



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**VICERRECTORADO DE POSGRADO E**  
**INVESTIGACIÓN**  
**INSTITUTO DE POSGRADO**

TESIS PREVIA LA OBTENCION DEL GRADO EN  
MAGISTER EN SEGURIDAD INDUSTRIAL MENCIÓN  
PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES Y SALUD  
OCUPACIONAL.

**TEMA:**

REDISEÑO ERGONÓMICO DE LA HERRAMIENTA DE TRABAJO DE TORQUE  
NEUMÁTICO DEL PROCESO DE INERTIZACIÓN DE CILINDROS DE GLP  
PARA LA PLANTA ENVASADORA DE LA CIUDAD DE AMBATO.

**AUTOR:**

ING. ANGEL LEONARDO CORDOVA TOSCANO

**TUTOR:**

MG. MARCOS BARAHONA

**RIOBAMBA-ECUADOR**

**2017**

## CERTIFICADO DEL TUTOR

Certifico que el presente trabajo de investigación previo a la obtención del Grado de Magister en Seguridad Industrial, Mención: Prevención de Riesgos y Salud Ocupacional, con el tema: “REDESIGNO ERGONÓMICO DE LA HERRAMIENTA DE TRABAJO DE TORQUE NEUMÁTICO DEL PROCESO DE INERTIZACIÓN DE CILINDROS DE GLP PARA LA PLANTA ENVASADORA DE LA CIUDAD DE AMBATO.” Ha sido elaborado por el Ing. Ángel Leonardo Córdova Toscano, contando con el asesoramiento permanente de mi persona en calidad de Tutor, en vista de lo cual CERTIFICO que el presente trabajo se encuentra apto para su presentación y defensa respectiva.

Es todo cuanto puedo confirmar en honor a la verdad.

Riobamba, Marzo de 2017.



ING. MARCOS BARAHONA MSC.

Tutor

## AUTORÍA

Yo, Ángel Leonardo Córdova Toscano con cédula de identidad No. 180321377-4, soy responsable de las ideas, doctrinas, resultados y lineamientos alternativos realizados en esta investigación y el patrimonio intelectual del trabajo investigativo pertenece a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Ing. Ángel Leonardo Córdova Toscano

C.I: 180321377-4

## **AGRADECIMIENTO**

Primeramente a Dios que me ha acompañado a cada instante y me ha dado la fuerza de voluntad necesaria para alcanzar una meta más.

A mis padres que con su ejemplo, apoyo y comprensión han sido el pilar fundamental donde he construido mi vida.

A mi esposa que siempre me brinda su amor incondicional, su comprensión y respeto. Y a mi hija que la razón de mi vida.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, Vicerrectorado de Posgrado e Investigación, por su aporte valioso en la actualización y especialización de profesionales.

Ángel Leonardo Córdova Toscano

## **DEDICATORIA**

Para mi hermosa hija, que desde el primer instante que escuche los latidos de tu corazón supe que serias la razón de todos los esfuerzos, la razón de todas las sonrisas, y a pesar que muchas veces me falte la fuerza necesaria para seguir adelante, el mirar tus ojos hace que todo valga la pena.

Para mi bella esposa, la incondicional compañera de mi vida.

Ángel Leonardo Córdova

# INDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
CERTIFICADO DEL TUTOR .....	i
AUTORÍA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
INDICE GENERAL .....	v
INDICE DE FIGURAS. ....	xv
INDICE DE TABLAS. ....	xix
INDICE DE ECUACIONES. ....	xxi
RESUMEN .....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
INTRODUCCION .....	xxiv
CAPÍTULO I. ....	1
1.- MARCO TEÓRICO. ....	1
1.1.- ANTECEDENTES. ....	1
1.2.- FUDAMENTACION TEORICA. ....	2
1.2.1.- FUNDAMENTACION EPISTEMOLOGICA.....	2
1.2.2.- FUNDAMENTACIÓN AXIOLÓGICA. ....	3
1.2.3.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL. ....	3
1.2.3.1.- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR. ....	3
1.2.3.2.- CÓDIGO DEL TRABAJO.....	4
1.2.3.3.- REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES. ....	4

1.2.3.4.- REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO. .....	5
1.2.3.5.- DECRETO 2393.....	6
1.2.4.- DEFINICIONES.....	6
1.2.4.1.- TRABAJO. ....	6
1.2.4.2.- SEGURIDAD INDUSTRIAL. ....	7
1.2.4.3.- SALUD LABORAL. ....	7
1.2.4.4.- ENFERMEDAD PROFESIONAL.....	8
1.2.4.5.- LESIONES OSTEO-MUSCULARES DEBIDO A LA ACTIVIDAD LABORAL.....	8
1.2.4.6.- ENFERMEDADES PROFESIONALES POR MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS.....	9
1.2.4.7.- ENFERMEDADES PROFESIONALES POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS. ....	9
1.2.4.8.- ENFERMEDADES PROFESIONALES POR POSTURAS FORZADAS. ....	11
1.2.4.9.- ENFERMEDADES PROFESIONALES DEBIDAS A LA EXPOSICION AL RUIDO. 13	
1.3.- GESTION DEL RIESGO.....	15
1.3.1.- IDENTIFICACION DE LOS FACTORES DE RIESGO.....	16
1.3.1.1.- FACTORES DE RIESGO LABORAL. ....	16
1.3.2.- ESTIMACION Y EVALUACION DE RIESGOS. ....	17
1.3.2.1.- MEDICION EVALUACION DE RIESGOS FISICOS – RUIDO. ....	17
1.3.2.1.1.- TIPOS DE RUIDO.....	17
1.3.2.1.2.- EQUIPOS DE MEDICIÓN.....	18
1.3.2.2.- DOSIS DE RUIDO.....	20
1.3.2.3.- EVALUACION DEL RIESGO MEDIANTE LA DOSIS.....	21
1.3.2.4.- METODOLOGÍAS PARA LA OBTENCIÓN DE LAS DOSIS DE RUIDO DIARIA (DRD). ....	21

1.3.2.4.1.- MEDICIÓN DE LA DOSIS DE RUIDO DIARIA CON $TM = TE$ . ....	21
1.3.2.4.2.- DOSIS PROYECTADA A PARTIR DE UNA DOSIS MEDIDA EN UN $TM < TE$ . ....	22
1.3.2.4.3.- DOSIS CALCULADA A PARTIR DEL NPSEQ MEDIDO REPRESENTATIVO DEL PUESTO DE TRABAJO. ....	23
1.3.2.5.- MEDICION Y EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONOMICOS.....	23
1.3.2.5.1.- MÉTODO ERGO IBV. ....	23
1.3.2.5.2.- MÓDULO DE MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS. ....	24
1.3.2.5.3.- MÓDULO DE TAREAS REPETITIVAS. ....	25
1.3.2.5.4.- MODULO DE POSTURAS FORZADAS REBA. ....	25
1.3.3.- CONTROL DE RIESGOS. ....	25
1.3.3.1.- DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO .....	27
1.3.3.1.1.- ANTROPOMETRÍA Y MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.....	28
1.3.3.1.2.- TIPOS DE DISEÑO ANTROPOMÉTRICO. ....	31
1.3.3.1.3.- FUENTES DE INFORMACIÓN. ....	32
1.3.3.1.4.- TAMAÑO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	33
1.3.3.1.4.- CALCULO DE PERCENTILES.....	34
1.3.3.1.5.- FASES DEL DISEÑO DE UN PUESTO DE TRABAJO. ....	35
1.3.3.1.5.1.- POSTURA Y POSICIÓN DE TRABAJO. ....	35
1.3.3.1.5.2.- PLANOS DE TRABAJO. ....	36
1.3.3.1.5.3.- ZONA PARA EL ALCANCE DE LOS MIEMBROS SUPERIORES. ....	37
1.3.3.1.5.4.- PLANOS DE ALCANCE HORIZONTAL.....	38
1.3.3.1.5.5.- PLANOS DE ALCANCE VERTICAL.....	40
1.3.3.1.5.6.- OPTIMIZACIÓN DE LA DISPOSICIÓN DE LOS MEDIOS DE TRABAJO. ....	41
1.3.3.1.5.7.- PLANIFICACIÓN CORRECTA DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO... 41	
1.3.3.1.5.8.- CAMPOS VISUALES. ....	42
1.4.- MATRIZ DE SELECCIÓN. ....	43

1.4.1.- PASOS PARA UTILIZAR UNA MATRIZ DE SELECCIÓN. ....	43
CAPITULO II.....	46
2.- METODOLOGIA.....	46
2.1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	46
2.2.- TIPO DE INVESTIGACION.....	46
2.3.- METODOS DE INVESTIGACION. ....	47
2.4.- TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS.....	47
2.4.1.- OBSERVACIÓN.....	48
2.4.2.- ENCUESTA. ....	48
2.4.3.- MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE RIESGO ERGONOMICO Y FISICOS POR RUIDO. ....	48
2.5.- POBLACION Y MUESTRA. ....	49
2.5.1.- MUESTRA.....	49
2.6.- PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS. ....	50
2.7.- HIPOTESIS.....	50
2.7.1.- HIPÓTESIS GENERAL. ....	50
2.7.2.- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS. ....	50
2.7.3.- OPERACIONALIZACION DE LA HIPOTESIS.....	51
2.7.3.1.- OPERACIONALIZACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE GRADUACIÓN ESPECIFICA 1.....	51
2.7.3.2.- OPERACIONALIZACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE GRADUACIÓN ESPECÍFICA 2. ....	53
CAPITULO III.....	55
3.- LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS.....	55
3.1.- T E M A.....	55

3.2.- PRESENTACION.....	55
3.2.1.- LOCALIZACIÓN.....	55
3.2.2.- ANTECEDENTES.....	55
3.2.3.- IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	56
3.3.- OBJETIVOS.....	56
3.3.1.- OBJETIVO GENERAL.....	56
3.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	56
3.4.- FUNDAMENTACION.....	57
3.5.- CONTENIDO.....	58
3.5.1.- ANTECEDENTES.....	58
3.5.2.- DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE INERTIZACIÓN DE CILINDROS DE GLP.....	59
3.5.2.1.- DESCRIPCION DE LA TAREA DE EXTRACCIÓN DE VÁLVULAS.....	60
3.5.3.- SITUACION INICIAL DEL PUESTO DE INERTIZACION DE CILINDROS. .....	63
3.5.4.- EVALUACION ERGONOMICA DE LA TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS.....	64
3.5.4.1.- METODO DE EVALUACION ERGONOMICA ERGO IBV.....	64
3.5.4.2.- MODULO MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS (MMC).....	65
3.5.4.2.1.- CALCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO POR MANIPULACION MANUAL DE CARGAS.....	65
3.5.4.2.2.- LÍMITE DE PESO RECOMENDADO (LPR).....	66
3.5.4.2.3.- PESO DE REFERENCIA LC.....	67
3.5.4.2.4.- FACTOR HORIZONTAL HM.....	67
3.5.4.2.5.- FACTOR VERTICAL VM.....	68
3.5.4.2.6.- FACTOR DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL DM.....	69
3.5.4.2.7.- FACTOR DE ASIMETRÍA AM.....	70
3.5.4.2.8.- FACTOR DE FRECUENCIA FM.....	71

3.5.4.2.9.- FACTOR DE AGARRE CM. ....	73
3.5.4.2.10.- FACTOR DE OPERACIÓN CON 1 MANO OM .....	75
3.5.4.2.11.- FACTOR DE OPERACIÓN ENTRE 2 PERSONAS PM. ....	75
3.5.4.2.12.- FACTOR DE TAREA ADICIONAL AT. ....	75
3.5.4.2.13.- EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO EN MANIPILACION MANUAL DE CARGAS. ....	76
3.5.4.2.14.- EVALUACIÓN INICIAL DEL RIESGO POR MANIPULACION MANUAL DE CARGAS EN LA TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS. ....	76
3.5.4.3.- MODULO DE MOVIMIENTOS REPETITIVOS. ....	78
3.5.4.3.1.- SUBTAREAS. ....	78
3.5.4.3.2.- POSTURA DEL CUELLO. ....	79
3.5.4.3.3.- POSTURA DE LOS BRAZOS .....	80
3.5.4.3.4.- POSTURA DE LAS MUÑECAS. ....	81
3.5.4.3.5.- ESFUERZO DE LA MANO. ....	82
3.5.4.3.6.- CALCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS. ....	83
3.5.4.3.7.- EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS .....	86
3.5.4.3.8.- EVALUACIÓN INICIAL DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS EN LA TAREA DE EXTRACCIÓN DE VÁLVULAS. ....	86
3.5.4.4.- MODULO DE POSTURAS FORZADAS. [REBA]. ....	88
3.5.4.4.1.- CODIFICACIÓN DE LA POSTURA GRUPO A (TRONCO, CUELLO, PIERNAS). ....	90
3.5.4.4.1.1.- POSTURA DEL TRONCO.....	90
3.5.4.4.1.2.- POSTURA DEL CUELLO. ....	91
3.5.4.4.1.3.- POSTURA DE LAS PIERNAS. ....	91
3.5.4.4.1.4.- PUNTUACIÓN DEL GRUPO A. ....	92
3.5.4.4.1.5.- PUNTUACION A. ....	93

3.5.4.4.1.6.- FUERZA/CARGA. ....	93
3.5.4.4.2.- CODIFICACIÓN DE LA POSTURA GRUPO B (BRAZOS, ANTEBRAZOS, MUÑECAS). ....	94
3.5.4.4.2.1.- POSTURA DEL BRAZO.....	94
3.5.4.4.2.2.- POSTURA DEL ANTEBRAZO.....	95
3.5.4.4.2.3.- POSTURA DE LA MUÑECA.....	96
3.5.4.4.2.4.- PUNTUACIÓN DEL GRUPO B. ....	96
3.5.4.4.2.5.- PUNTUACION B. ....	97
3.5.4.4.2.6.- TIPO DE AGARRE. ....	97
3.5.4.4.3.- PUNTUACION C ....	99
3.5.4.4.4.- PUNTUACION FINAL. ....	99
3.5.4.4.4.1.- TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR. ....	99
3.5.4.4.5.- EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR POSICIONES FORZADAS. ....	100
3.5.4.4.6.- EVALUACIÓN INICIAL POR POSTURAS FORZADAS EN LA AREA DE EXTRACCION DE VALVULAS. ....	101
3.5.5.- EVALUACION POR RIESGO FISICO POR RUIDO EN LA TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS.....	103
3.5.6.- RE-DISEÑO ERGONOMICO DE LA TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS.....	104
3.5.6.1.- DIMENSIONES ANTROPOMETRICAS.....	104
3.5.6.2.- EQUIPOS PROPUESTOS. ....	107
3.5.6.2.1.- MAQUINA DESATORNILLADORA 1.....	107
3.5.6.2.2.- MAQUINA DESATORNILLADORA 2.....	108
3.5.6.2.3.- MATRIZ DE SELECCIÓN DE MAQUINARIA.....	108
3.5.6.3.- ESTUDIO DE LA MAQUINA DESATORNILLADORA SELECCIONADA. .....	110
3.5.6.3.1.- UNIDAD HIDRÁULICA. ....	110

3.5.6.3.2.- CABEZAL DE ACCIONAMIENTO.....	110
3.5.6.3.3.- PARADA DE CILINDROS .....	112
3.5.6.3.4.- CENTRADOR DE CILINDROS .....	113
3.5.6.3.5.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO. ....	113
3.5.6.4.- ANALISIS ERGONOMICO DE LA MAQUINA DESATORNILLADORA. ... .....	115
3.5.6.4.1.- ZONA DE ALCANCE DE LOS MIEMBROS SUPERIORES.....	115
3.5.6.4.1.1.- ZONA DE ALCANCE HORIZONTAL. ....	115
3.5.6.4.2.- ZONA DE ALCANCE VERTICAL. ....	118
3.5.6.4.3.- ERGONOMÍA DEL CABEZAL DE EXTRACCIÓN. ....	121
3.5.6.4.4.- CAMPOS VISUALES DEL CABEZAL DE EXTRACCION. ....	122
3.5.6.5.- EVALUACION FINAL DEL RIESGO POR LEVANTAMIENTO DE CARGAS. ....	123
3.5.6.6.- EVALUACION FINAL DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS. ....	125
3.5.6.7.- EVALUACION FINAL DEL RIESGO POR POSTURAS FORZADAS....	127
3.5.7.- EVALUACION FINAL DEL RIESGO FISICO POR RUIDO. ....	129
3.5.8.- MEDIDAS ORGANIZATIVAS. ....	131
3.5.8.1.- PAUSAS ACTIVAS. ....	131
3.5.8.1.1.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO .....	132
3.5.8.1.1.1.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA EL CUELLO. ....	132
3.5.8.1.1.2.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA LOS HOMBROS. ....	133
3.5.8.1.1.3.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA LOS BRAZOS. ....	134
3.5.8.1.1.4.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA LAS MANOS Y MUÑECA. ....	135
3.5.8.1.1.5.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA LAS PIERNAS Y TOBILLOS .....	136
3.5.8.1.2.- EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO. ....	137

3.5.8.1.2.1.- EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO PARA EL CUELLO.....	137
3.5.8.1.2.2.- EJERCICIOS DE ETIRAMIENTO PARA LOS HOMBROS .....	138
3.5.8.1.2.3.- EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO PARA LOS BRAZOS.....	139
3.5.8.1.2.4.- EJERCICIOS PARA LAS MANOS Y MUÑECA.....	140
3.5.8.1.2.5.- EJERCICIOS PARA LAS PIERNAS .....	141
3.5.8.2.- ROTACIÓN DE PERSONAL .....	142
3.5.8.3.- CAMBIO DE TAREA. ....	143
3.5.8.4.- CAPACITACION. ....	144
CAPITULO IV .....	145
4.- EXPOSICION Y DISCUSION DE RESULTADOS.....	145
4.1.- ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.....	145
4.1.1.- METODO ERGO IBV DEL MODULO DE MANIPULACION MANUAL DE CARGAS. ....	145
4.1.2.- METODO ERGO IBV DEL MODULO DE MOVIMIENTOS REPETITIVOS. ....	147
4.1.2.1.- ZONA CUELLO-HOMBRO. ....	147
4.1.2.2.- ZONA MANO-MUÑECA. ....	149
4.1.3.- METODO ERGO IBV- MODULO DE POSTURAS FORZADAS. ....	151
4.1.4.- RIESGO FISICO POR EXPOSICION AL RUIDO. ....	152
4.2.- RESUMEN DE RESULTADOS.....	155
4.3.- COMPROBACION DE LAS HIPOTESIS ESPECÍFICAS. ....	157
4.3.1.- COMPROBACION DE LA HIPOTESIS ESPECIFICA 1.....	157
4.3.1.1.- ZONA CUELLO-HOMBROS. ....	157
4.3.1.1.1.- CON DATOS DE LA ENCUESTA.....	157
4.3.1.1.2.- CON LOS VALORES DEL RIESGO ERGONOMICO. ....	161
4.3.1.2.- ZONA MANO-MUÑECA. ....	165
4.3.1.2.1.- CON DATOS DE LA ENCUESTA.....	165

4.3.1.2.2.- CON LOS VALORES DE RIESGO ERGONOMICO.....	168
4.3.2.- COMPROBACION DE HIPOTESIS ESPECÍFICA 2. ....	170
CAPITULO V.....	175
5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	175
5.1.- CONCLUSIONES.....	175
5.2.- RECOMENDACIONES. ....	176
BIBLIOGRAFIA .....	177
ANEXO 1.- PROYECTO DE TESIS APROBADO .....	181
ANEXO 2.- ANALISIS DE CAMPO DE MANIPULACION MANUAL DE CARGAS. .....	206
ANEXO 3: ANALISIS MODULO DE MOVIMIENTOS REPETITIVOS. ....	211
ANEXO 4: ANALISIS POSTURAL REBA.....	215
ANEXO 5.- MEDICION DE RUIDO TRC 2013 ECOACUSTICS.....	219
ANEXO 6.- MEDICION DE RUIDO TRC 2016 PUCE. ....	220
ANEXO 7.- PROCEDIMIENTO DE EXTRACCION DE VALVULAS MANUAL OPERATIVO PLANTA AMBATO.....	223
ANEXO 8.- TRIPTICO EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO. ....	226
ANEXO 9.- TRIPTICO EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO. ....	228
ANEXO 10: ENCUESTAS ANTES Y DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DE LA MAQUINA DESATORNILLADORA. ....	230
ANEXO 11.- CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA A ATORNILLAR/DESATORNILLAR VALVULAS.....	241

## INDICE DE FIGURAS.

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
Figura 1.1.- Gestión del riesgo.....	16
Figura 1.2.- Medidas antropométricas. ....	28
Figura 1.3.- Postura de pie. ....	36
Figura 1.4.- Alcance normal / zona de confort. ....	38
Figura 1.5.- Áreas de alcance horizontal. ....	39
Figura 1.6.- Alcance vertical según Farley. ....	40
Figura 1.7.- Arcos de alcance verticales. ....	40
Figura 1.8.- Ángulos visuales. ....	42
Figura 1.9.- Ejemplo de matriz del factor de ponderación FP. ....	44
Figura 1.10.- Ejemplo de matriz de comparación de opciones.....	45
Figura 1.11.- Ejemplo de matriz de selección final. ....	45
Figura 3.1.- Partes de un cilindro de GLP. ....	58
Figura 3.2.- Tarea de extracción de válvulas. ....	61
Figura 3.3.- Torque Neumático.....	62
Figura 3.4.- Posición horizontal (H) de la carga. ....	68
Figura 3.5.- Posición vertical V de la carga.....	69
Figura 3.6.- Ángulo de asimetría (giro del tronco).....	71
Figura 3.7.- Tipo de Agarre. ....	74
Figura 3.8.- Posturas de cuello.....	79
Figura 3.9.- Posturas con inclinación y torsión del cuello.....	80
Figura 3.10.- Codificación de la postura - Brazo.....	81
Figura 3.11.- Codificación de la postura - muñeca.....	81
Figura 3.12.- Postura de muñeca con desviación lateral, pronación o supinación. ....	82
Figura 3.13.- Evaluación inicial del nivel del riesgo por Movimientos Repetitivos en la tarea de extracción de válvulas. ....	87
Figura 3.14.- Grupos de miembros Método REBA. ....	88
Figura 3.15.- Esquema de puntuaciones Método REBA. ....	89
Figura 3.16.- Codificación de la postura del Tronco. ....	90
Figura 3.17.- Codificación de la postura del Cuello. ....	91
Figura 3.18.- Codificación de la postura de las piernas.....	92

Figura 3.19.- Codificación del tipo de carga/fuerza. ....	93
Figura 3.20.- Codificación de la postura del brazo. ....	95
Figura 3.21.- Codificación de la postura del antebrazo. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001).....	95
Figura 3.22.- Codificación de la postura de la muñeca.....	96
Figura 3.23.- Codificación del tipo de agarre. ....	98
Figura 3.24.- Ejemplos de agarre.....	98
Figura 3.25.- Evaluación inicial del nivel del riesgo por posturas forzadas en la tarea de extracción de válvulas.....	102
Figura 3.26.- Datos de nivel de presión sonora, dosis y tiempo permitido inicial en la tarea de extracción de válvulas. ....	103
Figura 3.27.- Maquina desatornilladora 1.....	107
Figura 3.28.- Partes principales de la maquina desatornilladora de válvulas. ....	108
Figura 3.29.- Cabezal de accionamiento.....	111
Figura 3.30.- Parada de cilindros. ....	112
Figura 3.31.- Centrador de cilindros.....	113
Figura 3.32.- Cilindros en cola esperando ingreso a la máquina desatornilladora. ....	114
Figura 3.33.- Cabezal de extracción. ....	114
Figura 3.34.- Distancia horizontal al cabezal de extracción. ....	117
Figura 3.35.- Posición con el cabezal de extracción arriba.....	119
Figura 3.36.- Posición con el cabezal de extracción abajo. ....	119
Figura 3.37.- Soporte Inferior. ....	120
Figura 3.38.- Medidas del cabezal de extracción.....	121
Figura 3.39.- Ángulo visual en el eje horizontal y vertical.....	123
Figura 3.40.- Análisis final de riesgo ergonómico por Manipulación Manual de Cargas. ....	124
Figura 3.41.- Análisis final de riesgo ergonómico por movimientos repetitivos. ....	126
Figura 3.42.- Análisis final de riesgo ergonómico por movimientos posturas forzadas. ....	128
Figura 3.43.- Ejercicio de calentamiento para el cuello.....	132
Figura 3.44.- Ejercicio de calentamiento para el cuello.....	133
Figura 3.45.- Ejercicio de calentamiento para los hombros.....	133
Figura 3.46.- Ejercicio de calentamiento para los hombros.....	134
Figura 3.47.- Ejercicio de calentamiento para los brazos. ....	135

Figura 3.48.- Ejercicio de calentamiento para las manos. ....	135
Figura 3.49.- Ejercicio de calentamiento para las muñecas.....	136
Figura 3.50.- Ejercicio de calentamiento para las piernas. ....	136
Figura 3.51.- Ejercicio de calentamiento para los tobillos.....	137
Figura 3.52.- Ejercicio de estiramiento para cuello. ....	137
Figura 3.53.- Ejercicio de estiramiento para hombros.....	138
Figura 3.54.- Ejercicio de estiramiento para hombros.....	138
Figura 3.55.- Ejercicio de estiramiento para los brazos.....	139
Figura 3.56.- Ejercicio de estiramiento para los brazos.....	139
Figura 3.57.- Ejercicio de estiramiento para las manos y muñecas.....	140
Figura 3.58.- Ejercicio de estiramiento para las manos y muñecas.....	140
Figura 3.59.- Ejercicio de estiramiento para las piernas.....	141
Figura 3.60.- Ejercicio de estiramiento para las piernas.....	141
Figura 3.61.- Ejercicio de estiramiento para los talones.....	142
Figura 3.62.- Tarea complementaria de retiro de presión residual. ....	143
Figura 3.63.- Cadena transportadora llena.....	144
Figura 4.1.- Comparación del riesgo por movimiento manual de cargas. ....	146
Figura 4.2.- Comparación del riesgo por movimientos repetitivos zona cuello-hombro. .....	148
Figura 4.3.- Comparación del riesgo por movimiento manual de cargas. ....	150
Figura 4.4.- Comparación del riesgo por posturas forzadas. ....	151
Figura 4.5.- Comparación del riesgo por movimientos repetitivos zona cuello-hombro. .....	153
Figura 4.6.- Tiempo permitido vs tiempo de exposición.....	154
Figura 4.7.- Chi cuadrado calculado a partir de los datos de la encuesta en la zona cuello-hombro.....	161
Figura 4.8.- Chi cuadrado calculado a partir de los datos del riesgo ergonómico a corto plazo en la zona cuello-hombro.....	163
Figura 4.9.- Chi cuadrado calculado a partir de los datos del riesgo ergonómico a medio plazo en la zona cuello-hombro.....	163
Figura 4.10.- Chi cuadrado calculado a partir de los datos del riesgo ergonómico a largo plazo en la zona cuello-hombro.....	164
Figura 4.11.- Chi cuadrado calculado a partir de los datos de la encuesta en la zona mano-muñeca.....	168

Figura 4.12.- Chi cuadrado calculado a partir de los datos del riesgo ergonómico en la zona mano-muñeca. ....	170
Figura 4.13.- Chi cuadrado calculado a partir de los datos de la encuesta por exposición al ruido. ....	173

## INDICE DE TABLAS.

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
Tabla 1.1.- Nivel de presión sonora y tempos de exposición máximos permitidos. ....	19
Tabla 1.2.- Valoración del riesgo por tiempo de exposición vs tiempo permitido.....	19
Tabla 1.3.- Definición de medidas antropométricas. ....	29
Tabla 1.4.- Áreas de trabajo de Farley. ....	39
Tabla 2.1.- Población en estudio.....	49
Tabla 2.2.- Operacionalización de la hipótesis específica 1, variable independiente.....	51
Tabla 2.3.- Operacionalización de la hipótesis específica 1, variable dependiente.....	52
Tabla 2.4.- Operacionalización de la hipótesis específica 2, variable independiente.....	53
Tabla 2.5.- Operacionalización de la hipótesis específica 2, variable dependiente.....	53
Tabla 3.1.- Procedimiento en la tarea de extracción de válvulas.....	61
Tabla 3.2.- Factor de desplazamiento vertical DM.....	70
Tabla 3.3.- Factor de frecuencia FM.....	73
Tabla 3.4.- Factor de agarre CM.....	74
Tabla 3.5.- Análisis del riesgo debido a Manipulación Manual de Cargas en la tarea de válvulas. ....	77
Tabla 3.6.- Clasificación de puntuaciones promedio.....	84
Tabla 3.7.- Riesgo en cuello-hombro.....	85
Tabla 3.8.- Riesgo en mano-muñeca. ....	85
Tabla 3.9.- Puntuaciones para el Grupo A.....	92
Tabla 3.10.- Puntuaciones para el Grupo B. ....	97
Tabla 3.11.- Puntuación C. ....	99
Tabla 3.12.- Tipo de actividad muscular. ....	100
Tabla 3.13.- Evaluación del nivel de riesgo método REBA. ....	101
Tabla 3.14.- Medidas antropométricas del personal de inertización. ....	105
Tabla 3.15.- Percentiles 5 y 95 de las medidas antropométricas. ....	106
Tabla 3.16.- Matriz de factores de ponderación. ....	109
Tabla 3.17.- Matriz de factores de ponderación. ....	109
Tabla 3.18.- Matriz de puntaje final. ....	110
Tabla 3.19.- Límites de alcance horizontal y alcance óptimo. ....	116
Tabla 3.20.- Alcance horizontal con agarre. ....	118

Tabla 3.21.- Medidas máximos, mínimos promedios de altura de hombro.....	120
Tabla 3.22.- Comparación de medidas del cabezal de extracción con medidas antropométricas.....	122
Tabla 3.23.- Medidas de Ruido industrial 2016.....	129
Tabla 3.24.- Resultados de la evaluación final de riesgo físico por ruido.....	130
Tabla 3.25.- Planificación de pausas activas en la tarea de extracción de válvulas. ....	131
Tabla 3.26.- Grupos y cronograma de trabajo. ....	142
Tabla 4.1.- Comparación del riesgo por Manipulación manual de cargas.....	145
Tabla 4.2.- Comparación del riesgo por Movimientos repetitivos zona de cuello-hombro.....	147
Tabla 4.3.- Comparación del riesgo por movimientos repetitivos zona mano-muñeca. ....	149
Tabla 4.4.- Comparación del riesgo por posturas forzadas.....	151
Tabla 4.5.- Comparación del riesgo por Movimientos repetitivos zona de cuello-hombro .....	153
Tabla 4.6.- Resumen del riesgo por manipulación manual de cargas.....	155
Tabla 4.7.- Resumen del riesgo por movimientos repetitivos. ....	156
Tabla 4.8.- Resumen del riesgo por posturas forzadas. ....	156
Tabla 4.9.- Resumen del riesgo por exposición al ruido.....	156
Tabla 4.10.- Tabla de frecuencias de hipótesis específica 1. ....	158
Tabla 4.11.- Tabla de Chi cuadrado calculado. ....	158
Tabla 4.12.- Valores de Chi cuadrado tabulado.....	160
Tabla 4.13.- Análisis del riesgo por movimientos repetitivos en la zona cuello hombro. ....	162
Tabla 4.14.- Tabla de frecuencias del nivel de riesgo ergonómico en la zona cuello-hombro.....	162
Tabla 4.15.- Tabla de frecuencias de Hipótesis específica. ....	165
Tabla 4.16.- Tabla de Chi cuadrado calculado. ....	166
Tabla 4.17.- Análisis del riesgo por movimientos repetitivos en la zona cuello hombro. ....	169
Tabla 4.18.- Tabla de frecuencias del nivel de riesgo ergonómico en la zona cuello-hombro.....	169
Tabla 4.19.- Tabla de frecuencias de Hipótesis específica 2. ....	171
Tabla 4.20.- Tabla de Chi cuadrado calculado. ....	171

## INDICE DE ECUACIONES.

<b>CONTENIDO</b>	<b>PAG.</b>
Ecuación 1.1.- Dosis de Ruido.....	20
Ecuación 1.2.- Tiempo de exposición mediante la dosis de ruido diaria.....	20
Ecuación 1.3.- Dosis proyectada.....	22
Ecuación 1.4.- Tiempo permitido a partir de NPSeq medido. ....	23
Ecuación 1.5.- Tamaño de la muestra con tamaño de población desconocido ( $N \rightarrow \infty$ )	33
Ecuación 1.6.- Tamaño de la muestra Con tamaño de la población conocido ( $N \rightarrow \infty$ ).	33
Ecuación 1.7.- Calculo de percentiles.....	34
Ecuación 3.1.- Índice del riesgo por Movimiento manual de cargas.....	65
Ecuación 3.2.- Límite de peso recomendado. ....	66
Ecuación 3.3.- Factor horizontal.....	67
Ecuación 3.4.- Factor Vertical VM.....	68
Ecuación 3.5.- Factor de Asimetría. ....	70
Ecuación 3.6.- Puntuación promedio de la variable A. ....	83

## RESUMEN

La presente investigación, está relacionada con la inertización de cilindros de GLP, específicamente en la tarea de extracción de válvulas, que es el primer paso para realizar el mantenimiento de los cilindros de GLP de manera segura para los trabajadores, nos enfocamos en minimizar el levantamiento de cargas excesivas, elevados movimientos repetitivos en posturas forzadas y la exposición al ruido, para reducir efectos negativos en la salud de los trabajadores aplicando métodos de evaluación ergonómica como el ERGO IBV y el método de dosis diaria de ruido, los mismos que nos ayudaron a determinar que con el empleo de la maquina extractora de válvulas el trabajo es más eficiente, cómodo y seguro dando como resultado excelencia en la ejecución de la tarea de extracción de válvulas.

Se puede verificar que el riesgo ergonómico asociado al levantamiento de cargas, a los movimientos repetitivos, en la zona de cuello-hombros y mano-muñeca, como el de posturas forzadas se reducen, lo que permite que las lesiones músculo esqueléticos no progresen en los trabajadores, de la misma forma el nivel de ruido está dentro de los niveles permitidos por la Ley, previniendo la aparición de trastornos como la hipoacusia, la metodología empleada en el estudio está relacionada con la descriptiva, deductiva e inductiva para poder obtener resultados óptimos que permitan demostrar las hipótesis manifestadas en la investigación y que estén relacionadas con el logro de un trabajo eficiente y cómodo

De acuerdo a los resultados obtenidos aplicando los métodos de ERGO IBV y de dosis diaria de ruido en conjunto con el desarrollo de las encuestas dirigidas a los trabajadores se pudo verificar que el empleo de la maquina desatornillador de válvulas admite que las actividades físicas en la tarea de extracción de válvulas se realicen en una posición cómoda que no involucra grades esfuerzos físicos lo que está directamente relacionado con la minimización de las enfermedades ocupacionales sin que se produzcan efectos negativos en el desarrollo del trabajo y por ende el deterioro de la salud de los trabajadores que laboran en el Taller de Reparación de Cilindros de GLP.

## ABSTRACT

The present investigation is related to the immobilization of Liquefied Petroleum Gas cylinders, specifically in the task of valve extraction, which is the first step to perform the maintenance of LPG cylinders in a safety way for workers, we focused on minimizing the lifting of excessive loads, high repetitive movements in harsh conditions and exposure to noise, to reduce negative effects on workers' health by applying ergonomic evaluation methods such as ERGO IBV and the daily dose of noise method, which helped to determine that with the use of the valve extractor this activity is more efficient, comfortable and safe, resulting in an excellence execution of the extraction of valves. It can be verified that the ergonomic risk associated with the lifting of loads, repetitive movements, in the neck-shoulders and hand-wrist area, such as that of forced postures, is reduced, allowing skeletal muscle injuries not to progress in the level of noise which is within the levels allowed by law, preventing the occurrence of disorders such as hearing loss, the methodology applied in the study is related to a descriptive, deductive and inductive type in order to obtain optimal results that allow to demonstrate the hypotheses set in this study that is related to the achievement of an efficient and comfortable work environment. According to the results obtained by applying the ERGO IBV and daily dose of noise methods together with the development of the surveys applied to workers, it was verified that the use of the screwdriver machine allows the physical activities to be carried out in the task of extracting valves in a comfortable position that does not involve heavy physical efforts which is directly related to the minimization of occupational diseases without any negative effects on the development of such activities and therefore the deterioration of health of people who work at a workshop that repairs LPG Cylinders.



Reviewed by: Barriga, Luis  
Language Center Teacher



## INTRODUCCION

En la ciudad e Ambato la Planta Envasadora es una empresa que sirve con el envasado de cilindros de GLP de 15Kg de uso doméstico e industrial al centro del país, considerando su rango de acción las provincias de Tungurahua, Bolívar, Cotopaxi, Chimborazo, Pastaza y Morona Santiago.

La presente investigación aborda los entornos de trabajo, sintetizando como la actividad laboral determina la vida humana, y como esta se ve afectada por factores de riesgo que está sujeto el trabajador, así como los factores que favorecen para que una condición riesgosa nos lleve a un evento adverso.

El ambiente de trabajo es el resultado de la conjunción de todos los entornos y objetos que envuelven al trabajador cuando este desempeña su labor en una empresa y su ocupación específica.

Para conseguir un adecuado ambiente de trabajo es preciso que el quehacer laboral conciba una pequeña carga de trabajo, ocasionando baja fatiga o agotamiento teniendo como consecuencia tener mínimos riesgos para nuestra vida.

Mediante una apropiada planificación del ambiente de trabajo nos permite reducir la carga de trabajo, excluir riesgos innecesarios además de reducir a un nivel inapreciable otros, con esto prevenimos los accidentes laborales y se preserva la salud de los trabajador.

Al implementar una maquina desatornilladora de válvulas se tiene como fin el proporcionar a los trabajadores una mejor calidad de vida y una mejor salud de los mismos, evitando que se adopten posturas forzadas que involucren movimientos repetitivos excesivos además de minimizar el riesgo de manipular cargas elevadas en ambientes con excesivo ruido, para evitar enfermedades ocupacionales que se pueden presentar en el futuro, dando confort en el trabajo.

El capítulo I aborda el Marco Teórico, está sustentado en el tema tratado “REDISEÑO ERGONÓMICO DE LA HERRAMIENTA DE TRABAJO DE TORQUE NEUMÁTICO DEL PROCESO DE INERTIZACIÓN DE CILINDROS DE GLP PARA LA PLANTA ENVASADORA DE LA CIUDAD DE AMBATO” consiste en determinar con claridad los términos de la investigación, como los legales, de definir las consecuencias de la manipulación manual de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas y exposición a ruido que pueden producir dolencias en el trabajador, así como las metodologías necesarias para controlar dichos factores de riesgo.

El capítulo II en relación a la metodología podemos resaltar que será experimental y de campo, esta se realizara en el lugar de los hechos, será inductivo por que se partirá de hechos particulares para establecer reglas generales que vengán a mejorar los ambientes laborales de los trabajadores.

El capítulo III tiene que ver con los lineamientos alternativos, es decir sobre la propuesta, que permite entender la esencia de la investigación y que ayudará a conocer el diseño de la maquina desatornilladora además de la aplicación de los métodos ergonómicos relacionados con las posturas correctas, movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas y exposición al ruido en el campo laboral.

El capítulo IV expresa el análisis e interpretación de resultados relacionando el antes y el después de la aplicación de la maquina desatornilladora de válvulas mostrando los mismos en cuadros, gráficos, y con la utilización de una herramienta estadística demostrar el correcto empleo que permite la reducción de los riesgos ergonómicos y físicos estudiados.

El capítulo V aborda las conclusiones y recomendaciones, las mismas que están en estrecha relación con el tema, los objetivos y las hipótesis planteadas en la investigación y que han sido determinadas luego de un análisis concienzudo del problema.

# **CAPÍTULO I.**

## **1.- MARCO TEÓRICO.**

### **1.1.- ANTECEDENTES.**

La Planta envasadora de GLP Ambato es una empresa dedicada al envasado de Gas Licuado de Petróleo (GLP), en cilindros de 15 Kg para consumo doméstico, además de cilindros de 15kg y 45kg para consumo industrial, además del despacho de GLP a granel en auto tanques de 7 Tn, constituyéndose en una empresa de alto riesgo por el producto que maneja y las altas cantidades de acumulación que se necesitan para su operación.

Debido a la mala manipulación de los cilindros de GLP en la comercialización de los mismos, y al deterioro normal por el deterioro, estos necesitan de mantenimiento continuo para brindar seguridad en su uso, y además cumplir con las disposiciones legales dadas por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburifera ARCH, la cual obliga a toda las Plantas Envasadoras de GLP a dar mantenimiento a sus cilindros.

Para tal efecto existe un área denominada Taller de Reparación de Cilindros siendo su objetivo primordial el dar mantenimiento a los cilindros que presenten deterioro, debido a oxido, golpes, asas o bases en mal estado, siendo la cantidad de cilindros que ingresan a este proceso entre 500 a 650 unidades diarias.

El proceso de mantenimiento de los cilindros de GLP necesariamente somete al cilindro a procedimientos con llama abierta, como soldadura y corte por plasma, siendo de gran importancia asegurarse que el mismo se encuentre en condiciones seguras de operación, para esto se realizan procedimientos que involucran que el trabajador adopte posturas forzadas, con movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas, además de la exposición a elevadas cantidades de ruido, todo esto contribuye a que los trabajadores

estén expuestos a condiciones de riesgo que pueden sobrevenir en accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

La empresa cuenta con estudios de riesgo ergonómico y exposición a diferentes condiciones como el ruido, en las cuales se han determinado el elevado nivel de riesgo al cual están expuestos los trabajadores.

## **1.2.- FUDAMENTACION TEORICA.**

### **1.2.1.- FUNDAMENTACION EPISTEMOLOGICA.**

La orientación de la actual investigación se basa en la corriente filosófica de Positivismo, esta afirma que el auténtico conocimiento es el conocimiento científico.

Lo mencionado anteriormente determina que la medida del riesgo toma en cuenta dos dimensiones básicas: la probabilidad de que se origine la amenaza y la severidad con la que ocurra esta.

Los métodos de análisis del riesgo son las herramientas básicas para ordenar la toma de decisiones, lo que nos ayuda a tener procesos lógicos, estructurados y consientes en áreas como la ingeniería, las finanzas, etc.

De lo expuesto podemos sintetizar mencionando que uso de una maquina desatornilladora de válvulas de cilindros de GLP disminuye las probabilidad de ue el trabajador adopte posturas forzadas que involucren movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas excesivas lo que producen accidentes y/o enfermedades laborales que perjudican la salud y el desarrollo de la actividad laboral.

## **1.2.2.- FUNDAMENTACIÓN AXIOLÓGICA.**

La actual investigación tiene como objetivo el considerar la formación en valores axiológicos, humanos y morales.

La empresa no debe dejar de lado su responsabilidad empresarial hacia su fuerza laboral, ya que es la empresa la que asume los riesgos laborales que en el desarrollo de sus actividades se encuentran inherentes, así como los relacionados con la empresa como inversionistas, Junta Directiva, proveedores, etc., buscan obtener resultados positivos con un pequeño nivel de riesgo.

La empresa en su actividad como unidad económica que transforma insumos, recursos tanto humanos como financieros, tecnológicos y otros, está expuesta a varias amenazas las cuales son generadas por los riesgos laborales; que son un obstáculo para lograr objetivos, metas y obtener resultados propuestos.

Hay que tomar en cuenta la ética empresarial, ya que la legislación presente involucra a la misma en la gestión de riesgos. El objetivo de conjugar estos conceptos es el de resolver el conflicto entre los valores morales y los beneficios económicos.

## **1.2.3.- FUNDAMENTACIÓN LEGAL.**

El estado Ecuatoriano con miras a proteger la salud de los trabajadores ha implementado una serie de Leyes, decretos, resoluciones y convenios para lograr este objetivo, y de esta manera proteger los derechos de los trabajadores en lo relacionado con la seguridad y salud ocupacional.

### **1.2.3.1.- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ECUADOR.**

En la Constitución Política del Ecuador aprobada en el año 2008, en su capítulo segundo que se refiere a los “Derechos del buen vivir”, la sección octava referida al “Trabajo y

seguridad social”, Art. 33 garantiza a todos los trabajadores el derecho de desempeñar un trabajo saludable, esto encuentra respaldado por normas legales vigentes actualmente.

Por otra parte el título VI referido al “Régimen de desarrollo”, en su capítulo sexto acerca del “Trabajo y producción”, en el aparato tercero, donde se menciona sobre las “Formas de trabajo y su retribución”, Art. 326, numeral 5, hace referencia a que: “Toda persona tendrá, derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar”. (Asamblea Nacional Constituyente, 2008, p. 103).

### **1.2.3.2.- CÓDIGO DEL TRABAJO.**

El Código del Trabajo del Ecuador menciona en su Capítulo V: De la prevención de los riesgos, de las medidas de seguridad e higiene, de los puestos de auxilio, y de la disminución de la capacidad para el trabajo establece las obligaciones del empleador con relación a la prevención de riesgos en las empresas.

Art. 410.- Sobre las obligaciones respecto de la prevención de riesgos.- “Los empleadores están obligados a asegurar a sus trabajadores condiciones de trabajo que no presenten peligro para su salud o su vida” (Ministerio de Relaciones Laborales, 2012, pág. 114)

### **1.2.3.3.- REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES.**

En el Reglamento interno de seguridad y salud de la empresa en el artículo 3 referido a las obligaciones del Empleador se contempla en los literales c, d, e y f lo siguiente:

“c) Se debe identificar y evaluar los riesgos en forma inicial así como periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas

de vigilancia epidemiológica ocupacional específicos u otros sistemas similares, basados en el mapa de riesgos” (Eni Ecuador, 2012, p. 4).

“d) Combatir y controlar los riesgos en la fuente, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención resulten insuficientes, Eni Ecuador S.A. deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados” (Eni Ecuador, 2012, p. 4).

“e) Programar la sustitución progresiva y con la brevedad posible de los procedimientos, técnicas, medios, sustancias y productos peligrosos por aquellos que produzcan un menor o ningún riesgo para el trabajador” (Eni Ecuador, 2012, p. 4).

“f) Diseñar una estrategia para la elaboración y puesta en marcha de medidas de prevención, incluidas las relacionadas con métodos de trabajo y de producción que garanticen” (Eni Ecuador, 2012, p. 4).

#### **1.2.3.4.- REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO.**

En el Reglamento General del seguro del trabajo, en su artículo 3, el empleador debe aplicar los Principios de la Acción Preventiva, enfocada a los riesgos del trabajo se fundamenta en los siguientes principios (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2012, p. 15)

- Se debe eliminar y controlar los riesgos en el origen de los mismos. (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2012, p. 15)
- Realizar una adecuada planificación con miras a la prevención, integrando a ella la técnica, la organización y las condiciones del trabajo, además las relaciones sociales y su influencia en los factores ambientales. (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2012, p. 15)

- Realizar la identificación, medición, y una adecuada evaluación y control de los riesgos de los ambientes laborales. (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2012, p. 15)
- Implementación de medidas de control, que priorice la protección colectiva a la individual. (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2012, p. 15)
- Información, formación, capacitación y adiestramiento del personal enfocado en el desarrollo seguro de sus actividades. (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2012, p. 15)

#### **1.2.3.5.- DECRETO 2393.**

El Decreto Ejecutivo 2393 se emplea para toda actividad laboral teniendo como objetivo la prevención, reducción o eliminación de riesgos laborales y mejora del medio ambiente de trabajo.

#### **1.2.4.- DEFINICIONES.**

##### **1.2.4.1.- TRABAJO.**

Según Felix (2006), define el trabajo como la actividad social convenientemente organizada que a través de la combinación organizada de una sucesión de recursos permite al ser humano cumplir objetivos prefijados y satisfacer necesidades.

El trabajo, según Felix (2006), menciona que puede ser también un medio para la mengua de la salud por las condiciones en las que el trabajo se desarrolla. En el aspecto económico, el trabajo es la actividad ejecutada por un individuo, para la producción de bienes o servicios, obteniendo como retribución un salario, regulado por un marco legal.

#### **1.2.4.2.- SEGURIDAD INDUSTRIAL.**

Podemos definirla como un conjunto conformado por normas y métodos enfocados a garantizar una producción con un pequeño riesgos tanto del factor humano como en las partes del proceso (equipo, herramientas, edificaciones, etc.).

Hernandez (2005) define a la seguridad en el trabajo como una aplicación racional y con iniciativa de las técnicas que tienen por esencia el diseño de: equipos, maquinaria, instalaciones, procesos y procedimientos de trabajo, entrenamiento, motivación y administración de personal con el propósito de eliminar los accidentes e incidencias en la salud de los trabajadores, molestias e ineficiencias entre los trabajadores o perjuicios económicos en la empresa y consecuentemente en los miembros de la comunidad.

#### **1.2.4.3.- SALUD LABORAL.**

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la salud ocupacional es una actividad multidisciplinaria que tiene como objetivo la protección y promoción la salud de los trabajadores. Lo primordial es controlar los accidentes y las enfermedades utilizando los métodos adecuados para disminuir los riesgos presentes en la actividad laboral.

Según Cortes (2007) afirma que “la salud ocupacional no se limita a cuidar las condiciones físicas del trabajador, sino que también se ocupa de la cuestión psicológica, la salud ocupacional supone un apoyo al perfeccionamiento del trabajador y al mantenimiento de su capacidad de trabajo” (p.15)

Según la Organización Mundial de la Salud tanto como la Organización Internacional del Trabajo la salud laboral tiene el objetivo de fomentar y mantener altos niveles de bienestar físico, social y mental de los trabajadores; prevenir daños a la salud debido a las condiciones de trabajo, desarrollando acciones de protección en contra los riesgos laborales asegurando la permanencia del trabajador en su puesto de trabajo, conforme a sus capacidades psicológicas y fisiológicas.

#### **1.2.4.4.- ENFERMEDAD PROFESIONAL.**

La enfermedad profesional es un estado patológico resultante del trabajo, originado por el medio ambiente laboral, causando un trastorno funcional o lesión en el organismo.

Las condiciones ambientales y sociales del trabajo, según Marin (2005), incluyendo sus factores de riesgo pueden ocasionar enfermedades ocupacionales, así el puesto de trabajo somete al individuo a cargas o exigencias llamadas factores de riesgo cuya máxima expresión son las enfermedades profesionales. La aparición de la enfermedad profesional no es repentina, suele presentarse de manera crónica y de evolución lenta aunque a veces se presenta por exposiciones leves a concentraciones altas de contaminante.

#### **1.2.4.5.- LESIONES OSTEO-MUSCULARES DEBIDO A LA ACTIVIDAD LABORAL.**

Estas lesiones se producen cuando existe repetición, esfuerzo y posturas inadecuadas por periodos prolongados de tiempo. Esto produce un daño o pérdida de la integridad de las estructuras del cuerpo, generando dolor, limitación de su funcionamiento, deteriorando la capacidad productiva de una persona.

En el año 2002, la Conferencia Internacional del Trabajo definió a las enfermedades del sistema músculo-esquelético como las causadas por algunas actividades laborales o por la exposición a factores de riesgo del ambiente de trabajo, por ejemplo movimientos repetitivos o bruscos, grandes esfuerzos por las reunión de fuerzas mecánicas, por las posturas forzadas, presencia de altas vibraciones o condiciones ambientales desfavorables como el frío o calor excesivo.

Existen variadas consecuencias ocasionadas por las lesiones músculo-esqueléticas , a causa de los factores ocupacionales, entre ellas existen: la modificación de la calidad de vida del trabajador, baja de producción por ausentismo, por ausencia del trabajo debido a incapacidad temporal o permanente, aumento del costo de producción, gastos médicos,

cambio en los aspectos y actitudes psicosociales del trabajador, su familia y su entorno social.

#### **1.2.4.6.- ENFERMEDADES PROFESIONALES POR MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS.**

Como consecuencia a la excesiva manipulación manual de cargas, es muy común observar la aparición de fatiga física, frecuentemente acompañada de lesiones, las cuales aparecen bruscamente o por acumulación de pequeños traumatismos.

Podemos decir que las lesiones más comunes son: cortes, golpes, heridas, fracturas y más usualmente lesiones músculo-esqueléticas, que pueden aparecer en cualquier zona del cuerpo, siendo más sensible en los miembros superiores, y la espalda en la zona dorso lumbar, como lumbalgias hasta afecciones a nivel de discos intervertebrales (hernias discales) o hasta fracturas vertebrales debidas a sobre esfuerzo.

“Se pueden producir: lesiones en los miembros superiores (hombros, brazos y manos); quemaduras producidas por encontrarse las cargas a altas temperaturas; heridas o arañazos producidos por esquinas demasiado afiladas, astillamientos de la carga, superficies demasiado rugosas, clavos, etc.; contusiones por caídas de la carga debido a superficies resbaladizas (por aceites, grasas u otras sustancias); problemas circulatorios o hernias inguinales, y otros daños” (Instituto Nacional Seguridad e higiene en el trabajo, 2003, p. 9)

#### **1.2.4.7.- ENFERMEDADES PROFESIONALES POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS.**

Las lesiones por movimientos repetitivos se desarrollan generalmente en distintas etapas. La fatiga y las molestias iniciales suelen ser moderadas. Sin embargo, la exposición repetida a los factores de riesgo descritos provoca un proceso de degradación progresiva que conlleva dolores más graves y acaba comprometiendo la actividad cotidiana. Finalmente, aparece una incapacidad crónica que reduce las

capacidades físicas normales de la persona y afecta seriamente su calidad de vida, lo cual suele ser causa a su vez de alteraciones psíquicas sobreañadidas como la depresión. (Union de Mutuas, 1996, p. 17)

Las lesiones más frecuentes se pueden citar las siguientes:

“**Tendinitis:** inflamación de los tendones, por compresión o rozamiento repetidos, que puede limitar seriamente la capacidad de movimiento (p.e. tendinitis escápulo-humeral por tareas repetitivas con los brazos por encima de los hombros)” (Union de Mutuas, 1996, p. 17).

“**Tenosinovitis:** inflamación de las vainas tendinosas que limita la movilidad del tendón por falta de lubricación (p.e. “síndrome de Quervain” con afectación del pulgar por utilización repetida de la pinza pulgar-índice)” (Union de Mutuas, 1996, p. 17)

**Epicondilitis:** Inflamación dolorosa del codo por la realización de trabajos repetitivos con objetos que se sujetan por el mango (manejo del martillo, trabajos de albañilería). (Union de Mutuas, 1996, pág. 17)

**Síndrome del túnel carpiano:** Compresión del nervio mediano en la muñeca, a su paso por un estrecho canal óseo, debida a trabajos repetitivos que exigen fuerza en una postura incómoda o por utilización de herramientas vibrátiles (p.e. cajeras, costureras, soldadores, montadores de componentes eléctricos, planchistas). (Union de Mutuas, 1996, p. 17)

“**Espondilitis cervical:** Inflamación de las articulaciones de la nuca con estrechamiento de los discos intervertebrales y posterior degeneración de las propias vértebras por sobrecarga mecánica (p.e. dentistas, mineros, trabajadores de mataderos, oficinistas)”. (Union de Mutuas, 1996, p. 17).

Respecto al mecanismo de producción de estas lesiones, se han formulado diferentes hipótesis. Así, se afirma que el trabajo monótono y repetitivo prolongado puede

provocar una disminución de la resistencia muscular con aparición de micro lesiones en las fibras rojas que se agravan a causa de una alteración del aprovisionamiento de nutrientes y de oxígeno. Otra posibilidad sugiere que los pequeños grupos musculares funcionan sólo mientras los esfuerzos son débiles por lo que determinadas tareas afectarían continuamente a las mismas unidades musculares provocando lesiones por sobrecarga incluso a pesar de ser aparentemente poco fatigosas. Complementariamente, se apunta que el problema no sería tanto la activación muscular sino la insuficiente recuperación entre las contracciones, con lo que el elemento clave sería la duración de las pausas. (Union de Mutuas, 1996, p. 17)

#### **1.2.4.8.- ENFERMEDADES PROFESIONALES POR POSTURAS FORZADAS.**

##### **Traumatismos en hombros y cuello:**

**“Tendinitis del manguito de los rotadores:** Es una inflamación (irritación e hinchazón) de los tendones del hombro (Hombro de tenista). Síntomas: dolor con el movimiento del hombro y por la noche. Debilidad en la elevación del brazo.” (Secretaria de Salud Laboral, s.f., p. 105).

**“Síndrome de estrecho torácico:** Conjunto de síntomas que afectan a las extremidades superiores por la compresión de arteria y vena por la primera costilla. Síntomas: dolor en el hombro y cabeza (cefalea), entumecimiento, hormigueo, cambios de temperatura y color de mano”. (Secretaria de Salud Laboral, s.f., p. 106).

**“Síndrome cervical por tensión:** Es la tensión de los músculos al nivel cervical. Síntomas: -Rigidez, dolor de cuello y cabeza”. (Secretaria de Salud Laboral, s.f., p. 106).

### **Traumatismos en mano y muñeca:**

**Tendinitis:** Consiste en la irritación e inflamación del tendón, estructura que une el músculo con el hueso. Aunque puede afectar a cualquier tendón, es más frecuente en la muñeca y en los dedos de las manos, puesto que son estas partes las responsables de la manipulación manual de cargas. Síntomas: Dolor al mover la articulación en la que se encuentra el tendón afectado. Dificultades para mover la articulación e inflamación. (Secretaría de Salud Laboral, s.f., p. 106).

**Tenosinovitis:** Es la inflamación de los tendones de la mano del abductor largo y extensor corto del pulgar a nivel de un tendón radial. Es bastante común en mujeres que realizan tareas manuales repetitivas y durante el embarazo. Síntomas: el tendón se engrosa y al deslizarse a través del anillo, produce dolor. La palpación de la zona es dolorosa. (Secretaría de Salud Laboral, s.f., p. 106).

**Síndrome del Canal de Guyón:** Estrechamiento del túnel por el que pasa el nervio cubital que se comprime dando diversos síntomas. Síntomas: Dependiendo de la zona de presión pueden ser; hormigueos, entumecimiento o dolor en el borde interno de la mano. (Secretaría de Salud Laboral, s.f., p. 106).

**“Síndrome del túnel carpiano:** Compresión del nervio mediano a su paso por la muñeca. Síntomas: Puede ocasionar entumecimiento, hormigueo, debilidad o daño muscular en la mano y los dedos”. (Secretaría de Salud Laboral, s.f., p. 106).

### **Traumatismos en brazo y codo:**

**“Epicondilitis:** Es una tendinitis que afecta a los tendones localizados en la parte externa del codo, denominada epicóndilo. Síntomas: Dolor en la parte externa del codo, sobre el epicóndilo” (Secretaría de Salud Laboral, s.f., p. 106).

**“Síndrome del pronador redondo:** Atrapamiento del nervio mediano a su paso superficial por el antebrazo. Síntomas: Inflamación de uno de los músculos del antebrazo (pronador segundo). Dolor, Y molestias los movimientos del brazo”. (Secretaria de Salud Laboral, s.f., p. 106).

**“Síndrome del túnel cubital:** Aumento de la presión sobre el nervio cubital en el codo. Síntomas: Entumecimiento, hormigueo y dolor en codo, antebrazo, mano y/o dedos” (Secretaria de Salud Laboral, s.f., p. 106).

#### **1.2.4.9.- ENFERMEDADES PROFESIONALES DEBIDAS A LA EXPOSICION AL RUIDO.**

En el medio laboral puede existir ruido que puede producir a variaciones auditivas temporales, como la fatiga auditiva, como permanentes produciendo hipoacusia o sordera.

Esas lesiones dependen de factores como: la calidad de dicho ruido (a igual intensidad son más nocivas las frecuencias agudas); el espectro de frecuencias (un sonido puro de alta intensidad produce más daño que un sonido de amplio espectro); la intensidad, emergencia y ritmo (mayor capacidad lesiva del ruido de impulso, de carácter imprevisto y brusco); la duración de la exposición (exposición laboral y extra laboral); la vulnerabilidad individual (ligada a una mayor susceptibilidad coclear por antecedentes de traumatismo craneal, infecciones óticas, ciertas alteraciones metabólicas o una tensión arterial elevada, entre otras causas) y la interacción con otras exposiciones (vibraciones, agentes químicos o fármacos ototóxicos pueden aumentar el riesgo de hipoacusia). (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2006, p. 48)

**Efectos Fisiológicos:** El efecto del ruido en el organismo humano, produce daño a diferentes órganos y sistemas, el más conocido, debido a que es el más directo y el que se detectó con mayor anticipación, es el que produce al sistema auditivo pero, aunque su efecto no puede cuantificarse, se han establecido relaciones entre el ruido y el

sistema nervioso central, sistema nervioso autónomo, sistema endocrino, aparato cardiovascular, aparato digestivo, aparato respiratorio, aparato reproductor-gestación, aparato vestibular, aparato fonatorio y órgano de la visión, entre otros. (Tapia, 2004, p. 15)

**Hipoacusia producida por Ruido:** Estas se pueden clasificar en tres categorías diferentes:

**“Socioacusia:** Corresponde al deterioro auditivo provocado por la exposición a los ruidos de la vida cotidiana sumado al causado por el envejecimiento (presbiacusia)”. (Tapia, 2004, p. 16).

**“Trauma Acústico Agudo:** Se debe a un episodio aislado o a un período corto de exposición a ruido intenso. El agente causal puede ser un estallido, explosión, ruido intenso o un traumatismo craneano u ótico directo” (Tapia, 2004, p. 16).

**Trauma Acústico Crónico:** De toda una extensa gama de efectos que puede provocar la exposición a ruido, el más estudiado y conocido es el de la pérdida de la audición de tipo neurosensorial, llamada también hipoacusia inducida por ruido industrial o hipoacusia laboral ya que el deterioro auditivo es causado por el ruido proveniente de la industria, armas de fuego, explosivos, motores de combustión u otros mecanismos propios de las sociedades "civilizadas". (Tapia, 2004, p. 16).

**Fatiga o Cansancio Auditivo:** El cansancio o fatiga auditiva, también conocido como TTS (Temporary Threshold Shift) o Cambio Temporal del Umbral Auditivo, además de Desplazamiento temporal del umbral auditivo (DTU), se define como un descenso transitorio de la capacidad auditiva. En este caso no hay lesión orgánica, y la audición se recupera de manera casi completa aproximadamente en 2 horas y completa a las 16 horas de reposo sonoro (menos de 50 dB en vigilia o de 30 durante el sueño). Sin embargo, si el oído es expuesto nuevamente a altos niveles de ruido antes de completarse esta recuperación, se producirá un nuevo cambio en el umbral, el cual podría hacerse permanente si estas exposiciones se tornan habituales. (Tapia, 2004, p. 18).

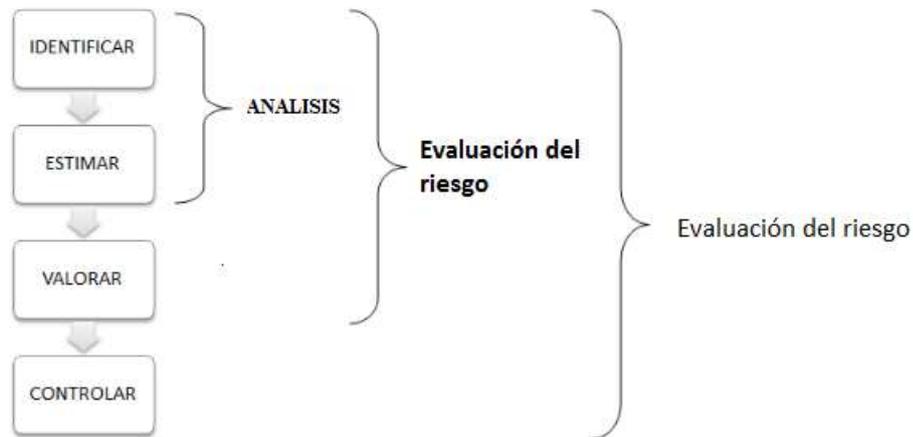
**Dolor:** Aunque existe un amplio rango de variación para definir el umbral del dolor, especialmente en las altas frecuencias, para oídos normales éste umbral se encuentra entre 110 a 130 dB(A). En oídos con procesos inflamatorios, el dolor se presenta con niveles más bajos, entre 80 y 90 dB(A). (Tapia, 2004, p. 19).

**Acúfenos o Tinnitus:** Se podría definir acúfeno como una percepción de un zumbido en los oídos u otros sonidos en la cabeza, en ausencia de ruidos o sonidos externos, es decir, los acúfenos son una experiencia subjetiva (solo los puede oír el afectado) en la que se escucha un ruido o zumbido sin que exista un sonido externo y que, en casos extremos, puede causar ansiedad y cambios de carácter. En algunos casos el acúfeno puede ser escuchado por otra persona, sin embargo a estos no se les consideran como acúfenos o tinnitus sino como somatosonidos. (Tapia, 2004, p. 19).

### **1.3.- GESTION DEL RIESGO.**

Proceso que tiene como objetivo identificar, medir, evaluar y dar medidas de control a los riesgos presentes en la actividad laboral. El en siguiente grafico se presenta el proceso.

**Figura 1.1.-** Gestión del riesgo.



**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s/f, pág. 1)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### **1.3.1.- IDENTIFICACION DE LOS FACTORES DE RIESGO.**

#### **1.3.1.1.- FACTORES DE RIESGO LABORAL.**

Podemos definir al riesgo como la probabilidad de que se genere una enfermedad o lesión debido a la exposición a un determinado factor ambiental peligroso presente en el trabajo.

Los riesgos se clasifican en los siguientes:

**Factor de Riesgo Mecánico:** Relacionados con las máquinas, equipos, herramientas, máquinas herramientas involucradas en el trabajo.

**Factor de Riesgo físico:** Se refiere a la energía que existen en el ambiente laboral y que pueden causar enfermedad en los trabajadores, estos pueden ser: ruido, vibraciones, temperatura, radiación.

**Factor de Riesgo químico:** Lo que tiene que ver con sustancias químicas que el trabajador usa para realizar su tarea.

**Factor de Riesgo biológico:** Tiene que ver con los microorganismos presentes en el ambiente de trabajo.

**Factor de Riesgo ergonómico:** Se entiende por los trastornos musculo esqueléticos debido a manipulación de cargas, movimientos repetitivos, posturas forzadas.

**Factor de Riesgos psicosocial:** Debido a la organización en el trabajo y al estrés laboral.

### **1.3.2.- ESTIMACION Y EVALUACION DE RIESGOS.**

La estimación o medición de los diferentes riesgos consiste en estimar los aquellos que no han podido ser controlados, de manera que la información obtenida permita establecer los correctivos necesarios.

#### **1.3.2.1.- MEDICION EVALUACION DE RIESGOS FISICOS – RUIDO.**

Podemos definir al ruido como un sonido no deseado.

##### **1.3.2.1.1.- TIPOS DE RUIDO.**

Existen los siguientes tipos de ruido:

**Ruido de impacto:** Se concibe por ruido de impacto o de impulso aquel en el que el nivel de presión acústica disminuye exponencialmente en relación al tiempo y las transiciones entre dos máximos consecutivos de nivel acústico se efectúa en un tiempo superior a un segundo, con un tiempo de acción inferior o igual a 0,2 segundos.

**Ruido continuo:** Cuando el nivel de presión acústica se conserva constante en el tiempo y si posee máximos estados se producen intervalos menores de un segundo (ruido de un ventilador, de un motor eléctrico, etc.)

**Ruido estable:** Se define cuando su nivel de presión acústica ponderado “A” en un punto se mantiene prácticamente constante en el tiempo. Cuando realizada la medición con el sonómetro en SLOW la diferencia de valores máximo y mínimo es inferior a 5 dB(A).

**Ruido variable:** cuando el nivel de presión acústica oscila más de 5 dB(A) a lo largo de tiempo. Un ruido variable puede descomponerse en varios ruidos estables.

#### **1.3.2.1.2.- EQUIPOS DE MEDICIÓN.**

Los equipos comúnmente utilizados son:

**Sonómetro:** Es un equipo destinado a la medición de la presión acústica expresada en decibelios.

**Dosímetro acústico:** El dosímetro acústico es un dosímetro destinado a la medición de niveles de ruido, que va acumulando con un contador digital. De esta forma se obtiene el valor de la dosis de ruido en el tiempo considerado. Debe llevarlo la persona que realiza la encuesta higiénica y durante un periodo de ocho horas, sino hay que aplicar unas tablas de corrección. Y el portador debe realizar la actividad de cualquier día normal incluyendo los periodos que normalmente son de descanso. (Wikipedia, 2015).

Para establecer la exposición de un trabajador al ruido ocupacional se necesita establecer el Nivel de Presión Sonora continuo Equivalente NPSeq en dB(A) al que está expuesto el trabajador, y el tiempo de exposición ( $T_e$ ) a ese nivel.

Con estas dos variables podemos determinar si el tiempo de exposición  $T_e$  que está el trabajador expuesto al ruido es mayor, menor o igual al Tiempo permitido  $T_p$ , lo que está regulado por la legislación ecuatoriana, mencionado en el Decreto 2393, siendo los valores estipulados los siguientes:

**Tabla 1.1.-** Nivel de presión sonora y tiempos de exposición máximos permitidos.

<b>Nivel sonoro/dB (A-lento)</b>	<b>Tiempo de exposición por jornada/hora</b>
<b>85</b>	8
<b>90</b>	4
<b>95</b>	2
<b>100</b>	1
<b>110</b>	0.25
<b>115</b>	0.125

**Fuente:** (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 1986, p. 30).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Del resultado de la comparación de los dos tiempos ( $T_e$  vs  $T_p$ ), dependerá, entre otros aspectos, la implementación de las medidas de control preventivas o correctivas cuando corresponda.

Esta lógica de comparación de los tiempos  $T_e$  y  $T_p$  en un puesto de trabajo, permite llegar a una conclusión inmediata sobre cuál es el riesgo en dicho puesto.

**Tabla 1.2.-** Valoración del riesgo por tiempo de exposición vs tiempo permitido.

<b><math>T_e &gt; T_p</math></b>	<b>RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA:</b> el trabajador está expuesto más tiempo del que puede.
<b><math>T_e = T_p</math></b>	<b>CON o SIN RIESGO:</b> la pérdida auditiva es discutible, el trabajador está expuesto tanto tiempo como puede la exposición en el Límite Legal.
<b><math>T_e &lt; T_p</math></b>	<b>SIN RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA:</b> el trabajador está expuesto menos tiempo del que puede estar.

**Fuente:** (Instituto de Salud Pública de Chile, 2014, p. 3)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 1.3.2.2.- DOSIS DE RUIDO.

El concepto de Dosis de Ruido nos ayuda a interpretar como la energía sonora que una persona recibe en su jornada de trabajo diaria, expresada en función del tiempo de exposición  $T_e$ , dividido por el tiempo permitido  $T_p$  como se muestra en la siguiente ecuación:

**Ecuación 1.1.-** Dosis de Ruido.

$$Dosis\ de\ Ruido = \frac{Tiempo\ de\ exposicion}{Tiempo\ permitido} = \frac{T_e}{T_p}$$

**Fuente:** (Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, pág. 4)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova

El valor de dosis de ruido es un valor adimensional, lo que nos ayuda a interpretar cuantas veces un trabajador está expuesto a ruido ( $T_e$ ), en comparación con el tiempo máximo permitido que puede estar expuesto a dicho ruido ( $T_p$ ), lo anterior se puede representar mediante la siguiente relación:

**Ecuación 1.2.-** Tiempo de exposición mediante la dosis de ruido diaria.

$$T_e = Dosis\ de\ Ruido * T_p$$

**Fuente:** (Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, p. 4)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Si por ejemplo tenemos una Dosis de ruido igual a 2, esto nos indica que el trabajador está expuesto el doble de tiempo del permitido, y la ecuación anterior quedaría como:  $T_e = 2T_p$ .

### **1.3.2.3.- EVALUACION DEL RIESGO MEDIANTE LA DOSIS.**

Con el valor de la dosis podemos determinar las siguientes actuaciones:

**“Dosis > 1:** Existe Riesgo para el trabajador, el tiempo de exposición  $T_e$  es mayor al tiempo permitido TP, es necesario realizar cambios en la tarea.” (Departamento Salud Ocupacional. Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, p. 4).

**“Dosis = 1:** La existencia de Riesgo es discutible, puede ser necesaria cambios en la tarea el tiempo de exposición  $T_e$  es igual al tiempo permitido TP.” (Departamento Salud Ocupacional. Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, p. 4).

**“Dosis < 1:** No existe riesgo para el trabajador, el tiempo de exposición  $T_e$  es menor al tiempo permitido TP.” (Departamento Salud Ocupacional. Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, p. 4).

### **1.3.2.4.- METODOLOGÍAS PARA LA OBTENCIÓN DE LAS DOSIS DE RUIDO DIARIA (DRD).**

“La Dosis de Ruido Diaria (DRD), un parámetro que permite relacionar el Nivel de ruido en un puesto de trabajo (NPSeq), con su correspondiente Tiempo Permitido ( $T_p$ ) y con el Tiempo de Exposición a ruido del trabajador ( $T_e$ )”. (Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, p. 4).

El valor de la DRD se puede obtener de las siguientes formas:

#### **1.3.2.4.1.- MEDICIÓN DE LA DOSIS DE RUIDO DIARIA CON $T_m = T_e$ .**

Una de las posibilidades de determinación de la Dosis de Ruido Diaria (DRD) en un puesto de trabajo, es medirla directamente durante un Tiempo de Medición  $T_m$  que

abarque el 100% del Tiempo de Exposición del trabajador  $T_e$ , utilizando un instrumento de medición sonora denominado Dosímetro de Ruido. (Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, p. 4)

#### **1.3.2.4.2.- DOSIS PROYECTADA A PARTIR DE UNA DOSIS MEDIDA EN UN $T_M < T_E$ .**

No siempre para obtener la Dosis de Ruido Diaria de un trabajador, se tiene que medir durante el 100% del tiempo durante el cual el trabajador está expuesto al ruido ( $T_e$ ), en algunos casos, cuando se cumplen determinados requisitos en la condición de exposición a ruido en un puesto de trabajo, la metodología estandarizada de medición de ruido laboral permite realizar evaluaciones utilizando un Tiempo de Medición ( $T_m$ ) menor al Tiempo de Exposición ( $T_e$ ). En esta situación, la Dosis de Ruido Medida siempre será menor que la Dosis de Ruido Diaria. Para obtener la DRD se debe proyectar la Dosis Medida, en ese Tiempo de Medición, al Tiempo de Exposición del trabajador  $T_e$ . (Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, p. 4)

Para esto, nuevamente se debe conocer cuál es el Tiempo total de Exposición ( $T_e$ ), y luego, a partir de la Dosis Medida ( $D_{MEDIDA}$ ), para un Tiempo de Medición ( $T_m$ ) (utilizando el Dosímetro), realizar la proyección mediante la siguiente relación:

**Ecuación 1.3.-** Dosis proyectada.

$$Dosis\ Proyectada = \frac{T_e * D_{MEDIDA}}{T_m}$$

**Fuente:** (Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, p. 8)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova

El tiempo de medición  $T_m$  debe ser representativo de la tarea mediante un estudio previo de la misma, el mencionado estudio debe proveer información concluyente para establecer el tiempo mínimo de medición que permita efectuar una proyección de la Dosis Medida.

### **1.3.2.4.3.- DOSIS CALCULADA A PARTIR DEL NPSEQ MEDIDO REPRESENTATIVO DEL PUESTO DE TRABAJO.**

Se puede conseguir la Dosis de Ruido Diaria de un trabajador en un puesto de trabajo, es calcularla a partir de un NPSeq representativo, medido en dicho puesto. Con este valor se calcula el Tiempo Permitido (Tp) el que finalmente se combina con el Tiempo de Exposición (Te) dando como resultado la DRD que recibe ese trabajador, mediante la siguiente ecuación: (Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, p. 8)

**Ecuación 1.4.-** Tiempo permitido a partir de NPSeq medido.

$$T_p = 8 * 2^{\frac{85 - NPSEQ_{MEDIDO}}{5}}$$

**Fuente:** (Instituto de Salud Publica de Chile, 2014, p. 8)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Al igual que el método anterior el valor de NPSeq medido debe ser un valor representativo de la tarea, lo que involucra un estudio previo de la misma.

Una vez calculado el tiempo permitido se puede determinar el valor de la dosis utilizando la ecuación 3.7.

### **1.3.2.5.- MEDICION Y EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONOMICOS.**

#### **1.3.2.5.1.- MÉTODO ERGO IBV.**

El Instituto de Biomecánica de Valencia desarrollo el Método ERGO-IBV, el cual permite realizar de estudios ergonómicos para la medición y valoración del nivel de riesgo ergonómico para las diferentes tareas de un puesto de trabajo.

Podemos diferenciar dos grandes grupos de trastornos musculoesqueléticos en relación de la zona corporal afectada: lesiones en la espalda, esencialmente en la zona lumbar, y lesiones de los miembros superiores como en la zona del cuello y de los hombros.

Sin embargo, la mayoría de estas patologías no se producen por accidentes únicos o separados, sino por traumatismos pequeños y repetidos como consecuencia de la automatización de los trabajos, que han producido aumentos en el ritmo de trabajo, aumento de la fuerza en las manos, muñecas y hombros, posturas forzadas y sostenidas.

Estos métodos se basan primordialmente en la compilación de información sobre diferentes factores de riesgo como la repetitividad de movimientos de los miembros superiores, las posturas de los brazos, el cuello y las manos muñecas o la permanencia de la exposición a las diferentes posturas.

Como grandes tipologías de estudios ergonómicos que desarrolla el Método ERGO-IBV caben destacar las siguientes:

- La manipulación manual de cargas.
- Los movimientos repetitivos.
- las posturas forzadas.

#### **1.3.2.5.2.- MÓDULO DE MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS.**

Se utiliza para analizar tareas de levantamiento, transporte, empuje o arrastre de cargas, y determinadas combinaciones de estas acciones.

A partir de las variables asociadas a la tarea (peso y posición de la carga, frecuencia y duración de la manipulación, etc.) se calcula un índice de riesgo para la zona dorso lumbar de la espalda.

El análisis de los levantamientos de cargas se basa en la ecuación NIOSH, la Guía Técnica del INSHT y la norma UNE-EN 1005-2. El análisis de los transportes, empujes y arrastres de cargas se basa en las tablas de Snook y Ciriello sobre pesos y fuerzas máximos aceptables.

### **1.3.2.5.3.- MÓDULO DE TAREAS REPETITIVAS.**

Este módulo nos ayuda a examinar tareas con movimientos repetitivos de los miembros superiores. Calcula por separado el nivel de riesgo para la zona del cuello-hombro y de la mano-muñeca, mediante el tiempo de exposición, la repetitividad de los movimientos de brazos y manos, y la codificación de la postura.

Brinda recomendaciones para reducir el nivel de riesgo cuando éste es muy elevado. Se basa en un estudio de investigación desarrollado por el IBV en colaboración con Unión de Mutuas y CC.OO, tomando como base el método RULA de evaluación ergonómica.

### **1.3.2.5.4.- MODULO DE POSTURAS FORZADAS REBA.**

Este módulo nos ayuda a evaluar el nivel de riesgo de las posturas inadecuadas de tronco, cuello, miembros superiores o inferiores aplicando el método REBA de análisis postural.

Por cada postura estimada se codifica la posición de los diferentes segmentos corporales, junto con la fuerza, el tipo de agarre y la actividad muscular que entraña. Se obtienen puntuaciones intermedias y una puntuación REBA final, que representa el nivel de riesgo de la postura y el nivel de acción necesario para reducir el riesgo.

### **1.3.3.- CONTROL DE RIESGOS.**

Para el control de los riesgos se debe actuar de acuerdo al siguiente orden:

- a. En el diseño:** Prioridad uno, es el sistema de control de riesgos más eficiente y eficaz.
- b. En la fuente:** Prioridad dos: control ingenieril: eliminación, sustitución, reducción del factor de riesgo.
- c. En el medio de transmisión:** Prioridad tres: en el medio de transmisión, con elementos técnicos o administrativos de eliminación o atenuación del factor de riesgo.

- d. En el receptor:** Prioridad cuatro: cuando no son posibles los anteriores métodos de control de los factores de riesgo, por razones técnicas o económicas, se usarán: control administrativo (rotación, disminución de tiempo de exposición), adiestramiento en procedimientos de trabajo, equipos de protección personal: selección, uso correcto, mantenimiento y control.

Se debe aplicar medidas adecuadas para eliminar o reducir a niveles aceptables los riesgos en los puestos de trabajo, para esto se basa en los resultados de las evaluaciones realizados, generando soluciones y mejoras.

**Etapa 1:** El objetivo es eliminar el riesgo, determine qué acciones pueden tomarse para cambiar la tarea, función, ubicación del equipo o del trabajador, de manera de eliminar el peligro de la tarea. Determine si sustituir diferentes herramientas, equipos o métodos de trabajo, puede resultar en la eliminación del peligro de la tarea, sin que las acciones tomadas generen nuevos riesgos.

**Etapa 2:** Si los riesgos no pueden ser controlados por eliminación, entonces deben tomarse acciones combinadas de los siguientes cinco niveles:

- a. Controles de Ingeniería.-** Se deben considerar y analizar como primera opción, normalmente solucionan riesgos mecánicos, químicos, eléctricos o de movimientos repetitivos.
- b. Dispositivos de alerta.-** pueden ser señales de advertencia, instrucciones de bloqueo de energía peligrosa, líneas de precaución, alarmas sonoras y visuales, barreras de restricción. La base de la evaluación del riesgo será identificar apropiadamente los dispositivos de alerta, basados en el riesgo asociado al trabajo.

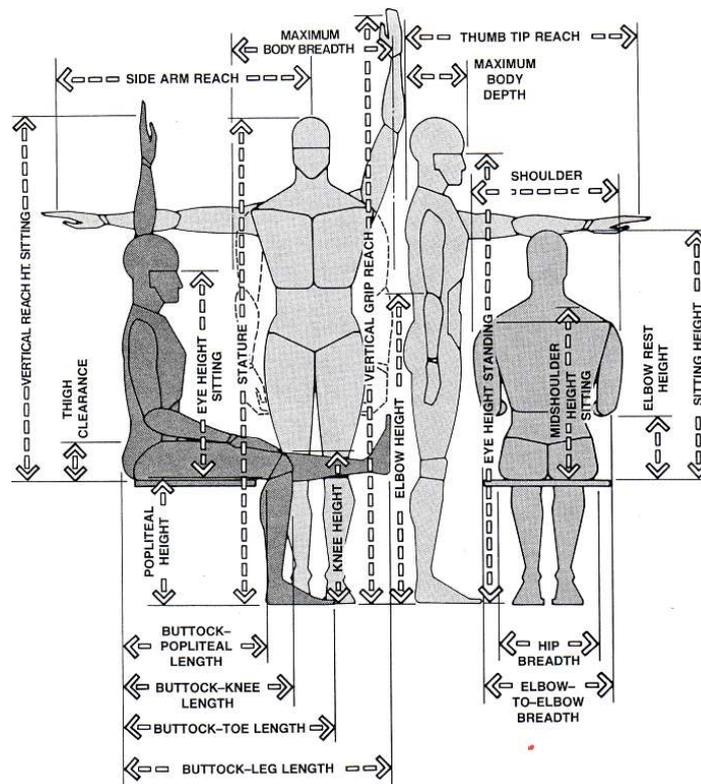
- c. Procedimientos de operación segura o Plan previo.-** Se recomiendan cuando se requiere que los trabajadores involucrados en la tarea reciban instrucciones específicas de seguridad, procurando involucrarlos en la identificación de riesgos, acciones de control y planes de contingencia, con acciones como: planes de rescate, apagados de emergencia, seguridad en trabajos en altura, etc.
  
- d. Equipo de protección personal.-** Los mismos se debe ser técnicamente seleccionado para la protección del trabajador, considerando la reducción de la exposición al riesgo remanente, luego de aplicar los controles citados antes mencionados.
  
- e. Entrenamiento / Comunicación.-** Debe identificarse apropiadamente para una línea de comunicación efectiva en la organización, desde el trabajador hasta sus líderes y supervisores en los puestos de Trabajo generando soluciones y mejoras, tomando en cuenta el diseño, fuente y receptor.

### **1.3.3.1.- DISEÑO DEL PUESTO DE TRABAJO**

Según la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garvito(2009), define al diseño del puesto como: “la elaboración material de un determinado puesto de trabajo, es decir, el conjunto de actividades que se efectúan, entre la concepción de un puesto de trabajo y su realización”. (p. 7).

Desde el punto de vista ergonómico, el desarrollo del diseño físico del puesto de trabajo se basa en la adecuación del espacio físico de trabajo a los requerimientos cinético-operacionales de las personas que los ocupan. Para ello es preciso conocer las características antropométricas y biomecánicas de las personas, así como las características del espacio de trabajo en su aspecto físico, que incluye máquinas, planos de trabajo, herramientas, señales, etc. (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garvito, 2009, p. 7).

**Figura 1.2.-** Medidas antropométricas.



**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, s/f, p. 8)

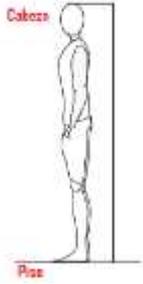
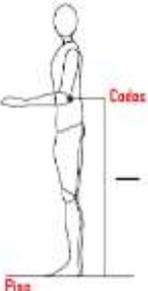
**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

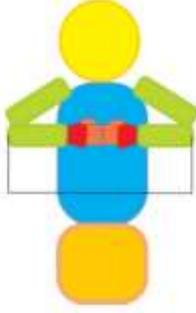
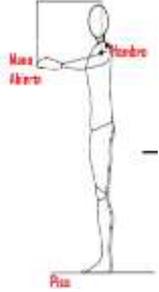
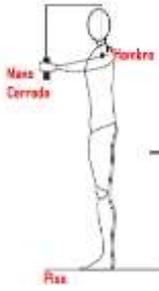
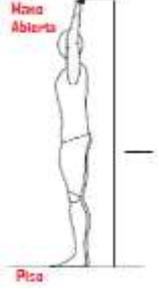
### 1.3.3.1.1.- ANTROPOMETRÍA Y MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS.

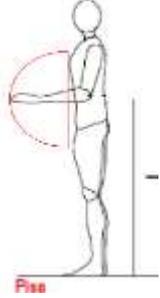
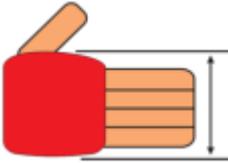
La antropometría es el tratado de las proporciones y medidas del cuerpo humano. Como tal, la antropometría es una ciencia que estudia las medidas y dimensiones de las diferentes partes del cuerpo humano ya que estas varían de un individuo para otro según su edad, sexo, raza, nivel socioeconómico, etcétera. (Significado de Antropometría, s.f.)

Existe un sinnúmero de medidas antropométricas, pero las que hemos considerado para este estudio son:

**Tabla 1.3.-** Definición de medidas antropométricas.

<b>DIMENSION ANTROPOMETRICA</b>		<b>DESCRIPCION</b>
Estatura		Distancia vertical máxima desde el punto más alto de la cabeza, al piso.
Altura ojos de pie		Distancia vertical desde la superficie del suelo, hasta el centro de la pupila.
Altura del hombro		Distancia vertical del piso al acromion (la parte más alta del hombro).
Altura codo-suelo de pie		Distancia vertical desde la superficie del suelo a la depresión del codo donde se encuentran los huesos del brazo y antebrazo.

<p>Anchura entre codos</p>		<p>Distancia horizontal que existe entre los codos flexionados ubicando las manos al centro del pecho. Uniendo las puntas del tercer dedo de cada mano.</p>
<p>Alcance máximo horizontal</p>		<p>Distancia horizontal a partir de la vertical hasta la punta del tercer dedo.</p>
<p>Alcance máximo con agarre</p>		<p>Distancia horizontal medida a partir del plano vertical (por el occipital, las escápulas y los glúteos) hasta el eje vertical del puño cerrado, con el brazo extendido.</p>
<p>Alcance vertical de pie</p>		<p>Es la distancia vertical desde el extremo de los dedos al piso, en posición de pie, con los brazos extendidos hacia arriba.</p>
<p>Diámetro de Agarre</p>		<p>Diámetro interior que la mano puede agarrar usando el dedo pulgar y el dedo medio.</p>

Zona de confort vertical		Zona de alcance óptimo, esta área se determina con el brazo flexionado.
Ancho de la palma		Distancia horizontal desde borde externo lateral (región hipotenar) sobre el 5to dedo (meñique), hasta el borde lateral del 2do dedo (índice) a nivel del nudillo (región tenar). Línea a través de los puntos finales de los huesos metacarpianos.

**Fuente:** (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2009, p. 5)

**Fuente:** (Milan, Moncada, & Borjas, 2014, p. 19)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 1.3.3.1.2.- TIPOS DE DISEÑO ANTROPOMÉTRICO.

El diseño está en relación con la población objetivo del mismo, siendo las posibilidades:

- a. Diseño para una persona específica.
- b. Diseño para el promedio.
- c. Diseño para un grupo de personas.
- d. Diseño para una población numerosa.

**“Diseño para una persona:** Es lo más recomendable, pero también lo más costoso, por lo cual se justifica solo en casos muy especiales. En este caso se trabajaría con las dimensiones antropométricas del sujeto.” (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2009, p. 11)

**Diseño para el promedio:** El promedio solamente se utiliza en contadas situaciones, cuando la precisión de la dimensión tiene poca importancia, no provoca dificultades o su frecuencia de uso es muy baja, si cualquier otra solución es o muy costosa, o técnicamente muy compleja. (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2009, p. 11)

**“Diseño para los extremos:** Se utiliza en el caso en el cual una dimensión relevante representa un límite para el diseño, los extremos se pueden tratar como el máximo y mínimo de la dimensión” (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2009, p. 11)

**Diseño para un intervalo ajustable:** El objetivo es determinar los límites de variación de una dimensión, para que se ajuste a una determinada proporción de la población usuaria. Se trata del diseño idóneo, porque cada usuario ajustará, según sus necesidades, las dimensiones, aunque se trata del más costoso por los mecanismos de ajuste que se requieren. (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2009, p. 11)

#### **1.3.3.1.3.- FUENTES DE INFORMACIÓN.**

Según el tipo de diseño que se proyecte, dentro de las condiciones anteriores, la información puede obtenerse:

- Mediante medición directa de las dimensiones antropométricas principales de la persona, o grupo de persona.
- Usando una medición directa de una muestra característica de la población estudiada.
- Usando una base de datos de antropométricos.

#### 1.3.3.1.4.- TAMAÑO Y SELECCIÓN DE LA MUESTRA.

El tamaño de la muestra para el estudio dependerá de los propósitos estadísticos del mismo, las siguientes expresiones permiten el cálculo del tamaño de la muestra:

**Ecuación 1.5.-** Tamaño de la muestra con tamaño de población desconocido ( $N \rightarrow \infty$ )

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 * \sigma^2}{e^2}$$

**Fuente:** (Universidad de Ingeniería Julio Garavito, 2009, p. 8)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Donde:

$Z_{\alpha/2}^2$  = Parámetro de la distribución normal que depende del nivel de confianza establecido.

$\sigma$  = Desviación estándar de la población.

$e$  = Error máximo permitido.

**Ecuación 1.6.-** Tamaño de la muestra Con tamaño de la población conocido ( $N \rightarrow \infty$ )

$$n_N = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

**Fuente:** (Universidad de Ingeniería Julio Garavito, 2009, p. 8)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Donde:

$n$  = Tamaño de muestra con población desconocido.

$N$  = Tamaño de la población.

Se debe tomar en cuenta que se calcula una muestra cuando el total de individuos es mayor de 25, cuando es menor la cantidad de participantes lo recomendable es trabajar con el número total de la población.

#### **1.3.3.1.4.- CALCULO DE PERCENTILES.**

En el diseño antropométrico se toma en cuenta tanto los percentiles 5 y 95, ya sea para un diseño a promedios, a máximos como a intervalos ajustables, todas estas opciones tienen como objetivos incluir a la mayoría de las personas que interviene en la tarea de extracción de válvulas. Para calcular el valor del percentil seleccionado se utiliza la siguiente formula:

**Ecuación 1.7.-** Calculo de percentiles.

$$P = X \pm Z_{\alpha}\sigma$$

**Fuente:** (Universidad de Ingeniería Julio Garavito, 2009, p. 8)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

En donde:

$P$ : Representa el percentil a calcular.

$X$ : Es la media.

$Z_{\alpha}$ : es una constante, que para los percentiles 5 y 95 es igual a 1.645.

$\sigma$ : Es la desviación estándar.

### **1.3.3.1.5.- FASES DEL DISEÑO DE UN PUESTO DE TRABAJO.**

En el diseño de los puestos de trabajo, según Rescalvo(2004) menciona que: “considerando la gran variedad de tareas que se pueden realizar, los medios con que se ejecutan, y las diferencias individuales de las personas, se haría muy difícil fijar un diseño idóneo, si no se considerasen una serie de estándares mínimos que lo condicionan. Cualquier diseño de un puesto de trabajo, debe contemplar dichos estándares”. (p. 304)

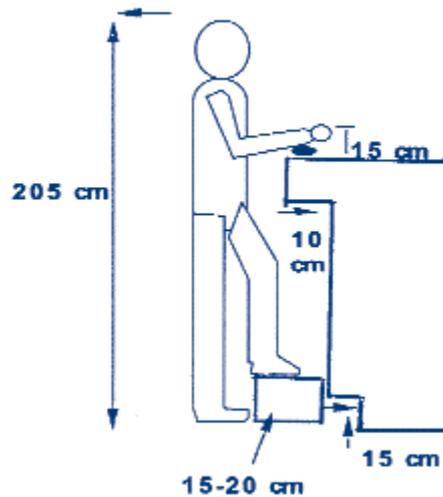
Basándonos en las características anteriormente expuestas, en la legislación existente (Directivas y Reales Decretos) y en concreto, en las normas de carácter técnico reconocidas (ISO, EN, UNE), vamos a definir los aspectos o estándares que debe considerar un ergónomo para realizar el diseño de un puesto de trabajo: Postura y posición de trabajo, planos de trabajo, zona de alcance de los miembros superiores, ajuste correcto de los medios de trabajo, optimización de la disposición de los medios de trabajo, planificación correcta de los métodos de trabajo, condiciones de seguridad del espacio de trabajo, campos visuales. (Rescalvo, 2004, pág. 304)

#### **1.3.3.1.5.1.- POSTURA Y POSICIÓN DE TRABAJO.**

Según Rescalvo(2004) la postura se especifica como la posición espacial de los segmentos corporales como la columna, cabeza, brazos, piernas, etc. Definimos dos tipos de postura: la estática y la dinámica. La postura estática mantiene los ángulos referentes entre distintas partes corporales. La postura dinámica es la disposición que se alterna en forma secuencial de diferentes posturas estáticas.

**Postura de pie:** La postura de pie, aunque tiene el inconveniente de un mayor gasto energético, es la más adecuada cuando se deben realizar esfuerzos. Además se diseñará el puesto de trabajo de pie cuando se requieran alcances de 15 cm. por encima del plano de trabajo, alcances frontales de más de 40 cm. y alcances frecuentes por debajo del plano del asiento. En la figura núm. 5 vemos unas probables dimensiones de diseño. (Rescalvo, 2004, p. 306)

**Figura 1.3.-** Postura de pie.



**Fuente:** (Rescalvo, 2004, p. 306)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **1.3.3.1.5.2.- PLANOS DE TRABAJO.**

Rescalvo(2004) menciona que: “dentro del espacio de trabajo o área tridimensional que envuelve a un trabajador, la mayor parte de las actividades se realizan en la superficie o plano horizontal de trabajo. El plano horizontal de trabajo está determinado, principalmente, por dos tipos de dimensiones: la altura del plano y las zonas de alcance óptimo” (p. 310).

Como principio de todo lo anterior, se podría decir que el plano horizontal de trabajo o superficie que contiene los instrumentos u objetos que deben utilizarse continuamente, debería tener una altura tal, que los brazos pudieran colgar de una forma relativamente natural, con una posición relajada del hombro y manteniéndose el antebrazo, aproximadamente, horizontal o ligeramente inclinado hacia abajo, principalmente en tareas normales. (Rescalvo, 2004, p. 310)

### **1.3.3.1.5.3.- ZONA PARA EL ALCANCE DE LOS MIEMBROS SUPERIORES.**

Según Rescalvo(2004) menciona que: “Es de gran importancia para un correcto diseño asegurar el alcance óptimo de los miembros superiores, de esto depende una adecuada disposición de los elementos dentro de la denominada área de trabajo (zona delimitada por el arco horizontal y vertical del alcance del brazo), lo que permitirá realizar, con menos esfuerzo, los diferentes movimientos de manipulación requeridos, evitando los movimientos forzados que impliquen a la larga trastornos musculoesqueléticos” (p. 311)

Las distancias de alcance para una actividad normal que demande rutinas sobre el plano horizontal o también sobre el plano vertical, se establecerán tomando en cuenta a las personas de pequeña estatura, con los percentiles más bajos (percentil 5).

Uno de los aspectos biomecánicos-antropométricos más importante, es el alcance óptimo de los miembros superiores, ya que una disposición de los elementos dentro de la denominada área de trabajo (zona delimitada por el arco horizontal y vertical del alcance del brazo), permitirá realizar, con menos esfuerzo, los diferentes movimientos de manipulación requeridos, evitando los movimientos forzados que impliquen a la larga patologías corporales. (Rescalvo, 2004, p. 311)

En todos los planos de trabajo, se debe analizar, esencialmente, tres parámetros:

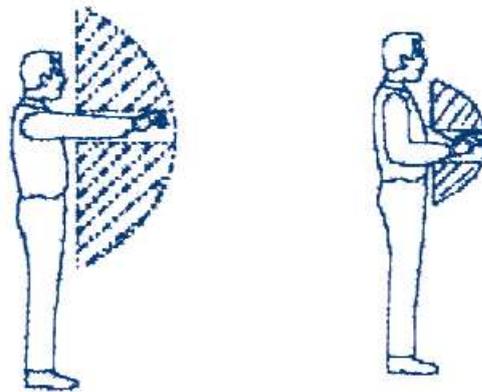
- Con el brazo estirado el alcance máximo de la mano
- Con el brazo flexionado el alcance óptimo de la mano.
- Alcance con ambas manos (área apropiada de ambas manos).

Estos arcos circulares varían según los sujetos considerados (percentiles, sexo, etc.). Su aplicación, permite determinar la idoneidad o no, de la colocación de los medios físicos de trabajo (máquinas de escribir, material manipulado, etc.). Su determinación

sirve para disminuir lo más posible las patologías músculo-esqueléticas del trabajador. (Rescalvo, 2004, p. 311)

Las dimensiones de alcance en una actividad normal que requiera operaciones sobre el plano horizontal o sobre el plano vertical, se determinarán en función de las personas de menor estatura, es decir, con los percentiles más bajos (hombres y mujeres comprendidos en el percentil 5)”. El espacio de alcance conveniente es aquel en el que un objeto puede ser alcanzado de forma fácil, sin tener que efectuar movimientos indebidos. Entendemos por alcance normal cuando, si se efectúan movimientos con los brazos, tomamos como punto fijo la articulación del hombro y como radio la posición de agarre cuando el brazo está extendido. El alcance de confort viene definido por aquella zona en la que, con los codos flexionados, se realiza un arco de 90° enfrente de nosotros. Esta zona es en la que se trabaja con mayor fuerza y eficiencia. Debemos tener presente que las áreas óptimas se reducen con las necesidades de precisión, fuerza y cadencia. (Rescalvo, 2004, p. 312).

**Figura 1.4.-** Alcance normal / zona de confort.



**Fuente:** (Rescalvo, 2004, p. 312)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **1.3.3.1.5.4.- PLANOS DE ALCANCE HORIZONTAL.**

Farley definió los planos de alcance para el hombre medio. Estudios que miden el esfuerzo muscular, por consumo de oxígeno y por electromiografía, demuestran que

el esfuerzo es menor si el trabajo es dentro del área normal de Farley. En el área máxima de trabajo, al encontrarse el brazo extendido se generan momentos de fuerza en el hombro, dando lugar a tendinitis y bursitis en el mismo. (Rescalvo, 2004, p. 312)

**Tabla 1.4.-** Áreas de trabajo de Farley.

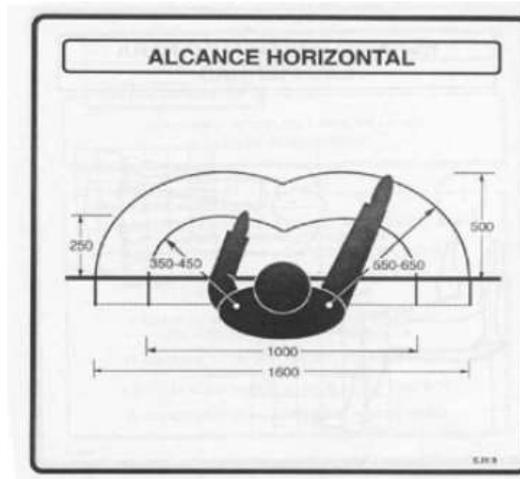
ÁREA	RANGO HORIZONTAL	DIMENSIÓN
A	Radio del área normal.	Máx. = 38 cm.
B	Distancia de pie-sentado.	Máx. = 23 cm.
C	Radio del área máxima (brazo extendido).	Máx. = 56 cm.
D	Distancia de posición de la tarea.	Ideal = 10'1 cm.
E	Área de trabajo óptima.	24'5 x 24'5 cm.

**Fuente:** (Rescalvo, 2004, p. 312)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

En las figuras siguientes se ilustran las áreas de trabajo definidas por Farley y por la INSHT.

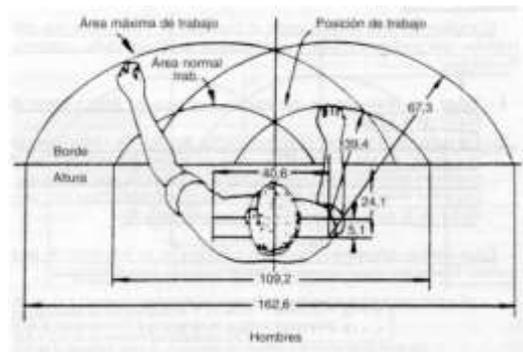
**Figura 1.5.-** Áreas de alcance horizontal.



**Fuente:** (Rescalvo, 2004, pág. 31)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Figura 1.6.-** Alcance vertical según Farley.



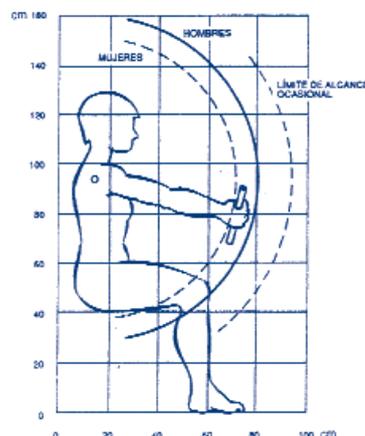
**Fuente:** (Rescalvo, 2004, pág. 313)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 1.3.3.1.5.5.- PLANOS DE ALCANCE VERTICAL.

Para Rescalvo(2004) define: “Las dimensiones en el plano vertical también tendrán que ajustarse a las personas de menor estatura, las comprendidas en el percentil 5, tanto en hombres como en mujeres. En la figura siguiente observamos los arcos, los alcances y las dimensiones para una actividad normal que requiera operaciones sobre el plano vertical. En este plano, la postura de trabajo óptima es aquella en la que el objeto se encuentra a la altura del codo” (p. 314)

**Figura 1.7.-** Arcos de alcance verticales.



**Fuente:** (Rescalvo, 2004, p. 314)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### **1.3.3.1.5.6.- OPTIMIZACIÓN DE LA DISPOSICIÓN DE LOS MEDIOS DE TRABAJO.**

Al tratar de organizar y diseñar tridimensionalmente un puesto de trabajo se deben tener en cuenta las características de las personas que van a utilizarlo, apoyándonos en la antropometría y en la biomecánica, para determinar el volumen estático y el volumen funcional de trabajo, y los medios de trabajo que se encontrarán en él, para determinar su ubicación, número, etc. (Rescalvo, 2004, p. 325).

A continuación se muestran los pasos a podrían seguirse al determinar la flexibilidad en la organización de los elementos de un puesto:

- Analizar la frecuencia de manejo de los elementos, además su peso y su tamaño
- Colocación de manera que ayude el trabajar utilizando ambas manos.
- La ubicación de los elementos al alcance óptimo de la mano, de preferencia los de mayor repetición de manejo, los más pesados, o de tamaño o forma dificultoso.
- Asegurarse que las distancias de uso sean cortas tanto como sea posible, tomando como referencia, las distancias de alcance óptimo de agarre de la mano.

### **1.3.3.1.5.7.- PLANIFICACIÓN CORRECTA DE LOS MÉTODOS DE TRABAJO.**

Según Rescalvo(2004) menciona que: “para una correcta planificación, se deberá tener en cuenta que: debe evitarse las posturas de trabajo, para extremidades superiores, por encima de la altura del corazón y las posturas estáticas. Las posturas de trabajo con extremidades superiores por encima de la altura del corazón, son una carga para la circulación, pues disminuyen el flujo de sangre y originan un bajo rendimiento” (p. 328)

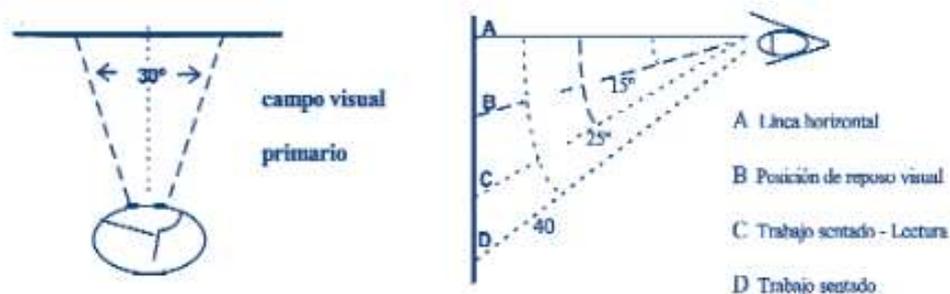
### 1.3.3.1.5.8.- CAMPOS VISUALES.

Se debe evitar en lo posible los movimientos de cabeza y reducir al mínimo el movimiento de los ojos del trabajador, procurando que los objetos se encuentren dentro del campo visual óptimo y a la misma distancia. Para ello, tendrá en cuenta el ángulo visual del trabajador considerado en el plano vertical y horizontal (visión lateral) y la minuciosidad y precisión del trabajo que realiza. (Rescalvo, 2004, p. 328)

Rescalvo(2004) menciona que: “En el plano vertical, para un área de visión confortable de trabajo, el ángulo de visión óptimo es de  $15^\circ$  con respecto a la horizontal. Las tareas en este valor angular pueden mantenerse durante largos periodos de tiempo sin ocasionar fatiga visual. Cuando el objeto se sitúa por encima de la línea horizontal o por debajo de bajo de  $45^\circ$  y se mantiene fija la mirada, se produce fatiga postural, fundamentalmente al nivel de nuca y hombros.” (p. 328).

En el plano horizontal, la visión lateral del trabajador (sin movimiento de la cabeza) tiene unos valores de confortabilidad de  $15^\circ$  con respecto a la línea media vertical, es lo que se conoce como campo visual primario. El campo visual óptimo o sin movimiento de la cabeza ni de los ojos, está definido por un ángulo visual de  $30^\circ$ . El campo visual máximo con movimiento de los ojos pero sin movimiento de la cabeza, está definido por un ángulo visual de  $60^\circ$  o  $70^\circ$ , según el plano. (Rescalvo, 2004, p. 328)

**Figura 1.8.-** Ángulos visuales.



**Fuente:** (Rescalvo, 2004, pág. 328)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

## **1.4.- MATRIZ DE SELECCIÓN.**

La matriz de selección es una herramienta para tomar decisiones para lo cual utiliza criterios ponderados y acordados. Esta herramienta se emplea para asignar prioridades a problemas, tareas, soluciones u otras opciones posibles, como la selección de nueva maquinaria.

Es útil cuando se necesita seleccionar y ubicar las opciones en forma prioritaria, así mismo esta herramienta ayuda a REDUCIR el número de opciones, para tomar decisiones con mayor facilidad.

### **1.4.1.- PASOS PARA UTILIZAR UNA MATRIZ DE SELECCIÓN.**

Para utilizar esta herramienta se deben seguir los siguientes pasos:

1. Establecer el objetivo principal a alcanzar y las opciones que ayuden a lograrlo.
2. Crear los criterios por los que se calificarán las opciones. Es posible obtener los criterios empleando una Tormenta de Ideas.
3. Juzgar cada criterio contra todos los demás. Implantar una matriz de pares, es decir hacer una tabla en la que se nombren las filas y columnas con cada uno de los criterios. Comparar la importancia de cada uno de ellos contra los demás por medio de la siguiente escala:
  - 10 = Mucho más importante
  - 5 = Más importante
  - 1 = Igual
  - 1/5 = Menos importante
  - 1/10 = Mucho menos importante

Sumar las filas de cada criterio ( $\alpha$ ), y luego sumar el valor de cada fila para llegar a un total. Para cada criterio obtener el factor de ponderación (FP) dividiendo la suma entre el total.

Si el factor de ponderación de un criterio es pequeño, es posible eliminarlo.

**Figura 1.9.-** Ejemplo de matriz del factor de ponderación FP.

$(\alpha)$

	Ca	Co	TE	Suma	Factor de ponderación (FP)
Calidad (Ca)		10	5	15	0.87
Costo (Co)	1/10		1	1.1	0.06
Tiempo de Entrega (TE)	1/5	1		1.2	0.07
			Total	17.3	

$FP = \frac{\text{Suma}}{\text{Total}}$

**Fuente:** (Instituto para el desarrollo empresarial y administrativo, s.f., p. 2).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

4. Comparar cada opción contra todas las demás. Crear una matriz de pares para cada criterio que se tiene; nombrar las filas y columnas de cada matriz con las opciones a evaluar. Hacer la comparación y evaluación según la siguiente escala:

- 10 = Mucho mejor
- 5 = Mejor
- 1 = Igual
- 1/5 = Peor
- 1/10 = Mucho peor

Calcular los totales y porcentajes del mismo modo que en el paso 3 para cada uno de los criterios.

**Figura 1.10.-** Ejemplo de matriz de comparación de opciones.

Tiempo de entrega						
Costo						
Calidad						
	CO	FA	MU	ET	Suma	Peso de la Opción (PO)
Copesa (CO)		10	5	1	16	0.54
Farmin (FA)	1/10		1	5	6.1	0.21
Multix (MU)	1/5	1		1/5	1.4	0.05
Etix (ET)	1	1/5	5		6.2	0.21
<i>Total</i>					29.7	

**Fuente:** (Instituto para el desarrollo empresarial y administrativo, s.f., p. 2).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

- Por último, construir la matriz final. Etiquetar las filas con las opciones y las columnas con los criterios. Multiplicar el Factor de Ponderación (FP) por el Peso de la Opción (PO) respectivo. Luego sumar cada fila para obtener el puntaje final para cada opción. Finalmente seleccionar la opción de mayor puntaje.

**Figura 1.11.-** Ejemplo de matriz de selección final.

	Calidad		Costo		T. entrega		Puntaje Final
	F.P.	P.O.	F.P.	P.O.	F.P.	P.O.	
Copesa (CO)	0.87	x 0.54	0.06	x 0.32	0.07	x 0.60	<b>0.529</b>
	0.467		0.021		0.041		
Farmin (FA)	0.87	x 0.21	0.06	x 0.51	0.07	x 0.02	0.212
	0.178		0.033		0.001		
Multix (MU)	0.87	x 0.05	0.06	x 0.07	0.07	x 0.33	0.068
	0.041		0.004		0.023		
Etix (ET)	0.87	x 0.21	0.06	x 0.10	0.07	x 0.05	0.191
	0.181		0.006		0.004		

**Fuente:** (Instituto para el desarrollo empresarial y administrativo, s.f., p. 2).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

## **CAPITULO II**

### **2.- METODOLOGIA.**

#### **2.1.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION.**

La presente investigación tiene un diseño cuasi experimental, ya que la misma interviene y controla variables, además se analizan datos de evaluaciones anteriores del nivel de riesgo ergonómico y físico, antes y después de la implementación de la maquina desatornilladora en el área de inertización de cilindros de la empresa envasadora de cilindros de GLP de la ciudad de Ambato.

#### **2.2.- TIPO DE INVESTIGACION.**

El tipo de investigación por el objetivo de la misma es aplicada, ya que mediante la selección, diseño e implementación de la maquina desatornilladora se reduzca el nivel de riesgo ergonómico y físicos, generando de esta manera un desempeño laboral seguro para el personal que trabaja en el área de inertización de cilindros de GLP.

Por el lugar, de campo, se realiza en el área de inertización de cilindros en la Planta de envasado de GLP de Ambato ubicado en el km 10.5 vía a Riobamba barrio San Jacinto.

Por el método, es cualitativa ya que se identifican los factores de riesgos presentes en el puesto de trabajo y cuantitativa porque se usa las dimensiones antropométricas del personal involucrado en el puesto de trabajo, este enfoque permite interactuar con los elementos poblacionales involucrados directamente con el problema.

Por el alcance, descriptiva, experimental, ya que se va a determinar el mejor diseño además de la implementación de la maquina desatornilladora de GLP.

### **2.3.- METODOS DE INVESTIGACION.**

En el desarrollo del presente proyecto se va a utilizar el método científico; lo que implica un proceso ordenado y lógico que se sigue para establecer fenómenos ayudando de esta manera al conocimiento objetivo de la realidad, lo que involucra el planteamiento y comprobación de hipótesis explicando de esta manera la realidad de los fenómenos.

El proceso de construcción y desarrollo de la teoría científica que nos servirá para respaldar e interpretar los resultados de nuestra investigación se utilizarán los métodos de inducción y deducción.

Para construir y desarrollar la teoría científica que servirá de respaldo en la interpretación de los resultados de nuestra investigación, utilizamos los métodos: inducción y deducción.

El Método Inductivo nos ayudara para analizar las investigaciones realizadas en campo, donde analizaremos los riesgos presentes en los puestos de trabajo con el propósito de establecer las acciones necesarias que permitan eliminar o disminuir, con la intervención desde el diseño, mismo del puesto de trabajo, ya sea la fuente, el medio o en el receptor del riesgo presente.

El Método Deductivo nos ayudara a determinar la incidencia en el trabajo seguro con la implementación de la desatornilladora en el proceso.

### **2.4.- TECNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS.**

En la recolección de los datos se utilizaremos los instrumentos indicados en la operacionalización de las variables de cada hipótesis específica, las cuales se indican a continuación:

### **2.4.1.- OBSERVACIÓN.**

Esta técnica permite recopilar gran parte de los datos los que constituyen la base fundamental en el desarrollo de la presente investigación, esto nos proporciona de una forma clara tanto los factores de riesgo ergonómico y físicos, como también las medidas de control para la protección los trabajadores en el área de inertización de cilindros de GLP. Para este fin se utilizaran fichas de observación como instrumentos de recolección de datos.

### **2.4.2.- ENCUESTA.**

Mediante esta técnica se vamos a obtener datos de las personas involucradas en el proceso de inertización de cilindros, cuyas opiniones interesan para la presente investigación, para esto utilizaremos como instrumentos cuestionarios.

### **2.4.3.- MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE RIESGO ERGONOMICO Y FISICOS POR RUIDO.**

Para tener una idea clara de las condiciones de trabajo utilizaremos métodos de evaluación del riesgo tanto ergonómicos como físicos, los mismos que pueden clasificarse por su nivel de especificidad, en métodos específicos y generales; por su nivel de subjetividad, en objetivos y subjetivos; y según su facilidad de uso, en simples y laboriosos.

El Método de evaluación ergonómica que se va aplicar es el Ergo IBV, tanto en la evolución del riesgo por movimiento manual de cargas, movimientos repetitivos y posturas forzadas, y para la evaluación del factor de riesgo físico determinaremos el nivel de presión sonora equivalente al que están expuestos los trabajadores, y lo asociaremos tanto con la dosis, como con los tiempo permitidos y de exposición, lo que nos dará una idea clara sobre el nivel del riesgo por exposición al ruido.

## 2.5.- POBLACION Y MUESTRA.

La población de estudio se encuentra representada por 5 trabajadores, los cuales operan la maquina desatornilladora del proceso de Inertización de cilindros de GLP.

**Tabla 2.1.-** Población en estudio.

AREA	TALLER DE REPARACION DE CILINDROS	
PROCESO	INERTIZACION DE CILINDROS	
Nº	MAQUINA	PUESTO DE TRABAJO
1	DESATORNILLADORA	OBRERO DE PATIO
2	DESATORNILLADORA	OBRERO DE PATIO
3	DESATORNILLADORA	OBRERO DE PATIO
4	DESATORNILLADORA	OBRERO DE PATIO
5	DESATORNILLADORA	OBRERO DE PATIO
<b>TOTAL</b>		<b>5</b>

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 2.5.1.- MUESTRA.

No se calcula la muestra debido al tamaño de la población de estudio es pequeña, se trabajará con los 5 trabajadores del proceso de Inertización de cilindros de GLP.

## **2.6.- PROCEDIMIENTO PARA EL ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.**

El proceso a seguir será el siguiente:

- Obtención de datos.
- Procesamiento de datos.
- Comprobación de la hipótesis.
- Se realiza prueba de hipótesis según chi cuadrado
- Análisis de resultados.
- Conclusiones y recomendaciones.

## **2.7.- HIPOTESIS.**

### **2.7.1.- HIPÓTESIS GENERAL.**

El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo ergonómico y de exposición al ruido en el personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante el control de posturas de trabajo, movimientos repetitivos y nivel de ruido.

### **2.7.2.- HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.**

El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la

envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante el control las posturas que adopta el trabajador y la repetitividad de los movimientos de brazos y manos.

El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante mediciones del nivel de ruido al que está expuesto el trabajador.

### **2.7.3.- OPERACIONALIZACION DE LA HIPOTESIS.**

#### **2.7.3.1.- OPERACIONALIZACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE GRADUACIÓN ESPECIFICA 1.**

**Tabla 2.2.-** Operacionalización de la hipótesis específica 1, variable independiente.

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>TECNICA E INSTRUMENTO</b>
<b>Rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP</b>	Cambios en la estructura o sustitución de la herramienta de trabajo.	Gestión Técnica.	Planificación. Implementación. Recursos asignados.  Adaptabilidad al trabajador	Diseño, estructura de la herramienta de trabajo.  Evaluación Observación

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova

**Tabla 2.3.-** Operacionalización de la hipótesis específica 1, variable dependiente.

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>TECNICA E INSTRUMENTO</b>
<b>Disminuye el Riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca.</b>	La adopción continuada o repetida de posturas penosas durante el trabajo los que generan fatiga y a la larga puede ocasionar trastornos en el sistema musculoesquelético.	Riesgo ergonómico.  Levantamiento manual de cargas.  Movimientos repetitivos.  Posturas forzadas.	Índice de repetición.  Índice posturas de cuello  Índice de postura de brazos  Índice de postura de muñecas  Índice de nivel de riesgo ergonómico	Método ERGO-IBV  Análisis de herramientas utilizados en el proceso de inertización.  Observación Lista de Chequeo Encuesta

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**2.7.3.2.- OPERACIONALIZACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE GRADUACIÓN ESPECÍFICA 2.**

**Tabla 2.4.-** Operacionalización de la hipótesis específica 2, variable independiente.

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>TECNICA E INSTRUMENTO</b>
<b>Rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP</b>	Cambios en la estructura o sustitución de la herramienta de trabajo.	Empresa: Gestión Técnica.	Planificación. Implementación. Recursos asignados.	Diseño, estructura de la herramienta de trabajo.  Evaluación. Observación.

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Tabla 2.5.-** Operacionalización de la hipótesis específica 2, variable dependiente.

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>CONCEPTO</b>	<b>CATEGORIA</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>TECNICA E INSTRUMENTO</b>
<b>Reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros.</b>	La exposición continuada o repetida a un conjunto de sonidos que molestan, no deseados y que pueden causar lesiones en algunos	Riesgo Físico por ruido	Valores límite de exposición.  Valores de exposición que dan lugar a una acción.  Dosis.	Observación. (Libreta de campo).  Medición de niveles de ruido.  Informes sobre mediciones de

	órganos y perturbar la función de otros.		Tiempo permitido  Tiempo de exposición.	ruido en el sitio de trabajo.  Evaluación riesgo físico método de dosis.
--	---	--	---	---

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

## **CAPITULO III**

### **3.- LINEAMIENTOS ALTERNATIVOS.**

#### **3.1.- T E M A.**

REDISEÑO ERGONÓMICO DE LA HERRAMIENTA DE TRABAJO DE TORQUE NEUMÁTICO DEL PROCESO DE INERTIZACIÓN DE CILINDROS DE GLP PARA LA PLANTA ENVASADORA DE LA CIUDAD DE AMBATO.

#### **3.2.- PRESENTACION.**

##### **3.2.1.- LOCALIZACIÓN.**

El desarrollo de esta investigación se localiza en la envasadora de cilindros de GLP Planta Ambato ubicada en La República del Ecuador, Provincia de Tungurahua, Cantón Tisaleo, parroquia Montalvo, barrio San Jacinto, a 500m por la vía Alobamba-Montalvo-Totoras.

##### **3.2.2.- ANTECEDENTES.**

Con el fin de lograr que todos los puesto de trabajo de un proceso productivo ofrezcan las mejores y más saludables condiciones para el trabajador, se debe evaluar los mismos identificando factores de riesgo y proponiendo alternativas para eliminar o minimizar los riesgos.

Debido a que en el proceso de extracción de válvulas se deben realizar levantamientos de cargas, adoptar posiciones inadecuadas, ejecutar movimientos repetitivos, acompañado de un elevado nivel de ruido, se propone la implementación de una maquina desatornilladora de válvulas con el fin de mejorar las condiciones de trabajo.

La selección de esta máquina debe tomar en cuenta el puesto de trabajo para el cual va destinado, este se debe adaptar al trabajador, tomando en cuenta las dimensiones antropométricas de los usuarios en relación con las dimensiones del lugar de trabajo, las máquinas y el entorno industrial.

### **3.2.3.- IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.**

La identificación y prevención de factores de riesgo tanto físicos como ergonómicos del puesto de trabajo es la base fundamental para la prevención, esto nos ayuda a enfocar los esfuerzos al control en la fuente del riesgo por medio de la selección de máquinas que contribuyan a este fin, tomando como base las necesidades detectadas en el diagnóstico del puesto de trabajo y las alternativas de solución presentadas.

### **3.3.- OBJETIVOS.**

#### **3.3.1.- OBJETIVO GENERAL.**

Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo ergonómico y de exposición al ruido en el personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato.

#### **3.3.2.- OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato.

- Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato.

### **3.4.- FUNDAMENTACION.**

El proporcionar un ambiente de trabajo seguro y saludable, en las que el trabajador adopte posturas corporales correctas y cómodas y que no esté expuesto a factores físicos que puedan tener repercusiones en su salud, es el fin que se persigue el seleccionar e implementar nuevos equipos para el área de inertización de cilindros, los mismos que tendrán un impacto global respecto al usuario, a su entorno, y a la organización del proceso productivo.

Es de crucial importancia el tener como punto de referencia las medidas antropométricas de los trabajadores que intervienen en el proceso de inertización de cilindros, así como determinar en forma precisa las actividades y tareas que implica la realización de este proceso, de donde se determinara si las posiciones que adopta al realizar las tareas implican un nivel del riesgo aceptable que no involucren afecciones a la salud en el corto o largo plazo.

Cabe mencionar el impulso que ha tenido en los últimos años el valor al talento humano en las industrias, estas han emprendido grandes esfuerzos por reducir cada vez más los riesgos a los cuales están expuestos los trabajadores en la realización de sus tareas, implementando planes y programas encaminados a la seguridad, salud y medio ambiente, estos esfuerzos se ven recompensados con el aumento de la productividad de las empresas, al reducir los índices de accidentes y enfermedades laborales, reduciendo también el pago de multas e indemnizaciones.

### 3.5.- CONTENIDO.

#### 3.5.1.- ANTECEDENTES.

La distribución de GLP tanto doméstico como industrial, se lo realiza mediante el uso de cilindros de 15Kg y 45Kg, construidos de chapa metálica de 2.4mm de espesor mínimo, de acuerdo la norma técnica INEN 111, que garantiza la seguridad de los mismos. Un cilindro consta de las siguientes partes:

**Figura 3.1.-** Partes de un cilindro de GLP.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Debido a la incorrecta manipulación de los cilindros de GLP en la distribución, al deterioro normal por el desgaste y los factores ambientales a los que están expuestos, los cilindros de GLP necesitan de mantenimiento continuo para brindar seguridad en su uso, y además cumplir con las disposiciones legales impuestas por la Agencia de Regulación

y Control Hidrocarburifera ARCH, la cual obliga a las Plantas Envasadoras de GLP a dar mantenimiento a sus cilindros.

Las condiciones de deterioro más comunes que presentan los cilindros de GLP son:

1. Oxido.
2. Golpes (Abolladuras, punzonamientos, etc.).
3. Desprendimientos de asa y base.

El mantenimiento consiste en el retiro del óxido presente en la estructura del cilindro, la renovación de la pintura, el control del espesor de la chapa metálica así como el cambio o enderezado de asas y bases para lo cual utilizamos procedimientos de corte mediante el uso de máquinas de corte por plasma y soldadura MIG/MAG, estos procedimientos generan una gran cantidad de chispas, esto conlleva un elevado riesgo para los trabajadores ya que los residuos de GLP existentes en el interior del cilindro son altamente inflamables.

Para realizar este mantenimiento, el primer paso es hacer que el cilindro se encuentre en condiciones seguras de operación, sin causar accidentes por la inflamación de los gases producidos por los residuos de GLP en el interior de los mismos, esto se logra mediante un proceso llamado INERTIZACION.

### **3.5.2.- DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE INERTIZACIÓN DE CILINDROS DE GLP.**

La inertización de un cilindro de GLP es el proceso mediante el cual se retiran todos los residuos de GLP del interior de los cilindros con el objetivo de dejar al cilindro en condiciones seguras para realizar operaciones de mantenimiento a llama abierta como corte y soldadura.

El proceso de inertización de cilindros de GLP consta de 4 tareas, siendo estas las siguientes:

1. Extracción de válvulas.
2. Recolección de válvulas.
3. Llenado con agua.
4. Vaciado de agua de cilindros.

De las cuatro tareas descritas, nos centraremos en la tarea de extracción de válvulas que es donde se utiliza una máquina de torque neumático para retirar las válvulas de los cilindros de GLP, esta herramienta genera elevados índices de riesgo tanto ergonómicos, debido a posturas forzadas, levantamiento de cargas, y movimientos repetitivos, como también riesgos físicos debido al alto nivel de ruido generado por su funcionamiento.

#### **3.5.2.1.- DESCRIPCION DE LA TAREA DE EXTRACCIÓN DE VÁLVULAS.**

**OBJETIVO.-** Extraer la válvula de cada cilindro para la evacuación del residuo de GLP.

**DURACIÓN.-** Aproximadamente 2 horas diarias, en 650 cilindros.

#### **DESCRIPCIÓN**

Esta tarea consiste en la extracción de la válvula del cilindro de GLP para eliminar la presión residual existente en el mismo, utilizando una herramienta manual de torque neumático, la que utiliza aire comprimido para su funcionamiento, como se muestra en la figura 3.2, esta herramienta debe ser posicionada en forma manual sobre la válvula de cada cilindro para poder retirarla.

**Figura 3.2.-** Tarea de extracción de válvulas.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Tabla 3.1.-** Procedimiento en la tarea de extracción de válvulas.

N°	SIMB.	PROCEDIMIENTO
1	○	Aflojar y extraer la válvula con la ayuda de pistola neumática de impacto.
2	○	Evacuar presión en cilindros.
3	▽	Almacenamiento previo a la inertización.

**Fuente:** (Eni Ecuador S.A., 2013, p. 30)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

## ***CONDICIONES DE SEGURIDAD***

El personal debe utilizar:

- Botas de seguridad con punta de acero
- Guantes de cuero
- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo PVC
- Protección respiratoria
- Protección auditiva
- Protección facial

## ***HERRAMIENTAS***

Máquina de torque neumático con un peso de 15Kg.

**Figura 3.3.-** Torque Neumático.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### ***PARAMETROS DE OPERACIÓN.***

La presión de trabajo del aire debe estar comprendido entre 87 PSI - 116 PSI.

Nivel de ruido de 95 – 100 dB.

### **3.5.3.- SITUACION INICIAL DEL PUESTO DE INERTIZACION DE CILINDROS.**

En la actualidad esta actividad se la realiza de forma manual, con la adopción de posturas forzadas, movimientos repetitivos y el levantamiento manual de cargas que exceden el límite permitido, debido a la utilización de la máquina de torque neumático, la misma que tiene un peso de 15Kg, siendo necesario la colocación de esta herramienta en la válvula de cada cilindro, situada en la parte superior, esta operación se repite en la totalidad de los 650 cilindros de GLP diarios aproximadamente, por un lapso de 1.5 horas aproximadamente.

Las posturas que adopta el trabajador para la realización de las diferentes tareas conllevan un elevado nivel de riesgo ergonómico, debido a las condiciones del sitio de trabajo, a la poca automatización del proceso y al espacio físico reducido en donde se almacenan los cilindros de GLP.

Todas estas condiciones ayudan a tener una alta probabilidad de aparición de trastornos musculoesqueléticos, a golpes y cortes debido a la manipulación de los cilindros de GLP, y a la aparición de afecciones al oído como consecuencia al elevado nivel de ruido existente por la utilización de la máquina de torque neumático.

### **3.5.4.- EVALUACION ERGONOMICA DE LA TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS.**

Los métodos de evaluación ergonómica nos ayudan a identificar y valorar los riesgos presentes en los puestos de trabajo, con el objetivo de analizar los resultados obtenidos y proponer medidas de acción a tomar para reducir los riesgos considerados como inaceptables, situándolos en niveles que no afecten a la salud del trabajador.

Es de gran importancia al realizar la evaluación ergonómica tomar en cuenta la mayor parte de los factores de riesgo a los que está expuesto el trabajador como, movimientos repetitivos, levantamiento manual de cargas, posturas forzadas, posturas estáticas, exigencia mental, condiciones ambientales, etc., en el caso ideal sería excelente el tomar en cuenta simultáneamente todos los factores de riesgo, pero eso resulta complejo debido a que se conoce poco sobre la importancia relativa de cada factor y sus interacciones, generalmente los métodos de evaluación ergonómica se enfocan en un determinado factor de riesgo a la vez, en nuestro caso el método que utilizaremos nos muestra el valor del riesgo ergonómico tanto en posturas forzadas, levantamiento de cargas y movimientos repetitivos.

#### **3.5.4.1.- METODO DE EVALUACION ERGONOMICA ERGO IBV.**

El método ERGO IBV perfeccionado por el Instituto de Biomecánica de Valencia basa el análisis ergonómico de las tareas de un puesto de trabajo diferenciando entre levantamiento manual de cargas, movimientos repetitivos y posturas forzadas, estas condiciones se pueden dar en una tarea, ya sea todas o una a la vez, para el análisis se utilizan diferentes módulos como:

- Módulo de Manipulación Manual de Cargas - MMC
- Módulo de Tareas Repetitivas
- Módulo de Posturas Forzadas

### **3.5.4.2.- MODULO MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS (MMC).**

El módulo de manipulación manual de cargas (MMC) nos ayuda a establecer el valor del riesgo de tipo ergonómico debido a levantamientos, transportes, empujes o arrastres de cargas (tareas simples) o mezclas de estas acciones (tareas múltiples), así como las medidas de prevención a tomar para minimizar el riesgo.

Una tarea simple que involucre un movimiento de levantamiento, se considera una manipulación manual de cargas, para su análisis hay que determinar el índice de riesgo.

Se debe considerar si existe control en el destino de la carga a levantarse, es decir cuando la distribución de la carga en el punto de destino debe realizarse con cierta precisión, o debe mantenerse suspendida en el aire antes de dejarla, o cuando hay que recolocarla, una vez dejada. En cambio, no se requiere control cuando se trata de objetos que se sueltan o se dejan caer, o cuando en el punto de destino basta con guiar el objeto sin demasiada precisión y sin mantenerlo suspendido inmediatamente antes de soltarlo. En caso afirmativo se debe calcular el riesgo en el origen y en el destino de la carga.

#### **3.5.4.2.1.- CALCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO POR MANIPULACION MANUAL DE CARGAS.**

El índice del riesgo es un valor representativo del nivel de riesgo asociado a la tarea. Se alcanza mediante la siguiente ecuación:

**Ecuación 3.1.-** Índice del riesgo por Movimiento manual de cargas.

$$INDICE DE RIESGO = \frac{Pc}{LPR}$$

**Fuente:** (Instituto de Biomecanica de Valencia, 2014, p. 55)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

En donde:

**Pc:** Peso de la carga a levantarse en Kg

**LPR:** Límite de peso recomendado en Kg.

### **3.5.4.2.2.- LÍMITE DE PESO RECOMENDADO (LPR)**

Corresponde a la carga que prácticamente cualquier trabajador sano (de la población considerada) puede levantar sin riesgo de sufrir trastornos de tipo musculo esquelético en la zona dorso lumbar de la espalda. Este valor se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

**Ecuación 3.2.-** Límite de peso recomendado.

$$LPR = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM * OM * PM * AT$$

**Fuente:** (Instituto de Biomecanica de Valencia, 2014, p. 15)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Donde:

**LC:** es el Peso de referencia.

**HM:** es el Factor horizontal.

**VM:** es el Factor vertical.

**DM:** es el Factor de desplazamiento vertical.

**AM:** es el Factor de asimetría.

**FM:** es el Factor de frecuencia.

**CM:** es el Factor de agarre.

**OM:** es el Factor de operación con 1 mano,

**PM:** es el Factor de operación entre 2 personas.

**AT:** es el Factor de tarea adicional.

Estos factores pueden tomar valores entre 0 y 1. El valor 1 del factor corresponde a un valor óptimo de la variable asociada. A medida que el valor de la variable se aleja de las condiciones, se reduce el valor del factor.

#### **3.5.4.2.3.- PESO DE REFERENCIA LC.**

El tipo de población considerada en el análisis afecta al valor del peso de referencia que se utilizará en el cálculo del riesgo, clasificándose en los siguientes tipos:

- **General**, si se trata de hombres adultos, el peso de referencia considerado es de 25Kg.
- **Mayor protección**, si la población expuesta son mujeres, trabajadores jóvenes o mayores, el peso de referencia considerado es de 15Kg.

#### **3.5.4.2.4.- FACTOR HORIZONTAL HM.**

El factor horizontal se determina mediante la siguiente ecuación:

**Ecuación 3.3.-** Factor horizontal.

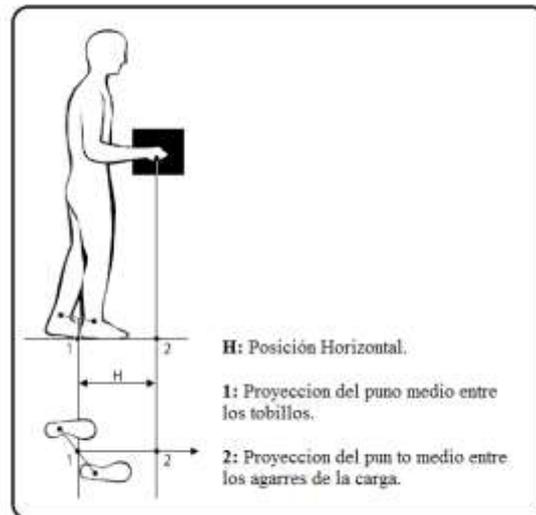
$$HM = \frac{25}{H}$$

**Fuente:** (INVASSAT-ERGO, 2013)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Donde H indica la distancia horizontal, en centímetros, que existe entre la proyección sobre el suelo del punto medio entre los agarres de la carga y el centro de la línea entre los tobillos. El valor máximo permitido para esta variable es de 63,5 cm ya que a partir de esta distancia horizontal es difícil mantener la carga sin perder el equilibrio.

**Figura 3.4.-** Posición horizontal (H) de la carga.



**Fuente:** (Instituto de Biomecánica de Valencia, 2014, p. 4.8).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### 3.5.4.2.5.- FACTOR VERTICAL VM.

El factor vertical se determina mediante la siguiente ecuación:

**Ecuación 3.4.-** Factor Vertical VM.

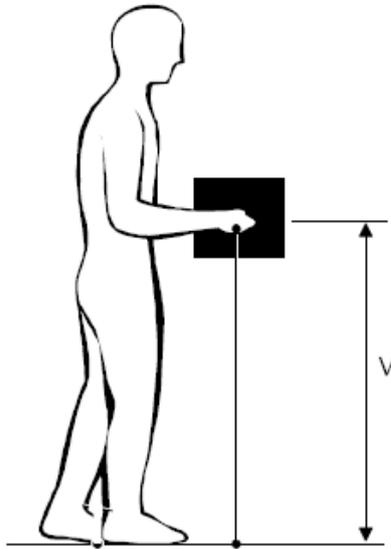
$$VM = 1 - [0.003 * (V - 75)]$$

**Fuente:** (INVASSAT-ERGO, 2013, p. 95)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Donde  $V$  indica la distancia vertical, en centímetros, entre el punto de agarre de la carga y el suelo. Esta variable debe medirse tanto en el origen (en el momento de coger la carga al iniciar el levantamiento) como en el destino (en el momento de soltar la carga al finalizar el levantamiento). La variable está limitada a valores entre 0 y 178 cm.

**Figura 3.5.-** Posición vertical  $V$  de la carga.



**Fuente:** (Instituto de Biomecánica de Valencia, 2014, p. 4.8).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.4.2.6.- FACTOR DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL DM.**

El desplazamiento vertical de una carga es la distancia que recorre la misma desde que se inicia el levantamiento hasta que finaliza la manipulación.

El factor de desplazamiento vertical  $DM$  se determina utilizando la siguiente tabla:

**Tabla 3.2.-** Factor de desplazamiento vertical DM.

Desplazamiento vertical	Factor corrección
Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0,91
Hasta 100 cm	0,87
Hasta 175 cm	0,84
Más de 175 cm	0

**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003, p. 26)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.4.2.7.- FACTOR DE ASIMETRÍA AM.**

El factor de asimetría indica el valor del giro del tronco que puede estimarse a partir del ángulo formado entre la línea que une los talones y la línea que une los hombros. Esta variable está limitada a valores entre 0 y 135°, se determina mediante la siguiente ecuación:

**Ecuación 3.5.-** Factor de Asimetría.

$$AM = 1 - (0.0032 * A)$$

**Fuente:** (INVASSAT-ERGO, 2013, p. 96)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Donde A indica el ángulo de giro del tronco, en grados.

**Figura 3.6.-** Ángulo de asimetría (giro del tronco)



**Fuente:** (Instituto de Biomecánica de Valencia, 2014, p. 4.9)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.4.2.8.- FACTOR DE FRECUENCIA FM.**

Para determinar el factor de frecuencia debemos definir la frecuencia de levantamiento y la duración de la tarea.

**Frecuencia de levantamiento:** La frecuencia indica el número de levantamientos que se realiza por minuto.

**Duración de la tarea:** Está compuesta tanto por un periodo de trabajo, considerado como el tiempo de trabajo continuado o ininterrumpido, y por periodos de recuperación que es el tiempo transcurrido entre dos periodos de trabajo en el que se descansa o se realizan tareas ligeras.

Tomando en cuenta la duración de estos periodos se definen tres opciones de duración de la tarea:

**Duración Corta:** Es aplicable cuando el periodo de trabajo es  $\leq 1$  hora y va seguido de un periodo de recuperación de al menos 1,2 veces el periodo de trabajo.

Por ejemplo, una tarea de levantamiento de cargas ininterrumpido en periodos de 45 minutos, seguidos de descansos (o tareas ligeras) de 1 hora puede ser considerada de corta duración, ya que se cumplen las dos condiciones (periodo de trabajo = 45 min., que es  $< 1$  hora; periodo de recuperación = 60 min., que es  $> 1,2 \times 45 = 54$  minutos). Ahora bien, si el periodo de trabajo es  $\leq 1$  hora pero el periodo de recuperación no cumple el límite anterior, deben sumarse las duraciones de los periodos de trabajo consecutivos, considerándolos como un único periodo a efectos de la duración.

**Duración Media:** Corresponde a un periodo de trabajo  $> 1$  hora pero  $\leq 2$  horas, y debe ir seguido de un periodo de recuperación de al menos 0,3 veces el periodo de trabajo.

Por ejemplo, en tareas con un periodo de trabajo de 1,5 horas es necesario un periodo de recuperación de al menos 27 minutos ( $90 \times 0,3 = 27$ ) para que el trabajo se considere de duración media. Cuando no se cumple la condición del mínimo periodo de recuperación, deben sumarse los periodos de trabajo consecutivos en un único periodo. Por ejemplo, dos periodos de trabajo de 90 minutos, separados entre ellos por 15 minutos de descanso, equivalen a un periodo de trabajo continuado de 180 minutos, que no debe ser considerado de duración media sino larga.

**Duración Larga:** Son las tareas con un periodo de trabajo  $> 2$  horas de duración y un máximo de 8 horas.

En la tabla 3.3 se muestra el factor de corrección por la frecuencia FM, utilizando los datos de frecuencia de levantamiento y duración de la tarea.

**Tabla 3.3.-** Factor de frecuencia FM.

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2 - 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,28	0,28	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores de V están en cm. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevaciones por minuto.

**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 1998, pág. 5)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Donde V indica la distancia vertical, en centímetros, entre el punto de agarre de la carga y el suelo.

#### 3.5.4.2.9.- FACTOR DE AGARRE CM.

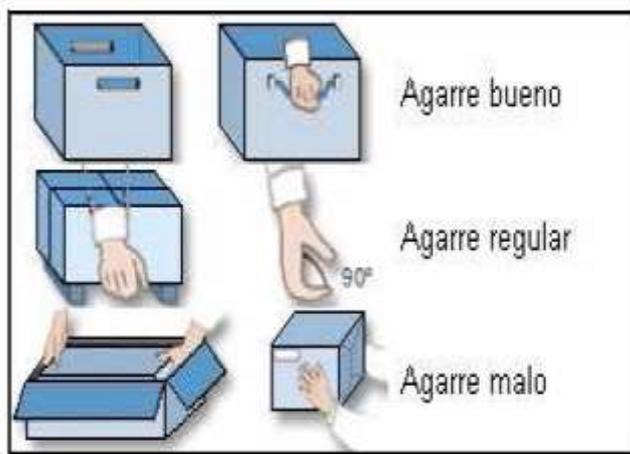
El factor de agarre depende del tipo de agarre de la carga a levantarse, este puede ser:

**Bueno.** Cuando la carga tiene asas u otro tipo de agarres con una forma y tamaño que permita un agarre cómodo con toda la mano, permaneciendo la muñeca en una posición neutra, sin desviaciones ni posturas desfavorables.

**Regular.** Cuando la carga tiene asas o hendiduras no tan optimas, que no permiten un agarre tan confortable como el anterior. También incluye las cargas sin asas que pueden sujetarse flexionando la mano 90° alrededor de la carga.

**Malo.** Cuando no se cumplen los requisitos anteriores.

**Figura 3.7.-** Tipo de Agarre.



**Fuente:** (Instituto de Biomecánica de Valencia, 2014, pág. 4.9)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

En la tabla 3.4 se muestra el valor del factor de agarre.

**Tabla 3.4.-** Factor de agarre CM.

Tipo de agarre	Factor de corrección
Agarre bueno	1
Agarre regular	0,95
Agarre malo	0,9

**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2003, p. 27)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.4.2.10.- FACTOR DE OPERACIÓN CON 1 MANO OM.**

El valor de este factor solo se toma en cuenta cuando se requiera realizar el movimiento de la carga con una sola mano. Toma los siguientes valores:

- Manipulación realizada con una sola mano:  $OM = 0.6$
- Manipulación realizada con las dos manos:  $OM = 1$

#### **3.5.4.2.11.- FACTOR DE OPERACIÓN ENTRE 2 PERSONAS PM.**

Este factor se valora si el manejo de la carga lo realizan dos personas. Aunque manejar una carga entre dos personas reduce el peso que soporta cada trabajador, esta operación supone problemas adicionales debidos a la dificultad de coordinar los movimientos y esfuerzos que ejercen ambas personas durante la manipulación.

- Manipulación realizada con una sola persona:  $PM = 1$ .
- Manipulación realizada con dos personas:  $PM = 0.85$ .

#### **3.5.4.2.12.- FACTOR DE TAREA ADICIONAL AT.**

Si el trabajador realiza otra tarea diferente a la manipulación manual de cargas que se está analizando que implique una demanda física apreciable, el factor toma los siguientes valores:

- Sin tarea adicional:  $AT = 1$
- Con tarea adicional:  $AT = 0.8$ .

### **3.5.4.2.13.- EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO EN MANIPILACION MANUAL DE CARGAS.**

El riesgo de lesión crece a medida que aumenta el Índice de riesgo, estableciéndose tres niveles de riesgo de trastorno musculo esquelético en la zona dorso lumbar de la espalda según su valor, cuya interpretación es la siguiente:

- **Riesgo aceptable (Índice  $\leq 1$ ).** La mayoría de trabajadores no debe tener problemas al ejecutar este tipo de tareas.
- **Riesgo moderado ( $1 < \text{Índice} < 1,6$ ).** En principio, las tareas de este tipo deben rediseñarse para reducir el riesgo. Bajo circunstancias especiales (por ejemplo, cuando las posibles soluciones de rediseño de la tarea no están lo suficientemente avanzadas desde un punto de vista técnico), pueden aceptarse estas tareas siempre que se haga especial énfasis en aspectos como la educación o entrenamiento del trabajador (por ejemplo, un conocimiento especializado en identificación y prevención de riesgos), el seguimiento detallado de las condiciones de trabajo de la tarea, el estudio de las capacidades físicas del trabajador y el seguimiento de la salud del trabajador mediante reconocimientos médicos periódicos.
- **Riesgo inaceptable (Índice  $\geq 1,6$ ).** Debe ser modificada la tarea.

### **3.5.4.2.14.- EVALUACIÓN INICIAL DEL RIESGO POR MANIPULACION MANUAL DE CARGAS EN LA TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS.**

El resultado del estudio realizado por la empresa MGO para la tarea de extracción de válvulas, muestra que el valor del riesgo es de 2.89, siendo este un Riesgo Inaceptable, lo que involucra un rediseño de la tarea, esto se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 3.5.-** Análisis del riesgo debido a Manipulación Manual de Cargas en la tarea de válvulas.

TAREA MÚLTIPLE		-		INFORME DE LA TAREA	
<b>SUBTAREA de LEVANTAMIENTO (detalle)</b>					
Subtarea	VÁLVULAS				
<b>VARIABLES</b>					
		Origen	Destino		
Duración	larga	Posición horizontal (cm)	63,5	Control en el destino	No
Peso de la carga (kg)	15,0	Posición vertical (cm)	115,0	Operación con 1 mano	No
Frecuencia (lev/min)	1,000	Ángulo de asimetría (°)	0,0	Operación entre 2 personas	No
		Tipo de agarre	bueno	Tarea adicional	Si
<b>CÁLCULOS</b>					
LC - Peso de referencia (kg) para la población considerada			25		
HM - Factor horizontal			0,39		
VM - Factor vertical			0,88		
DM - Factor de desplazamiento vertical			1,00		
AM - Factor de asimetría			1,00		
FM - Factor de frecuencia			0,75		
CM - Factor de agarre			1,00		
OM - Factor de operación con 1 mano			1,00		
PM - Factor de operación entre 2 personas			1,00		
AT - Factor de tarea adicional			0,80		
LPR - Limite de peso recomendado (kg) LPR = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM x OM x PM x AT			5,20		
Índice Peso de la carga / LPR			2,89		
<b>RIESGO de la SUBTAREA</b>					
Índice Simple (IS):	2,89	<b>Riesgo inaceptable</b>			

**Fuente:** (Grupo MGO, 2012, p. 12).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### **3.5.4.3.- MODULO DE MOVIMIENTOS REPETITIVOS.**

Este análisis nos ayudara a evaluar el riesgo debido a actividades repetitivas de los miembros superiores en ciclos de trabajo claramente definidos, con el fin de determinar el riesgo de lesión musculoesquelética en la zona del cuello-hombro y en la zona de la mano-muñeca. Para analizar el puesto de trabajo se debe identificar la siguiente información:

#### **3.5.4.3.1.- SUBTAREAS.**

Se deben definir las diferentes subtareas que integran la tarea del trabajador en su jornada laboral, tomando en cuenta los siguientes datos:

- **Exposición de la subtaska (%)**. Es el tiempo de exposición de la subtaska respecto al total de la tarea, expresado en tanto por cien (porcentaje de tiempo que ocupa la subtaska en la tarea). La suma de los porcentajes de exposición de todas las subtareas introducidas debe ser el 100% de la tarea; los periodos de descanso se toman en cuenta como una subtaska adicional.
  
- **Posturas**: Las que adopta el trabajador en la realización de la subtaska, determinando los siguientes datos:
  - ✓ Porcentaje del tiempo de exposición de cada postura.
  - ✓ Codificación de la postura de cuello, brazos, muñecas.
  - ✓ Intensidad del esfuerzo realizado por la mano.
  
- **Repetitividad de brazos**. Es la repetitividad de los movimientos de brazos en la subtaska, expresado como el número de repeticiones por minuto.

- **Repetitividad de manos:** Es la repetitividad de los movimientos de manos en la subtarea, expresado como el número de repeticiones por minuto.

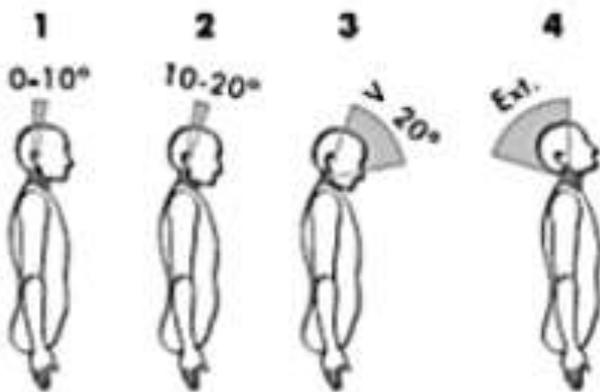
### 3.5.4.3.2.- POSTURA DEL CUELLO.

La tipificación de las posiciones para el cuello es:

*Flexión o extensión.* Especificar la posición del cuello mediante:

- Flexión 0-10°. Tomando el valor 1.
- Flexión 10-20°. Tomando el valor 2.
- Flexión > 20°. Tomando el valor 3.
- Extensión. Tomando el valor 4.

**Figura 3.8.-** Posturas de cuello.



**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, p. 2)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Se debe sumar 1 punto a la puntuación anterior si se da cual quiera de las siguientes posiciones del cuello (o ambas a la vez).

- **Inclinación lateral:** Cuando la inclinación lateral del cuello (a la derecha o a la izquierda) es apreciable.
- **Torsión:** Cuando el giro del cuello (en un sentido o en otro) es apreciable.

**Figura 3.9.-** Posturas con inclinación y torsión del cuello.



**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, p. 2)

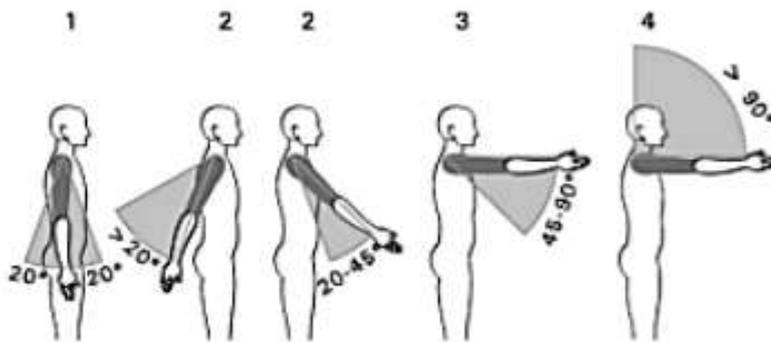
**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### 3.5.4.3.3.- POSTURA DE LOS BRAZOS

Para determinar el valor de la posición del brazo se utiliza el criterio:

- Posición entre 20° de extensión y 20° de flexión. Tomará el valor 1.
- Flexión 20-45°. Tomará el valor 2.
- Extensión > 20°. Tomará el valor 2.
- Flexión 45 -90°. Tomará el valor 3.
- Flexión > 90°. Tomará el valor 4.

**Figura 3.10.-** Codificación de la postura - Brazo.



**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, p. 3)

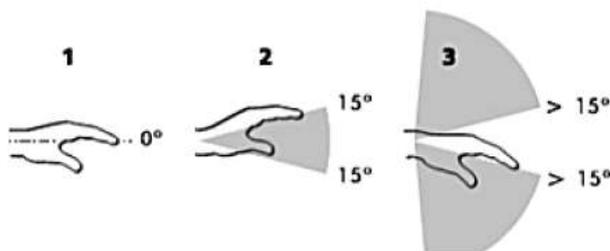
**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### 3.5.4.3.4.- POSTURA DE LAS MUÑECAS.

La posición que adoptan las muñecas se deben especificar de acuerdo a los siguientes criterios:

- Posición neutra (0°), no existe flexión ni extensión. Tomará el valor 1.
- Flexión o extensión < 15°. Tomará el valor 2.
- Flexión o extensión > 15°. Tomará el valor 3.

**Figura 3.11.-** Codificación de la postura - muñeca.



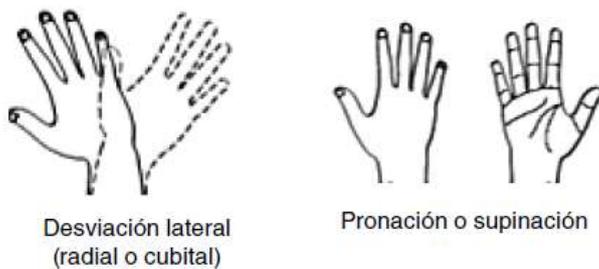
**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, p. 3)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Se debe sumar 1 punto a la puntuación anterior si se da cual quiera de las siguientes posiciones de la muñeca (o ambas a la vez)

- Desviación radial/cubital: Cuando sea apreciable
- Pronación/supinación: Cuando sea apreciable

**Figura 3.12.-** Postura de muñeca con desviación lateral, pronación o supinación.



**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, p. 3)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.4.3.5.- ESFUERZO DE LA MANO.**

De acuerdo al trabajo a realizar se debe especificar la intensidad del esfuerzo que realiza la mano, según el siguiente criterio:

- Tarea ligera (< 10% de la fuerza máxima). Tomará el valor 1.
- Tarea algo dura (10-30% de la fuerza máxima). Tomará el valor 3.
- Tarea dura (30-50% de la fuerza máxima). Tomará el valor 6.
- Tarea muy dura (50-80% de la fuerza máxima). Tomará el valor 9.
- Casi el máximo (> 80% de la fuerza máxima). Tomará el valor 13.

### 3.5.4.3.6.- CALCULO DEL ÍNDICE DE RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS.

Se deben calcular puntuaciones promedio de las posturas de los brazos, del cuello y de las muñecas, de la intensidad del esfuerzo de las manos y de la repetitividad de brazos y manos. Estas puntuaciones promedio se calculan a partir de la siguiente formula:

**Ecuación 3.6.-** Puntuación promedio de la variable A.

$$Puntuacion\ promedio\ de\ la\ variable\ A = \sum_{i=1}^N A_i * T_i$$

**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, p. 3)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

La ecuación anterior sirve para determinar el índice del riesgo para las posturas de los brazos, del cuello y de las muñecas, y para la intensidad del esfuerzo de las manos, en donde sus términos se refieren a:

N = Número de posturas de trabajo analizadas

A<sub>i</sub> = Puntuación de la variable A en la postura i

T<sub>i</sub> = Porcentaje de tiempo de la postura i (en tanto por uno)

En lo que refiere al cálculo del índice del riesgo para la repetitividad de brazos y manos, toman el siguiente significado:

N = Número de subtareas.

A<sub>i</sub> = Repeticiones/minuto en la subtarea i

T<sub>i</sub> = Porcentaje de tiempo de la subtarea i (en tanto por uno)

Los resultados obtenidos, tanto de la codificación de las posturas, como de la repetitividad de brazos y muñecas se deben evaluar en puntuaciones promedio en valores de 1, 2 o 3, para lo cual se utiliza la siguiente tabla:

**Tabla 3.6.-** Clasificación de puntuaciones promedio.

VARIABLE	CLASIFICACIÓN DE LAS PUNTUACIONES PROMEDIO		
	1	2	3
Postura de brazos	<1.17	1.17-1.6	>1.6
Postura de cuello	<1.42	1.42-2.44	>2.44
Repetitividad de brazos	≤7	>7	
Flexión/extensión de muñecas	≤ 2	>2	
Desviación lateral o pronación/supinación de muñecas <0.06	<0.06	0.06-0.42	>0.42
Repetitividad de manos	≤4	>4	
Intensidad del esfuerzo de la mano	1	1-2,8	>2.8

**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, p. 4)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Utilizando las puntuaciones promedio y las tablas siguientes, determinamos el nivel de riesgo de sufrir trastornos musculo esqueléticos, tanto a corto, medio y largo plazo, en la zona del cuello- hombro como en la zona mano- muñeca.

**TABLA 3.7.-** Riesgo en cuello-hombro.

NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO						
Riesgo a corto plazo						
Postura de brazos	1		2		3	
	Repetitividad de brazos					
Postura de cuello	1	2	1	2	1	2
1	1	1	1	2	2	3
2	2	2	2	3	3	4
3	2	3	3	4	3	4
Riesgo a medio plazo						
Postura de brazos	1		2		3	
	Repetitividad de brazos					
Postura de cuello	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	3
2	2	2	2	3	3	4
3	3	3	3	4	4	4
Riesgo a largo plazo						
Postura de brazos	1		2		3	
	Repetitividad de brazos					
Postura de cuello	1	2	1	2	1	2
1	2	2	2	2	3	3
2	2	3	3	4	3	3
3	3	4	4	4	4	4

**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, p. 4)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Tabla 3.8.-** Riesgo en mano-muñeca.

NIVEL DE RIESGO EN MANO-MUÑECA							
Intensidad del esfuerzo de la mano		1		2		3	
		Repetitividad de manos					
Desviación lateral o pronación/ supinación de muñecas	Flexión/extensión de muñecas	1	2	1	2	1	2
1	1	1	1	2	2	2	2
	2	1	2	2	2	2	2
2	1	2	2	3	3	3	3
	2	2	2	3	3	3	3
3	1	3	4	3	4	4	4
	2	4	4	4	4	4	4

**Fuente:** (Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009, p. 4)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### **3.5.4.3.7.- EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS**

Mediante las puntuaciones resultantes, se evalúan los niveles de riesgo de acuerdo al siguiente criterio:

- **Nivel 1:** Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.
- **Nivel 2:** Situaciones que pueden mejorarse pero en las que no es necesario intervenir a corto plazo.
- **Nivel 3:** Implica realizar modificaciones en diseño del puesto o en los requisitos impuestos por las tareas analizadas.
- **Nivel 4:** Implica prioridad de intervención ergonómica.

### **3.5.4.3.8.- EVALUACIÓN INICIAL DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS EN LA TAREA DE EXTRACCIÓN DE VÁLVULAS.**

En las tablas siguientes se muestran los datos involucrados en el cálculo del nivel de riesgo en la zona de cuello-hombro y mano-muñeca debido a movimientos repetitivos realizado por la Empresa MGO.

**Figura 3.13.-** Evaluación inicial del nivel del riesgo por Movimientos Repetitivos en la tarea de extracción de válvulas.

## Tareas Repetitivas

### INFORME DE LA TAREA

**IDENTIFICACIÓN**

Archivo: ambato.erg

Fecha: 18/10/2012

Tarea: MANTENIMIENTO DE BIDONES

Empresa: AMBATO

Observaciones:



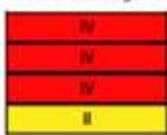
**DATOS**

Subtareas	Exposición (% del total tarea)	Repetitividad Brazos	Repetitividad Manos	Posturas - Tiempo (% del total subtask)
QUITAR VÁLVULA	6%	20 rep/min	0 rep/min	* Quitar válvula con máquina - 100,0 %

**POSTURAS**

Subtarea	Cuello	Brazos	Muñecas
QUITAR VÁLVULA	Flexión o extensión: Flexión >20°	Flexión o extensión: Flexión 45-90°	Flexión o extensión: Posición neutra (0°)
Postura - Tiempo (% del total subtask)	Inclinación lateral: No	Desviación radial/cubital: No	Desviación radial/cubital: No
Quit válvula con máquina - 100,0 %	Torsión: No	Pronación/supinación: No	Pronación/supinación: No
	Esfuerzo de la mano: Tarea dura (30-50% de la fuerza máxima)		

**RIESGO de la TAREA**

Zona del CUELLO-HOMBRO	a corto plazo	<b>Nivel de Riesgo</b> 	Evaluador (nombre y firma)
	a medio plazo		
	a largo plazo		
Zona de la MANO-MUÑECA		II	

**Interpretación del nivel de riesgo**

Nivel I	Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.
Nivel II	Situaciones que pueden mejorarse pero no es necesario intervenir de manera inmediata.
Nivel III	Situaciones que implican intervenir tan pronto como sea posible.
Nivel IV	Situaciones que implican intervenir inmediatamente.

**Fuente:** (Grupo MGO, 2012, p. 20).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Como se puede apreciar el nivel de riesgo en la tarea de extracción de válvulas en la zona cuello-hombro, tanto a corto, mediano y largo plazo tiene un valor de IV, lo que implica un rediseño inmediato del puesto de trabajo. En la zona de mano-muñeca muestra un nivel de riesgo de II, lo que implica que la tarea puede mejorarse pero no es necesario intervenir a corto plazo.

#### 3.5.4.4.- MODULO DE POSTURAS FORZADAS. [REBA].

El módulo está basado en el método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) de análisis postural, que es aplicable a una gran variedad de tareas, en las que se adoptan posturas inadecuadas de tronco, cuello, miembros superiores o inferiores, mediante la denominada puntuación REBA.

Agrupar el cuerpo en segmentos para ser codificados individualmente, y evalúa tanto las extremidades superiores, como el tronco, el cuello y las extremidades inferiores, es decir, divide el cuerpo en dos grupos:

- Grupo A para las piernas, tronco y cuello.
- Grupo B para brazos, antebrazos y muñecas.

**Figura 3.14.-** Grupos de miembros Método REBA.



**Fuente:** (Universidad Politecnica de Valencia, s.f.).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Para la aplicación de este módulo se seleccionan las posturas que se desea analizar por cada subtarea que realiza el trabajador; en general, se eligen las posturas de trabajo más frecuentes y/o más penosas a priori. Por cada postura analizada se requiere codificar la posición de los diferentes segmentos corporales del grupo A (tronco, cuello y piernas) y del grupo B (brazos, antebrazos y muñecas), así como la fuerza, el tipo de agarre y la actividad muscular que conlleva esa postura.

Esto permite obtener una puntuación REBA final que representa el nivel de riesgo de lesión musculo esquelética de la postura en cuestión y que implica un determinado nivel de acción para reducir dicho riesgo.

**Figura 3.15.-** Esquema de puntuaciones Método REBA.



**Fuente:** (Universidad Politecnica de Valencia, s.f.).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.4.4.1.- CODIFICACIÓN DE LA POSTURA GRUPO A (TRONCO, CUELLO, PIERNAS).

Se considera postura a una determinada combinación de la posición de la espalda, los brazos y las piernas junto con la fuerza realizada en dicha posición. La codificación se realiza de la siguiente forma:

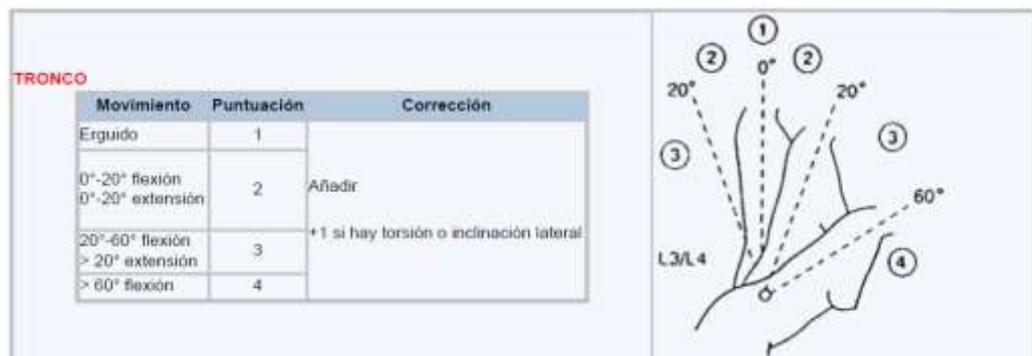
#### 3.5.4.4.1.1.- POSTURA DEL TRONCO.

Determinar la posición del tronco según los siguientes criterios:

- Erguido. Toma el valor de 1.
- Movimiento de flexión de 0° a 20°. Toma el valor de 2.
- Movimiento de extensión de 0° a 20°. Toma el valor de 2.
- Movimiento de flexión de 20° a 60°. Toma el valor de 3.
- Movimiento de extensión mayor a 20°. Toma el valor de 3.
- Movimiento de flexión mayor a 60°. Toma el valor de 4.

Se debe sumar 1 a la puntuación anterior si existe torsión o inclinación lateral.

**Figura 3.16.-** Codificación de la postura del Tronco.



**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001, p. 2).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

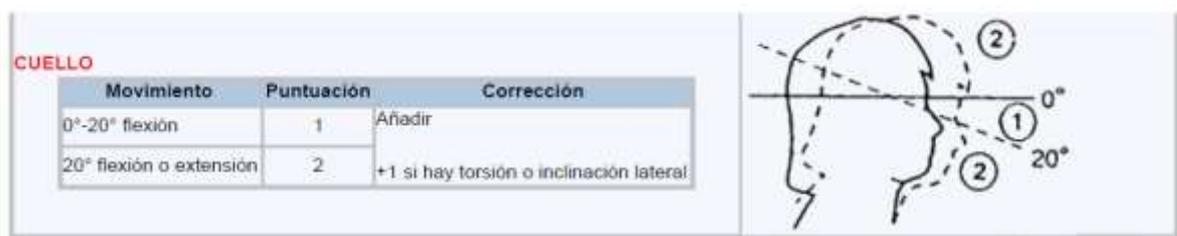
### 3.5.4.4.1.2.- POSTURA DEL CUELLO.

Determinar la posición del cuello según los siguientes criterios:

- Movimiento de flexión de 0° a 20°. Toma el valor de 1.
- Movimiento de flexión mayor a 20°. Toma el valor de 2.
- Movimiento de extensión mayor a 20°. Toma el valor de 2.

Se debe sumar 1 a la puntuación anterior si existe torsión o inclinación lateral.

**Figura 3.17.-** Codificación de la postura del Cuello.



**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001, p. 2).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.4.4.1.3.- POSTURA DE LAS PIERNAS.

Determinar la posición del cuello según los siguientes criterios:

- Posición con soporte bilateral (de pie con el peso simétricamente distribuido sobre ambas piernas), caminando o Sentado. Toma el valor de 1.
- Posición con soporte unilateral o postura inestable (incluye estar de pie con una de las piernas sin apoyo o apoyada ligeramente). Toma el valor de 2.

Si además existe:

- Flexión de rodilla(s) entre 30° a 60°. Se debe sumar 1.
- Flexión de rodilla(s) mayor a 60° (excepto sentado). Se debe sumar 2.

**Figura 3.18.-** Codificación de la postura de las piernas.

PIERNAS		
Posición	Puntuación	Corrección
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir + 1 si hay flexión de rodillas entre 30 y 60°
Soporte unilateral; soporte ligero o postura inestable	2	+ 2 si las rodillas están flexionadas más de 60° (salvo postura sedente)

**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001, p. 2).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### 3.5.4.4.1.4.- PUNTUACIÓN DEL GRUPO A.

Obtenida la puntuación tanto de tronco, cuello y piernas, las mismas se utilizan para determinar la puntuación del grupo A, utilizando la siguiente tabla:

**Tabla 3.9.-** Puntuaciones para el Grupo A.

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

**Fuente:** (Universidad Politecnica de Valencia, s.f.).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.4.4.1.5.- PUNTUACION A.

La puntuación A se obtiene a partir de la combinación de la puntuación del Grupo A con la puntuación debida a la carga manejada o a la fuerza aplicada, la misma que debe evaluarse siguiendo los siguientes criterios:

### 3.5.4.4.1.6.- FUERZA/CARGA.

Se debe evaluar la fuerza que se está aplicando o la carga que se está manejando, la misma que toma los siguientes valores:

- Menor de 5 kg. Toma el valor de 0.
- Entre 5Kg y 10Kg. Toma el valor de 1.
- Mayor de 10Kg. Toma el valor de 2.

Si además existe:

- Fuerza repentina o brusca (incluye la fuerza que se aplica rápida o bruscamente, como golpes, sacudidas, etc.). Se debe sumar 1.

**Figura 3.19.-** Codificación del tipo de carga/fuerza.

CARGA/FUERZA			
0	1	2	+1
inferior a 5 kg	5-10 kg	10 kg	instauración rápida o brusca

**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001, p. 4)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### **3.5.4.4.2.- CODIFICACIÓN DE LA POSTURA GRUPO B (BRAZOS, ANTEBRAZOS, MUÑECAS).**

En el análisis de la posición de los segmentos corporales del grupo B se puede tomar en cuenta tanto el lado derecho, el izquierdo o ambos, los mismos que se registra de acuerdo a las siguientes pautas:

#### **3.5.4.4.2.1.- POSTURA DEL BRAZO.**

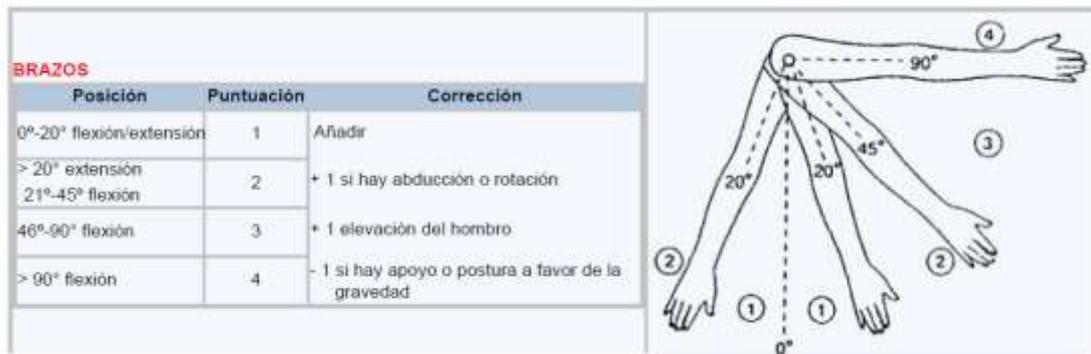
Determinar la posición del brazo según los siguientes criterios:

- Posición de flexión o extensión de 0° a 20°. Toma el valor de 1.
- Posición de extensión mayor a 20°. Toma el valor de 2.
- Posición de flexión entre 21° a 45°. Toma el valor de 2.
- Posición de flexión entre 46° a 90°. Toma el valor de 3.
- Posición de flexión mayor a 90°. Toma el valor de 4.

Si además existe:

- Si existe abducción (separación lateral respecto al cuerpo), o rotación de brazo. Se debe sumar 1.
- Si existe elevación del hombro. Se debe sumar 1.
- Brazo apoyado o a favor de la gravedad (incluye apoyar el brazo sobre una superficie, o bien mantener una postura forzada del brazo pero con ayuda de la gravedad debido a la posición del tronco; por ejemplo, tener el brazo 'colgando' verticalmente mientras el tronco está flexionado). Se debe restar 1.

**Figura 3.20.-** Codificación de la postura del brazo.



**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001, p. 3)

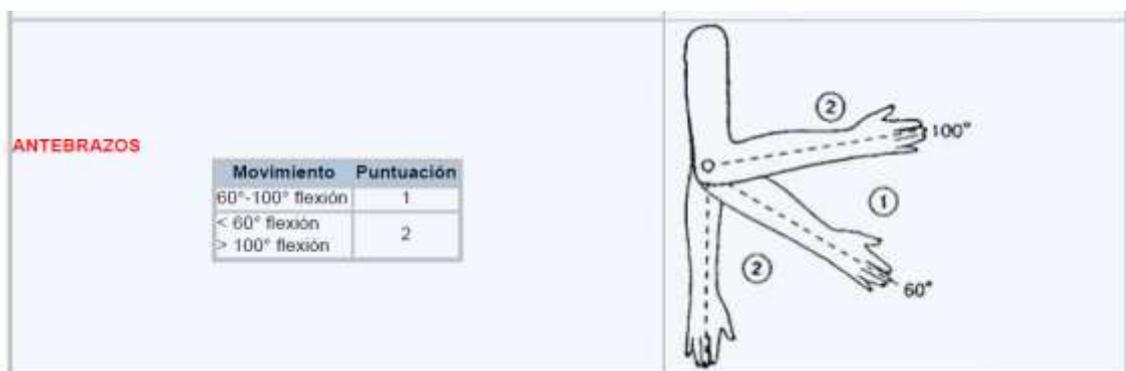
**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### 3.5.4.4.2.2.- POSTURA DEL ANTEBRAZO.

Determinar la posición del antebrazo según los siguientes criterios:

- Movimiento de flexión entre 60° a 100°. Toma el valor de 1.
- Movimiento de flexión mayor a 100°. Toma el valor de 2.
- Movimiento de flexión menor a 60°. Toma el valor de 2.

**Figura 3.21.-** Codificación de la postura del antebrazo.



**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001, p. 3)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.4.4.2.3.- POSTURA DE LA MUÑECA.

Determinar la posición de la muñeca según los siguientes criterios:

- Movimiento de flexión o extensión entre 0° a 15°. Toma el valor de 1.
- Movimiento de flexión o extensión mayor a 15°. Toma el valor de 2.

Si además existe:

- Torsión (incluye la pronación o la supinación). Se debe sumar 1.
- Desviación lateral (incluye la desviación radial o la cubital). Se debe sumar 1.

**Figura 3.22.-** Codificación de la postura de la muñeca.

MUÑECAS		
Movimiento	Puntuación	Corrección
0°-15°- flexión/ extensión	1	Añadir
> 15° flexión/ extensión	2	+ 1 si hay torsión o desviación lateral

**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001, p. 3)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.4.4.2.4.- PUNTUACIÓN DEL GRUPO B.

Obtenida la puntuación tanto del brazo, antebrazo y muñeca, las mismas se utilizan para determinar la puntuación del Grupo B, utilizando la siguiente tabla:

**Tabla 3.10.-** Puntuaciones para el Grupo B.

Brazo	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

**Fuente:** (Universidad Politecnica de Valencia, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### 3.5.4.4.2.5.- PUNTUACION B.

La puntuación B se obtiene a partir de la combinación de la puntuación del Grupo B con la puntuación debida al tipo de agarre de la carga manejada, La calidad del agarre de objetos con la mano aumentará la puntuación del Grupo B, lo que debe evaluarse siguiendo los siguientes criterios:

#### 3.5.4.4.2.6.- TIPO DE AGARRE.

De acuerdo al diseño de la carga manejada y de la facilidad que exista para su manipulación se debe evaluar el tipo de agarre de la carga que se maneja, tomando en cuenta las siguientes definiciones:

- **Agarre Bueno:** son los llevados a cabo con contenedores de diseño óptimo con asas o agarraderas, o aquellos sobre objetos sin contenedor que permitan un buen asimiento y en el que las manos pueden ser bien acomodadas alrededor del objeto. Toma el valor de 0.

- **Agarre Regular:** es el llevado a cabo sobre contenedores con asas a agarraderas no óptimas por ser de tamaño inadecuado, o el realizado sujetando el objeto flexionando los dedos 90°. Toma el valor de 1.
- **Agarre Malo:** El realizado sobre contenedores mal diseñados, objetos voluminosos a granel, irregulares o con aristas, y los realizados sin flexionar los dedos manteniendo el objeto presionando sobre sus laterales. Toma el valor de 2.
- **Agarre Inaceptable:** El realizado mediante un agarre manual incómodo, inseguro, sin asideros, o bien el agarre es inaceptable usando otra parte corporal. Toma el valor de 3.

**Figura 3.23.-** Codificación del tipo de agarre.

0 - Bueno	1- Regular	2 - Malo	3 - Inaceptable
Buen agarre y fuerza de agarre.	Agarre aceptable.	Agarre posible pero no aceptable.	Incómodo, sin agarre manual. Aceptable usando otras partes del cuerpo.

**Fuente:** (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2001, p. 4)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

En la figura siguiente se ejemplifican los diferentes tipos de agarre:

**Figura 3.24.-** Ejemplos de agarre.



**Fuente:** (Universidad Politecnica de Valencia, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.4.4.3.- PUNTUACION C.

Una vez obtenidas la puntuación A y la puntuación B, estas se utilizan para obtener la Puntuación C, utilizando la tabla 3.11.

**Tabla 3.11.-** Puntuación C.

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

**Fuente:** (Universidad Politecnica de Valencia, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.4.4.4.- PUNTUACION FINAL.

Finalmente, para obtener la puntuación final, la Puntuación C se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea. Los tres tipos de actividad considerados por el método no son excluyentes y por tanto la Puntuación Final podría ser superior a la Puntuación C hasta en 3 unidades.

#### 3.5.4.4.4.1.- TIPO DE ACTIVIDAD MUSCULAR.

Actividad muscular desarrollada se debe evaluar según lo siguiente:

- Estática (una o más partes corporales se encuentran estáticas; por ejemplo, se mantienen en la misma posición durante más de 1 minuto)

- Repetida (acciones que se repiten más de 4 veces por minuto, excepto caminar)
- Cambios posturales grandes y rápidos o base inestable (la acción origina cambios importantes y rápidos en la postura, o bien la acción se realiza sobre una superficie que es inestable).

**Tabla 3.12.-** Tipo de actividad muscular.

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1

**Fuente:** (Universidad Politecnica de Valencia, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.4.4.5.- EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO POR POSICIONES FORZADAS.**

El valor de la puntuación final obtenida será mayor cuanto mayor sea el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, indica riesgo muy elevado por lo que se debería actuar de inmediato. Se clasifican las puntuaciones en 5 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. Esto se muestra en la tabla siguiente:

**Tabla 3.13.-** Evaluación del nivel de riesgo método REBA.

Puntuación	Nivel	Riesgo	Actuación
1	0	Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1	Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2	Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

**Fuente:** (Universidad Politecnica de Valencia, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.4.4.6.- EVALUACIÓN INICIAL POR POSTURAS FORZADAS EN LA AREA DE EXTRACCION DE VALVULAS.**

En las tablas siguientes se muestran cálculo del nivel de riesgo debido a posturas forzadas realizado por la empresa MGO, del puesto de inertización, en la tarea de extracción de válvulas.

**Figura 3.25.-** Evaluación inicial del nivel del riesgo por posturas forzadas en la tarea de extracción de válvulas.

Posturas [REBA]

INFORME DE LA TAREA

DETALLE de la POSTURA

Subtarea:  Postura:  Frecuencia:

Observaciones (postura):  Referencia video:

Grupo A	Grupo B																
<p><b>TRONCO</b></p> <p>Flexión hasta 20° <input type="text" value=""/> <b>2</b></p> <p>Giro <input type="checkbox"/> Inclinación lateral <input type="checkbox"/></p> <p><b>CUELLO</b></p> <p>Flexión &gt; 20° <input type="text" value=""/> <b>2</b></p> <p>Giro <input type="checkbox"/> Inclinación lateral <input type="checkbox"/></p> <p><b>PIERNAS</b></p> <p>Soporte bilateral <input type="checkbox"/> <b>1</b></p> <p>Flex. rodilla 30-60° <input type="checkbox"/> +60° <input type="checkbox"/></p>	<p><b>BRAZO</b></p> <table style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Derecho</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Izquierdo</th> </tr> <tr> <td>Flexión 20-45° <input type="text" value=""/> <b>2</b></td> <td>Flexión 20-45° <input type="text" value=""/> <b>2</b></td> </tr> <tr> <td>Abduc. <input type="checkbox"/> Rotación <input type="checkbox"/></td> <td>Abduc. <input type="checkbox"/> Rotación <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Hombro elevado <input type="checkbox"/></td> <td>Hombro elevado <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Apoyado / a favor gravedad <input type="checkbox"/></td> <td>Apoyado / a favor gravedad <input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p><b>ANTEBRAZO</b></p> <p>Flexión &lt; 60° <input type="text" value=""/> <b>2</b></p> <p>Flexión &lt; 60° <input type="text" value=""/> <b>2</b></p> <p><b>MUÑECA</b></p> <table style="width: 100%;"> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">Derecho</th> <th style="width: 50%; text-align: center;">Izquierdo</th> </tr> <tr> <td>Flexión/Extensión 0-15° <input type="text" value=""/> <b>1</b></td> <td>Flexión/Extensión 0-15° <input type="text" value=""/> <b>1</b></td> </tr> <tr> <td>Giro <input type="checkbox"/> Desv. lateral <input type="checkbox"/></td> <td>Giro <input type="checkbox"/> Desv. lateral <input type="checkbox"/></td> </tr> </table>	Derecho	Izquierdo	Flexión 20-45° <input type="text" value=""/> <b>2</b>	Flexión 20-45° <input type="text" value=""/> <b>2</b>	Abduc. <input type="checkbox"/> Rotación <input type="checkbox"/>	Abduc. <input type="checkbox"/> Rotación <input type="checkbox"/>	Hombro elevado <input type="checkbox"/>	Hombro elevado <input type="checkbox"/>	Apoyado / a favor gravedad <input type="checkbox"/>	Apoyado / a favor gravedad <input type="checkbox"/>	Derecho	Izquierdo	Flexión/Extensión 0-15° <input type="text" value=""/> <b>1</b>	Flexión/Extensión 0-15° <input type="text" value=""/> <b>1</b>	Giro <input type="checkbox"/> Desv. lateral <input type="checkbox"/>	Giro <input type="checkbox"/> Desv. lateral <input type="checkbox"/>
Derecho	Izquierdo																
Flexión 20-45° <input type="text" value=""/> <b>2</b>	Flexión 20-45° <input type="text" value=""/> <b>2</b>																
Abduc. <input type="checkbox"/> Rotación <input type="checkbox"/>	Abduc. <input type="checkbox"/> Rotación <input type="checkbox"/>																
Hombro elevado <input type="checkbox"/>	Hombro elevado <input type="checkbox"/>																
Apoyado / a favor gravedad <input type="checkbox"/>	Apoyado / a favor gravedad <input type="checkbox"/>																
Derecho	Izquierdo																
Flexión/Extensión 0-15° <input type="text" value=""/> <b>1</b>	Flexión/Extensión 0-15° <input type="text" value=""/> <b>1</b>																
Giro <input type="checkbox"/> Desv. lateral <input type="checkbox"/>	Giro <input type="checkbox"/> Desv. lateral <input type="checkbox"/>																
<p><b>FUERZA / CARGA</b></p> <p>Tabla A <b>3</b></p> <p>&gt; 10 kg <input type="text" value=""/> <b>3</b></p> <p>Fuerza repentina o brusca <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>= <b>6</b></p> <p>Puntuación A <b>6</b></p>	<p><b>AGARRE</b></p> <p>Tabla B <b>2</b></p> <p>Bueno <input type="text" value=""/> <b>0</b></p> <p>= <b>2</b></p> <p>Puntuación B <b>2</b></p>																
<p><b>ACTIVIDAD</b></p> <p>Tabla C <b>6</b></p> <p>Estática (mantenida &gt; 1 min) <input type="checkbox"/></p> <p>Repetida (&gt; 4 veces/min) <input checked="" type="checkbox"/> <b>1</b></p> <p>Cambios posturales / base inestable <input type="checkbox"/></p> <p>= <b>7</b></p> <p><b>Puntuación REBA <b>7</b></b></p>																	
<p>Nivel de Riesgo <span style="background-color: #FFA500; padding: 2px 10px; font-weight: bold;">Medio</span></p> <p>Nivel de Acción <span style="border: 1px solid black; padding: 2px 10px;">Necesaria</span></p>																	

**Fuente:** (Grupo MGO, 2012, pág. 15).

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Como se puede apreciar el nivel de riesgo en la tarea de extracción de válvulas tienen un valor de 7, lo que implica un riesgo medio, siendo necesaria la actuación ergonómica.

### **3.5.5.- EVALUACION POR RIESGO FISICO POR RUIDO EN LA TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS.**

#### **3.5.5.3.- ESTUDIO DE NIVEL DE PRESION SONORA DEL AREA DE EXTRACCION DE VALVULAS.**

Como hemos mencionado la tarea de extracción de válvulas genera un alto nivel de presión sonora, lo cual implica una dosis mayor al permitido para una tarea, como se muestra en la tabla siguiente, en donde los datos son tomados del estudio realizado de ruido laboral por la empresa Ecuacoustics en el 2013, este estudio se muestra en el Anexo 5.

**Figura 3.26.-** Datos de nivel de presión sonora, dosis y tiempo permitido inicial en la tarea de extracción de válvulas.

<b>PARAMETRO</b>	<b>VALOR</b>
<b>Nivel de presión Sonora día</b>	93dB
<b>DOSIS</b>	1.3
<b>TIEMPO MAXIMO PERMITIDO</b>	0.8 horas

**Fuente:** (Ecuacoustics, 2013, p. 1/39)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova

Los valores de dosis fueron tomados utilizando un exposímetro personal y un sonómetro. El tiempo de exposición al ruido generado por el torque neumático es de alrededor de 1.5 horas con lo que, de acuerdo a los valores mostrados tenemos la siguiente interpretación.

- **Dosis > 1 (1.3 > 1).**- Existe Riesgo para el trabajador, el tiempo de exposición  $T_e$  es mayor al tiempo permitido  $T_p$ , es necesario realizar cambios en la tarea.
- **$T_e > T_p$  (1.5 horas > 0.8 horas).**- RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA: el trabajador está expuesto más tiempo del que puede.

Lo anterior muestra que los trabajadores que realizan la tarea de extracción de válvulas están expuestos a un elevado riesgo físico, lo que hace necesaria una intervención en la tarea, ya sea tomando medidas en la fuente, con medidas de ingeniería, en el medio de transmisión, instalando pantallas de aislamiento acústico, o en el receptor, dotando de equipos de protección personal como orejeras o taponea auditivos.

### **3.5.6.- RE-DISEÑO ERGONOMICO DE LA TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS.**

#### **3.5.6.1.- DIMENSIONES ANTROPOMETRICAS.**

La tarea de extracción de válvulas se lo realiza de pie, por lo que se tomaran las medidas antropométricas más significativas para esta posición, con el sujeto parado erecto, sin zapatos, mirando al frente, con el peso distribuido equitativamente en ambos pies y con los brazos a los lados en forma natural, estas se describen a continuación.

Las medidas antropométricas se tomaron a las personas que realizan la tarea de extracción de válvulas, en colaboración con el medico de planta, los resultados se detallan a continuación:

**Tabla 3.14.-** Medidas antropométricas del personal de inertización.

PERSONAS PUESTO DE INERTIZACION			MEDIDA ANTROPOMETRICA										
No.	NOMBRE	PESO (Kg)	ESTATURA (cm)	ALTURA OJOS DE PIE (cm)	ALTURA HOMBRO (cm)	ALTURA CODO-SUELO DE PIE (cm)	ANCHURA CODOS (cm)	ALCANCE MAXIMO HORIZONTAL (cm)	ALCANCE MAXIMO HORIZONTAL CON AGARRE (cm)	ALCANCE VERTICAL DE PIE AVP (cm)	DIAMETRO DE AGARRE (mm)	ZONA DE CONFORT VERTICAL (cm)	ANCHO DE LA PALMA (mm)
1	Guevara Fuentes Tobías Octaviano	69,5	166,5	156,5	137	104	82	85	77	205	20	46,5	92
2	Lluguay Paca Segundo	61,4	154,5	144,5	127,5	99	76	82,5	74,5	191	21	45	91
3	Muruzumbay Walter	76,4	169,5	158	141	109	79	85,5	75	209	20	48	93
4	Paca Segundo	61,8	157	147	129	100	70	79	70	191,5	20,3	43,5	93
5	Quispilema Luis Antonio	62,7	164	155	138	107	85,5	82,5	75	209	20	48	93

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Tabla 3.15.-** Percentiles 5 y 95 de las medidas antropométricas.

<b>MEDIDA ANTRÓPOMETRICA</b>	<b>MEDIA X</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR <math>\sigma</math></b>	<b>PERCENTIL 5 P(5)</b>	<b>PERCENTIL 95 P(95)</b>
<b>ESTATURA (cm)</b>	162,3	6,35	151,85	172,75
<b>ALTURA OJOS DE PIE (cm)</b>	152,2	6,05	142,25	162,15
<b>ALTURA HOMBRO (cm)</b>	134,5	5,92	124,77	144,23
<b>ALTURA CODO-SUELO DE PIE (cm)</b>	103,8	4,32	96,69	110,91
<b>ANCHURA CODOS (cm)</b>	78,5	5,92	68,77	88,23
<b>ALCANCE MAXIMO HORIZONTAL (cm)</b>	82,9	2,58	78,65	87,15
<b>ALCANCE MAXIMO HORIZONTAL CON AGARRE (cm)</b>	74,3	2,59	70,04	78,56
<b>ALCANCE VERTICAL DE PIE (cm)</b>	201,1	9,14	186,06	216,14
<b>DIAMETRO DE AGARRE (mm)</b>	20,3	0,43	19,55	20,97
<b>ZONA DE CONFORT VERTICAL (cm)</b>	46,2	1,96	42,98	49,42
<b>ANCHO DE LA PALMA (mm)</b>	92,4	0,89	90,93	93,87

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.6.2.- EQUIPOS PROPUESTOS.

#### 3.5.6.2.1.- MAQUINA DESATORNILLADORA 1.

Una de las opciones presentadas para realizar la tarea de extracción de válvulas es la máquina, de marca Pymes, que se muestra en la figura siguiente, la cual presenta las siguientes características

- El cabezal de accionamiento con manijas de manipulación.
- Los controles de accionamiento neumáticos.
- Sistema manual de sujeción del cilindro.

**Figura 3.27.-** Maquina desatornilladora 1.



**Fuente:** (PAM Systems Private Limited, s.f.)

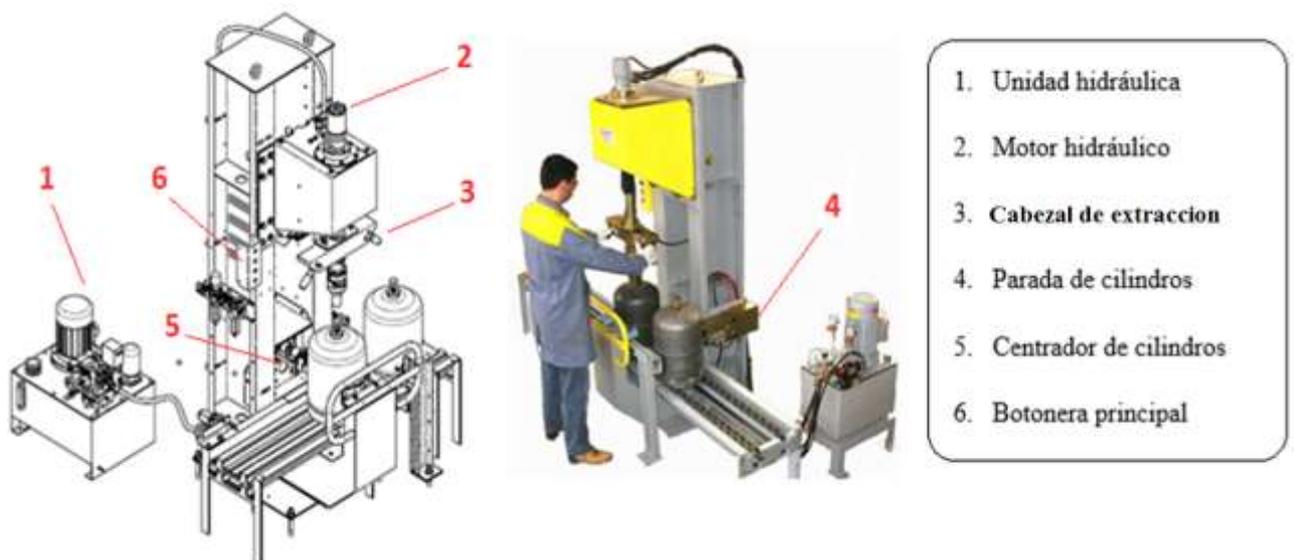
**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.6.2.2.- MAQUINA DESATORNILLADORA 2.

La máquina siguiente es una desatornilladora de válvulas semiautomática para cilindros de GLP, marca Siraga, la cual consta de una parte neumática, con cilindros accionados por aire comprimido, y una parte hidráulica encargada de proporcionar la fuerza necesaria para extraer la válvula del cilindro de GLP mediante un movimiento giratorio dado por un motor hidráulico.

En la figura siguiente se muestra un esquema de la máquina desatornilladora, en donde se muestran sus partes principales:

**Figura 3.28.-** Partes principales de la máquina desatornilladora de válvulas.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.6.2.3.- MATRIZ DE SELECCIÓN DE MAQUINARIA.

En las tablas siguientes se muestran la matriz de ponderación de opciones en las cuales se va a evaluar las máquinas:

**Tabla 3.16.-** Matriz de factores de ponderación.

MATRIZ DE FACTOR DE PONDERACION					FACTOR DE PONDERACION (FP)	
	Ca	Co	Se	Ergo	SUMA	
Calidad ( Ca )		10,00	1,00	1,00	12,00	0,27
Costo (Co)	0,10		0,10	10,00	10,20	0,23
Seguridad (Seg)	1,00	10,00		10,00	21,00	0,47
Ergonomia (Ergo)	1,00	0,10	0,10		1,20	0,03
<b>TOTAL</b>					<b>44,40</b>	

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

En las tablas siguientes se muestran la comparación de las opciones de Calidad, Costo, Seguridad y Ergonomía para las dos opciones.

**Tabla 3.17.-** Matriz de factores de ponderación.

Calidad	Maquina. Siraga	Maquina Pyme	SUMA	PESO DE LA OPCION (PO)
Maquina. Siraga		10,00	10,00	0,98
Maquina Pyme	0,20		0,20	0,02
<b>TOTAL</b>			<b>10,20</b>	
Costo	Maquina. Siraga	Maquina Pyme	SUMA	PESO DE LA OPCION (PO)
Maquina. Siraga		0,10	0,10	0,02
Maquina Pyme	5,00		5,00	0,98
<b>TOTAL</b>			<b>5,10</b>	
Seguridad	Maquina. Siraga	Maquina Pyme	SUMA	PESO DE LA OPCION (PO)
Maquina. Siraga		1,00	1,00	0,50
Maquina Pyme	1,00		1,00	0,50
<b>TOTAL</b>			<b>2,00</b>	
Ergonomia	Maquina. Siraga	Maquina Pyme	SUMA	PESO DE LA OPCION (PO)
Maquina. Siraga		10,00	10,00	0,99
Maquina Pyme	0,10		0,10	0,01
<b>TOTAL</b>			<b>10,10</b>	

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

La tabla siguiente muestra el puntaje final de cada máquina, en donde la opción seleccionada es la maquina desatornillador de marca Siraga, la cual tiene el mayor puntaje con un valor de 0.533.

**Tabla 3.18.-** Matriz de puntaje final.

	Calidad ( Ca )		Costo (Co)		Seguridad (Seg)		ERGONOMIA (Ergo)		PUNTAJE FINAL
	FP	PO	FP	PO	FP	PO	FP	PO	
Maquina. Siraga	0,27	0,98	0,23	0,02	0,47	0,50	0,03	0,99	0,533
	FP * PO	0,26	FP * PO	0,005	FP * PO	0,236	FP * PO	0,027	
Maquina Pyme	0,27	0,02	0,23	0,98	0,47	0,50	0,03	0,01	0,467
	FP * PO	0,01	FP * PO	0,225	FP * PO	0,236	FP * PO	0,0003	

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.6.3.- ESTUDIO DE LA MAQUINA DESATORNILLADORA SELECCIONADA.

#### 3.5.6.3.1.- UNIDAD HIDRÁULICA.

Consta de una bomba hidráulica accionada por un motor de 2.2 KW, el mismo que proporciona el torque necesario para desatornillar la válvula de los cilindros de GLP, el torque máximo es de 40 m/daN.

#### 3.5.6.3.2.- CABEZAL DE ACCIONAMIENTO.

El cabezal de accionamiento permite extraer la válvula de los cilindros de GLP, el mismo consta de un soporte móvil de accionamiento manual, soportado mediante cadenas, poleas y contrapesos, este cabezal nos permite colocar un acople mecánico giratorio sobre la válvula del cilindro de GLP para que mediante el accionamiento de un motor hidráulico extraer la válvula.

El cabezal de accionamiento consta de las siguientes partes constitutivas como se muestra en la figura siguiente:

**Figura 3.29.-** Cabezal de accionamiento.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

1. Soporte móvil
2. Sistema de contrapesos: el cual consta de cadenas poleas y pesas.
3. Manijas de manipulación

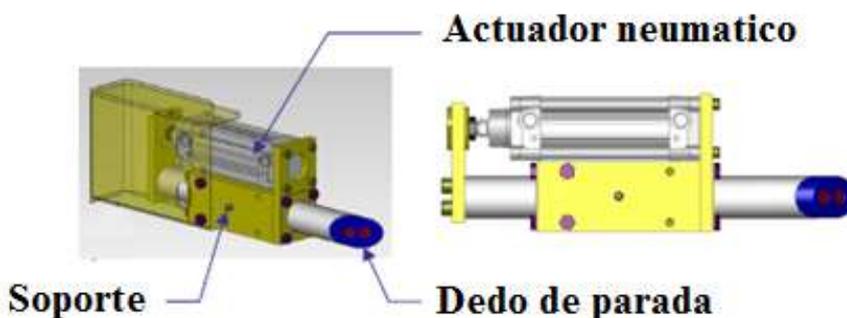
4. Botón de seguridad y desatornillamiento: los cuales permiten el accionamiento del giro del motor hidráulico, estos botones se deben presionar al mismo tiempo.
5. Botón de apertura de centrador y dedo de parada.
6. Acople mecánico.
7. Eje giratorio.
8. Motor hidráulico.

### 3.5.6.3.3.- PARADA DE CILINDROS

El sistema de parada de cilindros consta de un soporte de guía en donde se encuentra un eje de acero, denominado dedo de parada, el cual se extiende o retrae mediante la acción de un actuador neumático, con el fin de detener o permitir el paso de los cilindros de GLP hacia el cabezal de extracción de la maquina desatornilladora.

El accionamiento del dedo de parada lo realiza el operador presionando el botón denominado “ABRIR CENTRADOR.”

**Figura 3.30.-** Parada de cilindros.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### 3.5.6.3.4.- CENTRADOR DE CILINDROS

El centrador de cilindros tiene como finalidad detener al cilindro de GLP exactamente bajo el cabezal de extracción para que el operador pueda extraer la válvula.

En la figura siguiente se muestra las partes constitutivas del centrador de cilindros, este es accionado mediante un actuador neumático presionando el botón denominado “ABRIR CENTRADOR.”

**Figura 3.31.-** Centrador de cilindros.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### 3.5.6.3.5.- PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.

Los cilindros de GLP a los cuales se les va a extraer la válvula se encuentran en el transportador de cadenas al ingreso de la máquina desatornilladora, estos cilindros se encuentran detenidos por la acción del sistema de parada de cilindros.

**Figura 3.32.-** Cilindros en cola esperando ingreso a la máquina desatornilladora.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

El operador de la maquina es quien desactiva el sistema de parada de cilindros presionando el pulsador ABRIR CENTRADOR, el sistema de parada de cilindros deja pasar un cilindro de GLP a la vez, bloqueando el paso automáticamente de los demás cilindros.

**Figura 3.33.-** Cabezal de extracción.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

El cilindro de GLP liberado, sigue su camino hacia el centrador de cilindros, el cual se acciona de forma automática mediante un final de carrera neumático, deteniendo el cilindro de GLP, quedando listo para que el operador utilizando el cabeza de extracción móvil, retire la válvula del cilindro, presionando al mismo tiempo los pulsadores de SEGURIDAD y DESATORNILLAMIENTO, accionando el motor hidráulico.

Una vez retirada la válvula esta se deposita en un recipiente para su recolección, el operador presiona el botón marcado como ABRIR CENTRADOR y el proceso se repite nuevamente con un nuevo cilindro de GLP.

#### **3.5.6.4.- ANALISIS ERGONOMICO DE LA MAQUINA DESATORNILLADORA.**

A continuación se detallara las principales medidas ergonómicas tomadas en cuenta para la selección de la máquina desatornilladora, tomando como referencia las medidas antropométricas de los operadores de la misma mostradas en la tabla 3.18.

##### **3.5.6.4.1.- ZONA DE ALCANCE DE LOS MIEMBROS SUPERIORES.**

###### **3.5.6.4.1.1.- ZONA DE ALCANCE HORIZONTAL.**

Como se puede apreciar en la tabla 3.16, el valor del percentil 5 tanto en lo que se refiere al alcance máximo horizontal, como al alcance óptimo con el brazo flexionado son de:

**Tabla 3.19.-** Limites de alcance horizontal y alcance óptimo.

MEDIDA ANTROPOMETRICA	PERCENTIL 5 P <sub>5</sub> (cm)	LIMITES DE ALCANCE HORIZONTAL (cm)	
		NPT 242	FARLEY
ALCANCE MAXIMO HORIZONTAL	78,65	55 a 65	67.3
ALCANCE OPTIMO (ZONA DE CONFORT)	42,98	35 a 45	39.4

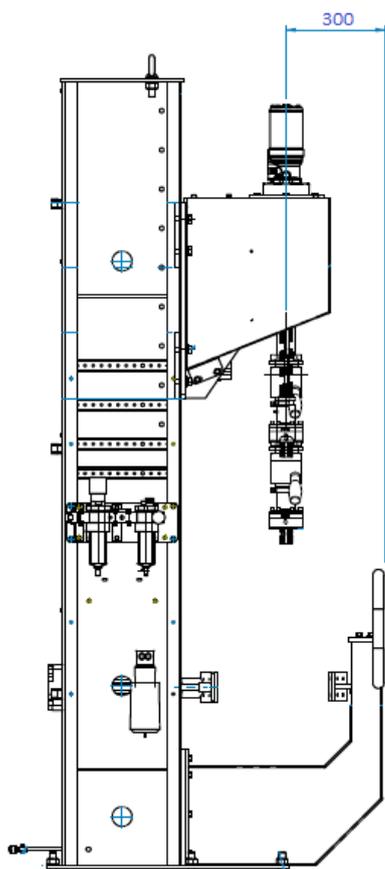
**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Como se puede apreciar en la tabla anterior, se muestran los límites para el alcance horizontal, tanto en la NPT 242, de la INSHT, como los desarrollados por Farley, en donde se muestra que la medidas antropométricas de los usuarios de la maquina desatornilladora están dentro de las medidas limite recomendadas por las normas antes mencionadas.

En la figura siguiente se muestra la distancia que existe entre el cabezal de accionamiento y la zona en la que se ubica el trabajador, este valor es de 30cm, lo que según las medidas antropométricas del percentil 5 y las normas mostradas en la tabla 3.17, esta se encuentra dentro de los límites del diseño, tanto para el alcance horizontal máximo, como para la zona de confort.

**Figura 3.34.-** Distancia horizontal al cabezal de extracción.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Como se puede apreciar en la tabla siguiente, en lo referente al alcance máximo horizontal con agarre tanto en el percentil 5 y percentil 95 son de:

**Tabla 3.20.-** Alcance horizontal con agarre.

<b>MEDIDA</b>	<b>PERCENTIL 5</b>	<b>PERCENTIL 95</b>
<b>ANTROPOMETRICA (cm)</b>	<b>P(5)</b>	<b>P(95)</b>
<b>ALCANCE MAXIMO HORIZONTAL CON AGARRE</b>	70,04	78,56

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Siendo la distancia hacia el cabezal de accionamiento de 30cm, como se muestra en la figura 3.34, lo que muestra que esta distancia es menor al valor del alcance máximo con agarre tano en los percentiles 5 y 95 de los operadores de la maquina desatornilladora.

#### **3.5.6.4.2.- ZONA DE ALCANCE VERTICAL.**

Una posición adecuada del brazo nos ayuda a minimizar los trastornos musculo esqueléticos, debido a posiciones forzadas, para esto es importante que los planos de trabajo se encuentren entre la altura del codo y la altura de los hombros, con el objetivo de que la posición del brazo, no sea mayor a 90°.

En la maquina desatornilladora tenemos dos posiciones de trabajo, como se muestran en las figuras 3.35 y 3.36, estas dos posiciones de trabajo son las que adopta el trabajador durante la extracción de válvulas, la primera posición tiene como altura desde el piso hasta el cabezal de extracción 150 cm, cuando el mismo se encuentra arriba, y la segunda posición cuando el cabezal de extracción se encuentra abajo, sobre el cilindro de GLP, con una altura de 135 cm.

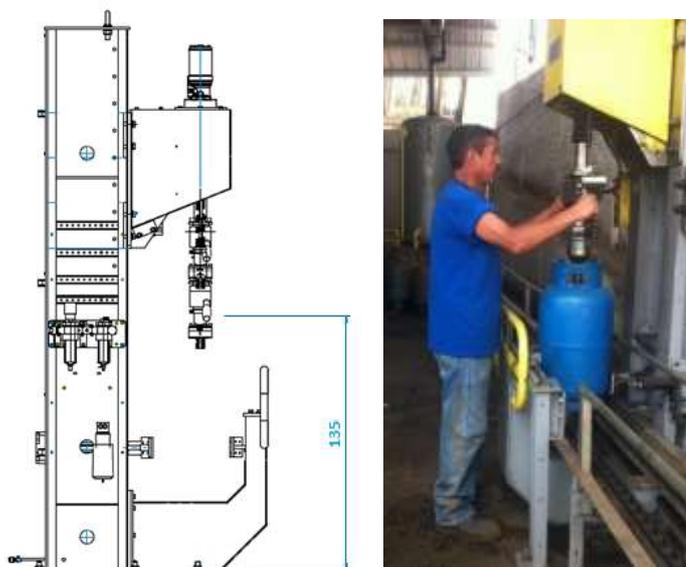
**Figura 3.35.-** Posición con el cabezal de extracción arriba.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Figura 3.36.-** Posición con el cabezal de extracción abajo.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Siendo la primera posición, con una altura de 150 cm, la que tiene un mayor riesgo, ya que involucra una mayor flexión del brazo, mayor a 90° para las personas con una altura hombro-suelo menor, comprendidas bajo el percentil 5, es necesaria la implementación de un soporte inferior, tomando en cuenta el valor promedio de los valores de la altura del hombro-suelo, en la tabla siguiente se muestran los valores máximo, mínimo y promedio.

**Tabla 3.21.-** Medidas máximos, mínimos promedios de altura de hombro.

<b>MEDIDA ANTROPOMETRICA (cm)</b>	<b>MAXIMO</b>	<b>MINIMO</b>	<b>PERCENTIL 50 P(50)</b>
<b>ALTURA HOMBRO-SUELO</b>	141,0	127,5	137

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

La altura del soporte inferior será de 13cm, que es la diferencia entre la altura de primera posición de 150cm, con el valor del percentil 50 de 137cm. Ya que la altura de la segunda posición es menor a 150cm, la implementación de la tarima será suficiente para reducir el riesgo ergonómico en ambas posiciones de trabajo.

**Figura 3.37.-** Soporte Inferior.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.6.4.3.- ERGONOMÍA DEL CABEZAL DE EXTRACCIÓN.

El cabezal de extracción como se ha descrito, es la parte móvil de la maquina desatornilladora, este se encuentra conformado por manijas de soporte y pulsadores neumáticos, los mismos que comandan el accionamiento tanto del giro de la herramienta de extracción como la apertura del centrador y parada de cilindros de GLP.

En la figura siguiente se ilustran las medidas del cabezal de extracción.

**Figura 3.38.-** Medidas del cabezal de extracción.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Tomando en cuenta las medidas del cabeza de extracción y las medidas antropométricas, se muestra en la tabla siguiente, de acuerdo al percentil 95, el cabezal de la maquina desatornilladora se adapta ergonómicamente a los usuarios de la misma.

**Tabla 3.22.-** Comparación de medidas del cabezal de extracción con medidas antropométricas.

<b>MEDIDA ANTROPOMETRICA</b>	<b>PERCENTIL 95 P(95)</b>	<b>MEDIDAS CABEZAL DE EXTRACCION</b>	<b>CRITERIO DE ACEPTACION</b>
<b>ANCHURA CODOS (cm)</b>	84,8	59cm (ancho total)	El ancho del cabezal es menor al P(95)
<b>DIAMETRO DE AGARRE (mm)</b>	32,86	30mm (diámetro manija)	El diámetro de la manija es menor al P(95)
<b>ANCHO DE LA PALMA (mm)</b>	93	120mm (largo de manija)	El largo de la manija es mayor al P(95)

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

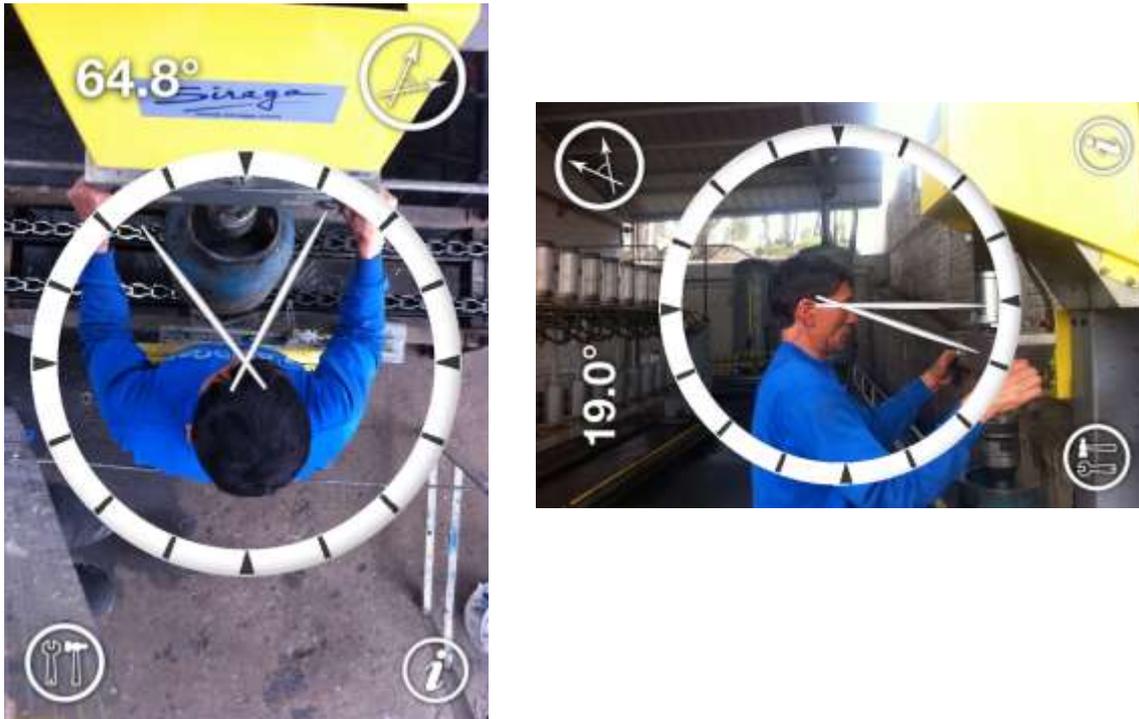
#### **3.5.6.4.4.- CAMPOS VISUALES DEL CABEZAL DE EXTRACCION.**

El cabezal de extracción cumple con los requerimientos para los ángulos máximos visuales, tanto en el eje vertical como en el eje horizontal.

Se observa que en el plano horizontal los botones de control del cabezal de extracción se encuentran en un ángulo de 64.8 grados, que está dentro del campo visual máximo con movimiento de los ojos pero sin movimiento de la cabeza, el cual está definido por un ángulo visual de 60° o 70°.

Se observa que en el plano vertical la operación se encuentra en un ángulo de 19 grados, que está dentro del campo óptimo de 15° con respecto a la línea media vertical.

**Figura 3.39.-** Ángulo visual en el eje horizontal y vertical.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### **3.5.6.5.- EVALUACION FINAL DEL RIESGO POR LEVANTAMIENTO DE CARGAS.**

Aplicando el método que se detalla en el módulo de movimiento manual de cargas MMC, evaluamos el riesgo del levantamiento del cabezal de extracción de la maquina desatornilladora. Los datos del análisis se muestran a continuación:

**Figura 3.40.-** Análisis final de riesgo ergonómico por Manipulación Manual de Cargas.

ANALISIS DEL RIESGO DE MANIPULACION MANUAL DE CARGAS					
SUBTAREA	EXTRACCION DE VALVULAS		Fecha	10/08/2016	
TIPO DE SUBTAREA	LEVANTAMIENTO		Proceso	INERTIZACION DE CILINDROS	
VARIABLES					
			Origen	Destino	
Duracion	Larga	Posicion horizontal (cm)	47,0	0,0	Control en el destino
Peso de la carga (Kg)	5,0	Posicion vertical (cm)	150,0	135,0	Operación con 1 mano
Frecuencia (lev/min)	5,0	Angulo de asimetria	0,0		Operación entre dos personas
		Tipo de agarre	Bueno		Tarea dicional
					No
CALCULOS					
LC - Peso de referencia (kg)	25				
HM - Factor horizontal	0,53				
VM - Factor vertical	0,775				
DM - Factor de desplazamiento vertical	1				
AM - Factor de asimetria	1				
FM - Factor de frecuencia	0,35				
CM - Factor de agarre	1				
OM - Factor de operación con 1 mano	1				
PM - Factor de operación entre 2 personas	1				
AT - Factor de tarea adicional	1				
LPR - Limite de peso recomendado (Kg)	3,61				
LPR = LCxHMxVMxDMxAMxFMxCMxOMxPMxAT					
INDICE	1,39				
Peso de la carga / LPR					
RIESGO DE LA SUBTAREA					
INDICE DEL RIESGO	1,39		RIESGO MODERADO		
INTERPRETACION DEL NIVEL DE RIESGO					
<b>RIESGO ACEPTABLE</b>	Índice ≤ 1	La mayoría de trabajadores no debe tener problemas al ejecutar este tipo de tareas.			
<b>RIESGO MODERADO</b>	1 < Índice < 1,6	Las tareas de este tipo deberían rediseñarse para reducir el riesgo. Bajo circunstancias especiales pueden aceptarse siempre que se haga especial énfasis en aspectos como la educación o entrenamiento del trabajador, el seguimiento detallado de las condiciones de trabajo de la tarea, el estudio de las capacidades físicas del trabajador y el seguimiento de la salud del trabajador mediante reconocimientos médicos periódicos.			
<b>RIESGO INACEPTABLE</b>	Índice ≥ 1,6	Debe ser modificada la tarea.			

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

En la figura anterior se puede apreciar que del análisis del riesgo por Manipulación Manual de Cargas, el valor es de 1.39, lo que implica un Riesgo Moderado.

Se puede observar el análisis de los diferentes factores que intervienen en el cálculo del índice del riesgo debido a manipulación manual de cargas en el anexo 2.

### **3.5.6.6.- EVALUACION FINAL DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS.**

La tarea de extracción de válvulas como hemos analizado está compuesta de dos posiciones, con el cabezal de extracción arriba, y con el cabezal de extracción abajo, las mismas ocupan el 50% del tiempo total cada una, de estas posiciones la de cabezal abajo es la que conlleva un mayor riesgo debido al esfuerzo que se debe realizar para mantener el cabezal sobre la válvula de cada cilindro de GLP, los resultados del análisis son:

Zona cuello-hombro.

- A corto plazo: Nivel I.
- A mediano Plazo: Nivel II.
- A largo Plazo: Nivel II.

Zona mano-muñeca.

- A corto plazo: Nivel II.

Se puede observar el análisis de los diferentes factores que intervienen en el cálculo del índice del riesgo debido a movimientos repetitivos en el anexo 3.

En la figura siguiente se muestran los valores usados en la evaluación.

Figura 3.41.- Análisis final de riesgo ergonómico por movimientos repetitivos.

ANÁLISIS DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS																																																													
SUBTAREA PROCESO	EXTRACCIÓN DE VALVULAS INERTIZACIÓN DE CILINDROS	FECHA TIPO DE RIESGO	10 de agosto de 2018 MOVIMIENTO REPETITIVO																																																										
DATOS																																																													
Repetitividad en Brazos (rep/min)	6,0	POSICION																																																											
Repetitividad en Manos (rep/min)	0,0	Retirar válvula del cilindro de GLP con desatomizadora, posición de cabezal abajo																																																											
		% del tiempo																																																											
		50%																																																											
ANÁLISIS																																																													
POSTURAS			Puntuación de posición	Puntuación promedio	Clasificación																																																								
CUELLO	Flexión o extensión	Flexión 10°-20°	2	1	1																																																								
	Inclinación lateral	NO																																																											
	Torción	NO																																																											
BRAZOS	Flexión o extensión	Flexión 45 -90°	3	1,5	2																																																								
MUÑECAS	Flexión o extensión	Posición neutra 0°	1	0,5	1																																																								
	Desviación radiocubital	NO																																																											
	Pronación/supinación	NO																																																											
	Esfuerzo de la mano	Tarea algo dura (10-30% de la fuerza máxima)																																																											
REPETITIVIDAD			Puntuación de posición	Puntuación promedio	Clasificación																																																								
Repetitividad en brazos (rep/min)			6,0	3	1																																																								
Repetitividad en manos (rep/min)			0,0	0	1																																																								
EVALUACION DEL RIESGO																																																													
NIVEL DE RIESGO EN LA ZONA CUELLO - HOMBRO																																																													
Postura de brazos	2	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO</th> </tr> <tr> <th colspan="6">Riesgo a corto plazo</th> </tr> <tr> <th>Postura de brazos</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Postura de cuello</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Repetitividad de brazos</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>				NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO						Riesgo a corto plazo						Postura de brazos	1	2	3	4	5	Postura de cuello	1	1	1	1	1	Repetitividad de brazos	1	1	1	1	1		2	2	2	2	2		3	3	3	3	3		4	4	4	4	4		5	5	5	5	5	CALIFICACION	RIESGO A CORTO PLAZO
NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO																																																													
Riesgo a corto plazo																																																													
Postura de brazos	1	2	3	4	5																																																								
Postura de cuello	1	1	1	1	1																																																								
Repetitividad de brazos	1	1	1	1	1																																																								
	2	2	2	2	2																																																								
	3	3	3	3	3																																																								
	4	4	4	4	4																																																								
	5	5	5	5	5																																																								
Postura de cuello	1	1	NIVEL I																																																										
Repetitividad de brazos	1																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO</th> </tr> <tr> <th colspan="6">Riesgo a medio plazo</th> </tr> <tr> <th>Postura de brazos</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Postura de cuello</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Repetitividad de brazos</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>						NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO						Riesgo a medio plazo						Postura de brazos	1	2	3	4	5	Postura de cuello	1	1	1	1	1	Repetitividad de brazos	1	1	1	1	1		2	2	2	2	2		3	3	3	3	3		4	4	4	4	4		5	5	5	5	5	CALIFICACION	RIESGO A MEDIO PLAZO
NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO																																																													
Riesgo a medio plazo																																																													
Postura de brazos	1	2	3	4	5																																																								
Postura de cuello	1	1	1	1	1																																																								
Repetitividad de brazos	1	1	1	1	1																																																								
	2	2	2	2	2																																																								
	3	3	3	3	3																																																								
	4	4	4	4	4																																																								
	5	5	5	5	5																																																								
						2	NIVEL II																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO</th> </tr> <tr> <th colspan="6">Riesgo a largo plazo</th> </tr> <tr> <th>Postura de brazos</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Postura de cuello</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Repetitividad de brazos</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>						NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO						Riesgo a largo plazo						Postura de brazos	1	2	3	4	5	Postura de cuello	1	1	1	1	1	Repetitividad de brazos	1	1	1	1	1		2	2	2	2	2		3	3	3	3	3		4	4	4	4	4		5	5	5	5	5	CALIFICACION	RIESGO A LARGO PLAZO
NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO																																																													
Riesgo a largo plazo																																																													
Postura de brazos	1	2	3	4	5																																																								
Postura de cuello	1	1	1	1	1																																																								
Repetitividad de brazos	1	1	1	1	1																																																								
	2	2	2	2	2																																																								
	3	3	3	3	3																																																								
	4	4	4	4	4																																																								
	5	5	5	5	5																																																								
						2	NIVEL II																																																						
NIVEL DE RIESGO EN LA ZONA MANO-MUÑECA																																																													
Intensidad esf. Mano	2	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">NIVEL DE RIESGO EN MANO-MUÑECA</th> </tr> <tr> <th colspan="6">Intensidad del esfuerzo en la mano</th> </tr> <tr> <th>Desviación lateral/pronación/supinación</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Flexión/extension muñeca</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Repetitividad manos</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td></td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td></td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>				NIVEL DE RIESGO EN MANO-MUÑECA						Intensidad del esfuerzo en la mano						Desviación lateral/pronación/supinación	1	2	3	4	5	Flexión/extension muñeca	1	1	1	1	1	Repetitividad manos	1	1	1	1	1		2	2	2	2	2		3	3	3	3	3		4	4	4	4	4		5	5	5	5	5	CALIFICACION	RIESGO A CORTO PLAZO
NIVEL DE RIESGO EN MANO-MUÑECA																																																													
Intensidad del esfuerzo en la mano																																																													
Desviación lateral/pronación/supinación	1					2	3	4	5																																																				
Flexión/extension muñeca	1	1	1	1	1																																																								
Repetitividad manos	1	1	1	1	1																																																								
	2	2	2	2	2																																																								
	3	3	3	3	3																																																								
	4	4	4	4	4																																																								
	5	5	5	5	5																																																								
Desviación lateral/pronación/supinación	1	NIVEL II																																																											
Flexión/extension muñeca	1																																																												
Repetitividad manos	1																																																												
INTERPRETACION DEL NIVEL DE RIESGO																																																													
NIVEL I	Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.																																																												
NIVEL II	Situaciones que pueden mejorarse pero en las que no es necesario intervenir a corto plazo.																																																												
NIVEL III	Implica realizar modificaciones en diseño del puesto o en los requisitos impuestos por las tareas analizadas.																																																												
NIVEL IV	Implica prioridad de intervención ergonómica.																																																												

Fuente: Ing. Ángel Córdova.

Elaborado por: Ing. Ángel Córdova.

### **3.5.6.7.- EVALUACION FINAL DEL RIESGO POR POSTURAS FORZADAS.**

En la evaluación del riesgo por posturas forzadas se ha considerado que tanto el lado izquierdo y derecho tienen la misma posición, el valor del riesgo es de 4, lo que implica un RIESGO MEDIO, se hace necesaria una intervención ergonómica.

Se puede observar el análisis de los diferentes factores que intervienen en el cálculo del índice del riesgo debido a posturas forzadas en el anexo 4.

Los valores de la evaluación son los mostrados en la figura siguiente:

**Figura 3.42.- Análisis final de riesgo ergonómico por movimientos posturas forzadas.**

ANÁLISIS DEL RIESGO POR POSTURAS FORZADAS											
SUBTAREA				EXTRACCION DE VALVULAS				FECHA		10 de agosto de 2016	
PROCESO				INERTIZACION DE CILINDROS							
ANÁLISIS											
GRUPO A					GRUPO B						
<b>TRONCO</b>					<b>BRAZO</b>						
Erguido					Posición de flexión entre 46° a 90°						
Giro		No		Inclinación lateral		No		1			
					Derecho		Izquierdo				
					Abduccion		Si		Rotacion		
					Hombro elevado		No		Apoyado a favor		
					4		4		4		
					Abduccion		Si		Rotacion		
					Hombro elevado		No		Apoyado a favor		
					4		4		4		
<b>CUELLO</b>					<b>ANTEBRAZO</b>						
Movimiento de flexión de 0° a 20°					Movimiento de flexión entre 60° a 100°						
Giro		No		Inclinación lateral		No		1			
					1		1				
<b>PIERNAS</b>					<b>MUÑECA</b>						
Posición con soporte bilateral caminando o Sentado					Movimiento de flexión o extensión entre 0° a 15°						
Flexión de		No		Flexión de rodilla(s)		No		1			
					1		1				
					1		1				
<b>TABLA A</b>					<b>TABLA B</b>						
FUERZA / CARGA					AGARRE						
Entre 5Kg y 10Kg					Bueno						
1					+						
Fuerza repentina o brusca					0						
No					=						
PUNTUACION A					PUNTUACION B						
2					4						
<b>TABLA C</b>											
ACTIVIDAD											
Estática mantenida mas 1 min,		No		+							
Repetida + 4 rep/min		Si		1							
Cambios posturales/base inestable		No		=							
PUNTUACION REBA					MEDIO						
4					ES NECESARIA LA ACTUACION						
INTERPRETACION DEL NIVEL DE RIESGO											
INAPRECIABLE		Índice = 1		NO ES NECESARIA LA ACTUACION							
BAJO		Índice 2 - 3		PUEDE SER NECESARIA LA ACTUACION							
MEDIO		Índice 4 - 7		ES NECESARIA LA ACTUACION							
ALTO		Índice 8 - 10		ES NECESARIA LA ACTUACION CUANTO ANTES							
MUY ALTO		Índice 11 - 15		ES NECESARIA LA ACTUACION DE INMEDIATO							

Fuente: Ing. Ángel Córdova.

Elaborado por: Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.7.- EVALUACION FINAL DEL RIESGO FISICO POR RUIDO.

Para la evaluación del riesgo por ruido luego de la implementación de la maquina extractora tomaremos como referencia las mediciones de ruido industrial realizadas por la PUCE en noviembre del 2016, en donde nos dan los valores de presión sonora diaria.

Estas mediciones se las realizaron junto a la maquina desatornilladora, siendo los valores los mostrados a continuación:

**Tabla 3.23.-** Medidas de Ruido industrial 2016.

Parámetros analizados:

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	NORMA <sup>NI</sup>	OBSERVACIONES
	<b>RUIDO Y EMISIONES</b>					
1	Ruido de la Fuente	ISO 1996.2 / CP-PEE-R001	dB (A)	72,7	NA	
1	Ruido Nivel de Presión Sonora (día)	ISO 1996.2 / CP-PEE-R001	dB (A)	72,7	85,0	CUMPLE
NA	Tipo de medición (C o F)		NA	FLUCTUANTE	NA	
NA	Hora de medición		Horas	12H10	NA	
NA	Tipo de Zona según el Uso de suelo		NA	N/A	NA	
NA	Ubicación de la fuente (N,S,E,O)		NA	N/A	NA	
NA	Tiempo de emisión por día		Horas	8	NA	
NA	Ruido Limite Máximo	ISO 1996.2 / CP-PEE-R001	dB (A)	84,8	NA	
NA	Ruido Limite Mínimo	ISO 1996.2 / CP-PEE-R001	dB (A)	62,5	NA	
NA	Coordenadas Longitud RE WGS 84	CP-PEE-TM006	UTM WGS 84	762980	NA	
NA	Coordenadas Latitud RE WGS 84	CP-PEE-TM006	UTM WGS 84	9852507	NA	

**Fuente:** (Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016, p. 3)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Tomando como referencia la ecuación 3.7, determinamos el tiempo máximo permitido  $T_p$  utilizando el Nivel de Presión sonora medido que es de 72.5dB(A):

$$T_p = 8 * 2^{\frac{85 - NPS_{EQ\ MEDIDO}}{5}}$$

$$T_p = 8 * 2^{\frac{85 - 72.5}{5}}$$

$$T_p = 45.25 \text{ horas}$$

Una vez obtenido el valor del tiempo permitido, calculamos la dosis tomando en cuenta que la exposición comienza con el inicio de la jornada a las 7:00 y termina a las 13:00, lo que

nos da un tiempo de exposición  $T_e$  de 6 horas, entonces la dosis usando la ecuación 1.1 sería de:

$$Dosis\ de\ Ruido = \frac{Tiempo\ de\ exposicion}{Tiempo\ permitido} = \frac{T_e}{T_p}$$

$$Dosis\ de\ Ruido = \frac{6\ horas}{45.25\ horas}$$

$$Dosis\ de\ Ruido = 0.13$$

Los resultados y la interpretación del riesgo debido al ruido se ilustran en la tabla siguiente:

**Tabla 3.24.-** Resultados de la evaluación final de riesgo físico por ruido.

PARÁMETRO	VALOR	INTERPRETACIÓN
<b>Tiempo de exposición vs Tiempo de permitido</b>	$T_e < T_p$ 6 horas < 45.25 horas	<b>NO EXISTE RIESGO PARA EL TRABAJADOR</b> , el tiempo de exposición $T_e$ es menor al tiempo permitido $T_p$ .
<b>Dosis</b>	$D < 1$ 0.13 < 1	<b>SIN RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA</b> : la dosis de ruido diaria al que está expuesto el trabajador no tiene riesgo de pérdida auditiva.

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### **3.5.8.- MEDIDAS ORGANIZATIVAS.**

Con el objetivo de prevenir la aparición de lesiones musculo esqueléticas, se implementan medidas organizativas dirigidas al personal involucrado en la tarea de extracción de válvulas, tales como: pausas activas, rotación de personal, cambio de tarea y capacitación.

#### **3.5.8.1.- PAUSAS ACTIVAS.**

Las pausas activas son descansos breves durante la jornada laboral, destinadas a que las personas recuperen energías y así conseguir un desempeño laboral más eficiente, las pausas activas constan de diferentes técnicas y ejercicios que contribuyen a reducir la fatiga laboral y prevenir trastornos musculo esqueléticos.

Para los trabajadores que realizan la tarea de extracción de válvulas las pausas activas están compuestas por ejercicios de calentamiento, antes de iniciar el trabajo, como por ejercicios de estiramiento de cuello, hombros, mano, muñeca y piernas, con una duración no mayor a 10 minutos, siguiendo el siguiente cronograma:

**Tabla 3.25.-** Planificación de pausas activas en la tarea de extracción de válvulas.

<b>HORARIO DE PAUSAS ACTIVAS Y PASIVAS EN LA TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS</b>	
<b>HORA</b>	<b>DESCRIPCION</b>
<b>7:00 a 7:10</b>	Pausa activa: Ejercicios de calentamiento
<b>9:00 a 9:15</b>	Pausa pasiva: Refrigerio
<b>11:30 a 11:40</b>	Pausa activa: Ejercicios de estiramiento

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

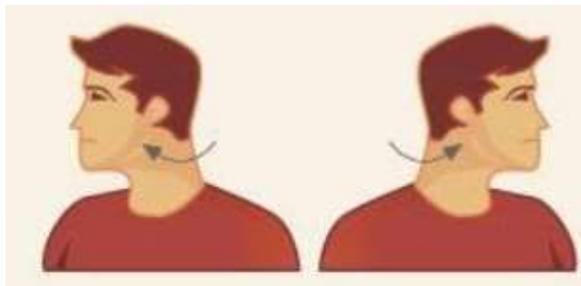
Los ejercicios a realizarse en las pausas activas están dirigidas a reducir el riesgo tanto en el cuello, hombros, manos y muñecas, además por tratarse de una tarea que se realiza en posición de pie, se realizaran ejercicios enfocados a las piernas.

### **3.5.8.1.1.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO**

#### **3.5.8.1.1.1.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA EL CUELLO.**

Gire su cabeza hacia su lado derecho hasta el mentón quede en la misma dirección de su hombro, mantenga esta posición durante 5 segundos, luego repita el mismo movimiento en su lado izquierdo. Realice 5 repeticiones de este ejercicio.

**Figura 3.43.-** Ejercicio de calentamiento para el cuello.

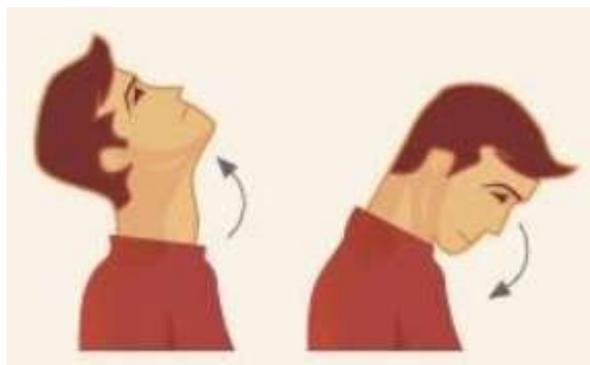


**Fuente:** (Pinterest, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Incline su cabeza hacia atrás permanezca 5 segundos en esta posición, luego baje la cabeza mirando hacia el suelo con movimientos lentos y suaves, mantenga esta posición por 5 segundos. Repetir 5 veces este ejercicio.

**Figura 3.44.-** Ejercicio de calentamiento para el cuello.



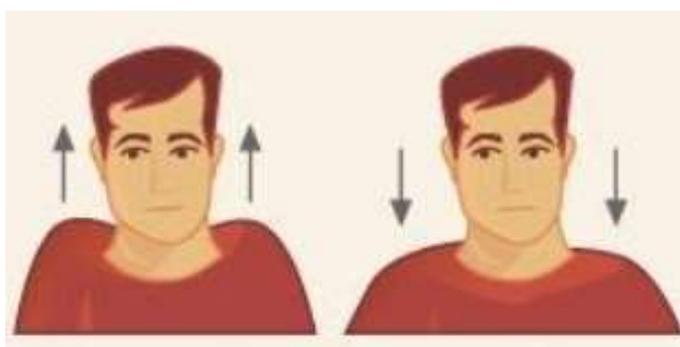
**Fuente:** (Pinterest, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.8.1.1.2.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA LOS HOMBROS.**

Eleve los hombros lo que más pueda y sostenga esta posición durante 15 segundos, baje los hombros y realice 5 repeticiones de este ejercicio.

**Figura 3.45.-** Ejercicio de calentamiento para los hombros.



**Fuente:** (Pinterest, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Con un movimiento circular de los hombros de adelante hacia atrás. Realice 5 repeticiones de este ejercicio.

**Figura 3.46.-** Ejercicio de calentamiento para los hombros.



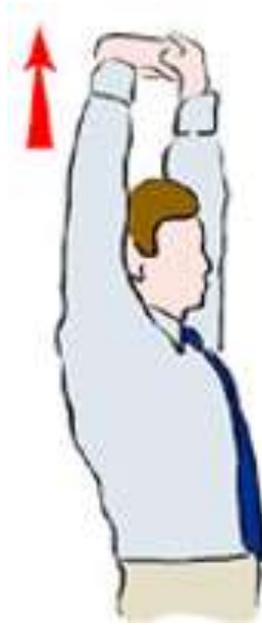
**Fuente:** (Pinterest, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.8.1.1.3.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA LOS BRAZOS.**

De pie y con la espalda recta, cruce los brazos por detrás de la cabeza, juntando sus manos, llévelo los brazos hacia arriba. Sostenga esta posición durante 15 segundos. Baje los brazos y repita el ejercicio por 5 veces.

**Figura 3.47.-** Ejercicio de calentamiento para los brazos.



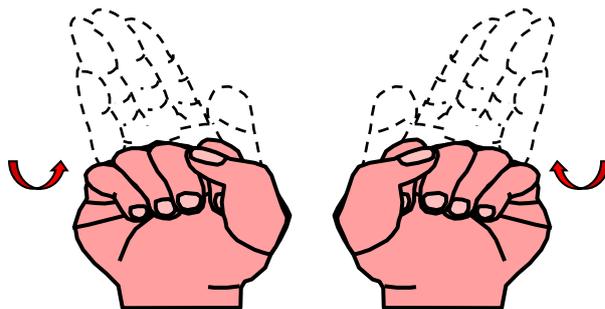
**Fuente:** (Sistema de Gestion de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.8.1.1.4.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA LAS MANOS Y MUÑECA.**

Con las palmas de las manos hacia arriba, abra y cierre los dedos. Esto se debe repetir 10 veces.

**Figura 3.48.-** Ejercicio de calentamiento para las manos.



**Fuente:** (Sistema de Gestion de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Realice círculos con las manos, hacia un lado y luego al otro, Repita 3 veces en cada lado.

**Figura 3.49.-** Ejercicio de calentamiento para las muñecas.



**Fuente:** (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.8.1.1.5.- EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA LAS PIERNAS Y TOBILLOS**

Suba la rodilla derecha con dirección al pecho, sostenga con las manos por 10 segundos, cambie de pierna y repita el ejercicio. Realizar 5 veces por cada pierna.

**Figura 3.50.-** Ejercicio de calentamiento para las piernas.



**Fuente:** (Pinterest, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Apoyando la punta del pie sobre el piso, realice tres rotaciones de tobillo hacia la izquierda y tres hacia la derecha, con cada pie.

**Figura 3.51.-** Ejercicio de calentamiento para los tobillos.



**Fuente:** (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### **3.5.8.1.2.- EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO.**

#### **3.5.8.1.2.1.- EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO PARA EL CUELLO.**

Utilizando de la mano lleve la cabeza hacia un lado como si tocara el hombro con la oreja hasta sentir una leve tensión. Sostenga durante 15 segundos y realícelo hacia el otro lado.

**Figura 3.52.-** Ejercicio de estiramiento para cuello.



**Fuente:** (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.8.1.2.2.- EJERCICIOS DE ETIRAMIENTO PARA LOS HOMBROS.

Enlace las manos por atrás de la espalda, con las palmas en dirección hacia el interior, tire suavemente hacia arriba. Sostenga durante diez segundos, Realice tres repeticiones.

**Figura 3.53.-** Ejercicio de estiramiento para hombros.

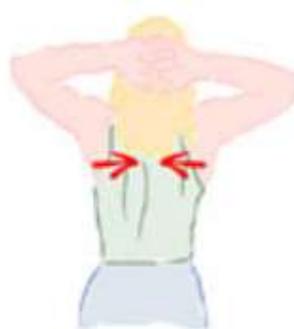


**Fuente:** (Sistema de Gestion de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Con los dedos entrelazados tras la cabeza, mantenga los codos estirados hacia el exterior con la parte superior del cuerpo erguida, trate de acercar los omoplatos uno contra el otro. Sostenga durante diez segundos. Repita tres veces.

**Figura 3.54.-** Ejercicio de estiramiento para hombros.



**Fuente:** (Sistema de Gestion de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.8.1.2.3.- EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO PARA LOS BRAZOS.

Lleve el brazo derecho por atrás de la cabeza y toque la espalda con su mano, coloque el brazo izquierdo sobre el codo realizando presión hacia abajo, Cambie hacia el lado opuesto. Realice 3 repeticiones de cada lado.

**Figura 3.55.-** Ejercicio de estiramiento para los brazos.

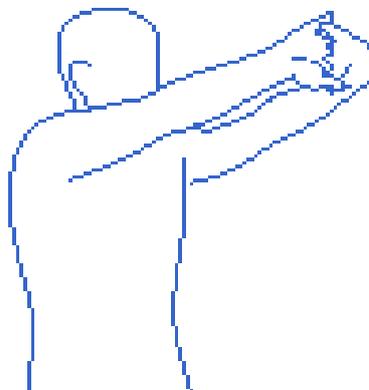


**Fuente:** (Sistema de Gestion de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

De pie, con los brazos extendidos y las manos entrelazadas, elevarlas hacia el lado derecho a la altura de los hombros, sostener por diez segundos y cambiar hacia el otro lado. Repetir tres veces.

**Figura 3.56.-** Ejercicio de estiramiento para los brazos.



**Fuente:** (Sistema de Gestion de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

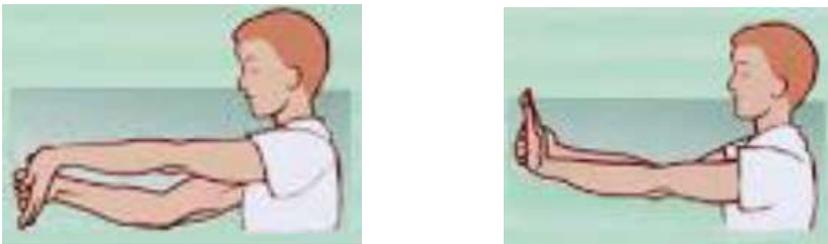
**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### 3.5.8.1.2.4.- EJERCICIOS PARA LAS MANOS Y MUÑECA.

Estire el brazo izquierdo colocando la palma de la mano hacia arriba, sujete con la mano derecha la mano izquierda y estírela hacia abajo, mantenga la posición por 3 segundos.

Estire el brazo izquierdo colocando la palma de la mano hacia abajo, sujete con la mano derecha la mano izquierda y estírela hacia arriba, mantenga la posición por 3 segundos. Repita estos ejercicios para la mano derecha.

**Figura 3.57.-** Ejercicio de estiramiento para las manos y muñecas.



**Fuente:** (Sistema de Gestion de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Junte las palmas de las manos e inclínelas hacia la izquierda, luego al centro y finalmente a la derecha. Repita el ejercicio por 20 veces.

**Figura 3.58.-** Ejercicio de estiramiento para las manos y muñecas.



**Fuente:** (Sistema de Gestion de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.8.1.2.5.- EJERCICIOS PARA LAS PIERNAS.

De pie, lleve la rodilla derecha al pecho, sostenga por diez segundos con las manos y cambie de pierna. Ahora, lleve la pierna derecha hacia atrás sostenida por la mano derecha, tratando de tocar el glúteo derecho, por diez segundos.

**Figura 3.59.-** Ejercicio de estiramiento para las piernas.



**Fuente:** (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Flexione la rodilla derecha (aprox. 90°) y extienda la pierna izquierda atrás manteniéndola recta, apoyando todo el peso sobre la pierna flexionada. Sostenga por diez segundos y cambie de lado.

**Figura 3.60.-** Ejercicio de estiramiento para las piernas.



**Fuente:** (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Realice balanceo de pies punta - talón. Repita tres veces.

**Figura 3.61.-** Ejercicio de estiramiento para los talones.



**Fuente:** (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, s.f.)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### 3.5.8.2.- ROTACIÓN DE PERSONAL

Para la tarea de extracción de válvulas se han conformado 3 grupos de trabajo, de los cuales están integrados por 2 personas cada uno, de la siguiente manera:

**Tabla 3.26.-** Grupos y cronograma de trabajo.

GRUPOS	INTEGRANTES	SEMANA 1						SEMANA 2						
		L	M	Mier	J	V	S	L	M	Mier	J	V	S	
GRUPO 1	Obrero de patio 1	X	X	X										
	Obrero de patio 2				X	X	X							
GRUPO 2	Obrero de patio 3							X	X	X				
	Obrero de patio 4										X	X	X	

GRUPOS	INTEGRANTES	SEMANA 3						SEMANA 4						
		L	M	Mier	J	V	S	L	M	Mier	J	V	S	
GRUPO 1	Obrero de patio 1				X	X	X							
	Obrero de patio 2	X	X	X										
GRUPO 2	Obrero de patio 3										X	X	X	
	Obrero de patio 4							X	X	X				

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Como se puede observar en la tabla anterior, los grupos de trabajo se distribuyen dentro de las 4 semanas de trabajo de cada mes, alternando el trabajo de cada integrante de grupo por 3 días consecutivos en la maquina desatornilladora.

El obrero de patio restante integra indistintamente cualquier grupo, cuando uno de sus miembros no se encuentre por permisos o vacaciones.

### **3.5.8.3.- CAMBIO DE TAREA.**

En la ejecución de la tarea de extracción de válvulas existe una tarea complementaria a esta, la cual consiste en colocar manualmente un acople de bronce en cada válvula de los cilindros de GLP, este acople tiene un diseño tal que cumple con el objetivo de retirar toda la presión residual que pudiera existir en los cilindros. Esta tarea demanda muy poco esfuerzo físico e involucra suspender por varios minutos la utilización de la maquina desatornilladora, cambiando de postura y de actividad, con esto logramos que la postura adoptada en la extracción de válvulas, no sea mantenida por periodos largos de tiempo, así como la cantidad de movimientos repetitivos disminuyan.

**Figura 3.62.-** Tarea complementaria de retiro de presión residual.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Esta tarea complementaria se la realiza cada 15min aproximadamente, que es el tiempo en que se llena la cadena transportadora de cilindros que ya fueron retirados su válvula por la maquina desatornilladora, y dura aproximadamente unos 5 minutos.

**Figura 3.63.-** Cadena transportadora llena.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

#### **3.5.8.4.- CAPACITACION.**

Para la capacitación del personal se ha diseñado unos trípticos de seguridad, en donde se ilustran los ejercicios tanto de calentamiento como de estiramiento de las pausas activas, así como de la importancia y los beneficios para la salud que la realización de las mismas tiene.

Los trípticos se muestran en el anexo 8.

## CAPITULO IV

### 4.- EXPOSICION Y DISCUSION DE RESULTADOS.

#### 4.1.- ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS.

Se deben comparar los resultados obtenidos del análisis del riesgo ergonómico y riesgo físico por el ruido, en la tarea de extracción de válvulas con la utilización de la maquina desatornilladora versus los resultados al utilizar la máquina de torque neumático, lo que se expone a continuación:

##### 4.1.1.- METODO ERGO IBV DEL MODULO DE MANIPULACION MANUAL DE CARGAS.

En la tabla 4.1 se muestra el resultado del análisis de manipulación manual de cargas, tanto con el torque neumático como con la maquina desatornilladora.

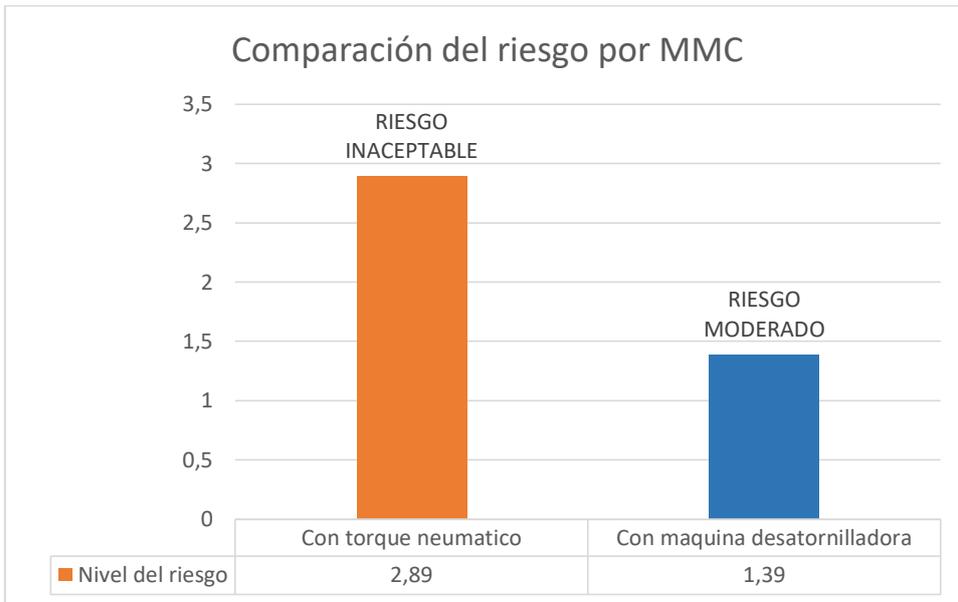
**Tabla 4.1.-** Comparación del riesgo por Manipulación manual de cargas.

TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS	NIVEL DEL RIESGO
Con torque neumático	2.89
Con maquina desatornilladora	1.39

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Figura 4.1.-** Comparación del riesgo por movimiento manual de cargas.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

## ANÁLISIS

Luego del estudio realizado con el módulo de manipulación manual de cargas en la tarea de extracción de válvulas se muestra que el valor del riesgo utilizando el torque neumático es de 2.89, lo que implica un RIESGO INACEPTABLE, en tanto que el valor del riesgo utilizando la maquina desatornilladora es de 1.39, lo que implica un RIESGO MODERADO.

## INTERPRETACION

Se evidencia que en la tarea de extracción de válvulas el riesgo ergonómico por manipulación manual de cargas se redujo de RIESGO INACEPTABLE a MODERADO, esto debido a que el peso de la carga se disminuyó de 18Kg, que es lo que pesa el torque neumático, a 5kg de peso del cabezal de extracción de la maquina desatornilladora, esto reduce en gran medida el que los trabajadores sufran de lesiones dorso lumbares y musculo esqueléticas. Pero con el fin de prevenir su aparición se han implementado medidas organizativas como un sistema

de rotación de personal, pausas activas y capacitación, lo que se muestra en los apartado 3.5.8 del presente trabajo.

#### **4.1.2.- METODO ERGO IBV DEL MODULO DE MOVIMIENTOS REPETITIVOS.**

##### **4.1.2.1.- ZONA CUELLO-HOMBRO.**

En la tabla 4.2 se muestra el resultado del análisis debido a movimientos repetitivos en la zona de cuello-hombros.

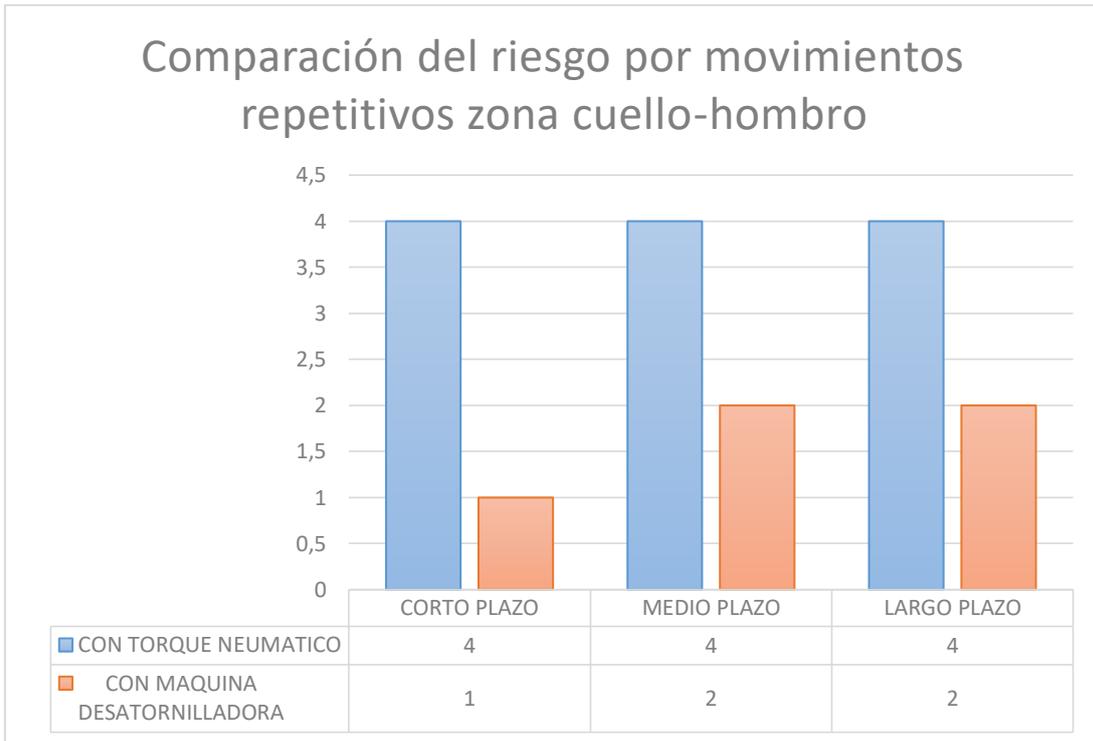
**Tabla 4.2.-** Comparación del riesgo por Movimientos repetitivos zona de cuello-hombro.

<b>TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS</b>	<b>NIVEL DEL RIESGO ZONA CUELLO-HOMBRO</b>		
	<b>CORTO PLAZO</b>	<b>MEDIO PLAZO</b>	<b>LARGO PLAZO</b>
Con torque neumático	4	4	4
Con maquina desatornilladora	1	2	2

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Figura 4.2.-** Comparación del riesgo por movimientos repetitivos zona cuello-hombro.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

## ANÁLISIS

Luego del estudio realizado al riesgo debido a movimiento repetitivos en la tarea de extracción de válvulas se muestra que el valor del riesgo utilizando el torque neumático tanto a corto, medio y largo plazo en la zona cuello-hombro es de 4, lo que implica una intervención ergonómica inmediata, en tanto que el valor del riesgo utilizando la maquina desatornilladora a corto plazo es de 1, lo que involucra una situación ergonómicamente aceptable, en tanto que a medio y largo plazo es de 2, esto refleja situaciones que pueden mejorarse pero no es necesario intervenir de manera inmediata.

## INTERPRETACION

Se evidencia que en la tarea de extracción de válvulas el riesgo ergonómico por movimientos repetitivos a corto plazo se reduce de 4 a 1, y a medio y largo plazo hay una reducción de 4 a 2, esto muestra que en el corto plazo la tarea de extracción de válvulas no implica que los trabajadores sufran de lesiones musculoesqueléticas, pero con el fin de prevenir su aparición se han implementado medidas organizativas como un sistema de rotación de personal, pausas activas y capacitación, lo que se muestra en el apartado 3.5.8 del presente trabajo.

### 4.1.2.2.- ZONA MANO-MUÑECA.

En la tabla 4.3 se muestra el resultado del análisis debido a movimientos repetitivos en la zona de mano-muñeca.

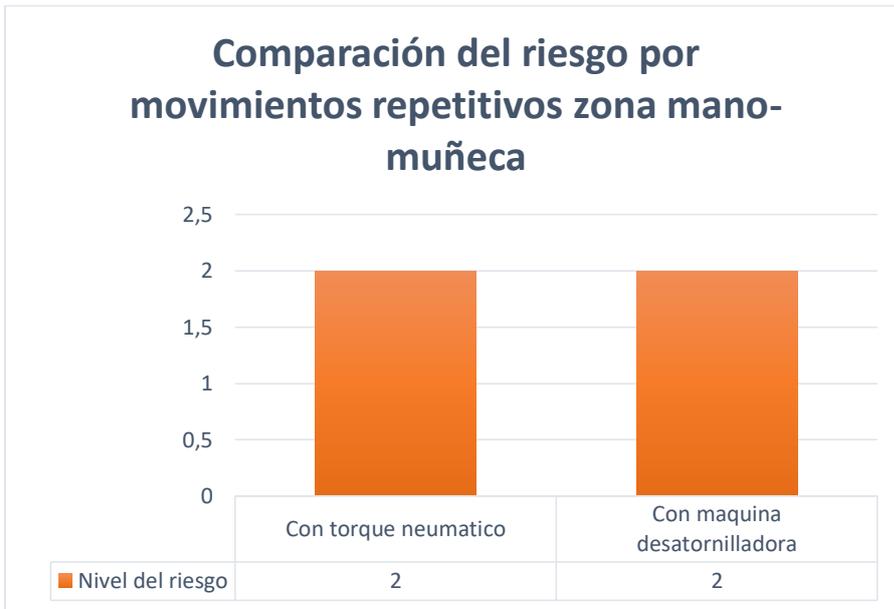
**Tabla 4.3.-** Comparación del riesgo por movimientos repetitivos zona mano-muñeca.

TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS	NIVEL DEL RIESGO ZONA MANO-MUÑECA
Con torque neumático	2
Con maquina desatornilladora	2

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Figura 4.3.-** Comparación del riesgo por movimiento manual de cargas.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

## ANÁLISIS

Luego del estudio realizado al riesgo debido a movimientos repetitivos en la tarea de extracción de válvulas se muestra que el valor del riesgo utilizando el torque neumático y la maquina desatornilladora en la zona mano-muñeca es de 2, lo que implica situaciones que pueden mejorarse pero no es necesario intervenir de manera inmediata.

## INTERPRETACION

Se evidencia que en la tarea de extracción de válvulas el riesgo ergonómico por movimientos repetitivos, el riesgo utilizando el torque neumático y la maquina desatornilladora se mantiene en un valor de 2, pero con el fin de prevenir su aparición se han implementado medidas organizativas como un sistema de rotación de personal, pausas activas y capacitación, lo que se muestra en los apartado 3.5.8 del presente trabajo.

### 4.1.3.- METODO ERGO IBV- MODULO DE POSTURAS FORZADAS.

En la tabla 4.4 se muestra el resultado del análisis debido a posturas forzadas en la zona de mano-muñeca.

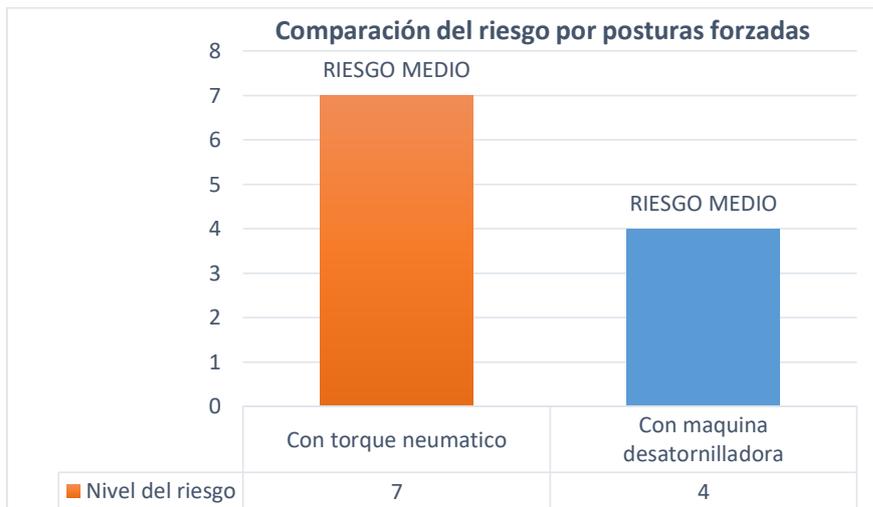
**Tabla 4.4.-** Comparación del riesgo por posturas forzadas.

TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS	NIVEL DEL RIESGO	
Con torque neumático	7	RIESGO MEDIO
Con maquina desatornilladora	4	RIESGO MEDIO

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Figura 4.4.-** Comparación del riesgo por posturas forzadas.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

## **ANÁLISIS**

Luego del estudio realizado al riesgo debido a posturas forzadas en la tarea de extracción de válvulas se muestra que el valor del riesgo utilizando el torque neumático tiene un valor de 7, lo que implica un RIESGO MEDIO, en tanto que el valor del riesgo utilizando la maquina desatornilladora es de 4, lo que implica un RIESGO MEDIO.

## **INTERPRETACION**

Se evidencia que en la tarea de extracción de válvulas el riesgo ergonómico debido a posturas forzadas el riesgo se mantiene en RIESGO MEDIO, pero el índice del riesgo disminuye de 7 a 4, esto debido a que el diseño del cabezal de extracción de la máquina desatornilladora ayuda que el trabajador mantenga un posición de pie, manteniendo el tronco erguido, con un flexión del cuello de 0° a 20°, además como el peso del cabezal de extracción es de 5Kg, esto reduce en gran medida el que los trabajadores sufran de lesiones musculo esqueléticas. Pero con el fin de prevenir su aparición se han implementado medidas organizativas como un sistema de rotación de personal, pausas activas y capacitación, lo que se muestra en los apartado 3.5.8 del presente trabajo.

### **4.1.4.- RIESGO FISICO POR EXPOSICION AL RUIDO.**

En la tabla 4.4 se muestra el resultado del análisis debido al riesgo por exposición al ruido y la dosis al que está expuesto el trabajador.

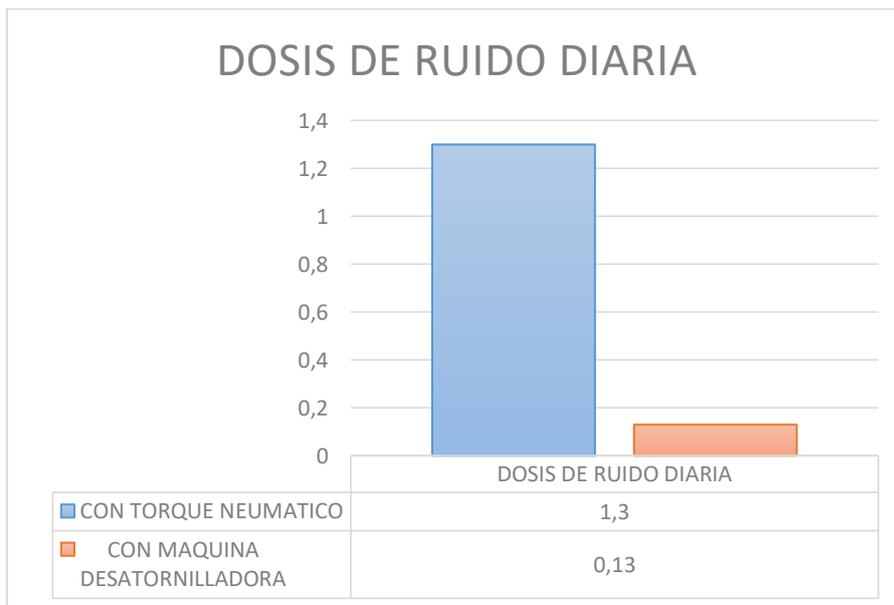
**Tabla 4.5.-** Comparación del riesgo por Movimientos repetitivos zona de cuello-hombro

TAREA DE EXTRACCION DE VALVULAS	NIVEL DEL RIESGO POR EXPOSICION AL RUIDO	
PARAMETRO	Con torque neumático	Con maquina desatornilladora
Dosis	1.3	0.13
Nivel de presión sonora equivalente NPSeq en dB(A)	93 dB (A)	72.5 Db (A)
Tiempo permitivo Tp	0.8 horas	45.25 horas
Tiempo de exposición Te	1.5 horas	6 horas

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Figura 4.5.-** Comparación del riesgo por movimientos repetitivos zona cuello-hombro.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

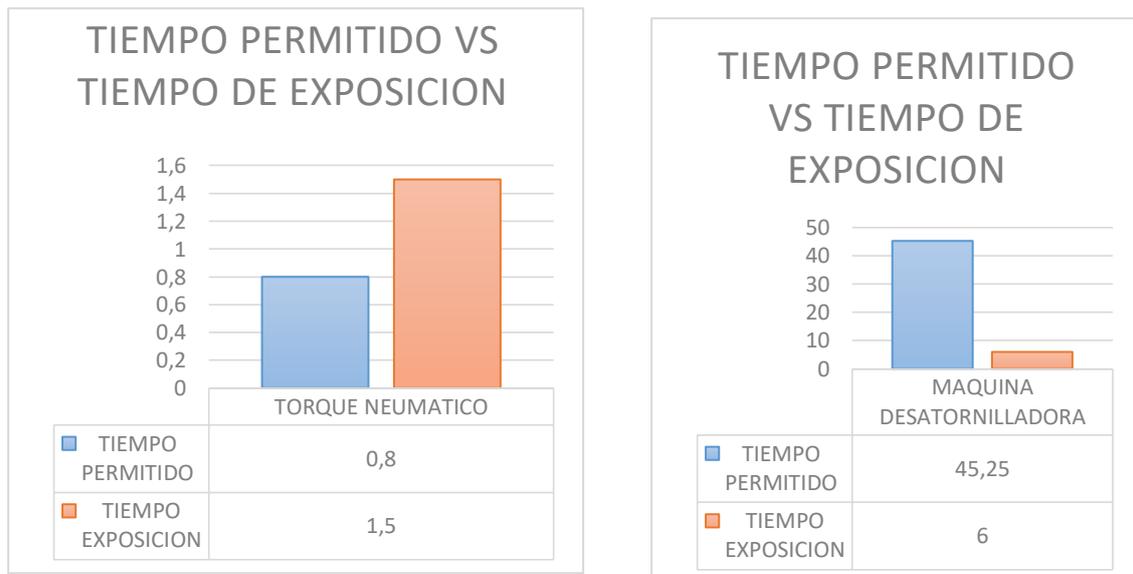
## ANÁLISIS

Luego del estudio realizado al valor de la dosis de ruido diaria en la tarea de extracción de válvulas se muestra que el valor de la dosis utilizando el torque neumático es de 1.3, lo que representa que el trabajador esa expuesto a sufrir afecciones debido a ruido, en tanto que el valor de la dosis utilizando la maquina desatornilladora es de 0.13 esto indica que el trabajador no se encuentra en una situación de riesgo.

## INTERPRETACION

Se evidencia que en la tarea de extracción de válvulas la dosis de ruido diaria se reduce de 1.3 a 0.13, esto muestra que la maquina desatornilladora produce mucho menos presión sonora, debido a que utiliza en su funcionamiento un motor hidráulico y no aire a presión, que es lo que generaba los altos niveles de presión sonora cuando se utilizaba el torque neumático. Pero con el fin de prevenir su aparición se han implementado medidas organizativas como un sistema de rotación de personal, pausas activas y capacitación, lo que se muestra en los apartado 3.5.8 del presente trabajo.

**Figura 4.6.-** Tiempo permitido vs tiempo de exposición.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

## ANÁLISIS

Utilizando el torque neumático tenemos que el tiempo de exposición  $T_e$  era de 1.5 horas, mientras que el tiempo permitido  $T_p$  era de 0.8 horas, es decir  $T_e > T_p$ , el trabajador estaba expuesto a un tiempo superior al permitido.

Con la maquina desatornilladora que el tiempo de exposición  $T_e$  es de 6 horas, mientras que el tiempo permitido  $T_p$  es de 45.25 horas, es decir  $T_e < T_p$ , el tiempo en que el trabajador puede ejecutar la tarea es muy superior al tiempo de su jornada laboral.

## INTERPRETACION

Se evidencia que en la tarea de extracción de válvulas la utilización de la maquina desatornilladora produce que el tiempo para que el trabajador ejecute la tarea, de 45.25 horas, es por demás suficiente, al que en realidad necesita, que es de 6 horas lo que muestra que la maquina desatornilladora contribuye a la reducción del riesgo por exposición al ruido. Pero con el fin de prevenir su aparición se han implementado medidas organizativas como un sistema de rotación de personal, pausas activas y capacitación, lo que se muestra en los apartado 3.5.8 del presente trabajo.

## 4.2.- RESUMEN DE RESULTADOS.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de los niveles de riesgo ergonómico y físico por el ruido, antes y después de la implementación de la maquina destornilladora, también se muestra las medidas organizativas implementadas para controlar el riesgo.

**Tabla 4.6.-** Resumen del riesgo por manipulación manual de cargas.

<b>RIESGO ERGONOMICO POR LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS</b>		
<b>CON TORQUE NEUMATICO</b>	<b>CON MAQUINA DESATORNILLADORA</b>	<b>MEDIDAS ORGANIZATIVAS</b>
2,89	1,39	PAUSAS ACTIVAS, ROTACION DE PERSONAL, CAMBIO DE TAREA, CAPACITACION
<b>RIESGO INACEPTABLE</b>	<b>RIESGO MODERADO</b>	

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Tabla 4.7.-** Resumen del riesgo por movimientos repetitivos.

RIESGO ERGONOMICO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS							
CON TORQUE NEUMATICO			CON MAQUINA DESATORNILLADORA				MEDIDAS ORGANIZATIVAS
NIVEL DE RIESGO EN LA ZONA CUELLO - HOMBRO			NIVEL DE RIESGO EN LA ZONA MANO-MUÑECA		NIVEL DE RIESGO EN LA ZONA CUELLO - HOMBRO		
CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO	CORTO PLAZO	A CORTO PLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO	CORTO PLAZO
4	4	4	2	1	2	2	2
NIVEL IV	NIVEL IV	NIVEL IV	NIVEL II	NIVEL I	NIVEL II	NIVEL II	NIVEL II
PAUSAS ACTIVAS, ROTACION DE PERSONAL, CAMBIO DE TAREA, CAPACITACION							

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Tabla 4.8.-** Resumen del riesgo por posturas forzadas.

RIESGO ERGONOMICO POR POSTURAS FORZADAS.		
CON TORQUE NEUMATICO	CON MAQUINA DESATORNILLADORA	MEDIDAS ORGANIZATIVAS
7	4	PAUSAS ACTIVAS, ROTACION DE PERSONAL, CAMBIO DE TAREA, CAPACITACION
RIESGO MEDIO	RIESGO MEDIO	

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**Tabla 4.9.-** Resumen del riesgo por exposición al ruido.

RIESGO ERGONOMICO POR EPOSICION AL RUIDO			
PARAMETRO	CON TORQUE NEUMATICO	CON MAQUINA DESATORNILLADORA	MEDIDAS ORGANIZATIVAS
DOSIS	1.3	0.13	PAUSAS ACTIVAS, ROTACION DE PERSONAL, CAMBIO DE TAREA, CAPACITACION
NIVEL DE PRESION SONORA Neq (A)	93 dB	72.5 dB	
TIEMPO PERMITIDO Tp	0.8 horas	45.25 horas	
TIEMPO DE EXPOCISION Te	1.5 horas	6 horas	
	EXISTE RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA	SIN RIESGO DE PÉRDIDA AUDITIVA	

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

### **4.3.- COMPROBACION DE LAS HIPOTESIS ESPECÍFICAS.**

Para la comprobación de las hipótesis se realizó una encuesta dirigida a los trabajadores de la tarea de extracción de válvulas, tanto antes como después de la implementación de la máquina desatornilladora, la encuesta se muestra en el anexo 9.

Para la comprobación de las hipótesis utilizaremos la distribución chi-cuadrado.

#### **4.3.1.- COMPROBACION DE LA HIPOTESIS ESPECIFICA 1.**

Para la comprobación de la hipótesis específica 1, esta se puede dividir en dos, la primera tomando en cuenta el riesgo en la zona de cuello-hombro y la segunda tomando en cuenta el riesgo en la zona de mano-muñeca.

##### **4.3.1.1.- ZONA CUELLO-HOMBROS.**

Se plantea las siguientes hipótesis nula y alternativa:

**HO.-** El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP NO reduce el riesgo de tipo ergonómico en la zona de cuello-hombros del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante el control las posturas que adopta el trabajador y la repetitividad de los movimientos de brazos y manos.

**H1.-** El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo de tipo ergonómico en la zona de cuello-hombros del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante el control las posturas que adopta el trabajador y la repetitividad de los movimientos de brazos y manos.

##### **4.3.1.1.1.- CON DATOS DE LA ENCUESTA.**

En la tabla 4.10 se muestran los resultados tabulados obtenidos de la encuesta realizada a los trabajadores, en donde se realizaron preguntas relacionadas con los problemas musculares

esqueléticos que presentaban con la utilización del torque neumático, de la misma forma las que presentan utilizando la maquina desatornilladora.

**Tabla 4.10.-** Tabla de frecuencias de hipótesis específica 1.

RESULTADOS TABULADOS: PREGUNTA 1.				
OPCIONES	ANTES		DESPUES	
	¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina de torque neumático usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?		¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?	
SI	5	100%	1	20%
NO	0	0%	4	80%
TOTAL	5	100%	5	100%

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

En la tabla 4.11 se muestra el cálculo de las frecuencias esperadas y el valor del chi cuadrado calculado.

**Tabla 4.11.-** Tabla de Chi cuadrado calculado.

RESULTADOS TABULADOS				CALCULO DE CHI2			
OPCIONES	ANTES	DESPUES	SUB-TOTAL	FRECUENCIAS	ANTES	DESPUES	CHI2 CALCULADO
SI	5	1	6	OBSERVADA (Fo)	5	1	6,6667
				ESPERADA (Fe)	3	3	
NO	0	4	4	OBSERVADA (Fo)	0	4	
				ESPERADA (Fe)	2	2	
SUB-TOTAL	5	5	10				

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**a. CALCULO DE FRECUENCIAS ESPERADAS.**

$$Fe1 = \frac{6 * 5}{10} = 3$$

$$Fe2 = \frac{6 * 5}{10} = 3$$

$$Fe3 = \frac{4 * 5}{10} = 2$$

$$Fe4 = \frac{4 * 5}{10} = 2$$

**b. CHI CUADRADO CALCULADO**

$$X^2 = \sum_{i=1}^{rc} \frac{(Fo_i - Fe_i)^2}{Fe_i}$$

$$X^2 = \frac{(5 - 3)^2}{3} + \frac{(2 - 3)^2}{3} + \frac{(0 - 2)^2}{2} + \frac{(3 - 2)^2}{2}$$

$$X^2 = 1.33 + 1.33 + 2 + 2$$

$$X^2 = 6.666$$

**c. GRADO DE LIBERTAD (GL).**

Para calcular los grados de libertad se toma en cuenta el número de columnas y el número de filas de la tabla 4.6 en lo que corresponde a los resultados tabulados, para lo cual tenemos:

- Numero de columnas:  $c = 2$ .
- Nuero de filas:  $f = 2$ .

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$GL = (f - 1) * (c - 1)$$

$$GL = (2 - 1) * (2 - 1)$$

$$GL = 1$$

**d. NIVEL DE SIGNIFICANCIA.**

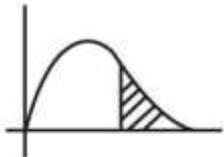
Representa el error que se puede cometer al rechazar la hipótesis siendo esta verdadera, para el presente caso de estudio utilizaremos para el chi cuadrado un nivel de significancia del

5% decir de 0.05, este valor junto a los grados de libertad nos ayudaran a determinar el chi cuadrado tabulado utilizando un cuadro de distribución normal para chi cuadrado.

**e. CHI CUADRADO TABULADO**

Según el cuadro de distribución normal para el chi cuadrado, el valor con un nivel de significancia del 0.05 con 1 grado de libertad es de 3.84.

**Tabla 4.12.-** Valores de Chi cuadrado tabulado.

DISTRIBUCIÓN DE CHI-CUADRADO					
					
Grados de libertad	Probabilidad de un valor superior				
	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	2.71	3.84	5.02	6.63	7.88
2	4.61	5.99	7.38	9.21	10.60
3	6.25	7.81	9.35	11.34	12.84
4	7.78	9.49	11.14	13.28	14.86
5	9.24	11.07	12.83	15.09	16.75
6	10.64	12.59	14.45	16.81	18.55
7	12.02	14.07	16.01	18.48	20.28
8	13.36	15.51	17.53	20.09	21.95
9	14.68	16.92	19.02	21.67	23.59

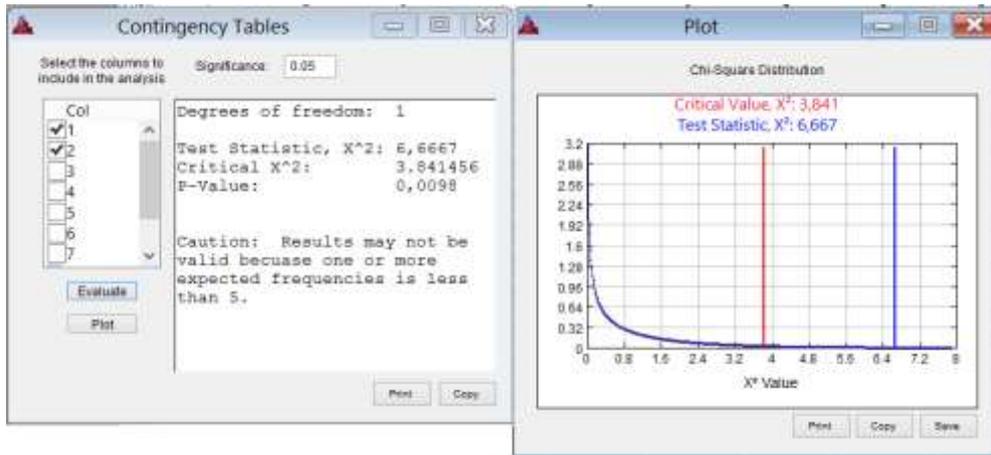
**Fuente:** (Armitage P, 2005, pág. 50)

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**f. DECISION ESTADISTICA.**

El valor de chi cuadrado tabulado es de 3.84, el cual es menor al chi cuadrado calculado que es de 6.667, como se muestra en la figura siguiente en donde el valor del chi cuadrado calculado se encuentre en el área de rechazo de la hipótesis nula  $H_0$  por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.

**Figura 4.7.-** Chi cuadrado calculado a partir de los datos de la encuesta en la zona cuello-hombro.



**Fuente:** Statdisk.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

La hipótesis aceptada es la alternativa H1 que es:

**H1.-** El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante el control las posturas que adopta el trabajador y la repetitividad de los movimientos de brazos y manos.

#### **4.3.1.1.2.- CON LOS VALORES DEL RIESGO ERGONOMICO.**

En la tabla siguiente se muestran los valores del riesgo ergonómico en la zona cuello hombro tanto a corto, medio y largo plazo, evaluada a la población total, conformada por 5 personas, en la maquina desatornilladora de válvulas.

**Tabla 4.13.-** Análisis del riesgo por movimientos repetitivos en la zona cuello hombro.

ANÁLISIS DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS			CON TORQUE NEUMÁTICO			CON MAQUINA DESATORNILLADORA		
			NIVEL DE RIESGO EN LA ZONA CUELLO - HOMBRO			NIVEL DE RIESGO EN LA ZONA CUELLO - HOMBRO		
No	NOMBRE	ESTATURA	CORTOPLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO	A CORTOPLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
1	Lluguay Paca Segundo	154,5	3	3	3	1	2	2
2	Paca Segundo	157	3	3	3	1	2	2
3	Quispilema Luis Antonio	164	4	4	4	1	2	2
4	Guevara Fuentes Tobías	166,5	4	4	4	1	2	2
5	Muruzumbay Walter	169,5	4	4	4	2	2	2
PROMEDIO			4	4	4	1	2	2

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

De la tabla anterior se tiene la siguiente tabla de frecuencias para los diferentes niveles de riesgo sería la siguiente:

**Tabla 4.14.-** Tabla de frecuencias del nivel de riesgo ergonómico en la zona cuello-hombro.

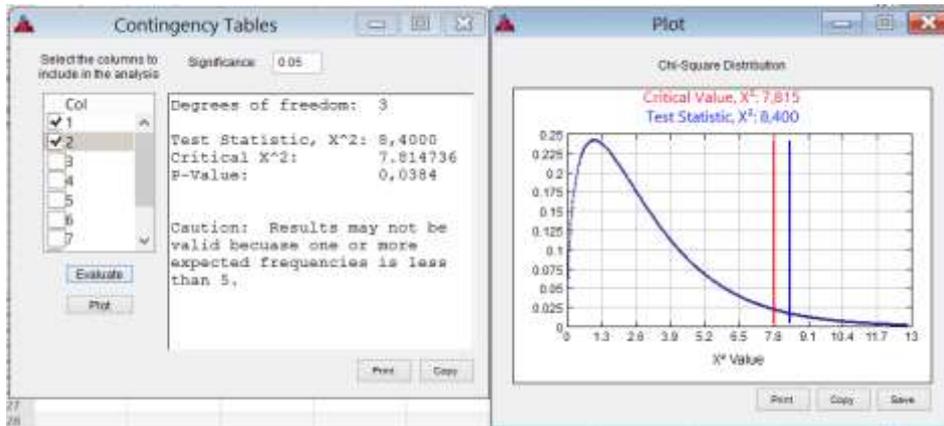
TABLA DE FRECUENCIAS	NIVEL DE RIESGO EN LA ZONA CUELLO - HOMBRO		
	A CORTOPLAZO	MEDIO PLAZO	LARGO PLAZO
<b>NIVEL I</b>	4	0	0
<b>NIVEL II</b>	1	5	5
<b>NIVEL III</b>	0	0	0
<b>NIVEL IV</b>	0	0	0

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Utilizando el programa Statdisk y los datos de la tabla de frecuencias anterior, tenemos el siguiente análisis del riesgo a corto plazo.

**Figura 4.8.-** Chi cuadrado calculado a partir de los datos del riesgo ergonómico a corto plazo en la zona cuello-hombro.

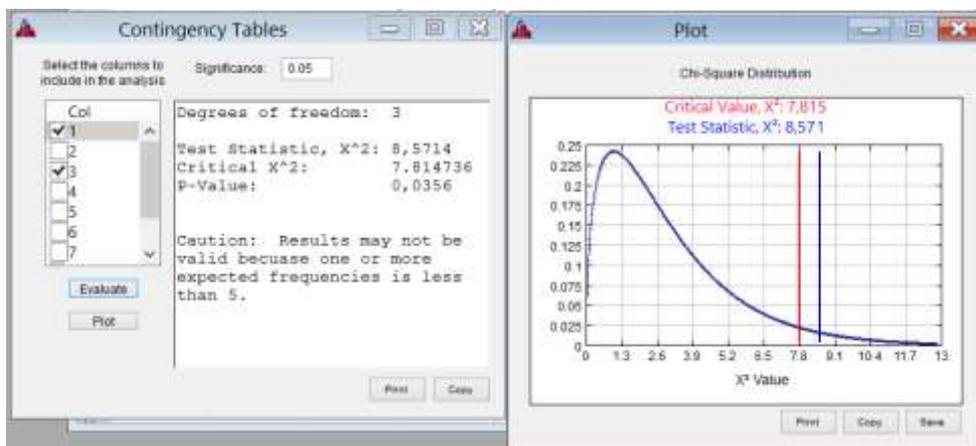


**Fuente:** Statdisk.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Como se puede apreciar en la figura anterior, el valor de chi cuadrado tabulado es de 7.815, el cual es menor al chi cuadrado calculado que es de 8.4, como se muestra en la figura el valor del chi cuadrado calculado se encuentre en el área de rechazo de la hipótesis nula  $H_0$  por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ , para el riesgo ergonómico a corto plazo en la zona de cuello hombro.

**Figura 4.9.-** Chi cuadrado calculado a partir de los datos del riesgo ergonómico a medio plazo en la zona cuello-hombro.

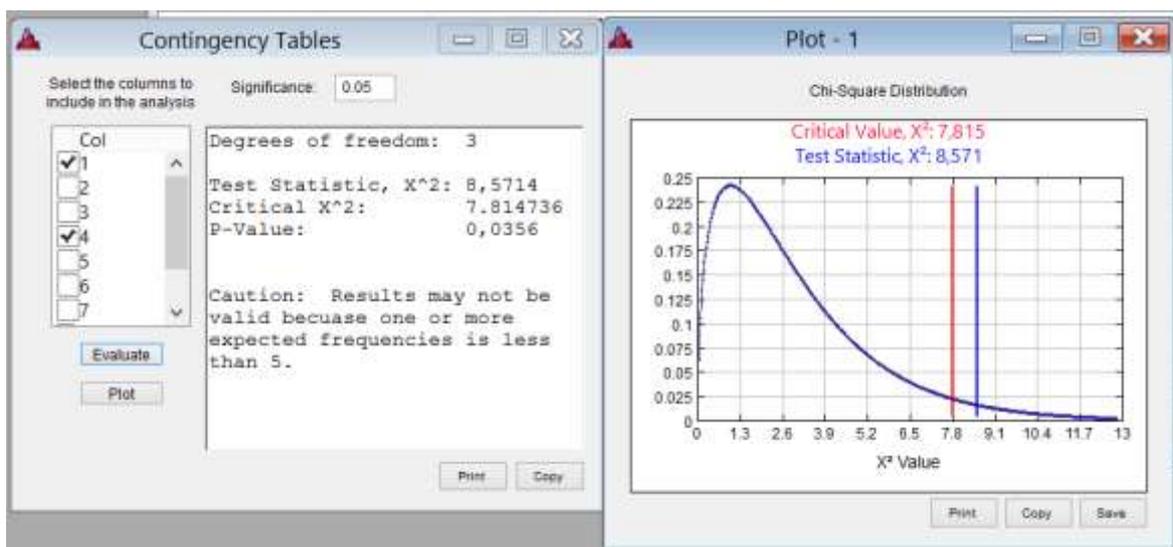


**Fuente:** Statdisk.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Como se puede apreciar en la figura anterior, el valor de chi cuadrado tabulado es de 7.815, el cual es menor al chi cuadrado calculado que es de 8.571, como se muestra en la figura el valor del chi cuadrado calculado se encuentre en el área de rechazo de la hipótesis nula  $H_0$  por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$  para el riesgo ergonómico a medio plazo en la zona de cuello hombro.

**Figura 4.10.-** Chi cuadrado calculado a partir de los datos del riesgo ergonómico a largo plazo en la zona cuello-hombro.



**Fuente:** Statdisk.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Como se puede apreciar en la figura anterior, el valor de chi cuadrado tabulado es de 7.815, el cual es menor al chi cuadrado calculado que es de 8.571, como se muestra en la figura el valor del chi cuadrado calculado se encuentre en el área de rechazo de la hipótesis nula  $H_0$  por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$  para el riesgo ergonómico a largo plazo en la zona de cuello hombro.

#### 4.3.1.2.- ZONA MANO-MUÑECA.

Se plantea las siguientes hipótesis nula y alternativa:

**HO.-** El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP NO reduce el riesgo de tipo ergonómico en las zona de mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante el control las posturas que adopta el trabajador y la repetitividad de los movimientos de brazos y manos.

**H1.-** El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo de tipo ergonómico en las zona de mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante el control las posturas que adopta el trabajador y la repetitividad de los movimientos de brazos y manos.

##### 4.3.1.2.1.- CON DATOS DE LA ENCUESTA.

En la tabla 4.15 se muestran los resultados tabulados obtenidos de la encuesta realizada a los trabajadores, en donde se realizaron preguntas relacionadas con los problemas musculoesqueléticos que presentaban con la utilización del torque neumático, de la misma forma las que presentan utilizando la maquina desatornilladora.

**Tabla 4.15.-** Tabla de frecuencias de Hipótesis especifica.

RESULTADOS TABULADOS: PREGUNTA 2.				
OPCIONES	ANTES		DESPUES	
	¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina de torque neumático usted siente molestias o dolor en la mano y/o muñeca?		¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente molestias o dolor en la mano y/o en la muñeca?	
	FRECUENCIA	PORCENTAJE	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	4	80%	0	0%
NO	1	20%	5	100%
TOTAL	5	100%	5	100%

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

En la tabla 4.16 se muestra el cálculo de las frecuencias esperadas y el valor del chi cuadrado calculado.

**Tabla 4.16.-** Tabla de Chi cuadrado calculado.

RESULTADOS TABULADOS				CALCULO DE CHI2			
OPCIONES	ANTES	DESPUES	TOTAL	FRECUENCIAS	ANTES	DESPUES	CHI2 CALCULADO
SI	4	0	4	OBSERVADA (Fo)	4	0	6,6667
				ESPERADA (Fe)	2	2	
NO	1	5	6	OBSERVADA (Fo)	1	5	
				ESPERADA (Fe)	3	3	
TOTAL	5	5	10				

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**a. CALCULO DE FRECUENCIAS ESPERADAS.**

$$Fe1 = \frac{4 * 5}{10} = 2$$

$$Fe2 = \frac{4 * 5}{10} = 2$$

$$Fe3 = \frac{6 * 5}{10} = 3$$

$$Fe4 = \frac{6 * 5}{10} = 3$$

**b. CHI CUADRADO CALCULADO**

$$X^2 = \sum_{i=1}^{rc} \frac{(Fo_i - Fe_i)^2}{Fe_i}$$

$$X^2 = \frac{(4 - 2)^2}{2} + \frac{(0 - 2)^2}{2} + \frac{(1 - 3)^2}{3} + \frac{(5 - 3)^2}{3}$$

$$X^2 = 2 + 2 + 1.333 + 1.333$$

$$X^2 = 6.6667$$

**c. GRADO DE LIBERTAD (GL).**

Para calcular los grados de libertad se toma en cuenta el número de columnas y el número de filas de la tabla 4.6 en lo que corresponde a los resultados tabulados, para lo cual tenemos:

- Numero de columnas:  $c = 2$ .
- Nuero de filas:  $f = 2$ .

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$GL = (f - 1) * (c - 1)$$

$$GL = (2 - 1) * (2 - 1)$$

$$GL = 1$$

**d. NIVEL DE SIGNIFICANCIA.**

Representa el error que se puede cometer al rechazar la hipótesis siendo esta verdadera, para el presente caso de estudio utilizaremos para el chi cuadrado un nivel de significancia del 5% decir de 0.05, este valor junto a los grados de libertad nos ayudaran a determinar el chi cuadrado tabulado utilizando un cuadro de distribución normal para chi cuadrado.

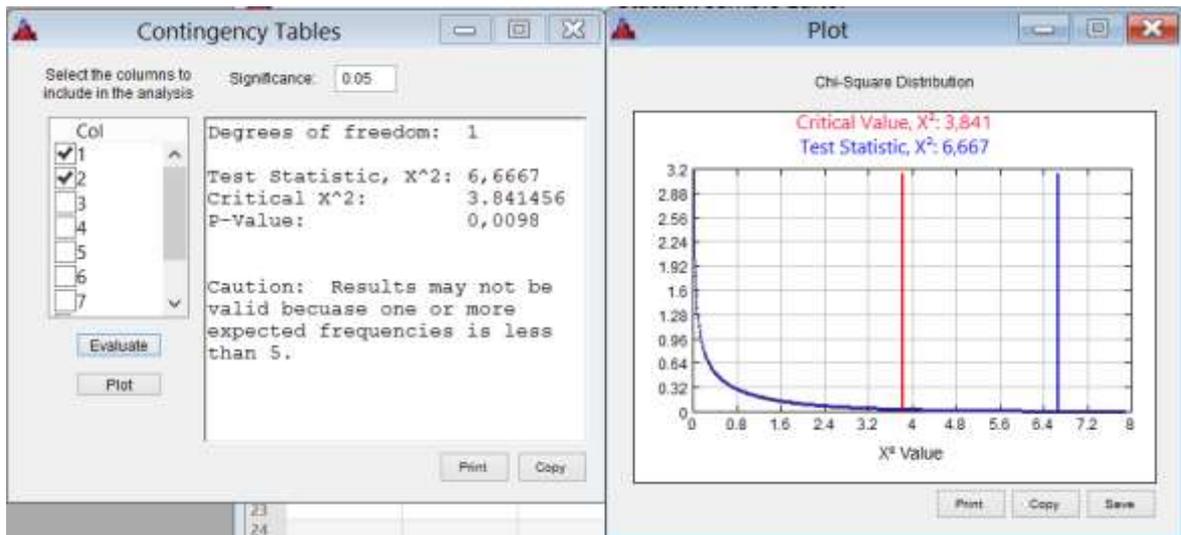
**e. CHI CUADRADO TABULADO**

Según el cuadro de distribución normal para el chi cuadrado, mostrado en el cuadro 4.1, el valor con un nivel de significancia del 0.05 con 1 grado de libertad es de 3.84.

**f. DECISION ESTADISTICA.**

El valor de chi cuadrado tabulado es de 3.84, el cual es menor al chi cuadrado calculado que es de 6.6667, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$  que es:

**Figura 4.11.-** Chi cuadrado calculado a partir de los datos de la encuesta en la zona mano-muñeca.



**Fuente:** Statdisk.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**H1.-** El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo de tipo ergonómico en la zona de mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante el control las posturas que adopta el trabajador y la repetitividad de los movimientos de brazos y manos.

#### **4.3.1.2.2.- CON LOS VALORES DE RIESGO ERGONOMICO.**

En la tabla siguiente se muestran los valores del riesgo ergonómico en la zona mano muñeca a corto plazo, evaluada a la población total, conformada por 5 personas, en la maquina desatornilladora de válvulas.

**Tabla 4.17.-** Análisis del riesgo por movimientos repetitivos en la zona cuello hombro.

ANALISIS DEL RIESGO POR MOVIMIENTOS REPETITIVOS			CON MAQUINA DESATORNILLADORA
			NIVEL DE RIESGO EN LA ZONA MANO-MUÑECA
No	NOMBRE	ESTATURA	CORTO PLAZO
1	Lluguay Paca Segundo	154,5	2
2	Paca Segundo	157	2
3	Quispilema Luis Antonio	164	2
4	Guevara Fuentes Tobías	166,5	2
5	Muruzumbay Walter	169,5	2
PROMEDIO			2

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

De la tabla anterior se tiene la siguiente tabla de frecuencias para los diferentes niveles de riesgo seria la siguiente:

**Tabla 4.18.-** Tabla de frecuencias del nivel de riesgo ergonómico en la zona cuello-hombro.

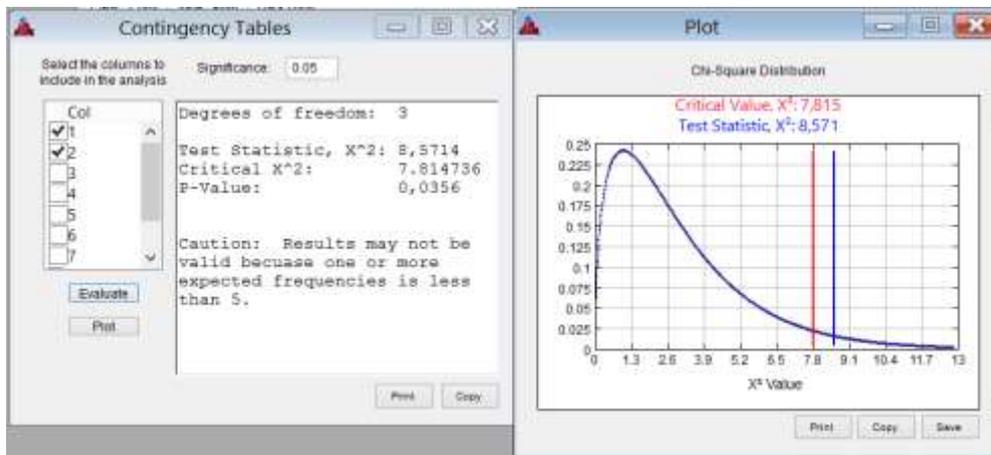
TABLA DE FRECUENCIAS	NIVEL DE RIESGO EN LA ZONA MANO-MUÑECA
NIVEL DEL RIESGO	CORTO PLAZO
NIVEL I	0
NIVEL II	5
NIVEL III	0
NIVEL IV	0

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Utilizando el programa Statdisk y los datos de la tabla de frecuencias anterior, tenemos el siguiente análisis del riesgo a corto plazo.

**Figura 4.12.-** Chi cuadrado calculado a partir de los datos del riesgo ergonómico en la zona mano-muñeca.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

Como se puede apreciar en la figura anterior, el valor de chi cuadrado tabulado es de 7.814, el cual es menor al chi cuadrado calculado que es de 8.5714, como se muestra en la figura el valor del chi cuadrado calculado se encuentre en el área de rechazo de la hipótesis nula  $H_0$  por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$ , para el riesgo ergonómico a corto plazo en la zona de mano-muñeca.

#### **4.3.2.- COMPROBACION DE HIPOTESIS ESPECÍFICA 2.**

**HO.-** El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP NO reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante mediciones del nivel de ruido al que está expuesto el trabajador.

**H1.-** El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante mediciones del nivel de ruido al que está expuesto el trabajador.

En la tabla 4.11 se muestran los resultados tabulados obtenidos de la encuesta realizada a los trabajadores, en donde se realizaron preguntas relacionadas con los problemas producidos por el ruido que presentaban con la utilización del torque neumático, de la misma forma las que presentan utilizando la maquina desatornilladora.

**Tabla 4.19.-** Tabla de frecuencias de Hipótesis especifica 2.

RESULTADOS TABULADOS: PREGUNTA 3.				
OPCIONES	ANTES		DESPUES	
	¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina de torque neumático usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?		¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?	
SI	5	100%	0	0%
NO	0	0%	5	100%
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>100%</b>	<b>5</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

En la tabla 4.12 se muestra el cálculo de las frecuencias esperadas y el valor del chi cuadrado calculado.

**Tabla 4.20.-** Tabla de Chi cuadrado calculado.

RESULTADOS TABULADOS				CALCULO DE CHI2			
OPCIONES	ANTES	DESPUES	TOTAL	FRECUENCIAS	ANTES	DESPUES	CHI2 CALCULADO
SI	5	0	5	OBSERVADA (Fo)	5	0	10
				ESPERADA (Fe)	2,5	2,5	
NO	0	5	5	OBSERVADA (Fo)	0	5	
				ESPERADA (Fe)	2,5	2,5	
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>				

**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**a. CALCULO DE FRECUENCIAS ESPERADAS.**

$$Fe1 = \frac{5 * 5}{10} = 2.5$$

$$Fe2 = \frac{5 * 5}{10} = 2.5$$

$$Fe3 = \frac{5 * 5}{10} = 2.5$$

$$Fe4 = \frac{5 * 5}{10} = 2.5$$

**b. CHI CUADRADO CALCULADO**

$$X^2 = \sum_{i=1}^{rc} \frac{(Fo_i - Fe_i)^2}{Fe_i}$$

$$X^2 = \frac{(5 - 2.5)^2}{2.5} + \frac{(0 - 2.5)^2}{2.5} + \frac{(0 - 2.5)^2}{2.5} + \frac{(5 - 2.5)^2}{2.5}$$

$$X^2 = 2.5 + 2.5 + 2.5 + 2.5$$

$$X^2 = 10$$

**c. GRADO DE LIBERTAD (GL).**

Para calcular los grados de libertad se toma en cuenta el número de columnas y el número de filas de la tabla 4.6 en lo que corresponde a los resultados tabulados, para lo cual tenemos:

- Numero de columnas:  $c = 2$ .
- Nuero de filas:  $f = 2$ .

Se utiliza la siguiente ecuación:

$$GL = (f - 1) * (c - 1)$$

$$GL = (2 - 1) * (2 - 1)$$

$$GL = 1$$

**d. NIVEL DE SIGNIFICANCIA.**

Representa el error que se puede cometer al rechazar la hipótesis siendo esta verdadera, para el presente caso de estudio utilizaremos para el chi cuadrado un nivel de significancia del 5% decir de 0.05, este valor junto a los grados de libertad nos ayudaran a determinar el chi cuadrado tabulado utilizando un cuadro de distribución normal para chi cuadrado.

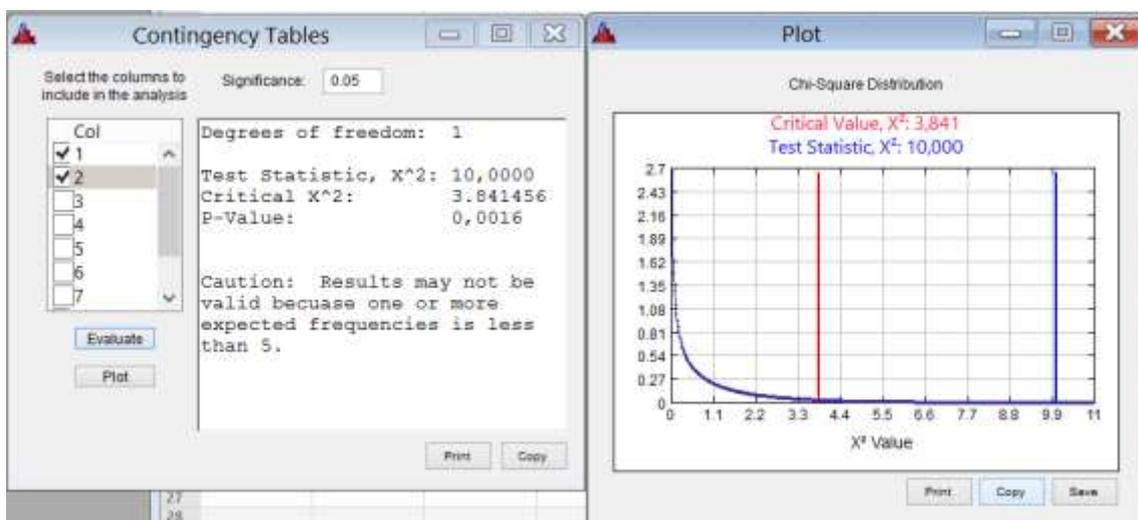
**e. CHI CUADRADO TABULADO**

Según el cuadro de distribución normal para el chi cuadrado, mostrado en el cuadro 4.1, el valor con un nivel de significancia del 0.05 y 1 grado de libertad es de 3.84.

**f. DECISION ESTADISTICA.**

El valor de chi cuadrado tabulado es de 3.84, el cual es menor al chi cuadrado calculado que es de 10, por lo tanto se rechaza la hipótesis nula  $H_0$  y se acepta la hipótesis alternativa  $H_1$  que es:

**Figura 4.13.-** Chi cuadrado calculado a partir de los datos de la encuesta por exposición al ruido.



**Fuente:** Ing. Ángel Córdova.

**Elaborado por:** Ing. Ángel Córdova.

**H1.-** El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato mediante mediciones del nivel de ruido al que está expuesto el trabajador.

## **CAPITULO V**

### **5.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

#### **5.1.- CONCLUSIONES.**

- Con la aplicación de la maquina desatornilladora se puede verificar que la postura y los movimientos repetitivos en la zona cuello-hombros se minimizan, siendo el trabajo más eficiente y cómodo para los trabajadores del puesto de inertización de cilindros. esta afirmación se hace al utilizar el método de evaluación ergonómica ERGO IBV así como por medio de las encuestas y el cálculo del Chi cuadrado en la hipótesis.
- Con la aplicación de la maquina desatornilladora se puede verificar que la postura y los movimientos repetitivos en la zona mano-muñeca se minimizan, siendo el trabajo más eficiente y cómodo para los trabajadores del puesto de inertización de cilindros, esto contribuye a reducir la posibilidad de lesiones musculo esqueléticas, esta afirmación se hace al utilizar el método de evaluación ergonómica ERGO IBV así como por medio de las encuestas y el cálculo del Chi cuadrado en la hipótesis.
- Con la aplicación de la maquina desatornilladora se puede verificar que se reduce el nivel de presión sonora al que están expuestos los trabajadores de la tarea de extracción de válvulas, asegurando a que el personal realice sus tareas en un área que no perjudique su salud, esta afirmación se hace al utilizar el método de evaluación de dosis de ruido diaria así como por medio de las encuestas y el cálculo del Chi cuadrado en la hipótesis.

## **5.2.- RECOMENDACIONES.**

- Se debe utilizar la maquina desatornilladora para una correcta postura de la zona de cuello-hombros de esta manera prevenir la aparición de enfermedades ocupacionales que perjudiquen el normal desarrollo de las actividades que se realizan en la tarea de extracción de válvulas.
- Se debe utilizar la maquina desatornilladora para una correcta postura de la zona de mano-muñeca, minimizando bajo que a corto, medio y largo plazo puede provocar enfermedades ocupacionales, con la aparición de dolores articulares que perjudiquen el normal desarrollo de las actividades que se realizan en la tarea de extracción de válvulas.
- Se debe utilizar la maquina desatornilladora, ya que su uso conlleva un nivel de presión sonora que no afecta a la salud del personal que trabaja en la tarea de extracción de válvulas, previniendo de esta manera la aparición de hipoacusias laborales.
- Es necesario que exista un seguimiento continuo de la realización de las pausas activas durante la jornada laboral, esta tarea se la puede delegar al Supervisor del Taller de Reparación de cilindros, todo esto con el fin que el realizar las pausas activas, rotación de personal y cambios de tarea se vuelvan un habito constante entre los operadores de la maquina desatornilladora.

## BIBLIOGRAFIA

- Armitage P, B. G. (2005). *Estadística para la investigación*.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitucion de la Republica del Ecuador*. Montecrisi. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de [http://www.inocar.mil.ec/web/images/lotaip/2015/literal\\_a/base\\_legal/A.\\_Constitucion\\_republica\\_ecuador\\_2008constitucion.pdf](http://www.inocar.mil.ec/web/images/lotaip/2015/literal_a/base_legal/A._Constitucion_republica_ecuador_2008constitucion.pdf)
- Cortes, J. (2007). *Tecnica de prevencion y riesgos laborales*. Madrid: Tebar.
- Departamento Salud Ocupacional. Instituto de Salud Publica de Chile. (2014). *Metodologías para obtener la dosis de ruido diaria (DRD)*.
- Ecuacoustics. (2013). *Determinación de la exposición al ruido laboral de los trabajadores de ENI Ecuador S.A. – planta Ambato*.
- Eni Ecuador. (2012). *REGLAMENTO INTERNO DE SEGURIDAD SALUD Y AMBIENTE*. Quito.
- Eni Ecuador S.A. (2013). *Manual de Gestion Operativa Eni Planta Ambato*.
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (2009). *Diseño antropométrico de puestos de trabajo*. Colombia. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/ERGO/DISENO%20DE%20PUESTO%20DE%20TRABAJO%202009-2.pdf>.
- Felix, P. (2006). *Manual para la formacion de ingenieros*. MADRID: DYKINSON.
- Grupo MGO. (2012). *Estudio Ergonómico: Manipulación manual de cargas. Planta Ambato*. Valencia.
- Grupo MGO. (2012). *Estudio Ergonómico: Movimientos repetitivos Planta de AMBATO*. Valencia.
- Hernandez, A. (2005). *Seguridad Industrial*. Mexico: Limusa.
- Instituto de Biomecanica de Valencia. (Mayo de 2014). *E13\_\_04\_\_Modulos-MMC-Simple-Multiple*.
- Instituto de Salud Publica de Chile. (Agosto de 2014). *Metodologías para obtener la dosis de ruido diaria (DRD)*. Recuperado el 15 de Julio de 2016, de Instituto de Salud Publica del Gobierno de Chile: <http://www.ispch.cl/sites/default/files/MethodologiaDosisOK.pdf>.
- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (1986). *Decreto 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo*. Recuperado el 15 de Julio de 2016, de <http://www.utm.edu.ec/unidadriesgos/documentos/decreto2393.pdf>.

- Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social. (2012). *Reglamento general del seguro de riesgos del trabajo*.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (1998). NTP 477: Levantamiento manual de cargas: ecuación del NIOSH. Recuperado el 15 de JUNIO de 2016, de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp\\_477.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_477.pdf)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2001). *NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)*. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_601.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_601.pdf)
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (22 de Marzo de 2006). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición de los trabajadores al ruido. España. Recuperado el 15 de MAYO de 2016, de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%ADa\\_t%C3%A9cnica\\_ruido.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/gu%C3%ADa_t%C3%A9cnica_ruido.pdf).
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (s/f). Evaluación de Riesgos Laborales. Recuperado el 16 de Junio de 2016, de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias\\_Ev\\_Riesgos/Ficheros/Evaluacion\\_riesgos.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias_Ev_Riesgos/Ficheros/Evaluacion_riesgos.pdf)
- Instituto Nacional Seguridad e higiene en el trabajo. (2003). Manipulación manual de cargas. España. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de [www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/cargas.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/cargas.pdf)
- Instituto para el desarrollo empresarial y administrativo. (s.f.). *Instituto para el desarrollo empresarial y administrativo*. Recuperado el 2017 de febrero de 2017, de <http://www.idea.edu.pe/herramientas/6taherramientadecalidadmatrizdeseleccion.doc>.
- Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2003). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativo a la manipulación manual de cargas*. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/cargas.pdf>
- Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (2009). *NTP 844: Tareas repetitivas: método Ergo/IBV de evaluación de riesgos ergonómicos*. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de Intituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/821a921/844%20web.pdf>.
- INVASSAT-ERGO. (2013). *Manual práctico para la evaluación del riesgo ergonómico*. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo (INVASSAT):

<http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/161741765/INVASSAT-ERGO+2007/>

- Marin, M. (2005). *Fundamentos de salud ocupacional*. Manizales: Universidad de Caldas.
- Milan, L., Moncada, F., & Borjas, E. (2014). Manual de medidas antropometricas. (PRIMERA). Costa Rica. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.repositorio.una.ac.cr/handle/11056/8632>
- Ministerio de Relaciones Laborales. (2012). *Codigo del Trabajo del Ecuador*. Recuperado el 15 de Octubre de 2016, de <http://www.contraloria.gob.ec/documentos/transparencia/2016/Codigo%20del%20Trabajo.pdf>
- PAM Systems Private Limited. (s.f.). *Valve changing machine*. Obtenido de PAM Systems Private Limited: [www.pamsystems.in](http://www.pamsystems.in)
- Pinterest. (s.f.). *Pausas activas*. Obtenido de Pinterest: <https://es.pinterest.com/pin/440015826067369400/>
- Pontificia Universidad Catolica del Ecuador. (2016). *Estudio de ruido industrial Eni planta Ambato*.
- Rescalvo, S. F. (2004). Concepción y Diseño del Puesto de Trabajo. España. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://www.trabajoyprevencion.jcyl.es/web/jcyl/TrabajoYPrevencion/es/Plantilla100DetalleFeed/1253860466245/Publicacion/1267295846382/Redaccion>
- Secretaria de Salud Laboral. (s.f.). Manual Informativo de PRL: Riesgos Musculo Esqueleticos. (UGT, Ed.) Madrid, España. Recuperado el 17 de MAYO de 2016, de [www.saludlaboralugtmadrid.org](http://www.saludlaboralugtmadrid.org)
- Significado de Antropometría*. (s.f.). Recuperado el 18 de Julio de 2016, de Significados: <https://www.significados.com/antropometria/>
- Sistema de Gestion de Seguridad y Salud en el Trabajo. (s.f.). *Diapositiva de Programa de Pausas Activas*. Obtenido de Sistema de Gestion de Seguridad y Salud en el Trabajo: <https://www.sgsst-col.com.co/descargas/paginas/1224.php>
- Tapia, R. (2004). Tesis: metodología de evaluación de la dosis diaria de exposición a ruido. Valdivia, Chile. Recuperado el 15 de Junio de 2016, de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2004/bmfci172m/doc/bmfci172m.pdf>.
- Union de Mutuas. (1996). Evaluacion de riesgos de lesion por movimientos repetitivos. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de <http://www.ibv.org/en/ibv/work-with-us/evaluacion-de-riesgos-de-lesion-por-movimientos-repetitivos>
- Universidad de Ingenieria Julio Garavito. (2009). Ergonomia: Diseño de puesto de trabajo. Colombia. Recuperado el 17 de Julio de 2016, de <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/ERGO/>
- Universidad Politecnica de Valencia. (s.f.). *Metofdo REBA*. Obtenido de Ergonautas: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

Wikipedia. (24 de Enero de 2015). *Dosímetro acústico*. Recuperado el 15 de Julio de 2016, de Wikipedia: [https://es.wikipedia.org/wiki/Dos%C3%ADmetro\\_ac%C3%BAstico](https://es.wikipedia.org/wiki/Dos%C3%ADmetro_ac%C3%BAstico)

## **ANEXO 1.- PROYECTO DE TESIS APROBADO**

### **1. TEMA.**

REDISEÑO ERGONOMICO DE LA HERRAMIENTA DE TRABAJO DE TORQUE NEUMATICO DEL PROCESO DE INERTIZACIÓN DE CILINDROS DE GLP PARA LA PLANTA ENVASADORA DE LA CIUDAD DE AMBATO.

### **2. PROBLEMATIZACION.**

#### **2.1. Ubicación del sector donde se va a realizar la investigación.**

La investigación en estudio se va a desarrollar en: La República del Ecuador, Provincia de Tungurahua, Cantón de Tisaleo, parroquia Montalvo, barrio San Jacinto, a 500m por la vía Alobamba-Montalvo-Totoras.

#### **2.2. Situación Problemática.**

La Planta envasadora de GLP Ambato es una empresa dedicada al envasado de Gas Licuado de Petróleo en cilindros de 15 Kg para consumo doméstico, cilindros de 15 y 45kg para consumo industrial y despacho de GLP a granel en tanqueros de 7 Tn, constituyéndose en una empresa de alto riesgo por el producto que maneja y las altas cantidades de almacenamiento que se necesitan para su operación.

Debido a la mala manipulación de los cilindros de GLP en la distribución de los mismos, y al deterioro normal por el desgaste, los cilindros de GLP necesitan un mantenimiento continuo para brindar seguridad en su uso, y además cumplir con las disposiciones legales impuestas por la Agencia de Regulación y Control Hidrocarburifera ARCH, la cual obliga a las Plantas Envasadoras de GLP a dar mantenimiento a sus cilindros.

Para cumplir con este cometido área responsable es el Taller de Reparación de cilindros siendo su objetivo primordial el de dar mantenimiento a los cilindros rechazados provenientes de la Nave de envasado siendo la cantidad de cilindros que necesitan mantenimiento entre 500 a 600 unidades diarias.

El mantenimiento consiste en el retiro del óxido presente en la estructura del cilindro, la renovación de la pintura, el control del espesor de la chapa metálica así como el cambio o enderezado de asas y bases para lo cual utilizamos procedimientos de corte mediante plasma y soldadura MIG/MAG estos generan una gran cantidad de chispas.

Para realizar todo este mantenimiento, el primer paso es hacer que el cilindro se encuentre en condiciones seguras de operación, sin causar accidentes por la inflamación de los gases producidos por los residuos de GLP en el interior de los mismos, esto se logra mediante un proceso llamado INERTIZACION.

La inertización de un cilindro de GLP es el proceso mediante el cual se retiran todos los residuos de GLP dentro del cilindro con el objetivo de poder realizar al cilindro operaciones de mantenimiento a llama abierta como corte y soldadura, esto se logra llenando al cilindro con agua por un periodo de 24 Horas.

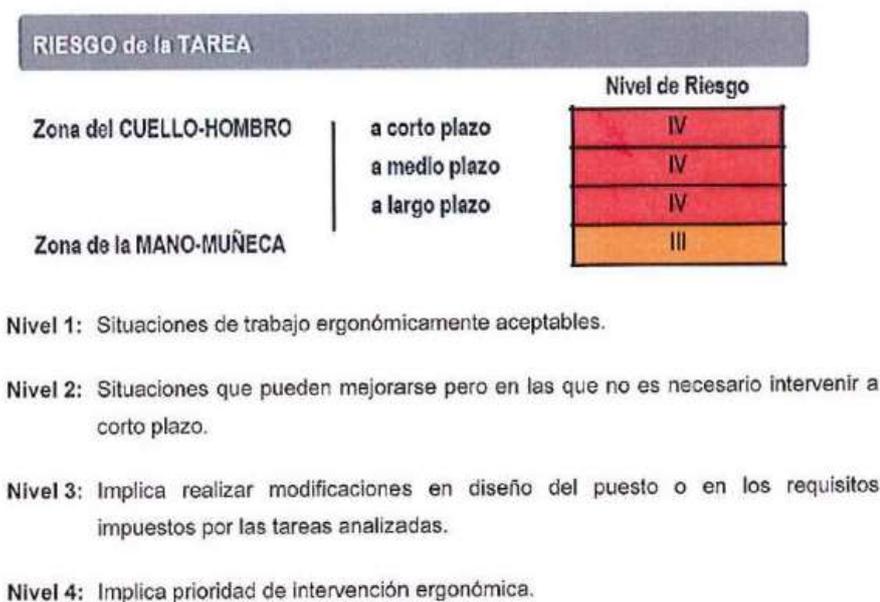
El proceso de inertización de cilindros de GLP consta de 4 tareas, siendo estas las siguientes:

1. Extracción de válvulas.
2. Recolección de válvulas.
3. Llenado de agua.
4. Vaciado de agua de cilindros.

En donde la tarea de extracción de válvulas es la que entraña un mayor riesgo debido a que se utiliza para este fin una máquina de torque manual, la que requiere de aire comprimido para su funcionamiento. Esta tarea se realiza manualmente, teniendo la persona encargada mover la máquina de torque manual por cada uno de los 500 a 600 cilindros diariamente, siendo el peso de esta máquina de alrededor de 18 Kg, con la adopción de posturas forzadas debido al espacio físico limitado para el almacenamiento de los cilindros.

Según el estudio de la empresa MGO realizado el 18/10/2012, la cual analizó el proceso de extracción de válvulas utilizando el método ERGO-IBV desarrollado por la Universidad de Valencia, siendo los resultados obtenidos:

**Figura 1:** Resultados de la evaluación ergonómica extracción de válvulas.



**Fuente:** Estudio ergonómico consultora MGO.

**Elaborado por:** A. Córdova

Según los resultados que se muestran en la figura anterior, se recomienda en la zona cuello-hombro a corto, medio y largo plazo una prioridad de intervención ergonómica, por su nivel 4 de valoración de riesgo, y en la zona mano-muñeca se recomienda realizar modificaciones en el diseño del puesto o en los requisitos impuestos por las tareas analizadas, por su nivel 3 de valoración de riesgo.

Otro aspecto importante a analizar es el nivel de potencia sonora que genera la tarea de extracción de válvulas, que según las medidas realizadas por la Consultora acústica Ecuacoustics en septiembre del 2013, representa un RIESGO HIGIÉNICO con una Dosis de 1.3, tomando como referencia Artículo 55, Capítulo 5 del “REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO” impone que la dosis diaria de exposición al ruido en ambiente laboral sea inferior a 1, lo que corresponde a una exposición equivalente a 85dB(A) durante 8 horas.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

**Figura 2:** Resultados de la medición ambiente sonoro de inertización de cilindros.

Inertizado de cilindros							
Número	8						
Tipo de puesto	Fijo						
N° de trabajadores	1						
Ubicación	Taller de mantenimiento de cilindros (patio)						
Leq > 85dB(A)	si						
Duración turno referencial (h)	8						
Equipos relacionados	Máquina de torque manual						
Medición	Número	Equipo					
Función	1	Exposímetro personal					
Tarea	1	Sonómetro					
				Incertidumbre sobre los LAeq		Incertidumbre sobre la duración de tarea	
				Coef	Incert.	Coef	Incert.
N° de tareas	Tm_promedio (h)	L* <sub>A,eqT</sub> (dB(A))	LEX <sub>8h,i</sub> (dB(A))	c <sub>1a,m</sub>	u <sub>1a,m</sub>	c <sub>1b,m</sub>	u <sub>1b,m</sub>
Tarea 1	3,00	97,3	93,0	-	-	-	-
Total (h)		3,00					
Estimación LEX <sub>8h</sub> (dB(A))		93,0					
Incertidumbre material u <sub>2,m</sub> (dB(A))		0,7					
Incertidumbre posición u <sub>3</sub> (dB(A))		1					
Incertidumbre típica combinada u		-					
Incertidumbre expandida 95% (k=1,65)		-					
Tiempo max permitido (h)		0,8					
Dosis de la tarea		1,3					



**Fuente:** Estudio ambiente sonora consultora Ecuacoustics.

**Elaborado por:** A. Córdova

En caso de que no se aplicaran medidas correctivas darán origen a trastornos musculoesqueléticos u otras lesiones incapacitantes, que con el tiempo podrían generar una enfermedad profesional, causando un grave daño al trabajador y el pago de pensiones por invalidez por parte de la empresa.

### 2.3. Formulación del Problema.

¿Cómo el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo ergonómico y de exposición al ruido en el personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el período Mayo del 2015 – Octubre 2015?

## **2.4. Problemas derivados.**

¿Cómo el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015?

¿Cómo el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015?

## **3. JUSTIFICACION.**

La empresa envasadora esta direccionando sus esfuerzos a disminuir el nivel de riesgo al que están expuestos sus trabajadores, y en el proceso de Inertización de cilindros de GLP produce niveles elevados de riesgo tanto ergonómicos como físicos, con lo que un rediseño de este puesto de trabajo es prioritario, para prevenir posibles accidentes de trabajo o peor aún enfermedades profesionales.

Cabe mencionar además el beneficio económico que lograría la empresa ya que actualmente la máquina de torque manual que se utiliza a más de generar niveles altos de riesgo, también deteriora las válvulas de bronce de los cilindros. Mensualmente en este proceso se generan 1500 válvulas para reparación, con un costo de 1400 dólares y 2500 válvulas fuera de uso, lo que representa una pérdida de 8600 dólares, dando un total de 10000 dólares de pérdida mensual.

Mediante el rediseño del puesto de trabajo del proceso de inertización de cilindros de GLP mediante la aplicación de técnicas de ingeniería, a más de tener un beneficio económico para la empresa al disminuir el número de válvulas fuera de uso, permitan la implementación de ayudas mecánicas y la capacitación en posturas de trabajo y disminuir la repetitividad de movimientos lo que constituye una inversión importante ya que prevendrán la aparición de lesiones osteo-musculares, los trabajadores realizarán menor esfuerzo físico y la productividad de este proceso cumplirá los objetivos de la empresa.

Por lo antes expuesto se justifica plenamente la elaboración de este trabajo de investigación, tanto en el ámbito legal, social y económico, siendo el presente proyecto es factible además al compromiso de la compañía con la seguridad y salud de los trabajadores, con la dotación de los recursos necesarios para la aplicación del rediseño del puesto de trabajo.

#### **4. OBJETIVOS.**

##### **4.1. Objetivo General.**

Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo ergonómico y de exposición al ruido en el personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el período Mayo del 2015 – Octubre 2015

##### **4.2. Objetivos Específicos.**

- Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015
- Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015.

#### **5. FUNDAMENTACION.**

##### **5.1. Antecedentes de Investigaciones Anteriores.**

Se revisó la bibliografía correspondiente tanto en las bibliotecas de las Universidades de Riobamba como en otras universidades del país y se encontró temas similares, tanto como

propuestas como implementación del tema planteado, pero no se encuentra para la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato en la que se va a realizar las investigaciones, lo que sugiere que el tema propuesto es de gran ayuda para esta empresa.

## **5.2. Fundamentación Científica.**

**5.2.1. Fundamentación Epistemológica.-** El ser humano desde el principio de su existencia ha tenido la capacidad de decidir y de resolver problemas. En la actualidad los humanos se enfrentan a la problemática de minimizar o llegar a eliminar los riesgos a los que se encuentra expuestos durante la ejecución de su trabajo diario.

Por medio de nuestra investigación se pretende solucionar el gran problema que representan los riesgos laborales existentes al realizar el proceso de inertización de cilindros de GLP en la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato.

Para llegar a esta solución se lo hará mediante la gestión del riesgo que consiste en identificar, medir, evaluar y controlar el riesgo ya sea en la fuente, en el medio o en el receptor.

La investigación asume un enfoque epistemológico ya que se sustenta en la teoría y práctica a través del método, se fundamenta en la escuela Positivista Lógica – Ludwing.

**5.2.2. Fundamentación Axiológica.-** Todo ser humano busca el confort y el bienestar en todas las áreas en las que se desarrolla. La Envasadora de GLP de la ciudad de Ambato, es una empresa reconocida a nivel local por el alto nivel de seguridad de los cilindros de GLP que comercializa. Sus directivos desean que sea reconocida también por ser un ejemplo en valores, en ética empresarial y con principios que buscan el bienestar de sus colaboradores. Demostrando a la sociedad que la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato está enfocada a ser líder en seguridad y salud ocupacional, por medio de la aplicación de sus políticas.

### 5.3. Fundamentación Teórica.

#### Conceptos generales

Seguridad: Técnica de prevención de “Accidentes de Trabajo”, que actúa analizando y controlando los riesgos originados por los factores mecánicos ambientales con el objetivo de reducir los accidentes de trabajo.

Seguridad Industrial: Es el conjunto de normas y procedimientos para crear un ambiente seguro de trabajo, con fin de evitar pérdidas personales o materiales.

**Higiene industrial:** Es una técnica no médica de prevención de las Enfermedades Profesionales, controlando el medio ambiente de trabajo de los contaminantes que producen los procesos productivos. Además de las relaciones y efectos que produce el contaminante sobre el trabajador en el lugar de trabajo.

Seguridad y Salud en el trabajo: Disciplina que determina normas y técnicas para prevenir riesgos laborales que afectan al bienestar de los empleados, trabajadores temporales, contratistas, visitantes y cualquier otra persona en el sitio de trabajo.

Riesgo laboral: Posibilidad de daño como consecuencia de circunstancias o condiciones de trabajo.

**Factor de riesgo:** Es el elemento o conjunto de elementos que, estando presentes en las condiciones de trabajo, pueden desencadenar una disminución en la salud del trabajador. Se clasifican dependiendo del lugar y del tipo de trabajo realizado, estos riesgos son: físico, químico, biológicos, psicosociales, ergonómicos y ambientales.

**Evaluación del Riesgo:** Es la Cuantificación del nivel de riesgo de sus impactos, y la toma de decisión si el riesgo es tolerable o no para priorizar la actuación del control de la misma.

**Prevención de Riesgos Laborales:** Técnica orientada a reconocer, evaluar y controlar los riesgos ambientales y biológicos que pueden ocasionar accidentes y/o enfermedades profesionales.

**Accidente de Trabajo:** Lesión orgánica y/o perturbación funcional inmediatamente o posterior producida en el ejercicio del desempeño de las funciones en el trabajo.

**Enfermedad Ocupacional:** Se entiende por enfermedad profesional la contraída como consecuencia del trabajo por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de la ley y que esté provocada por la acción de elementos o sustancias indicadas para cada enfermedad profesional.

**Trastornos músculo-esqueléticos:** Se trata de un conjunto de alteraciones que abarcan un amplio abanico de signos y síntomas que pueden afectar distintas partes del cuerpo: manos, muñecas, codos, nuca, espalda, así como distintas estructuras anatómicas: huesos, músculos, tendones, nervios, articulaciones.

Estas alteraciones no siempre pueden identificarse clínicamente: dado que el síntoma clave, el dolor, es una sensación subjetiva y representa muchas veces la única manifestación. Su origen, debido a múltiples causas, y su carácter acumulativo a lo largo del tiempo.

**Movimientos repetitivos:** Son un grupo de movimientos continuos mantenidos durante un trabajo que implica la acción conjunta de los músculos, huesos, las articulaciones y los nervios de una parte del cuerpo y provoca en esta misma zona fatiga muscular, sobrecarga, dolor y por último, lesión. (INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL REGION DE MURCIA)

**Ergonomía (o Factores Humanos):** Es la disciplina científica referida a la interacción entre las personas y los otros elementos de un sistema que cumple un propósito definido. La Ergonomía apunta al mejoramiento del bienestar humano y del rendimiento del sistema total,

a través de la optimización de la compatibilidad humano- sistema. En las consideraciones asociadas al diseño de las interacciones humano-sistema se incluyen factores físicos, cognitivos, sociales, organizacionales y ambientales. (Agurto, 2010)

Evaluación ergonómica: La evaluación ergonómica de puestos de trabajo tiene por objeto detectar el nivel de presencia, en los puestos evaluados, de factores de riesgo para la aparición, en los trabajadores que los ocupan, de problemas de salud de tipo disergonómico. Existen diversos estudios que relacionan estos problemas de salud de origen laboral con la presencia, en un determinado nivel, de dichos factores de riesgo. (ERGONAUTAS, s.f.)

Existen un sinnúmero de herramientas que sirven para conocer y valorar estas condiciones de trabajo, lo que ha dado lugar a un gran número de métodos de evaluación.

## **METODO ERGO/IBV**

Es una herramienta informática para la evaluación de riesgos ergonómicos asociados al puesto de trabajo.

La aplicación de Ergo/IBV permite no sólo determinar el riesgo asociado a la tarea sino también obtener recomendaciones para solucionar los problemas detectados.

Ofrece recomendaciones para reducir los riesgos detectados en la evaluación. Genera informes detallados y fáciles de interpretar que pueden incluir una imagen de la tarea real grabada en vídeo.

Herramientas que posee.

- Manipulación Manual de Cargas Simple y Múltiple. Para analizar tareas de levantamiento, transporte, empuje o arrastre de cargas, y determinadas combinaciones de estas acciones, calculando un índice de riesgo para la zona dorsolumbar de la espalda. Basados en la ecuación NIOSH, la guía técnica del INSHT, las tablas de Snook y Ciriello y la norma UNE-EN 1005-2.
- Tareas Repetitivas. Se aplica a tareas que asocian movimientos repetitivos de los miembros superiores y calcula el riesgo para la zona del cuello-hombro y de la mano-muñeca.

- MMC Lesionados. Analiza tareas de manipulación manual de cargas realizadas por trabajadores lesionados.
- Posturas Forzadas. Analiza tareas que implican posturas inadecuadas de la espalda, los brazos y las piernas, determinando el nivel de riesgo de dichas posturas.
- Posturas [REBA]. para evaluar el nivel de riesgo de las posturas inadecuadas de tronco, cuello, miembros superiores o inferiores mediante la denominada puntuación REBA.

## AMBIENTE ACÚSTICO

El sonido es la vibración mecánica de las moléculas de un sólido, líquido o gas que se difunde en forma de onda y es percibido por el oído humano (Modelo, 2000). El ruido puede considerarse como fenómeno molesto o perturbador que produce alteraciones sobre la comunicación, la concentración y la ejecución de las actividades complejas.

Estos efectos perturbadores, sobre determinada actividad, variarán dependiendo del estado fisiológico y anímico del individuo (Llaneza, 2009)

El sonido se puede identificar a través de dos parámetros: presión acústica y frecuencia. La presión acústica es la raíz cuadrada media de la variación periódica de la presión en el medio donde se difunde la onda sonora. Su unidad de medida es el Pascal (Pa). La frecuencia es la cantidad de ciclos por segundo de una onda y su unidad de medición es el Hertz (Hz), que es igual a un ciclo por segundo.

El oído es capaz de percibir variaciones periódicas de presión cuando su frecuencia está entre los 16 y 16000 Hz y cuando su presión acústica está entre  $2 \times 10^{-5}$ Pa y  $2 \times 10^4$ Pa. Por otra parte, es importante definir la potencia sonora, que es la energía total emitida por una fuente en la unidad de tiempo y su unidad es el Watt (W). Para simplificar las unidades de medida, el ruido se mide en decibeles (dB), unidad que involucra la presión y la intensidad acústica. (Modelo, 2000)

Las molestias producidas por el ruido pueden variar debido a:

- Las características de los individuos (edad, sexo, estatus social, motivación, etc).
- La tarea (trabajo, descanso, dificultad, etc).
- Los parámetros que caracterizan los estímulos (intensidad, frecuencia, duración, etc.)  
(Llaneza, 2009)

El diseño inapropiado del ambiente acústico puede limitar la comunicación hablada, rebajar la productividad, dificultar la visualización de las señales de advertencia, inhibir el rendimiento mental, aumentar la tasa de equivocaciones, producir malestares como náuseas y dolor de cabeza, alterar temporalmente la audición, causar sordera, disminuir el desempeño, etc. (Modelo, 2000)

Dependiendo de la intensidad del ruido, el ser humano puede sufrir alteraciones fisiológicas. Para determinar estos daños, se buscaron los parámetros para definir los rangos de afectación del ser humano y los siguientes intervalos fueron estimados:

- Entre 30 y 60 dB: Empiezan las molestias psíquicas de irritabilidad, pérdida de atención, pérdida de interés, etc.
- Entre 60 y 90 dB: Se incrementa la presión arterial, la vasoconstricción periférica, el ritmo cardíaco, el encogimiento del campo visual, la fatiga, etc.
- A los 120 dB: Se alcanza al límite del dolor.
- A los 160 dB: se puede romper el tímpano, producir calambres, parálisis e, incluso, la muerte.

Para evitar los problemas que puede causar el ruido, la solución idónea está en impedir que éste se produzca. Si esto no es factible, hay que evitar que se propague.

Para ello, existen una serie de medidas, las cuales se muestran a continuación:

- Utilización de materias primas, procesos y equipos más silenciosos.
- Desacelerar los equipos ruidosos.

- Utilizar amortiguadores en equipos, superficies y partes vibrantes.
- Procurar que las estructuras, uniones y partes del equipo sean más rígidas.
- Aumentar la masa de las cubiertas vibrantes.
- Disminuir el área de las superficies vibrantes.
- Realizar mantenimientos preventivos eficientes.
- Cubrir la fuente de ruido.
- Recubrir las partes metálicas con amortiguadores.
- Ubicar los equipos ruidosos en lugares aislados.
- Instalar tabiques.
- Utilizar resonadores acústicos.
- Proteger individualmente con tapones, orejeras, cascos y cabinas.

**Marco legal:** de acuerdo con el decreto 2393, se fijan los niveles límites de exposición al ruido, siendo los que se muestran en la siguiente tabla 1:

**Tabla 1:** Niveles de exposición sonora. (IESS)

Nivel sonoro /dB (A-lento)	Tiempo de exposición por jornada/hora
85	8
90	4
95	2
100	1
110	0.25
115	0.125

**Fuente:** Decreto 2393

**Elaborado por:** A.Cordova

## **6. HIPOTESIS.**

### **6.1. Hipótesis General.**

Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo ergonómico y de exposición al ruido en el personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el período Mayo del 2015 – Octubre 2015 mediante el control de posturas de trabajo, movimientos repetitivos y nivel de ruido.

### **6.2. Hipótesis Específicas.**

El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015 mediante el control las posturas que adopta el trabajador y la repetitividad de los movimientos de brazos y manos.

El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015 mediante mediciones del nivel de ruido al que está expuesto el trabajador.

## 7. OPERACIONALIZACION DE LA HIPOTESIS.

### 7.1. Operacionalización de la Hipótesis de Graduación Específica 1.

El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015 mediante el control las posturas que adopta el trabajador y la repetitividad de los movimientos de brazos y manos.

VARIABLE INDEPENDIENTE	CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	TECNICA E INSTRUMENTO
Rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP	Cambios en la estructura de la herramienta de trabajo.	Empresa: Gestión Técnica.	Planificación. Implementación. Recursos asignados.	Diseño y construcción de la herramienta de trabajo.

VARIABLE DEPENDIENTE	CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	TECNICA E INSTRUMENTO
Riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca	La adopción continuada o repetida de posturas penosas durante el trabajo los que generan fatiga y a la larga puede ocasionar trastornos en el sistema musculoesquelético .	Riesgo ergonómico	Índice de repetición. Índice posturas cuello Índice de postura de brazos Índice de postura de muñecas  Índice de nivel de riesgo ergonómico	Método ERGO-IBV  Análisis de herramientas utilizados en el proceso de inertización.  Observación Lista de Chequeo

## 7.2. Operacionalización de la Hipótesis de Graduación Especifica 2.

El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015 mediante mediciones del nivel de ruido al que está expuesto el trabajador.

VARIABLE INDEPENDIENTE	CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	TECNICA E INSTRUMENTO
Rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP	Cambios en la estructura de la herramienta de trabajo.	Empresa: Gestión Técnica.	Planificación. Implementación. Recursos asignados.	Diseño y construcción la herramienta de trabajo.

VARIABLE DEPENDIENTE	CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADOR	TECNICA E INSTRUMENTO
Riesgo al ruido	La exposición continuada o repetida a un conjunto de sonidos que molestan, no deseados y que pueden causar lesiones en algunos órganos y perturbar la función de otros.	Riesgo Físico por ruido	Valores límite de exposición.  Valores de exposición que dan lugar a una acción.	Observación (Libreta de campo).  Medición de niveles de ruido.

## **8. METODOLOGIA.**

### **8.1. Tipo de Investigación.**

La investigación es de tipo aplicada, ya que se busca conocer cómo eran o como se presentan las variables en estudio, que en este caso los niveles de riesgo ergonómicos y físicos.

Es de campo, ya que la investigación se realizara en la planta industrial de la Envasadora de GLP Ambato.

Es descriptiva y experimental, ya que por medio de la investigación se busca solucionar los aspectos cuantitativos del problema detectado.

Por el método es cualitativa, parte de un tema general para definir la solución del problema a medida que avanza en el desarrollo de la investigación.

### **8.2. Diseño de la Investigación.**

Investigación de tipo deductivo, porque está definida en el tiempo y los datos se obtienen directamente en el lugar en donde se realiza el estudio, esto es, la planta industrial de la Envasadora de GLP Ambato.

En principio la investigación sigue el método deductivo, porque va de los datos generales aceptados como reales, para por medio de deducciones del razonamiento lógico, llegar a varias suposiciones, es decir; parte de afirmaciones previamente establecidas como principios generales, para luego ir a casos individuales y comprobar así su validez.

Se involucró de manera activa: A los Jefes de Planta, Supervisores, funcionarios y a los trabajadores responsables del proceso de inertización de cilindros de GLP, quienes serán beneficiarios directos del rediseño del puesto de trabajo.

Se realizara mediciones de las condiciones laborales en el proceso de inertización de cilindros de GLP antes y después de la investigación para probar las hipótesis.

### 8.3. Población y muestra.

La población total lo conformaron el personal encargado de la tarea de extracción de válvulas, siendo en total 4 personas que rotan en turnos semanales. El detalle de la población se describe en el siguiente tabla 2:

**Tabla 2:** Población y muestra

ESTRATOS	POBLACIÓN	MUESTRA	PORCENTAJE %
Personal obrero	4	4	100
TOTAL	4	4	100

**Fuente:** RRHH Planta Envasadora GLP

**Elaborado por:** A. Córdova.

### 8.4. Muestra.

No se calcula muestra se trabajará con todo el personal.

### 8.5. Métodos de Investigación.

La investigación en cuestión, se apoyó en el método científico, que se define como un procedimiento riguroso formulado de una manera lógica para lograr la adquisición, sistematización y exposición de conocimientos en su aspecto teórico.

Para construir y desarrollar la teoría científica que servirá de respaldo en la interpretación de los resultados de nuestra investigación, nos serviremos de los métodos: inducción y deducción.

**Método Inductivo:** lo utilizaremos para analizar los procedimientos de trabajo aplicados en el proceso de inertización de cilindros de GLP.

**Método Deductivo:** será empleado para comprobar el impacto de los cambios del rediseño en los trabajadores del proceso de inertización de cilindros de GLP.

Fases de la investigación:

- Planteamiento del problema
- Revisión bibliográfica
- Formulación de la hipótesis
- Recolección de datos
- Análisis de datos
- Interpretación
- Conclusiones
- Prueba de hipótesis
- Generalización de resultados para aumentar el conocimiento teórico.

#### **8.6. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.**

Las técnicas a utilizar en la recolección de datos para la investigación serán las siguientes:

- Revisión de documentación anterior, como los estudios realizados por la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato en relación de los riesgos ergonómicos y físicos del proceso de inertización de cilindros.

- La evaluación ergonómica, observación postural del puesto de trabajo, antes y después del rediseño serán la fuente de recolección de datos.
- Se aplicara encuestas a Trabajadores, análisis de materiales utilizados en el proceso productivo para identificar riesgos.

### **8.7. Técnicas y Procedimientos para el análisis de resultados.**

Los datos que se obtengan del proceso de recolección de información serán analizados y valorados con la ponderación adjudicada de acuerdo a los métodos de evaluación de riesgo ergonómico como el Método Ergo-IBV.

De los resultados de evaluaciones de todos los trabajadores, se tabularán, se graficarán y se interpretarán para con la ayuda del estadístico Chi cuadrado para comprobar las hipótesis.

## **9. RECURSOS HUMANOS Y FINANCIEROS.**

Los recursos a utilizar se describen a continuación:

Recurso Humano:

- Jefe de Planta.
- Supervisor del Taller de reparación de cilindros.
- Personal de mantenimiento.
- Trabajadores del Taller de reparación de cilindros.
- Médico de la empresa.

Recurso Financiero:

**Tabla 3:** Recursos Financieros

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>COSTO TOTAL ( \$ )</b>
Equipos de extracción electromecánico	20000
Equipos de transporte de cilindros	30000
Accesorios anti explosión	5000
Materiales neumáticos	200
Materiales eléctricos	200
Materiales obra civil	200
Hojas impresas	50
Copias	20
Útiles de escritorio	20
Impresión, Imprevistos Empastados, anillados	25
Imprevistos	20
<b>TOTAL</b>	<b>55735</b>

**Fuente:** A. Córdova

**Elaborado por:** A. Córdova.

**10. CRONOGRAMA.**

<b>FECHA</b>	<b>Mes 1</b>	<b>MES 2</b>	<b>MES 3</b>	<b>MES 4</b>	<b>MES 5</b>	<b>MES 6</b>
<b>ACTIVIDADES</b>						
Estructura del Plan.						



<b>FORMULACION DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>
¿Cómo el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo ergonómico y de exposición al ruido en el personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el período Mayo del 2015 – Octubre 2015?	Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo ergonómico y de exposición al ruido en el personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el período Mayo del 2015 – Octubre 2015	Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo ergonómico y de exposición al ruido en el personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el período Mayo del 2015 – Octubre 2015 mediante el control de posturas de trabajo, movimientos repetitivos y nivel de ruido.
<b>PROBLEMAS DERIVADOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICA</b>
¿Cómo el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la	Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la	El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el riesgo de tipo ergonómico en las zonas de cuello-hombros y mano-muñeca del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el

<p>ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015?</p>	<p>ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015</p>	<p>periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015 mediante el control las posturas que adopta el trabajador y la repetitividad de los movimientos de brazos y manos.</p>
<p>¿Cómo el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015?</p>	<p>Demostrar como el rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015.</p>	<p>El rediseño de la herramienta de trabajo de torque neumático del proceso de inertización de cilindros de GLP reduce el nivel de riesgo por exposición al ruido del personal que labora en el Taller de Reparación de cilindros de la envasadora de GLP de la ciudad de Ambato durante el periodo Mayo del 2015 – Octubre 2015 mediante mediciones del nivel de ruido al que está expuesto el trabajador.</p>

## **BIBLIOGRAFÍA**

Agurto, P. (2010). MODULO ERGONOMÍA APLICADA A LA PREVENCION.

Cuixart, S. N. (s.f.). <http://www.insht.es>.

ERGONAUTAS. (s.f.). [www.ergonautas.com](http://www.ergonautas.com).

IESS. (s.f.). DECRETO 2393: REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.

INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL REGION DE MURCIA. (s.f.).  
Obtenido de <http://www.croem.es/prevergo/formativo/1.pdf>

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

Modelo, P. R. (2000). Ergonomia 1. Fundamentos. Mexico: Alfaomega.

REYES, D. I. (2012). TESIS: EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS ERGONÓMICAS EN UNA EMPRESA MANUFACTURERA MEDIANTE LA APLICACIÓN DEL METODO LEST.

Senovilla, L. P. (2009). Exposición a vibraciones mecánicas. Evaluación del riesgo.

## ANEXO 2.- ANALISIS DE CAMPO DE MANIPULACION MANUAL DE CARGAS.

### ANEXO 2: ANALISIS DE CAMPO DE MANIPULACION MANUAL DE CARGAS.

FECHA: 10/08/2016

#### DATOS DE LA MANIPULACIÓN

PESO DE REFERENCIA LC:

POBLACION GENERAL: Si se trata de hombres adultos.	LC = 25 KG	<input checked="" type="checkbox"/>
POBLACION GENERAL: Si la población expuesta son mujeres, trabajadores jóvenes o mayores.	LC = 15 KG	<input type="checkbox"/>

PESO REAL DE LA CARGA Pc:  Kg.

FACTOR HORIZONTAL HM:

$$HM = \frac{25}{H}$$

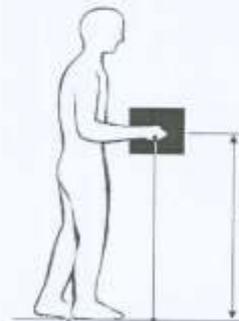
POSICION HORIZONTAL (H)	FACTOR HORIZONTAL (HM)
47 cm	$HM = 25 / 47$ $HM = 0,53$



FACTOR VERTICAL VM

$$VM = 1 - [0,003 * (V - 75)]$$

POSICION VERTICAL (V)	FACTOR VERTICAL (VM)
150 cm	$VM = 1 - [0,003 * (150 - 75)]$ $VM = 0,775$



**FACTOR DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL DM.**

POSICION INICIAL	POSICION FINAL	DIFERENCIA	DM
135cm	150cm	150 - 135 15cm.	1

Desplazamiento vertical	Factor corrección
Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0,91
Hasta 100 cm	0,87
Hasta 175 cm	0,84
Más de 175 cm	0

**FACTOR DE ASIMETRIA.**

$$AM = 1 - (0.0032 * A)$$

ANGULO DE GIRO DEL TRONCO A	FACTOR ASIMETRIA AM
0°	AM = 1 - (0,0032 * 0) AM = 1



**FACTOR DE FRECUENCIA FM.**

FRECUENCIA DE LEVANTAMIENTO Lev/min	DURACION DE LA TAREA	DISTANCIA VERTICAL V	FACTOR FRECUENCIA FM
5 lev/min	6 horas duración larga.	150cm	0,35

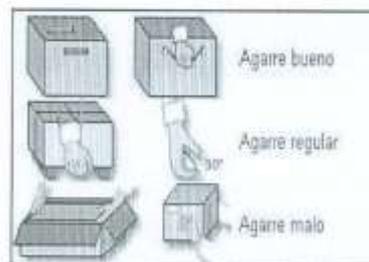
FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2- 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0.2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,65	0,65
0.5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores de V están en cm. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0.2 elevaciones por minuto.

**FACTOR DE AGARRE FM.**

TIPO DE AGARRE	FACTOR DE AGARRE CM
Buena	1

Tipo de agarre	Factor de corrección
Agarre bueno	1
Agarre regular	0,95
Agarre malo	0,9



**FACTOR DE OPERACIÓN CON 1 MANO OM.**

Manipulación realizada con una sola mano: OM = 0.6.	<input type="checkbox"/>
Manipulación realizada con las dos manos: OM = 1.	<input checked="" type="checkbox"/>

**FACTOR DE OPERACIÓN ENTRE 2 PERSONAS PM**

Manipulación realizada con una sola persona: PM = 1.	<input checked="" type="checkbox"/>
Manipulación realizada con dos personas: PM = 0.85.	<input type="checkbox"/>

**3.5.4.2.12.- FACTOR DE TAREA ADICIONAL AT.**

Sin tarea adicional: AT = 1.	<input checked="" type="checkbox"/>
Con tarea adicional: AT = 0.8.	<input type="checkbox"/>

**LÍMITE DE PESO RECOMENDADO (LPR).**

$$LPR = LC * HM * VM * DM * AM * FM * CM * OM * PM * AT$$

LC	HM	VM	DM	AM	FM	CM	OM	PM	AT	LPR
25	0,63	0,775	1	1	0,35	1	1	1	1	3,614

**ÍNDICE DE RIESGO POR MANIPULACION MANUAL DE CARGAS.**

$$INDICE\ DE\ RIESGO = \frac{Pc}{LPR}$$

PESO DE LA CARGA Pc	LÍMITE DE PESO RECOMENDADO LPR	INDICE DEL RIESGO
5kg	3,61 kg	5kg/3,61kg = 1,39

**EVALUACION DEL NIVEL DE RIESGO EN MANIPILACION MANUAL DE CARGAS.**

NIVEL DE RIESGO	INDICE DEL RIESGO	
<b>RIESGO ACEPTABLE.-</b> La mayoría de trabajadores no debe tener problemas al ejecutar este tipo de tareas.	Índice ≤ 1	<input type="checkbox"/>
<b>RIESGO MODERADO.-</b> Tareas de este tipo deben rediseñarse para reducir el riesgo. Se pueden aceptarse estas tareas siempre que se haga especial énfasis en aspectos como la educación o entrenamiento del trabajador, el seguimiento detallado de las condiciones de trabajo, el estudio de las capacidades físicas del trabajador y el seguimiento de la salud del trabajador mediante reconocimientos médicos periódicos.	1 < Índice < 1,6	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>RIESGO INACEPTABLE.-</b> Debe ser modificada la tarea.	Índice ≥ 1,6	<input type="checkbox"/>

### ANEXO 3: ANALISIS MODULO DE MOVIMIENTOS REPETITIVOS.

POSTURA DEL CUELLO	
DESCRIPCION	PUNTAJE
Movimiento de flexión de 10° a 20°	2
No existe torcion	0
No existe inclinacion lateral	0
<b>Puntuacion posicion</b>	2
<b>Puntuacion promedio</b>	2*50%(exposicion) = 1
<b>CLASIFICACION</b>	1



POSTURA DEL BRAZO	
DESCRIPCION	PUNTAJE
Movimiento de flexión de 45° a 90°	3
<b>Puntuacion posicion</b>	3
<b>Puntuacion promedio</b>	3*50%(exposicion) = 1.5
<b>CLASIFICACION</b>	2



POSTURA DE LAS MUÑECAS	
DESCRIPCION	PUNTAJE
Posición neutra 0°	1
No existe desviacion radial o cubital.	0
No existe pronacion o supinacion.	0
<b>Puntuacion posicion</b>	1
<b>Puntuacion promedio</b>	2*50%(exposicion) = 0.5
<b>CLASIFICACION</b>	1



<b>DESVIACION LATERAL/PRONACION/SUPINACION DE MUÑECAS</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>PUNTAJE</b>
No existe desviacion radial o cubital.	0
No existe pronacion o supinacion.	0
<b>Puntuacion posicion</b>	0
<b>Puntuacion promedio</b>	$0*50\%(\text{exposicion}) = 0$
<b>CLASIFICACION</b>	1



<b>ESFUERZO DE LA MANO</b>	<b>1</b>
Tarea algo dura (10-30% de la fuerza máxima)	3
<b>Puntuacion promedio</b>	$3*50\%(\text{exposicion}) = 1.5$
<b>CLASIFICACION</b>	2

<b>REPETITIVIDAD EN BRAZOS</b>	<b>5</b>
<b>Puntuacion promedio</b>	$5*50\%(\text{exposicion}) = 2.5$
<b>CLASIFICACION</b>	1

<b>REPETITIVIDAD EN MANOS</b>	<b>0</b>
<b>Puntuacion promedio</b>	$0*50\%(\text{exposicion}) = 0$
<b>CLASIFICACION</b>	1

### RESULTADOS EN LA ZONA CUELLO-HOMBROS DE ACUERDO A LA TABLA

#### 3.7

CALIFICACION	RIESGO A CORTO PLAZO
<b>1</b>	<b>NIVEL I:</b> Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.

CALIFICACION	RIESGO A MEDIO PLAZO
<b>2</b>	<b>NIVEL II:</b> Situaciones que pueden mejorarse pero en las que no es necesario intervenir a corto plazo.

CALIFICACION	RIESGO A LARGO PLAZO
<b>2</b>	<b>NIVEL II:</b> Situaciones que pueden mejorarse pero en las que no es necesario intervenir a corto plazo.

### RESULTADOS EN LA ZONA CUELLO-HOMBROS DE ACUERDO A LA TABLA

#### 3.8.

CALIFICACION	RIESGO A CORTO PLAZO
<b>2</b>	<b>NIVEL II:</b> Situaciones que pueden mejorarse pero en las que no es necesario intervenir a corto plazo.

## HOJA DE CAMPO - MOVIMIENTOS REPETITIVOS

POSTURA DEL CUELLO			
Posición	Punt.	Correc.	
Flexión 0-10°	1	Se debe sumar 1 punto si existe inclinación lateral o torsión	
Flexión 10-20°	2		
Flexión > 20°	3		
Extensión	4		

POSTURA DE CUELLO		
Puntuación de posición	Puntuación promedio	Clasificación
2	$2 \times 0,5 = 1$	1

POSTURA DEL BRAZO			
Posición	Punt.	Correc.	
Posición entre 20° de extensión y 30° de flexión	1		
Flexión 20-45°	2		
Extensión > 20°	2		
Flexión 45-90°	3		
Flexión > 90°	4		

POSTURA DE BRAZOS		
Puntuación de posición	Puntuación promedio	Clasificación
3	$3 \times 0,5 = 1,5$	2

POSTURA DE LAS MUÑECAS			
Posición	Punt.	Correc.	
Posición neutra (0°), no existe flexión ni extensión	1	Se debe sumar 1 punto si existe Deviación radial cubital o Pronación supinación	
Flexión o extensión < 15°	2		
Flexión o extensión > 15°	3		

FLEXION EXTENSION MUÑECAS		
Puntuación de posición	Puntuación promedio	Clasificación
1	$1 \times 0,5 = 0,5$	1

Dev. radial cubital o Pronación supinación muñecas		
Puntuación de posición	Puntuación promedio	Clasificación
0	$0 \times 0,5 = 0$	1

ESFUERZO DE LA MANO	Punt.
Tarea ligera (< 10% de la fuerza máxima)	1
Tarea algo dura (10-30% de la fuerza máxima)	3
Tarea dura (30-50% de la fuerza máxima)	6
Tarea muy dura (50-80% de la fuerza máxima)	9
Casi el máximo (> 80% de la fuerza máxima)	13

INTENSIDAD DEL ESFUERZO DE LA MANO		
Puntuación	Puntuación promedio	Clasificación
3	$3 \times 0,5 = 1,5$	2

REPETITIVIDAD	Val.
EN BRAZOS	5
EN MANOS	0

REPETITIVIDAD DE BRAZOS		
Puntuación	Puntuación promedio	Clasificación
5	$5 \times 0,5 = 2,5$	2

REPETITIVIDAD DE MANOS		
Puntuación	Puntuación promedio	Clasificación
0	$0 \times 0,5 = 0$	1

VARIABLE	CLASIFICACIÓN DE LAS PUNTUACIONES PROMEDIO		
	1	2	3
Postura de brazos	<1,17	1,17-1,6	>1,6
Postura de cuello	<1,42	1,42-2,44	>2,44
Repetitividad de brazos	≤ 2	> 2	
Flexión/Extensión de muñecas	≤ 2	> 2	
Desviación lateral o pronación/supinación de muñecas < 0,06	< 0,06	0,06-0,42	> 0,42
Repetitividad de manos	≤ 4	> 4	
Intensidad del esfuerzo de la mano	1	1-2,8	> 2,8

NIVEL DE RIESGO EN CUELLO-HOMBRO				
Riesgo a corto plazo				
Postura de brazos	Repetitividad de brazos			
	1	2	3	4
Postura de cuello	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3

NIVEL DE RIESGO CUELLO-HOMBRO	
CALIFICACION	RIESGO A CORTO PLAZO
1	nivel I
2	nivel II
2	nivel II

NIVEL DE RIESGO EN MANO-MUÑECA				
Intensidad del esfuerzo de la mano				
Desviación lateral o pronación/supinación de muñecas	Repetitividad de manos			
	1	2	3	4
Flexión/Extensión de muñecas	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2
3	3	3	3	3

NIVEL DE RIESGO MANO-MUÑECA	
CALIFICACION	RIESGO A LARGO PLAZO
2	nivel II

NIVEL I	Situaciones de trabajo ergonómicamente aceptables.
NIVEL II	Situaciones que pueden mejorarse, no es necesario intervenir a corto plazo.
NIVEL III	Implica realizar modificaciones en diseño del puesto o en los requisitos impuestos por las
NIVEL IV	Implica prioridad de intervención ergonómica.

PROCESO	POSICION	% EXPOSICION
Investigación	Cabezal abajo	50% tiempo.
TAREA	Extracción de valvulas	

**ANEXO 4: ANALISIS POSTURAL REBA.**

<b>GRUPO A</b>	
<b>CUELLO</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>PUNTAJE</b>
Movimiento de flexión de 0° a 20°	1
No existe giro	0
No existe inclinacion lateral	0
<b>PUNTUACION</b>	<b>1</b>



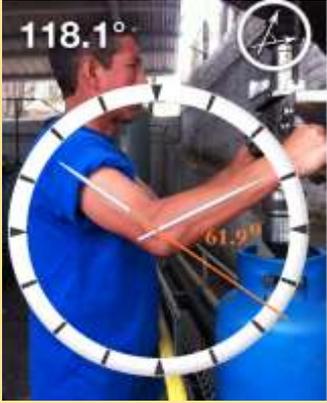
<b>PIERNAS</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>PUNTAJE</b>
Posición con soporte bilateral caminando o Sentado	1
No existe flexión de rodilla(s) 30° a 60°	0
No existe flexión de rodilla(s) mayor a 60°	0
<b>PUNTUACION</b>	<b>1</b>



<b>TRONCO</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>PUNTAJE</b>
Erguido	1
No existe giro	0
No existe inclinacion lateral	0
<b>PUNTUACION</b>	<b>1</b>



<b>PUNTUACION DE LA TABLA A</b>	<b>1</b>
<b>FUERZA / CARGA</b>	
Entre 5Kg y 10Kg	1
No se ejerce una fuerza repentina o brusca	0
<b>PUNTUACION A</b>	<b>2</b>

<b>GRUPO B</b>		
<b>ANTEBRAZOS</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>PUNTAJE</b>	
Movimiento de flexión entre 60° a 100°	1	
<b>PUNTUACION</b>	1	

<b>MUÑECAS</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>PUNTAJE</b>	
Movimiento de flexión o extensión entre 0° a 15°	1	
No existe giro	0	
No existe inclinacion lateral	0	
<b>PUNTUACION</b>	1	

<b>BRAZOS</b>		
<b>DESCRIPCION</b>	<b>PUNTAJE</b>	
Posición de flexión entre 46° a 90°	3	
Existe abduccion	1	
No existe rotacion	0	
No existe hombro elevado	0	
No est apoyado en favor de la gravedad	0	
<b>PUNTUACION</b>	<b>4</b>	

<b>PUNTUACION DE LA TABLA B</b>	<b>4</b>
<b>TIPO DE AGARRE</b>	
BUENO	0
<b>PUNTUACION B</b>	<b>5</b>

<b>PUNTUACION DE LA TABLA C</b>	<b>3</b>
<b>TIPO DE ACTIVIDAD</b>	
No es estática mantenida más 1 min,	0
Es repetida + 4 rep/min	1
No existen Cambios posturales y base inestable	0
<b>PUNTUACION REBA</b>	<b>4</b>
<b>RIESGO MEDIO: ES NECESARIA LA ACTUACION</b>	

# HOJA DE CAMPO MODULO DE POSTURAS FORZADAS - REBA

## Grupo A: Análisis de cuello, piernas y tronco

**CUELLO**

Movimiento	Punt.	Correc.
0°-20° flexión	1	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
+20° flexión o extensión	2	



**PIERNAS**

Movimiento	Punt.	Correc.
Soporte bilateral, andando o sentado	1	Añadir +1 si hay flexión de rodillas entre 30° y 60°
Soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2	Añadir +2 si las rodillas están flexionadas + de 60° (alvo postura sedente)



**TRONCO**

Movimiento	Punt.	Correc.
Erguido	1	
0°-20° flexión 0°-20° extensión	2	Añadir +1 si hay torsión o inclinación lateral
20°-60° flexión +20° extensión	3	
+60° flexión	4	



**CARGA / FUERZA**

0	1	2	+1
< 5 Kg	5 a 10	> 10 Kg	Instauración rápida o

Empresa: *Eni Ecuador*  
 Puesto de trabajo: *Extracción Valles las*  
 10/08/2016

**Puntuación A**  
2

**TABLA A**

	CUELLO											
	1				2				3			
TRONCO	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

**TABLA B**

	ANTEBRAZO					
	1			2		
BRAZO	MUÑECA			MUÑECA		
1	1	2	3	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

**TABLA C**

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	9	10	11	11	11
8	8	8	8	9	9	9	9	9	11	11	11	11
9	9	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	12
10	9	9	9	11	11	11	11	11	12	12	12	12
11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12	12	12
12	9	9	9	9	9	9	9	9	12	12	12	12

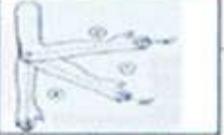
**Puntuación C**  
3

Corrección: Añadir +1 si:  
 Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ej. aguantadas más de 1 min.  
 Movimientos repetitivos, por ej. repetición superior a 4 ves/min.  
 Cambios posturales importantes o posturas inestables

## Grupo B: Análisis de brazos, antebrazos y muñecas

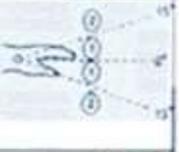
**ANTEBRAZOS**

Movimiento	Puntuación
60°-100° flexión	1
+60° flexión-100° flexión	2



**MUÑECAS**

Movimiento	Punt.	Corrección
0°-15° flexión extensión	1	Añadir +1 si hay torsión o desviación lateral
+15° flexión extensión	2	



**BRAZOS**

Posición	Puntuación	Corrección
0°-20° flexión extensión	1	Añadir +1 si hay abducción o rotación.
+20° extensión	2	+1 si hay elevación del hombro.
20°-45° flexión	3	+1 si hay apoyo o postura a favor de la gravedad
+90° flexión	4	



1

1

4

4

0

**Puntuación B**  
4

**TIPO DE AGARRE**

Tipo de agarre	Punt.
Bueno	0
Regular	1
Malo	2
Inaceptable	3

**Puntuación Final**  
4

NIVEL DE ACCIÓN: 1 = No necesario; 2-3 = Puede ser necesario; 4 a 7 = Necesario; 8 a 10 = Necesario pronto; 11 a 15 = Actuación inmediata

## ANEXO 5.- MEDICION DE RUIDO TRC 2013 ECOACUSTICS.

Inertizado de cilindros							
Número	8						
Tipo de puesto	Fijo						
Nº de trabajadores	1						
Ubicación	Taller de mantenimiento de cilindros (patio)						
Leq > 85dB(A)	si						
Duración turno referencial (h)	8						
Equipos relacionados	Máquina de torque manual						
Medición	Número	Equipo					
Función	1	Exposímetro personal					
Tarea	1	Sonómetro					
		Incertidumbre sobre los LAeq		Incertidumbre sobre la duración de tarea			
		Coef	Incert.	Coef	Incert.		
Nº de tareas	Tm.promedio (h)	L*A,eqT (dB(A))	LEX,8h,i (dB(A))	c1a,m	u1a,m	c1b,m	u1b,m
Tarea 1	3,00	97,3	93,0	-	-	-	-
Total (h)	3,00						
Estimación LEX,8h (dB(A))	93,0						
Incertidumbre material u2,m (dB(A))	0,7						
Incertidumbre posición u3 (dB(A))	1						
Incertidumbre típica combinada u	-						
Incertidumbre expandida 95% (k=1,65)	-						
Tiempo max permitido (h)	0,8						
Dosis de la tarea	1,3						



Resultados de mediciones y cálculos									
Ruido estable ?	no								
Tarea cíclica ?	sí								
Duración > 5min ?	no								
Descripción	Pesa los cilindros. Esta actividad se realiza a partir de las 14h.								
Duración de la tarea									
Observación	T (h)								
1	4								
2	4								
Medición	Día	Hora inicio	Duración (min)	Leq		nº impactos	Fichero	Peak máx	
1	17/09/2013	15:04:44	3:09	dB(A)	dB(C)	0	sol220	116,5	
2	18/09/2013	14:57:50	3:06	86,2	90	1	sol254	120,4	
3	18/09/2013	15:38:22	3:07	87	89,4	0	sol264	117,4	
Incertidumbre sobre los LAeq				Incertidumbre sobre la duración de					
Coef. sensibilidad	Desviación típica			Coef. sensibilidad	Desviación típica				
c1a,m	u1a,m (dB(A))			c1b,m	u1b,m (dB(A))				
1,00	0,35			1,08	0,00				
nº observaciones J	Lmax-Lmin (dB(A))								
2	1,2								
nº muestreos I	L*p,A,eqT (dB(A))								
3	86,4								
Tm promedio (h)	LEX,8h,i (dB(A))								
4,0	83,4								

## ANEXO 6.- MEDICION DE RUIDO TRC 2016 PUCE.



### ACREDITACIONES



INFORME CESAQ-PUCE No. 15836-2

Página 1 de 2

**CESAQ - PUCE**  
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**  
**CENTRO DE SERVICIOS AMBIENTALES Y QUÍMICOS**  
**INFORME DE ANÁLISIS No. 15836-2**

**Datos generales:**

Cliente: ENI ECUADOR S.A. - AMBATO  
 Dirección: KM 10 1/2 S/N Y PANAMERICANA SUR  
 Teléfono: 2442 380 / 2442 381  
 Tipo de muestra: RUIDO INDUSTRIAL

**Toma de Muestra (No cubierta por las acreditaciones)**

FECHA DE MUESTREO: 09/11/2016  
 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA: TALLER DE MANTENIMIENTO DE CILINDROS  
 MUESTREADO POR: PERSONAL TÉCNICO CESAQ - PUCE  
 FECHA RECEPCIÓN: 10/11/2016 **INTEGRIDAD DE LA MUESTRA: CUMPLE**

Norma de Comparación: DECRETO 1216 ANEXO 1, TABLA 1. LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES RUIDO 8 HORAS DÍA

**Parámetros analizados:**

AA	PARAMETRO	METODO ANALITICO	UNIDADES	RESULTADO	NORMA <sup>N1</sup>	OBSERVACIONES
	<b>RUIDO Y EMISIONES</b>					
1	Ruido de la Fuente	ISO 1996:2 / CP-PEE-R001	dB (A)	72,7	NA	
1	Ruido Nivel de Presión Sonora (ota)	ISO 1996:2 / CP-PEE-R001	dB (A)	73,7	85,0	CUMPLE
NA	Tipo de medición (C o F)		NA	FLUCTUANTE	NA	
NA	Hora de medición		Horas	12H10	NA	
NA	Tipo de Zona según el Uso de suelo		NA	N/A	NA	
NA	Ubicación de la fuente (N, S, E, O)		NA	N/A	NA	
NA	Tiempo de emisión por día		Horas	8	NA	
NA	Ruido Límite Máximo	ISO 1996:2 / CP-PEE-R001	dB (A)	84,8	NA	
NA	Ruido Límite Mínimo	ISO 1996:2 / CP-PEE-R001	dB (A)	62,5	NA	
NA	Coordenadas Longitud RE WGS 84	CP-PEE-TM005	UTM WGS 84	769980	NA	
NA	Coordenadas Latitud RE WGS 84	CP-PEE-TM005	UTM WGS 84	9852507	NA	

**Fecha de Realización del Ensayo**

La muestra ingresó al CESAQ-PUCE el día, 10 de noviembre del 2016. Los análisis fueron realizados en el período comprendido entre el 9 de noviembre del 2016 y el 11 de noviembre del 2016.

Las opiniones e interpretaciones (Cumple / No cumple), indicadas en la Tabla de Resultados, están

**FUERA DEL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DEL SAE**

*El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo*

*El presente informe no debe reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita del CESAQ - PUCE*  
 Las incertidumbres de los resultados para los ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación se adjuntan en una página única (MC0701) al presente documento y sus cálculos se encuentran disponibles en los registros del CESAQ-PUCE.

CESAQ-PUCE, laboratorio acreditado OAE LE 2 C 04-001



## ACREDITACIONES



INFORME CESAQ-PUCE No. 15836-2  
Página 2 de 2

### NOTAS

U	Incertidumbre	NV	No Viable
N.E.	No. Evaluable	NA	No Aplica
N.D.	No. Disponible	< =	Menor a
N1	Norma de Comparación	La identificación de la muestra es dada por el cliente	
N2	No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite superior del laboratorio es inferior a la norma		
N3	No es posible evaluar el cumplimiento debido a que el límite de cuantificación del laboratorio es superior a la norma		
Integridad de la muestra se refiere al cumplimiento de las normas de envase y preservación			
Los ensayos de suelos se realizan en materia seca, a excepción de pH y Conductividad			

### ACREDITACIONES

AA	ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
1	OAE LE2 C 04-001
2	OAE LE C 10-011 (Subcontratado a Disertab - PUCE)
3	Ensayo Subcontratado No Acreditado
4	Ensayo Subcontratado Acreditado
*	Los ensayos marcados no están incluidos en el alcance de acreditación OAE LE2 C 04-001

### OBSERVACIONES ANALÍTICAS

Incertidumbre de Ruido Nivel de Presión Sonora (Dia) (2.3 dB (A)), k=2 (cobertura del 95% de confianza).

Revisado y Aprobado por

M. Sc. David Romero Estévez  
DIRECTOR TÉCNICO



DAVID  
FERNANDO  
ROMERO  
ESTEVEZ

Firmado  
digitalmente por  
DAVID FERNANDO  
ROMERO ESTEVEZ  
Fecha: 2016.11.14  
11:58:25 -05'00'

Quito, 14 de noviembre del 2016

*El presente informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo*  
*El presente informe no debe reproducirse más que en su totalidad, previa autorización escrita del CESAQ - PUCE*  
Las incertidumbres de los resultados para los ensayos que se encuentran dentro del alcance de acreditación se adjuntan en una página única (MC0701) al presente documento y sus cálculos se encuentran disponibles en los registros del CESAQ-PUCE.  
CESAQ-PUCE, laboratorio acreditado OAE LE 2 C 04-001



**CENTRO DE SERVICIOS AMBIENTALES Y QUÍMICOS  
CESAQ-PUCE**

Nº 000309

**CADENA DE CUSTODIA DE MUESTRAS DE RUIDO Y REGISTRO DE ANÁLISIS**

<b>DATOS DEL CLIENTE</b>		<b>EQUIPO PARA VERIFICACIÓN</b>		<b>DATOS ADICIONALES</b>	
EMPRESA: Eni Ecuador S.A.		MARCA: TASSON NAUIS		USO DE SUELO: N/A	
DIRECCIÓN: Panamericana Sur km 10.1a vía a Ayobamba		Nº SERIE: 3568		NORMATIVA DE COMPARACIÓN: Decreto 2333	
CONTACTO: Ing. Amanda Rosero TELÉFONO: 240380		CODIGO: CP-EI-822		TIPO DE MEDICIÓN REALIZADA (TIPO DE RUIDO):	
PROYECTO: Planta Emvasadora Ambato		FECHA: 09-11-2016		DÍA: NOCTURNO	
<b>DATOS DE ANÁLISIS</b>		<b>DATOS DE VERIFICACIÓN</b>		<b>RECEPCIÓN CESAQ-PUCE</b>	
NOMBRE DEL TÉCNICO: Gato Esavosa		INICIAL: 94 dB		INDUSTRIA: eni Ecuador S.A.	
EQUIPO UTILIZADO: Sonómetro		FINAL: 114 dB		Nº PLANTAS: 2	
MARCA: TASSON NAUIS		CRITERIO: 50% de		RESPONSABLE: Enrique Chaguata	
Nº SERIE: 3568		OBSERVACIONES: Sin necesidad		FIRMASELLO CLIENTE:	

No	DESCRIPCIÓN PUNTO DE MUESTRO	MEDICIÓN			FONDO (dBA)	Velocidad del Viento* (m/s)	COORDENADAS		UBICACIÓN DE LA FUENTE	CESAQ-PUCE CODIGO DE MUESTRA
		MEDIA	CONT	FLUCT			IPPA	HORA		
P1	Oficinas	1	✓	12:50	—	1,8	4852494	0762046	N/A	158361
		2	✓	12:59	—					
		3	✓	13:10	—					
		PROMEDIO								
P2	Taller de mantenimiento de cilindros	1	✓	12:10	—	1,4	9852507	0762980	N/A	15836-2
		2	✓	12:20	—					
		3	✓	12:30	—					
		PROMEDIO								

**CROQUIS DE LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE PREDIOS VECINOS**

**OBSERVACIONES ADICIONALES**

Sonómetro Ponderación A:  Respuesta SLOW  Unidades coordenadas: WGS 84

Humedad: 57% Temperatura: 23,4°C

Equipo acond. Ambientales: CP-EI-310  
Equipo velocidad de Viento: CP-EI-110

Trabajos al interior de la planta manipulaciones de los cilindros, flujo tránsito se hizo en la zona. El personal de la planta de emvasado se encuentra en la zona del almuerzo.

En el momento de la medición las mediciones se tomaron en la zona de los cilindros y tanto en las mediciones se realizaron por la zona. Fuentes de ruidos por el ruido del

NOTA: Esta cadena de custodia es parte integral del informe de ensayo adjunto.

## ANEXO 7.- PROCEDIMIENTO DE EXTRACCION DE VALVULAS MANUAL OPERATIVO PLANTA AMBATO

### Extracción de válvulas.

#### Objetivo

Extraer la válvula de cada cilindro para la evacuación del residuo de GLP.

#### Descripción

Previa la extracción de válvula se debe garantizar que la presión residual de GLP en los cilindros sea eliminada, utilizando un dispositivo adecuado. Se procede a la extracción de la válvula posicionando el cilindro en la máquina de extracción de válvulas - desatornilladora.

#### FOTO DEL PROCESO



Nº	SIMB.	PROCEDIMIENTO
1	○	Ordenar cilindros.
2	○	Evacuar presión en cilindros con la ayuda de la pinza de ataque rápido.
3	○	Aflojar y extraer la válvula.
4	○	Desechar el residuo de GLP.
5	▽	Almacenamiento previo a la inertización.

#### Funcionamiento de la maquina desatornilladora

1. Permitir el paso del cilindro presionando el pulsador “ABRIR CENTRADOR”, el sistema de parada de cilindros deja pasar un cilindro de GLP a la vez, bloqueando el paso automáticamente de los demás cilindros.

#### FOTO DEL PROCESO



2. Esperar que el centrador sujete al cilindros de GLP, realizar la extraccion de valvulas, bajando el cabezal de extraccion y colocando la herramienta en la valvula luego presionar al mismo tiempo los botones “SEGURIDAD” y “DEATORNILLAMIENTO”.
3. Una vez suelta la valvula del cilindro retirela maualmente y almacenela para su posterior clasificacion.
4. Libere el cilindro que ha sido extraida su valvula presionando una vez mas el boton marcado como “ABRIR CENTRADOR”, lo que repite el proceso permitiendo el paso de un nuevo cilindro de GLP.

### **Inspección**

- Se realizará la clasificación de las válvulas (eficiente, defectuosas).

### **Parámetros de proceso**

Personal utilizado: 1 persona.

Consumos Adicionales: Aire comprimido.

### **Equipos y herramientas**

- Desatornilladora de válvulas.

### **Condiciones de seguridad**

- Almacenamiento adecuado de cilindros.

El personal debe utilizar:

			
Calzado de seguridad.	Guantes de cuero.	Casco.	Protección visual.

	
Protección auditiva.	Protección respiratoria.

### **Operación**

- La presión de trabajo debe estar comprendido entre 87 PSI - 116 PSI.
- Nivel de ruido esta alrededor de los 75 dB(A).

## ANEXO 8.- TRIPTICO EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO.

### PAUSA ACTIVA



Breves descansos con ejercicios durante la jornada laboral, para recuperar energías obteniendo un desempeño eficiente en el trabajo.

#### BENEFICIOS

Reduce la tensión muscular, disminuye el estrés y la fatiga, mejora la concentración, la atención y la postura.

#### EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA LOS BRAZOS



De pie y con la espalda recta, cruce los brazos por detrás de la cabeza, juntando sus manos, llévelo los brazos hacia arriba. Sostenga esta posición durante 15 segundos. Baje los brazos y repita el ejercicio por 5 veces.

### EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO PARA LAS PIERNAS Y TOBILLOS



Suba la rodilla derecha con dirección al pecho, sostenga con las manos por 10 segundos, cambie de pierna y repita el ejercicio. Realizar 5 veces por cada pierna.



Apoyando la punta del pie sobre el piso, realice tres rotaciones de tobillo hacia la izquierda y tres hacia la derecha, con cada pie.



**MEJORA LA CALIDAD DE TU VIDA LABORAL**



**EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO**

**EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO  
PARA EL CUELLO.**

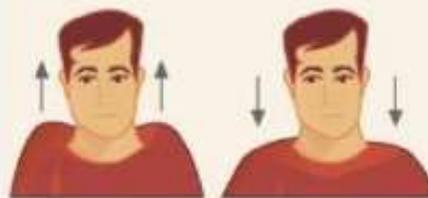


Gire su cabeza hacia su lado derecho hasta el mentón quede en la misma dirección de su hombro, mantenga esta posición durante 5 segundos, luego repita el mismo movimiento en su lado izquierdo. Realice 5 repeticiones de este ejercicio.



Incline su cabeza hacia atrás permanezca 5 segundos en esta posición, luego baje la cabeza mirando hacia el suelo con movimientos lentos y suaves, mantenga esta posición por 5 segundos. Repetir 5 veces este ejercicio.

**EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO  
PARA LOS HOMBROS.**

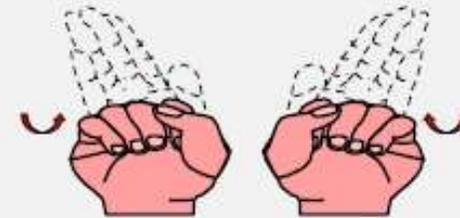


Eleve los hombros lo que más pueda y sostenga esta posición durante 15 segundos, baje los hombros y realice 5 repeticiones de este ejercicio.



Con un movimiento circular de los hombros de adelante hacia atrás. Realice 5 repeticiones de este ejercicio.

**EJERCICIOS DE CALENTAMIENTO  
PARA LAS MANOS Y MUÑECA.**



Con las palmas de las manos hacia arriba, abra y cierre los dedos. Esto se debe repetir 10 veces.



Realice círculos con las manos, hacia un lado y luego al otro, Repita 3 veces en cada lado.

## ANEXO 9.- TRIPTICO EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO.

### PAUSA ACTIVA



Breves descansos con ejercicios durante la jornada laboral, para recuperar energías obteniendo un desempeño eficiente en el trabajo.

#### BENEFICIOS

Reduce la tensión muscular, disminuye el estrés y la fatiga, mejora la concentración, la atención y la postura.

### EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO PARA CUELLO

Utilizando de la mano lleve la cabeza hacia un lado como si tocara el hombro con la oreja hasta sentir una leve tensión. Sostenga durante 15 segundos y realicelo hacia el otro lado.



### EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO PARA LOS HOMBROS



Enlace las manos por atrás de la espalda, con las palmas en dirección hacia el interior, tire suavemente hacia arriba. Sostenga durante diez segundos, Realice tres repeticiones.

Con los dedos entrelazados tras la cabeza, mantenga los codos estirados hacia el exterior con la parte superior del cuerpo erguida, trate de acercar los omoplatos uno contra el otro. Sostenga durante diez segundos. Repita tres veces.



**MEJORA LA CALIDAD DE TU VIDA LABORAL**



**EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO**

### EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO PARA BRAZOS

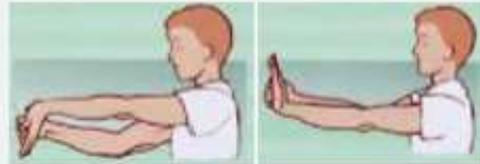


Lleve el brazo derecho por atrás de la cabeza y toque la espalda con su mano, coloque el brazo izquierdo sobre el codo realizando presión hacia abajo, Cambie hacia el lado opuesto. Realice 3 repeticiones de cada lado.



De pie, con los brazos extendidos y las manos entrelazadas, elevarlas hacia el lado derecho a la altura de los hombros, sostener por diez segundos y cambiar hacia el otro lado. Repetir tres veces.

### EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO PARA MANOS Y MUÑECAS



Estire el brazo izquierdo colocando la palma de la mano hacia arriba, sujete con la mano derecha la mano izquierda y estirela hacia abajo, mantenga la posición por 3 segundos.

Estire el brazo izquierdo colocando la palma de la mano hacia abajo, sujete con la mano derecha la mano izquierda y estirela hacia arriba, mantenga la posición por 3 segundos. Repita estos ejercicios para la mano derecha.



Junte las palmas de las manos e inclínelas hacia la izquierda, luego al centro y finalmente a la derecha. Repita el ejercicio por 20 veces.

### EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO PARA LAS PIERNAS

De pie, lleve la rodilla derecha al pecho, sostenga por diez segundos con las manos y cambie de pierna. Ahora, lleve la pierna derecha hacia atrás sostenida por la mano derecha, tratando de tocar el glúteo derecho, por diez segundos.



Flexione la rodilla derecha (aprox. 90°) y extienda la pierna izquierda atrás manteniéndola recta, apoyando todo el peso sobre la pierna flexionada. Sostenga por diez segundos y cambie de lado.

### EJERCICIOS DE ESTIRAMIENTO PARA TALONES

Realice balanceo de pies punta - talón. Repita tres veces.



## **ANEXO 10: ENCUESTAS ANTES Y DESPUES DE LA IMPLEMENTACION DE LA MAQUINA DESATORNILLADORA.**

En el presente anexo se muestran las encuestas realizadas a los trabajadores que ejecutan la tarea de extracción de válvulas, las mismas que están divididas en:

- **Encuesta 1**, que está enfocada a las condiciones de trabajo con el uso del torque neumático.
- **Encuesta 2**, que está enfocada a las condiciones de trabajo con el uso de la maquina desatornilladora de válvulas.



## INSTITUTO DE POSGRADO

### ENCUESTA 1

NOMBRE: Tobias Guevara

AREA: Taller de Reparación de Cilindros.

FECHA: 7-11-2016

**INDICACIONES:** Por favor marque con una X en la respuesta que Ud. considere correcta en cada pregunta.

#### PREGUNTA 1.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 2.

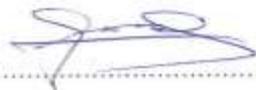
¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente molestias o dolor en la mano y/o muñeca?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 3.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?

- SI  
 NO

Firma: 



## INSTITUTO DE POSGRADO

### ENCUESTA 2

NOMBRE: Tobías Guevara

AREA: Taller de Reparación de Cilindros.

FECHA: 7-11-2016

**INDICACIONES:** Por favor marque con una X en la respuesta que Ud. considere correcta en cada pregunta.

#### PREGUNTA 1.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 2.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente molestias o dolor en la mano y/o en la muñeca?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 3.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?

- SI  
 NO

Firma:  .....



## INSTITUTO DE POSGRADO

### ENCUESTA 1

NOMBRE: ...*Enrique Salgado*.....

AREA: Taller de Reparación de Cilindros.

FECHA: *7-11-2016*.....

**INDICACIONES:** Por favor marque con una X en la respuesta que Ud. considere correcta en cada pregunta.

#### PREGUNTA 1.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 2.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente molestias o dolor en la mano y/o muñeca?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 3.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?

- SI  
 NO

Firma:  .....



## INSTITUTO DE POSGRADO

### ENCUESTA 2

NOMBRE: *Segundo Aguayo*.....

AREA: Taller de Reparación de Cilindros.

FECHA: *7-11-2016*.....

**INDICACIONES:** Por favor marque con una X en la respuesta que Ud. considere correcta en cada pregunta.

#### PREGUNTA 1.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 2.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente molestias o dolor en la mano y/o en la muñeca?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 3.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?

- SI  
 NO

Firma:  .....



## INSTITUTO DE POSGRADO

### ENCUESTA 1

NOMBRE: *William Masumbay*

AREA: Taller de Reparación de Cilindros.

FECHA: *7/1/2016*

**INDICACIONES:** Por favor marque con una X en la respuesta que Ud. considere correcta en cada pregunta.

#### PREGUNTA 1.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 2.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente molestias o dolor en la mano y/o muñeca?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 3.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?

- SI  
 NO

Firma: *[Signature]*



## INSTITUTO DE POSGRADO

### ENCUESTA 2

NOMBRE: *William Murumbay*.....

AREA: Taller de Reparación de Cilindros.

FECHA: *7/4/2016*.....

**INDICACIONES:** Por favor marque con una X en la respuesta que Ud. considere correcta en cada pregunta.

#### PREGUNTA 1.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 2.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente molestias o dolor en la mano y/o en la muñeca?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 3.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?

- SI  
 NO

Firma: *[Signature]*.....



## INSTITUTO DE POSGRADO

### ENCUESTA 1

NOMBRE: SEGUNDO PARRA.....

AREA: Taller de Reparación de Cilindros.

FECHA: 07-11-2016.....

**INDICACIONES:** Por favor marque con una X en la respuesta que Ud. considere correcta en cada pregunta.

#### PREGUNTA 1.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 2.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente molestias o dolor en la mano y/o muñeca?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 3.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?

- SI  
 NO

Firma: [Firma].....



## INSTITUTO DE POSGRADO

### ENCUESTA 2

NOMBRE: SEBASTIÁN PASCAL

AREA: Taller de Reparación de Cilindros.

FECHA: 07-11-2016

**INDICACIONES:** Por favor marque con una X en la respuesta que Ud. considere correcta en cada pregunta.

#### PREGUNTA 1.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina desatornilladora usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 2.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina desatornilladora usted siente molestias o dolor en la mano y/o en la muñeca?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 3.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina desatornilladora usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?

- SI  
 NO

Firma: [Firma]



## INSTITUTO DE POSGRADO

### ENCUESTA 1

NOMBRE: *Antonio Casapalomo*

AREA: Taller de Reparación de Cilindros.

FECHA: *7.11.2016*

**INDICACIONES:** Por favor marque con una X en la respuesta que Ud. considere correcta en cada pregunta.

#### PREGUNTA 1.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 2.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente molestias o dolor en la mano y/o muñeca?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 3.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la máquina de torque neumático usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?

- SI  
 NO

Firma



## INSTITUTO DE POSGRADO

### ENCUESTA 2

NOMBRE: *Antonio Quispilema*

AREA: Taller de Reparación de Cilindros.

FECHA: *4.11.2016*

**INDICACIONES:** Por favor marque con una X en la respuesta que Ud. considere correcta en cada pregunta.

#### PREGUNTA 1.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente molestias o dolor el cuello y/o los hombros?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 2.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente molestias o dolor en la mano y/o en la muñeca?

- SI  
 NO

#### PREGUNTA 3.

¿Al realizar la tarea de extracción de válvulas utilizando la maquina desatornilladora usted siente un excesivo ruido a pesa de usar tapones auditivos?

- SI  
 NO

Firma: *[Firma manuscrita]*

## **ANEXO 11.- CARACTERISTICAS DE LA MAQUINA A ATORNILLAR/DESATORNILLAR VALVULAS.**

### **DEFINICIÓN ESTANDARD:**

Maquina destinada a atornillar y desatornillar grifos y/o válvulas de cilindros de media y grande capacidad. Maquina estudiada para un uso en zonas peligrosas clasificada Zona 1segun IEC 60079.



### **EL CONJUNTO SE COMPONE DE:**

- 1 bastidor fijo soldado pintado.
- 1 dispositivo de centrador y de apriete neumático.
- 1 central hidráulica con 2 bombas con permitiendo el cambio de caudal para permitir un ajuste perfecto del torque. Motor de 2,2 KW ATEX.

- 1 aguja de atornillado/desatornillado con motor hidráulico con llave adaptada al grifo o a la válvula.
- 2 empuñaduras de presión para por parte dirigir la llave y de otra parte accionar los botones bi- manuales de movimientos :
  - ✓ atornillado y desatornillado
  - ✓ orientación para grifos (opción).
- 1 conjunto de componentes hidráulicos y neumáticos para ajuste del torque y orientación de los grifos al interior de los protectores (opción).

**OPCIONES POSIBLES:**

Maquina instalada sobre transportador por cadenas (con parada de cilindros).....SI

Desatornillado y atornillado.....SI

Caja de arranque motor On /Off ATEX .....NO

Puesta al nivel del cilindro .....NO

Indicador de torque electrónico (NO ATEX).....NO

**PERFORMANCIAS:**

- ✓ 300 cil/hora )
- ✓ Torque máximo al destornillamiento = 40 m/daN.
- ✓ Torque mini/maxi de atornillamiento = de 8,5 à 22 m/daN.

**CONSUMO :**

Aire ..... : 0,026 normo - litro/cilindro - presión de aire 6 bares.

Electricidad ..... : 2,2 kW.

**LIMITES DE SUMINISTRO :**

Aire .....: Válvula de cierre Ø ½ » del FRL.

Electricidad .....: Acometida de 220V trifásica, 60Hz para entrada de cable del motor de la central hidráulica.

**NIVEL DE RUIDO : < de 80dB(A).**

**PLACA DE IDENTIFICACION**

APPAREIL : CÓDIGO DEL EQUIPO :	MVDR203	N° :	15-327 y 15-330
N° AFFAIRE : N° NEGOCIO :	G14 1543	ANNEE : AÑO :	2015
Désignation : Designación :	MACHINE A VISSER DEVISSER LES VALVES MAQUINA A ATORNILLAR DESATORNILLAR VALVULAS		