



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN**

**TEMA**

---

**VALORACIÓN ERGONÓMICA PARA LA REDUCCIÓN DEL ÍNDICE DE ENFERMEDADES PROFESIONALES, EN LOS TALLERES MECÁNICOS DEL BLOQUE 15 – EPF DEL CONSORCIO AZUL.**

---

**Trabajo de Graduación. Modalidad. TEMI.** Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización

AUTOR (A). María José Gómez Moreno

TUTOR. Ing. Cesar Rosero

Ambato - Ecuador

Noviembre 2011

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema. Valoración ergonómica para la reducción del índice de enfermedades profesionales, en los talleres mecánicos del bloque 15 – EPF del Consorcio Azul, de la señorita María José Gómez Moreno, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Proceso de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad técnica de Ambato.

Ambato Diciembre, 2011

**EL TUTOR**

-----

Ing. César Rosero

## **AUTORÍA**

El presente trabajo de investigación titulado. Valoración ergonómica para la reducción del índice de enfermedades profesionales, en los talleres mecánicos del bloque 15 – EPF del Consorcio Azul, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato Octubre, 2011

---

María José Gómez Moreno

C. 1803315421

## **APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA**

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes, Ing. Carlos Sánchez e Ing. Luis Morales revisó y aprobó el Informe Final del trabajo de graduación titulado Valoración ergonómica para la reducción del índice de enfermedades profesionales, en los talleres mecánicos del bloque 15 – EPF del Consorcio Azul, presentado por la señorita María José Gómez Moreno de acuerdo al Art. 18 del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad técnica de Ambato.

-----  
Ing. MsC. OSWALDO PAREDES

-----  
Ing. Luis Morales

-----  
Ing. Carlos Sánchez

## DEDICATORIA

A mi mami y mi novio,  
por haber estado junto a mí en todo momento,  
por su ayuda y soporte, en cada duda y obstáculo  
que se presentaba, sin importar el tiempo o cansancio.

Especialmente a mi abuelito,  
por ser el mayor ejemplo en mi vida,  
mi luz, mi inspiración, mi guía, y mi gran amor.

Ma. José.

## AGRADECIMIENTO

A mi mami Anita, por sus cuidados, y comprensión en los momentos difíciles.

A mi novio Renato, por su paciencia, amor y dedicación, gracias mi vida por su ayuda incondicional en esta etapa de mi vida.

A mi papi y abuelita, Víctor e Isabel por brindarme sus consejos en los momentos precisos, a mi familia, por haber compartido mis los logros y especialmente mis problemas.

A mi abuelita Marianita, por sus oraciones, y cariño, por haber estado pendiente de mi en todo momento.

A mis hermanas; Belén por ser desde siempre mi ángel; Cris y Amelita, mis peques, por la alegría y fuerza que dan a mi vida; mis hermanos Huguito y Víctor por recordarme la ternura de la vida.

A mi tutor, maestros, y amigos de mí querida Facultad, por sus enseñanzas, su ejemplo, durante estos años de estudio.

A mis amigos, y compañeros de Azulec, por la apertura prestada, y su colaboración para el desarrollo exitoso de mi proyecto.

Ma. José

# ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>Pág.</b>
<b>PRELIMINARES</b>	
Portada	i
Aprobación del Tutor	ii
Autoría	iii
Aprobación de la Comisión Calificadora	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice General de Contenidos	vii
Índice de Tablas	xii
Índice de Gráficos	xvi
Resumen Ejecutivo	xviii
Introducción	xix
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>EL PROBLEMA</b>	
1.1.Tema	1
1.2.Planteamiento del Problema	1
1.2.1.Contextualización	1
1.2.2.Análisis Crítico	2
1.2.3.Prognosis	3
1.3.Formulación del Problema	3
1.4.Preguntas Directrices	3
1.5.Delimitación del Problema	3
1.6.Justificación	4
1.7.Objetivos de la Investigación	5
1.7.1.Objetivo General	5
1.7.2.Objetivos Específicos	5

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.Antecedentes Investigativos	6
2.2.Fundamentación	6
2.2.1.Fundamentación Legal	6
2.2.1.1. Código del Trabajo Ecuatoriano	6
2.2.1.2.Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo Decisión 547.	6
2.2.1.3. Convenio 127 de la OIT	7
2.2.2.Categorías Fundamentales	8
2.2.3.Fundamentación Teórica	9
2.2.3.1. Ergonomía Industrial	9
Definición	9
La Ergonomía como ciencia interdisciplinaria	9
Objetivos de la Ergonomía	10
2.2.3.2. Métodos de Valoración Ergonómica	10
Métodos de Valoración Objetivos	10
Métodos de Valoración Subjetivos	11
Métodos de Valoración Mixta	11
Tabla General de Métodos	11
Método RULA	13
Método OWAS	23
Método OCRA	30
2.2.3.3.Gasto Energético o Consumo Metabólico	39
Definiciones Generales	39
Unidades	39
Valoración del Gasto Energético	39
Consumo Metabólico según la actividad	41
Consumo Metabólico según la profesión	41

Cálculo del Consumo Metabólico por Tablas	42
2.2.3.4. Valoración del ciclo de Trabajo	45
Definiciones Generales	45
Estudio de Tiempos	46
Cálculo del TGBH o Estrés Térmico	48
2.2.3.5. Estudio Ergonómico	50
El esfuerzo Físico y Postural en el trabajo	50
Consecuencias de los Factores de riesgo ergonómico	50
2.2.3.6. Seguridad Industrial	50
Definición	50
Esquema de programa de Higiene y Seguridad Industrial	51
2.2.3.7. Salud Ocupacional	51
Definición	51
Programa de Salud Ocupacional	51
2.2.3.8. Prevención de Enfermedades Profesionales	52
Riesgo	52
Factor de Riesgo	52
2.2.3.9. Índices y Costos de Enfermedades Profesionales	53
Índices	53
Costes de Enfermedades Profesionales	55
2.3. Hipótesis	55
2.4. Señalamiento de Variables	55
2.4.1. Variable Independiente	55
2.4.2. Variable Dependiente	55
<b>CAPITULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA</b>	
3.1. Enfoque	56
3.2. Modalidad Básica de la Investigación	56
3.2.1. Investigación de Campo	56

3.2.2. Investigación Bibliográfica Documental	56
3.3. Nivel o Tipo de Investigación	57
3.3.1. Exploratorio	57
3.3.2. Descriptivo	57
3.4. Población y Muestra	57
3.4.1. Población	57
3.4.2. Muestra	57
3.5. Operacionalización de las Variables	58
3.6. Recolección de la Información	60
3.6.1. Plan de recolección de la Información	60
3.7. Procesamiento y análisis de la Información	60
3.7.1. Plan que se empleará para procesar la información recogida	60
3.7.2. Plan de análisis e interpretación de resultados	60

## **CAPITULO IV**

### **ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS**

4.1. Encuesta aplicada a trabajadores	61
4.1.1. Análisis de Resultados – Fatiga Física	61
4.1.2. Análisis de Resultados – Ergonomía en el Puesto de Trabajo	67
4.1.3. Análisis de Resultados – Jornada Laboral	77
4.1.4. Análisis de Resultados – Ritmo de Trabajo	83
4.1.5. Análisis de Resultados – Protección Personal	85
4.1.6. Análisis de Resultados – Satisfacción Laboral	93
4.1.7. Análisis de Resultados – Movimientos Repetitivos	94
4.2. Entrevista aplicada a la coordinación	98

## **CAPITULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. Conclusiones	101
5.2. Recomendaciones	103

## **CAPITULO VI**

### **PROPUESTA**

6.1. Tema	105
6.2. Datos Informativos	105
6.2.1. Institución Ejecutora	105
6.2.2. Beneficiarios	105
6.2.3. Ubicación	105
6.2.4. Tiempo Estimado para la ejecución	105
6.2.5. Equipo Técnico Responsable	105
6.3. Antecedentes	106
6.4. Justificación	106
6.5. Objetivos	107
6.5.1. Objetivo General	107
6.5.2. Objetivos Específicos	107
6.6. Análisis de Factibilidad	108
6.7. Fundamentación Científico Técnica	108
6.7.1. Análisis RULA	108
6.7.2. Análisis OCRA	121
6.7.3. Análisis de Lesiones y Enfermedades Profesionales	129
6.7.4. Estudio de Tiempos basado en la Ergonomía	132
6.7.4.1. Cálculos Constantes	132
Gasto Energético o Consumo Metabólico	132
Profesión (P1)	134
Profesión (P2)	134
Postura Corporal (k1)	135
Desplazamiento sin carga (K2)	136
Esfuerzos musculares sin carga (K3)	136
Esfuerzos carga levantada, desplazada o subida (k4)	137
Suplementos por Condiciones Atmosféricas (TSCA)	137

6.7.4.2. Análisis de los Procesos	142
Soldadura SMAW Tubería de 6plg de Acero al Carbono SCH 40	142
Soldadura GTAW Tubería de 6plg de Acero al Carbono SCH 40	151
Soldadura SMAW Tubería de 6plg de Acero al Carbono SCH 80	159
Soldadura GTAW Tubería de 6plg de Acero al Carbono SCH 80	167
Soldadura SMAW Tubería de 12plg de Acero al Carbono SCH 40	175
Soldadura GTAW Tubería de 12plg de Acero al Carbono SCH 40	183
Soldadura SMAW Tubería de 12plg de Acero al Carbono SCH 80	191
Soldadura GTAW Tubería de 12plg de Acero al Carbono SCH 80	199
Soldadura SMAW Tubería de 18plg de Acero al Carbono SCH 40	207
Soldadura GTAW Tubería de 18plg de Acero al Carbono SCH 40	215
Soldadura SMAW Tubería de 18plg de Acero al Carbono SCH 80	223
Soldadura GTAW Tubería de 18plg de Acero al Carbono SCH 80	231
6.8. Conclusiones	239
6.9. Recomendaciones	240
6.10. Marco Administrativo	242
6.10.1. Recursos	242
6.10.1.1. Recursos Humanos	242
6.10.1.2. Recursos Institucionales	242
6.10.1.3. Recursos Materiales	242
6.10.1.4. Recursos Económicos	243
6.10.2. Cronograma	244
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	245
<b>ANEXOS</b>	247

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>Pág.</b>
2.1. Otros métodos de valoración ergonómica	13
2.2. Puntuación del Brazo	14
2.3. Modificaciones sobre la puntuación del brazo	15

2.4. Puntuación del antebrazo	16
2.5. Modificación de la puntuación del antebrazo.	16
2.6. Puntuación de la muñeca.	17
2.7. Modificación de la puntuación de la muñeca.	17
2.8. Puntuación del giro de la muñeca	18
2.9 .Puntuación del cuello	19
2.10. Modificación de la puntuación del cuello	19
2.11. Niveles de actuación según la puntuación final obtenida	20
2.12. Puntuación de las piernas	20
2.13. Puntuación global para el grupo A	21
2.14. Puntuación global para el grupo B.	22
2.15. Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercidas	22
2.16. Puntuación final	23
2.17. Esquema de codificación de las posturas observadas	24
2.18. Codificación de las posiciones de la espalda	24
2.19. Codificación de las posiciones de los brazos	25
2.20. Codificación de las posiciones de las piernas	26
2.21. Codificación de la carga y fuerzas soportadas	27
2.22. Ejemplo de codificación de fases	28
2.23. Tabla de Categorías de Riesgo y Acciones correctivas	28
2.24. Clasificación de las Categorías de Riesgo de los "Códigos de postura".	29
2.25. Clasificación de Categorías de Riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa	30
2.26. Fórmula de obtención del Índice Check List OCRA de un puesto	32
2.27. Tabla para la evaluación de la duración neta de la tarea repetitiva y del ciclo.	33
2.28. Tabla de puntuación del factor de recuperación.	35
2.29. Tabla de puntuación del factor de frecuencias para acciones técnicas dinámicas.	36

2.30. Tabla de puntuación del factor de frecuencias para acciones técnicas estáticas.	36
2.31. Puntuación del factor de postura para el HOMBRO	37
2.32. Puntuación del factor de postura para el CODO	37
2.33. Puntuación del factor de postura para el MUÑECA	37
2.34. Puntuación para el multiplicador de duración neta del movimiento repetitivo.	38
2.35. Riesgo	38
2.36. Métodos para determinar el gasto energético. ISO 8996	40
2.37. Clasificación del metabolismo por tipo de actividad	41
2.38. Clasificación del metabolismo según la profesión	41
2.39. Posturas	43
2.40. Desplazamientos sin carga	43
2.41. Esfuerzo muscular sin carga	44
2.42. Carga levantada, desplazada o subida	44
2.43. Símbolos del diagrama de operaciones	48
2.44. Factores que potencialmente contribuyen al desarrollo de TME	52
2.45. Factores de riesgo físico más importantes y porcentaje de trabajadores expuestos.	53
4.1. Capacidad Física	61
4.2. Temperatura Ambiental	62
4.3. Edad	63
4.4. Entrenamiento	64
4.5. Frecuencia Cardíaca en Trabajos Pesados	65
4.6. Pausas para descanso	66
4.7. Distancia y extremidades	67
4.8. Holgura en el trabajo	68
4.9. Altura de la superficie	69
4.10. Mesa ajustable	70

4.11. Variación de posición	71
4.12. Herramientas o útiles	72
4.13. Levantamiento de Cargas	73
4.14. Levantamiento manual de cargas	74
4.15. Sillas en pausas cortas	75
4.16. Cansancio	76
4.17. Número de pausas en el trabajo	77
4.18. Duración de pausas	78
4.19. Distribución de pausas	79
4.20. Distribución de pausas2	80
4.21. Cambio de Turno	81
4.22. Días de Descanso	82
4.23. Tiempo asignado a tarea	83
4.24. Impacto a la Producción	84
4.25. Protección Personal	85
4.26. Entrega la empresa EPP	86
4.27. EPP Adecuado	87
4.28. Comodidad del EPP	88
4.29. Revisión del EPP	89
4.30. Obligatoriedad del EPP	90
4.31. Capacitación sobre el EPP	91
4.32. Intervalo Capacitaciones	92
4.33. Satisfacción con la empresa	93
4.34. Movimientos repetitivos	94
4.35. Ubicación Movimientos Repetitivos	95
4.36. Dolores por Movimientos Repetitivos	96
4.37. Capacitaciones de Movimientos Repetitivos	97
6.1. Mediciones Temperaturas	138
6.2. TGBH calculados	139

<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	<b>Pág.</b>
2.1 Inclusión de variable independiente	8
2.2 Inclusión de variable dependiente	8
2.3 Ciclo Ergonomía Industrial	9
2.4 Ergonomía - Ciencia Interdisciplinaria	10
2.5 Aplicación de la Ergonomía del Trabajo	10
2.6 Posiciones del Brazo	14
2.7 Posiciones que modifican la puntuación del brazo	15
2.8. Posiciones del antebrazo.	16
2.9 Posiciones que modifican la puntuación del antebrazo.	16
2.10 Posiciones de la muñeca.	17
2.11. Desviación de la muñeca.	17
2.12. Giro de la muñeca.	18
2.13 Posiciones del cuello.	18
2.14. Posiciones que modifican la puntuación del cuello.	19
2.15. Posición de las piernas	20
4.10. Mesa ajustable	70
4.11. Variación de posición	71
4.12. Herramientas o útiles	72
4.13. Levantamiento de Cargas	73
4.14. Levantamiento manual de cargas	74
4.15. Sillas en pausas cortas	75
4.16. Cansancio	76
4.17. Número de pausas en el trabajo	77
4.18. Duración de pausas	78
4.19. Distribución de pausas	79
4.20. Distribución de pausas <sup>2</sup>	80

4.21. Cambio de Turno	81
4.22. Días de Descanso	82
4.23. Tiempo asignado a tarea	83
4.24. Impacto a la Producción	84
4.25. Protección Personal	85
4.26. Entrega la empresa EPP	86
4.27. EPP Adecuado	87
4.28. Comodidad del EPP	88
4.29. Revisión del EPP	89
4.30. Obligatoriedad del EPP	90
4.31. Capacitación sobre el EPP	91
4.32. Intervalo Capacitaciones	92
4.33. Satisfacción con la empresa	93
4.35. Movimientos repetitivos	94
4.36. Ubicación Movimientos Repetitivos	95
4.37. Dolores por Movimientos Repetitivos	96
4.38. Capacitaciones de Movimientos Repetitivos	97
6.1. Tiempo Trabajo – Descanso 1	140
6.2. Tiempo Trabajo – Descanso 2	141

## RESUMEN EJECUTIVO

En el entorno laboral de las medianas y grandes empresas hoy en día, lo más importante es la adaptación del trabajo al hombre y no viceversa, por lo que en el Consorcio Azul se ha visto la necesidad de establecer indicadores del confort del trabajador en los talleres mecánicos del Bloque 15 – EPF, por lo que se realizó una valoración ergonómica incluyendo un estudio de tiempos y movimientos basado en los periodos de descanso adecuados para el trabajador según las condiciones laborales en las que se encuentran.

Al determinar parámetros necesarios para el estudio como: el consumo metabólico o gasto energético de los trabajadores en las condiciones atmosféricas que caracterizan el entorno en el que se desenvuelven, el índice TGBH, además de realizar un estudio de tiempos, movimientos, y posturas del soldador en los distintos procesos y dimensiones de tuberías empleadas en el taller, se determinó que es necesario:

- Documentar y llevar un seguimiento de las dolencias presentadas por los trabajadores que realizan movimientos repetitivos y posturas forzadas, para evitar que estas se conviertan a futuro en una enfermedad profesional.
- Realizar una reestructuración de la metodología y procesos de soldadura, sin que esto afecte a la producción del taller mecánico.
- Incluir los tiempos o periodos de descanso calculados de acuerdo al esfuerzo realizado por cada trabajador, en el ciclo de trabajo, sin que afecte a la naturaleza del proceso de soldadura.

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de ser productivos y producir con calidad para cumplir las exigencias de los clientes y mantener un margen adecuado de utilidad es hoy en día una característica de las empresas que persiguen mantenerse competitivamente.

Para ello, se ha demostrado la importancia que tienen los principios ergonómicos, conociendo que estos deben estar presentes durante todo el proceso, hasta la obtención final del producto.

El principio de la ergonomía es diseñar el trabajo y las condiciones del mismo para adaptarse a las características de cada trabajador. El constante aumento en la prevalencia de los trastornos y enfermedades ha concentrado esfuerzos para reducir la carga perjudicial.

Dentro de este análisis es de vital importancia la valoración de los puestos de trabajo, y las actividades que realiza el trabajador en cada uno de ellos, lo que permitirá detectar y eliminar fallas que puedan estar afectando el proceso productivo, o peor aún comprometer la salud de los trabajadores con trastornos musculoesqueléticos y posteriormente con enfermedades profesionales.

Para la aplicación de los métodos el evaluador realizará observaciones directas en la ejecución de las actividades, asociado a ello, se aplicará encuestas y entrevistas al trabajador obteniendo un direccionamiento hacia el confort del entorno laboral.

Todo esto genera resultados óptimos tanto para los trabajadores y la empresa, mejorando el diseño de tareas, beneficiando la calidad de vida de los trabajadores, y la productividad de las empresas.