubre]
- Organización Internacional del Trabajo. La salud y la seguridad en el trabajo. Principios de la ergonomía. Disponible en:
http://training.italo.it/actrav_cdrom2/es/osh/ergo/ergonomi.htm#III.%20Los%20principios%20b%E1sicos%20de%20la%20ergonom%EDa
[Consultada: 2015, Octubre]
- Lista de comprobación de riesgos ergonómicos (Ergonomic Checklist). Disponible en: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/lce/lce-ayuda.php>
[Consultada: 2015, Mayo]
- Método OCRA “Occupational Repetitive Action Norma” (UNE –EN 1005-5:2007. Disponible en:
<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra1005/ocra1005-ayuda.php>
[Consultada: 2015, Mayo]

- RULA (Rapid Upper Limb Assessment). Disponible en:
<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php> [Consultada: 2015, Mayo]
- REBA (Rapid Entire Body Assessment). Disponible en:
<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
[Consultada: 2015, Mayo]
- Niosh (Ecuación Revisada de Niosh). Disponible en:
<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>
[Consultada: 2015, Mayo]
- Regulación Aeronáutica Venezolana 147 (RAV 147). Disponible en:
http://www.inac.gob.ve/art/template3/28108RAV_147_GO.pdf
[Consultada: 2015, Septiembre]
- Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de 20 de diciembre de 1999. Disponible en:
<http://www.mp.gob.ve/LEYES/constitucion/constitucion1.html>
[Consultada: 2015, Junio]
- Instituto Nacional de Prevención Salud y Seguridad Laboral. La Institución. Disponible en:
http://www.inpsasel.gob.ve/moo_medios/sec_inpsasel.html [Consultada: 2015, Junio]
- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Disponible en:
http://www.inpsasel.gob.ve/moo_news/lopcymat.html [Consultada: 2015, Junio]
- Real Decreto 486/1997. Disponible en:
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/TextosLegales/RD/1997/486_97/PDFs/realdecreto4861997de14deabrilporelqueseestablece_nlas.pdf [Consultada en: 2015, Junio]
- Norma Venezolana COVENIN 2250:2000. Ventilación de los lugares de trabajo. Disponible en:

http://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/covenin/aire-ventilacion/2250-2000_Ventilacion_de_los_lugares_de_trabajo.pdf

[Consultada: 2015, Julio]

- Norma Venezolana COVENIN 2249:1993. Iluminancias en tareas y áreas de trabajo. Disponible en:
http://www.inpsasel.gob.ve/moo_doc/COVENIN_2249_1993.pdf
[Consultada en: 2015, Julio]
- Norma Venezolana COVENIN 2254:1995. Calor y Frío. Límites máximos permisibles de exposición en lugares de trabajo. Disponible en:
http://www.inpsasel.gob.ve/moo_doc/COVENIN_2254-95.pdf
[Consultada: 2015, Julio]
- Norma Venezolana COVENIN 1565:1995. Ruido Ocupacional. Programa de conservación auditiva. Niveles permisibles y criterios de evaluación. Disponible: http://fastmed.com.ve/wp-content/uploads/2014/07/1565-1995_Ruido_ocupacional.pdf
[Consultada: 2015, Julio]
- Osorio, J. y Cabrera, J. (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. Disponible en: <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/3217>
[Consultada: 2015, Septiembre]