



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

**FACULTAD DE MECÁNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ESTUDIO COMPARATIVO CON BASE EN LOS
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ENTRE PAQUETES
ERGONÓMICOS; LIBRE, COMERCIAL Y LA
PROPUESTA DE UN SOFTWARE INNOVADOR, PARA
LOCALIZAR AFECCIONES MÚSCULO -
ESQUELÉTICAS DEL PERSONAL DE LA BODEGA “EL
CALVARIO” EN LA EMPRESA ELÉCTRICA
PROVINCIAL COTOPAXI S.A.”**

**CHÁVEZ MENDOZA GUSTAVO FRANCISCO
VALENCIA BONILLA CARLOS JOSÉ**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
TIPO: PROPUESTA TECNOLÓGICA**

Previa a la obtención del Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

RIOBAMBA – ECUADOR

2018

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-10-31

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

CHÁVEZ MENDOZA GUSTAVO FRANCISCO

Titulado:

**“ESTUDIO COMPARATIVO CON BASE EN LOS RESULTADOS DE LA
EVALUACIÓN ENTRE PAQUETES ERGONÓMICOS; LIBRE, COMERCIAL
Y LA PROPUESTA DE UN SOFTWARE INNOVADOR, PARA LOCALIZAR
AFECCIONES MÚSCULO -ESQUELÉTICAS DEL PERSONAL DE LA
BODEGA “EL CALVARIO” EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL
COTOPAXI S.A.”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Msc. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Msc. Jhonny Marcelo Orozco Ramos
TUTOR

Ing. Msc. Julio Cesar Moyano Alulema
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

**CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TRABAJO
DE TITULACIÓN**

2016-10-31

Yo recomiendo que el Trabajo de Titulación preparado por:

VALENCIA BONILLA CARLOS JOSÉ

Titulado:

**“ESTUDIO COMPARATIVO CON BASE EN LOS RESULTADOS DE LA
EVALUACIÓN ENTRE PAQUETES ERGONÓMICOS; LIBRE, COMERCIAL
Y LA PROPUESTA DE UN SOFTWARE INNOVADOR, PARA LOCALIZAR
AFECCIONES MÚSCULO -ESQUELÉTICAS DEL PERSONAL DE LA
BODEGA “EL CALVARIO” EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL
COTOPAXI S.A.”**

Sea aceptado como parcial complementación de los requerimientos para el Título de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Ing. Msc. Carlos José Santillán Mariño
DECANO DE LA FAC. DE MECÁNICA

Nosotros coincidimos con esta recomendación:

Ing. Msc. Jhonny Marcelo Orozco Ramos
TUTOR

Ing. Msc. Julio Cesar Moyano Alulema
ASESOR

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: CHÁVEZ MENDOZA GUSTAVO FRANCISCO

TRABAJO DE TITULACIÓN: **“ESTUDIO COMPARATIVO CON BASE EN LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ENTRE PAQUETES ERGONÓMICOS; LIBRE, COMERCIAL Y LA PROPUESTA DE UN SOFTWARE INNOVADOR, PARA LOCALIZAR AFECCIONES MÚSCULO - ESQUELÉTICAS DEL PERSONAL DE LA BODEGA “EL CALVARIO” EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.”**

Fecha de Examinación: 2018-01-30

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB.DEFENSA			
Ing. Msc. Jhonny Marcelo Orozco Ramos TUTOR			
Ing. Msc. Julio Cesar Moyano Alulema ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

ESPOCH

Facultad de Mecánica

EXAMINACIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: VALENCIA BONILLA CARLOS JOSÉ

TRABAJO DE TITULACIÓN: **“ESTUDIO COMPARATIVO CON BASE EN LOS RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ENTRE PAQUETES ERGONÓMICOS; LIBRE, COMERCIAL Y LA PROPUESTA DE UN SOFTWARE INNOVADOR, PARA LOCALIZAR AFECCIONES MÚSCULO - ESQUELÉTICAS DEL PERSONAL DE LA BODEGA “EL CALVARIO” EN LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A.”**

Fecha de Examinación: 2018-01-30

RESULTADO DE LA EXAMINACIÓN:

COMITÉ DE EXAMINACIÓN	APRUEBA	NO APRUEBA	FIRMA
Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza PRESIDENTE TRIB.DEFENSA			
Ing. Msc. Jhonny Marcelo Orozco Ramos TUTOR			
Ing. Msc. Julio Cesar Moyano Alulema ASESOR			

* Más que un voto de no aprobación es razón suficiente para la falla total.

RECOMENDACIONES: _____

El Presidente del Tribunal certifica que las condiciones de la defensa se han cumplido.

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

DERECHOS DE AUTORÍA

El Trabajo de Titulación que presentamos, es original y basado en el proceso de investigación y/o adaptación tecnológica establecido en la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. En tal virtud, los fundamentos teóricos-científicos y los resultados son de exclusiva responsabilidad de los autores. El patrimonio intelectual le pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

CHÁVEZ MENDOZA GUSTAVO
FRANCISCO

VALENCIA BONILLA CARLOS
JOSÉ

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Nosotros, CHÁVEZ MENDOZA GUSTAVO FRANCISCO y VALENCIA BONILLA CARLOS JOSÉ, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y que los resultados de este son auténticos y originales. Los textos constantes en el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación.

CHÁVEZ MENDOZA GUSTAVO
FRANCISCO
120670863-6

VALENCIA BONILLA CARLOS
JOSÉ
180437541-6

DEDICATORIA

A la mujer que lucho toda su vida, a la mujer que guio mi camino con sabiduría, ternura y paciencia, a quien me cuida y me amo desde el primer día que me concibió, a la mujer que me enseñó la ley de la selva, a mi madre, a mi primer amor Ana María Bonilla.

A quien vigilia y me cuida desde un pequeño asteroide que tiene 3 volcanes, a quien dejo un gran legado, a mi ángel guardián José Fernando Valencia Inca y para que nadie se olvide de ti, escribo tu nombre en los árboles.

A mi orgullo y admiración por el tamaño de su corazón y sus sueños. Onii-chan Luis
Fernando Valencia

A mi hermano Gustavo por su amistad y apoyo, porque sin el equipo que formamos, no
hubiéramos logrado esta meta

A todos y todas los que hacen y tratan de hacer algo bueno, algo que perdure después de
la muerte

A ti porque sos mi amor, mi cómplice, y TODO

Con cariño

Carlos José Valencia Bonilla

AGRADECIMIENTOS

Mi eterna gratitud a Dios, mi familia y amigos. Mis palabras se quedan cortas con la deuda que tengo con cada uno de ustedes.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Facultad de Mecánica y a la Prestigiosa Escuela de Ingeniería Industrial por los conocimientos impartidos a través de su personal de docencia, en especial a quienes fueron parte de este proceso: Ingenieros Jhonny Orozco y Julio Moyano, por su tiempo y conocimientos brindados en la elaboración de este proyecto

Un sincero agradecimiento a la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. por la oportunidad que me brindaron para poder trabajar y también poder realizar este proyecto, en especial al Ing. Andrés Guerrero, al personal operativo y administrativo por la atención y colaboración prestada.

Carlos José Valencia Bonilla

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPITULO I	
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1 Justificación.....	3
1.1.1 <i>Justificación teórica</i>	3
1.1.2 <i>Justificación metodológica</i>	4
1.1.3 <i>Justificación práctica</i>	5
1.2 Objetivos.....	7
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	7
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	7
CAPITULO II	
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Generalidades de la ergonomía.....	8
2.1.1 <i>Definición</i>	8
2.1.2 <i>Principios de la Ergonomía</i>	9
2.1.3 <i>Objetivos de la Ergonomía</i>	9
2.1.4 <i>Etapas De La Ergonomía</i>	9
2.2 Importancia de la Ergonomía.....	10
2.3 Tipos de ergonomía.....	11
2.3.1 <i>Antropométrica</i>	12
2.3.2 <i>Cognitiva</i>	12
2.3.3 <i>Prevención</i>	12
2.4 Efectos sobre la salud.....	12
2.4.1 <i>Lesiones musculoesqueléticas</i>	12
2.4.2 <i>Trastornos musculoesqueléticos más frecuentes</i>	13

2.5	Fundamento legal en Ecuador.....	13
2.5.1	<i>Instrumentos OIT</i>	14
2.5.2	<i>Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo</i>	14
2.5.3	<i>Resolución 957</i>	15
2.5.4	<i>Decreto 2393</i>	15
2.5.5	<i>Normas técnicas de ergonomía biomecánica</i>	15
2.5.5.1	<i>Technical Report ISO TR 12295</i>	16
2.5.5.2	<i>ISO 11226 Evaluación de posturas de trabajo</i>	16
2.5.5.3	<i>ISO 11228-1 Levantamiento y transporte manual de cargas</i>	16
2.5.5.4	<i>ISO 11228-2 Empuje y tracción de cargas</i>	16
2.5.5.5	<i>ISO 11228-3 Los movimientos repetitivos</i>	16
2.5.6	<i>Otras normativas y guías técnicas vigentes</i>	17
2.5.6.1	<i>Normativa Legal</i>	17
2.5.6.2	<i>Guías técnicas INSHT</i>	17
2.6	Modelo de Identificación y Evaluación para la gestión del riesgo.....	17
2.7	La ergonomía en Ecuador.....	18
2.8	Paquetes ergonómicos.....	20
2.8.1	<i>Ergonautas</i>	21
2.8.2	<i>ERGO/IBV</i>	22
2.9	Conceptos útiles para el nuevo software.....	23
2.9.1	<i>Sensores Kinect</i>	23
2.9.2	<i>Zona de interacción física Kinect – Usuario</i>	23
2.9.3	<i>Procesamiento de señal</i>	24
2.9.4	<i>Esqueletos detectados por el Kinect</i>	24
2.9.5	<i>Tipos de datos que maneja Kinect</i>	25
2.9.6	<i>OpenKinect/Libfreenect</i>	25
2.9.6.1	<i>OpenNI</i>	25
2.10	Lenguaje de programación Visual C# (Sharp)	26

2.10.1	<i>.NET Framework</i>	26
2.10.2	<i>Clases</i>	26
2.10.3	<i>Tipos de Clases</i>	26
2.10.4	<i>Variables</i>	27
2.10.5	<i>Método Main {}</i>	27
2.10.6	<i>Palabras Claves e identificadores</i>	27
	CAPITULO III	28
3.	PROPUESTA DEL NUEVO SOFTWARE	28
3.1	Introducción	28
3.2	Fases de desarrollo	28
3.2.1	<i>Fase de requerimiento</i>	28
3.2.2	<i>Casos de Usos Esenciales</i>	29
3.2.2.1	<i>Requisitos funcionales</i>	29
3.2.2.2	<i>Requisitos no funcionales</i>	29
3.2.3	Gestión de riesgo	30
3.2.4	<i>Factibilidad</i>	30
3.2.4.1	<i>Factibilidad Operativa</i>	30
3.2.4.2	<i>Factibilidad Técnica</i>	30
3.3	Desarrollo del software	31
3.3.1	<i>Especificación del Programa</i>	31
3.3.2	<i>Diseño del programa</i>	32
3.3.2.1	<i>Diagramas conexión datos</i>	33
3.3.2.2	<i>Diagrama de flujo de datos</i>	33
3.4	Interfaz	35
3.4.1	<i>Pantalla de Bienvenida</i>	35
3.4.2	Interfaz inicial	35
3.4.2.1	<i>Ventana Crear Nuevo</i>	36
3.4.2.2	<i>Preguntas Claves</i>	36

3.4.2.3	<i>Evaluación Rápida</i>	37
3.4.2.4	<i>Evaluación Específica</i>	39
3.4.3	<i>Generar Informe</i>	39
3.4.4	<i>Manual Usuario-Técnico</i>	40
3.4.5	Normativas.....	41
3.4.5.1	<i>Normativa Legal</i>	41
3.4.5.2	<i>Normativa aplicable a la Seguridad y Salud del Trabajo</i>	41
3.4.5.3	<i>Constitución del Ecuador</i>	41
3.4.5.4	<i>Código de Trabajo</i>	42
3.4.6	Sugerencias.....	42
3.4.7	Mensajes.....	43
3.5	Código Fuente.....	44

CAPÍTULO IV

4.	ESTUDIO COMPARATIVO.....	45
4.1	Análisis de los paquetes ergonómicos.....	45
4.2	Diferencias de los softwares ergonómicos.....	45
4.2.1	<i>Diferencia de Interfaz</i>	47
4.3	Pruebas.....	48
4.3.1	Descripción de resultados.....	51
4.3.1.1	<i>Terminología</i>	51
4.3.1.2	<i>Ayuda y documentación</i>	51
4.3.1.3	<i>Tiempo de toma de datos</i>	51
4.3.1.4	<i>Informes/reportes</i>	52
4.3.1.5	<i>Soporte y entrenamiento</i>	52
4.4	Similitud de los softwares ergonómicos.....	53
4.5	Resultados del Análisis Comparativo.....	53
4.5.1	<i>Ventajas de usar paquetes ergonómicos</i>	54
4.5.2	<i>Desventajas</i>	54

4.6	Confiabilidad del instrumento de medición.....	54
4.7	Lo que los softwares de paquetes ergonómicos no pueden hacer.....	54

CAPÍTULO V

5.	COSTO VS. BENEFICIO.....	55
5.1	Análisis de las diferentes variables del costo de prevención.....	55
5.2	Descripción de resultados.....	57
5.3	Costos Software.....	58
5.4	Descripción de resultados sobre los costos.....	58

CAPÍTULO VI

6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	60
6.1	Conclusiones.....	60
6.2	Recomendaciones.....	64

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1-2 Ergonomía y disciplinas afines.....	10
Tabla 2-2 Descripción de normativa legal.....	17
Tabla 3-2 Tipos de Datos en C#.....	26
Tabla 4-2 Lista de palabras claves e identificadores C#.....	27
Tabla 5-3 Comparación promedio de tiempos.....	30
Tabla 6-3 Especificaciones de hardware necesario.....	30
Tabla 7-3 Software a utilizar en las evaluaciones.....	30
Tabla 8-3 Ficha de Identificación de peligro usada en el software.....	31
Tabla 9-4 Descripción de actividades.....	45
Tabla 10-4 Tabla de doble entrada Características/software.....	46
Tabla 11-4 Tabla de doble entrada enfoque de estudio/software.....	47
Tabla 12-4 Tabla de ponderación, pesos en parámetros para variables de interacción.....	48
Tabla 13-4 Tabla de ponderación, pesos en parámetros para variables técnicas.....	49
Tabla 14-4 Resultados de análisis de las variables de interacción.....	49
Tabla 15-4 Resultados de análisis de las variables técnicas.....	49
Tabla 16-4 Comparación de ayuda en foros(Online).....	51
Tabla 17-4 Tabla de requerimientos técnicos.....	52
Tabla 18-4 Características de los diferentes paquetes ergonómicos.....	53
Tabla 19-4 Principales características.....	53
Tabla 20-5 Metodología INSHT, evaluación económica de los accidentes de trabajo.....	56
Tabla 21-5 Costos de accidentes de trabajo y su incidencia en la gestión SSO.....	57
Tabla 22-5 Comparación de costos de paquetes ergonómicos.....	58

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1-2 Equilibrio entre el sistema H-M y los elementos condicionantes.....	9
Figura 2-2 Dimensiones humanas de mayor uso.....	11
Figura 3-2 Zonas de afección frecuente de TME.....	14
Figura 4-2 Métodos de carga postural y manejo de cargas de Ergonautas.....	21
Figura 5-2 Manipulación manual de cargas - Ergo/IBV.....	22
Figura 6-2 Estructura del sensor Kinect.....	23
Figura 7-2 Zona de Interacción.....	24
Figura 8-2 Nodos detectados por Sensor Kinect.....	24
Figura 9-2 Significado de nodos.....	25
Figura 10-3 Tomas de datos mediante sensor Kinect.....	32
Figura 11-3 Pantalla de bienvenida.....	34
Figura 12-3 Interfaz inicial.....	35
Figura 13-3 Ventana Crear Nuevo.....	35
Figura 14-3 Selección de enfoque de estudio.....	36
Figura 15-3 Interfaz pregunta Clave Levantamiento de Cargas.....	36
Figura 16-3 Evaluación Rápida Zona Verde.....	37
Figura 17-3 Evaluación Rápida Zona Roja.....	38
Figura 18-3 Evaluación Específica por Movimientos Repetitivos.....	38
Figura 19-3 Registro de evaluaciones.....	39
Figura 20-3 Datos para elaborar informe.....	39
Figura 21-3 Guía para informe General.....	40
Figura 22-3 Interfaz Manual de Usuario-Técnico.....	40
Figura 23-3 Interfaz Normativas.....	41
Figura 24-3 Interfaz Navegador ERGOTR.....	42
Figura 25-3 Mensaje de Existencia de peligro.....	42

Figura 26-3	Mensaje de NO Existencia de peligro.....	43
Figura 27-3	Zona Verde.....	43
Figura 28-3	Zona Roja.....	43

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pag.
Gráfico 1-2 Incidencia de los factores de riesgo en las condiciones de trabajo.....	12
Gráfico 2-2 Problemas de salud relacionados con el trabajo de la población laboral.....	13
Gráfico 3-2 Modelo de identificación y evaluación para la gestión de riesgos.....	18
Gráfico 4-3 Conexión base de datos.....	32
Gráfico 5-3 Diagrama de flujo principal funcionamiento ERGOTR Software.....	33
Gráfico 6-3 Diagrama de flujo sencillo.....	34
Gráfico 7-4 Comparación de valores ponderados de paquetes ergonómicos.....	50
Gráfico 8-4 Comparación de valores ponderados de variables técnicas.....	50

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A	SENSOR KINECT
ANEXO B	FASE DE REQUERIMIENTO
ANEXO C	ESTUDIO COMPARATIVO
ANEXO D	COSTO vs BENEFICIO

ABREVIACIONES

AEE	ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE ERGONOMÍA
AEERGO	ASOCIACIÓN ECUATORIANA DE ERGONOMÍA
AIS	CALCULO DE AISLANTE TÉRMICO
API	APPLICATION PROGRAMMING INTERFACE
BOE	BOLETÍN OFICIAL DE ESTADO
CD 513	CONSEJO DIRECTIVO 513
CENEA	CENTRO ERGONOMÍA APLICADA
ELEPCO S. A	EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S. A
FRI	CARGA FÍSICA DE TRABAJO / FRECUENCIA
GM OBB	GENERAL MOTORS ÓMNIBUS BB
H-M	SISTEMA HOMBRE - MAQUINA
IBV	INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA
IEA	ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE ERGONOMÍA
IESS	INSTITUTO ECUATORIANO DE SEGURIDAD SOCIAL
INEN	INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN ECUATORIANA
INSHT	INSTITUTO DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO
ISO / TR	OFICINA INTERNACIONAL DE ESTANDARIZACIÓN
JSI	JOB STRAIN INDEX
LCE	LISTA COMPROBACIÓN ERGONÓMICA
MET	CALCULO DE TASA METABÓLICA
MMC	MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS
MRL	MINISTERIO RELACIONES LABORALES
NIOSH	NATIONAL INSTITUTE FOR OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH
OCRA	OCCUPATIONAL REPETITIVE ACTION
OIT	ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO
OMS	ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
OPEN NI	OPEN NATURAL INTERACTION
OWAS	OVAKO WORKING ANALYSIS SYSTEM
PRONACA	PROCESADORA NACIONAL DE ALIMENTOS

REBA	RAPID ENTIRE BODY ASSESSMENT
RGB	RED-GREEN-BLUE
RULA	RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT
RULER	MEDICIÓN DE ÁNGULOS EN FOTOGRAFÍA
SDK	KITS-SEMI-ENSAMBLADOS
SSO	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
SST	SEGURIDAD Y SALUD DEL TRABAJO
SWF	SOCKWAVE FLASH
TME	TRASTORNO MUSCULOESQUELÉTICO
TR	REPORTE TÉCNICO
UNE	UNA NORMA ESPAÑOLA
XML	EXTENSIBLE MARKUP LANGUAGE

RESUMEN

La presente propuesta tecnológica está orientada al estudio mediante cuadros comparativos de las características y los factores técnicos entre paquetes ergonómicos y la propuesta de un software que localiza afecciones musculoesqueléticas y permite mediante estrategias, la eliminación y reducción de riesgos ergonómicos que sugiere la normativa ISO TR 12295 para el personal que labora en la bodega “El Calvario” de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. Los paquetes ergonómicos fueron evaluados mediante parámetros de comparación con la matriz de análisis de software ISO/IEC 9126 a técnicos, médicos, profesionales y egresados con conocimientos en ergonomía y en utilización de softwares, se obtuvo como resultado que Ergo TR alcanzó un total de 91% equivalente a 4.52 sobre 5, seguido de Ergo IBV y Ergonautas con una valoración de 4.42 y 4.07 respectivamente, tomando en cuenta que en las pautas de valoración de calidad 1 es mínimo y 5 es máximo; de la misma manera redujo el tiempo en la en la toma de datos y entrega del informe en un 30% con relación a los otros softwares en estudio. Por lo se concluye que ErgoTR es más eficiente, práctico, amigable, de bajo costo, sencillo al realizar evaluaciones e identificar riesgos ergonómicos que promueven una aplicación confiable y funcional, pero sin perder rigor en los criterios técnicos de evaluación ergonómica. Además, permite el uso del sensor Kinect para la toma de datos en tiempo real, proporcionando así estimaciones precisas de las medidas y ángulos antropométricos de la exposición al riesgo. Finalmente, este estudio contribuyó a lograr un ambiente de trabajo seguro para el cumplimiento de las actividades laborales a través de la tecnología apropiada, mejoramiento continuo de los procesos y alineados a la legislación vigente en materia de prevención de riesgos laborales.

PALABRAS CLAVE: <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>
<ERGONOMIA>, <PELIGRO ERGONÓMICO>, <RIESGO ERGONÓMICO>,
<ESTUDIO COMPARATIVO>, <MEDIDAS CORRECTIVAS Y PREVENTIVAS>,
<LATACUNGA (CANTON)>

ABSTRACT

This technological proposal is oriented to the study by means of the analysis of the characteristics and technical factors between ergonomic packages and the proposal of a software that locates musculoskeletal conditions and allow through Strategies, the elimination and reduction of ergonomics risks suggested by the ISO TR 12295 for the personnel working in the bodega “El Calvario” of the Electric company Provincial Cotopaxi S.A. the ergonomics packages were evaluated by mean of parameters of Comparison with the ISO/IEC 9126 software analysis matrix to technicians, physicians, professionals and graduates with knowledge in ergonomics and in the use of software, it was obtained as a result that Ergo TR reached a total of 91% equivalent to 4.52 over 5, followed by Ergo IBV and Ergonautas with an estimation of 4.42 and 4.07 respectively, taking into account that in the Quality assessment Guidelines 1 is minimum and 5 is maximum; In the same way it reduced the time in the data taking and delivery of the report by 30% compared to the other software in study. It is concluded that ErgoTR is more efficient, practical, friendly, low cost, simple to perform evaluations and identify ergonomics risks that promote a reliable and functional application, but without losing rigor in the Technical criteria of evaluation Ergonomic. In addition, it allows the use of the Kinect sensor for real-time data taking, thus providing accurate estimates of the measurements and anthropometric angles of exposure to risk. Finally, this study contributed to achieve a safe working environment for the fulfillment of the work activities through the appropriate technology, continuous improvement of the processes and aligned to the legislation in force in the area of prevention of Occupational hazards.

KEY WORDS: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCE>
<ERGONOMICS>, <ERGONOMIC DANGER>, <ERGONOMIC RISK>, <STUDY>,
<REMEDIAL AND PREVENTIVE MEASURES>, <LATACUNGA (CANTON)>

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT), en su informe “La prevención de las enfermedades profesionales”, manifestó que: “Más de dos millones de muertes al año ocurren como consecuencia de enfermedades profesionales; es decir, seis veces más que las causadas por accidentes laborales”. (Organización Internacional de Trabajo, 2013)

Asimismo, el diario El Telégrafo (Telégrafo, 2013), se refirió a enfermedades profesionales como las dolencias causadas por agentes entre ellos los físicos o las originadas por trastorno musculoesqueléticos, siendo estas últimas relativamente nuevas y en aumento, reconocidas en 2010 y agravadas por los cambios tecnológicos y sociales.

Si bien se ha avanzado mucho en el modo de abordar los retos que plantean las enfermedades profesionales; el conocimiento y aplicación de la ergonomía en el Ecuador no es avanzado, causa por la que ha despertado gran interés en estos últimos años. Motivo por el que el IESS y el Ministerio de Relaciones Laborales (MRL), considerando el riesgo ergonómico como uno de los factores de riesgo ocupacional dentro de la Resolución No. C.D. 513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social “REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO”, en el Capítulo XI “De la prevención de riesgos del trabajo” en el Artículo 55, relacionada a la identificación, medición, evaluación, control y vigilancia; buscan corregir los índices de Salud y Seguridad Ocupacional, debido a que las empresas Ecuador poseen 20 sobre 100 puntos, cuando lo recomendado por la OIT es tener un mínimo de 80 puntos (IESS, 2016, p. 23; Urresta, Alejandra 2014)

Si se toma en consideración los profesionales con formación de cuarto nivel relacionados a seguridad y salud ocupacional, se ha considerado cada día más la importancia de temas ergonómicos. En la actualidad las empresas ecuatorianas mantienen la interrogante sobre cómo diseñar lugares de trabajo que se ajusten a las necesidades del trabajo y solucionar sus problemas ergonómicos, siendo estos en la mayoría específicos y endémicos; por lo que es necesario profesionales ecuatorianos vinculados con la Ergonomía para contribuir con soluciones a los problemas y riesgos propios de nuestra realidad. (Torres, T. 2007, ps. 139-142) Luis Reinoso Garzón, también menciona que una enfermedad profesional

es considerada como un deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador, producida por la exposición continua a situaciones adversas, por lo que se puede afirmar que como antecedente significa que el trabajador se ha mantenido un periodo largo en años en el mismo puesto de trabajo y realizando actividades de la misma manera. (Loyola, Franco, 2012)

La Ergonomía juega un papel principal en el apoyo de las empresas ecuatorianas como del todo el mundo, para integrar al personal con capacidades diferentes a su puesto de trabajo. Existen pocos profesionales especializados en Ergonomía, todos graduados en el exterior, empresas multinacionales han requerido el recurso de los ergónomos ecuatorianos con favorable aceptación. Se puede mencionar el trabajo de investigación de la ergónoma Martha K. Vélez con el tema traducido al español como “Importancia preventiva y curativa del análisis badopodométrico para la ergonomía y salud ocupacional.”. (Vélez, Martha Kenny, 2012, ps. 1896-1899)

Se han encontrado estudios ergonómicos generales, como la evaluación ergonómica en la industria papelera en Ecuador, donde se evaluaron 43 puestos de trabajo entre ellos el de auxiliar de bodega, encontrándose varios peligros ergonómicos simultáneamente relacionados con carga postural, movimientos repetitivos, levantamiento, transporte manual y empuje/arrastre de cargas. (Jara, Oswaldo, 2016)

Mientras que PRONACA, una de las empresas pioneras en la ergonomía, a pesar de automatizar varios procesos las problemáticas ergonómicas siguen latentes debido a que en varias operaciones se realizan movimientos repetitivos manuales por parte de los operarios; lo que implica que al tener la necesidad de producir miles de unidades/hora el operario realizará proporcionalmente la misma cantidad en movimientos repetitivos/hora, lo que conlleva un riesgo ergonómico que genera trastornos musculoesqueléticos. (CENEA, 2016)

Luis Reinoso manifestó que a pesar de existir leyes relacionadas con la seguridad e higiene del trabajo en Ecuador todavía no se cumplen con las obligaciones laborales. Por tal razón y a la falta de estudios específicos de evaluaciones ergonómicas para bodegas en Ecuador, se llega a la conclusión que los trabajadores no tienen una exposición clara y concisa de los riesgos a los que están expuestos, por lo que tienden a realizar el trabajo

a experiencia o experticia con la que han aprendido, dejando a un lado la parte técnica. (Loyola Franco, 2012)

En la actualidad ELEPCO S.A. se encuentra comprobando con responsabilidad patronal, si las enfermedades profesionales detectadas en la bodega son consecuencia de: problemas funcionales, falta de personal, falta de procedimientos, etc.

1.1 Justificación.

1.1.1 *Justificación teórica.*

La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. consciente del alto riesgo que conllevan las actividades a las que se dedica, viene desarrollando y aplicando dentro de su política de seguridad, la prevención de accidentes y enfermedades profesionales a través del control de los factores de riesgo que directa o indirectamente se presentan en el trabajo.

La justificación de este trabajo se da por el hecho de que, en las organizaciones modernas, sean públicas o privadas, el desarrollo de proyectos es cada vez más frecuente; por lo que el uso de programas de cómputo que ayuden a la mejora continua de las actividades es importante para lograr uno de los objetivos organizacionales “Incrementar el desarrollo del talento humano”. Por tal motivo, al necesitar evaluaciones ergonómicas se apoyan en softwares, pero saber qué y cuales softwares son los más completos resulta difícil; de hecho, se constituye como un problema a resolver. Razón por la que se examinará mediante un estudio comparativo las características que ofrecen estos programas, además de saber cuáles son las que debe considerar el usuario de acuerdo con sus necesidades, para realizar una selección adecuada que facilite una actuación pronta y oportuna, gracias al análisis e interpretación de los resultados a dicha situación de riesgo ergonómicos en los puestos de trabajo.

La implementación de políticas institucionales genera un esquema ordenado de ganar y ganar, como por ejemplo se tiene la política de seguridad y salud del trabajo implementada en el año 2016:

“La EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A. – ELEPCO SA” es una organización cuya actividad económica responde a la generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica; y consciente que la Seguridad y

Salud en el Trabajo es parte integral en los diferentes procesos administrativos y operativos, mantiene un alto compromiso para con la vida y el bienestar de sus servidores públicos de libre designación y remoción, servidores públicos de carrera y obreros, para lo que asignará los recursos económicos, humanos y materiales a fin de garantizar un ambiente adecuado de trabajo para el cumplimiento de las actividades laborales a través de la tecnología apropiada, mejoramiento continuo de sus procesos y alineados a la legislación vigente en materia de prevención de riesgos laborales.”. (Molina, José, 2016, ps. 4-5)

De la misma manera en la Decisión 957 del Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo. art.5 Literal g) asesorar en materia de salud y seguridad en el trabajo y de ergonomía, así como en materia de.: (Reglamento Instrumento Andino, 2005, ps. 127-128)

- Un adecuado diseño de las instalaciones.
- Una correcta selección del equipamiento que se compra (sillas y mesas de trabajo, equipos informáticos, programas, etc.). y
- Una correcta organización de las tareas, evitando sistemas de trabajo que conducen a situaciones de estrés, desmotivación en el trabajo y otros problemas de naturaleza psicosocial.

Tomando en cuenta que en las instalaciones de la bodega general de ELEPCO S.A. el personal no está exento de sufrir síntomas de fatiga muscular como: Algias cervicales, dorsalgias y lumbalgias; debido a que estas dependen de factores relativos a la tarea y las condiciones en que se realiza, como de las características individuales del personal (la edad, el sexo, el entrenamiento, la dieta etc.). Siendo los beneficiarios de la investigación la EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI S.A que utilizará un software práctico para determinar si existe o no riesgo ergonómico en las actividades realizadas, y de esta manera prevenir afecciones músculo esqueléticas del personal en la bodega “EL CALVARIO”; minimizando problemas de Salud y la sociedad al observar las facilidades que ofrece el estudio.

1.1.2 *Justificación metodológica.*

Para el desarrollo del presente proyecto investigativo utilizaremos el método comparativo, debido a que debemos analizar y desarrollar las diferencias entre varios medios de evaluación, donde partiremos por el estudio de la Matriz de riesgos laborales, quien nos guiara a los diferentes métodos, uno de ellos la ISO TR 12295 que nos permite por una lista rápida, descartar posibles afecciones musculoesqueléticas del personal. Además, es un estudio donde se aplicarán trabajos previos, información, métodos técnicos y otros documentos impresos, audiovisuales o electrónicos con la finalidad de reducir los riesgos ergonómicos.

Históricamente, se han englobado en único concepto a los factores de riesgo de ergonómico, siendo este el sobre esfuerzo. (Espejo Rafael, 2014)

La evaluación de los factores se basa en escoger una herramienta normada para evaluar las sub tareas en el despacho y recepción de materiales, con llevar buscar la identificación de riesgos de tipo ergonómicos. Por tal motivo se seleccionó el Technical report 12295, se utilizó a estadística de los insumos, o materiales despachados, su frecuencia por pedido y peso durante 5 años, luego de los cual se procedió a seleccionar a los productos de más alta rotación y pesos considerados por fuera de la norma, para luego de los cual realizar la inspección y la evaluación ergonómica respectiva apoyado en el criterio del especialista ergónomo o a fin.

Por ello, ya conociendo y manejando los diferentes productos informáticos de evaluación ergonómica, así como también al conocer los métodos y tiempos de los softwares; surge la necesidad de crear un paquete más sencillo y fácil de utilizar que optimice el tiempo y mejore el informe final durante la actividad y organización laboral. (Espejo Rafael, 2014)

Para resolver el problema planteado, se hará uso de los conocimientos logrados mediante los estudios referentes a Ergonomía, Seguridad Industrial y Programación relacionada con la automatización de procesos.

1.1.3 Justificación práctica.

Con la preparación académica científica y tecnológica que posee un Ingeniero Industrial se logra contribuir a la creación e innovación de nuevos softwares que permitan a las empresas, mejorar la calidad e incrementar la productividad.

Con tales resultados se tendrá la posibilidad de proponer, recomendar y plantear posibles medidas correctivas que mejoren los procedimientos al levantar datos respecto a prevenir afecciones músculo esqueléticas mediante la desarrollo de una aplicación con el uso de la metodología ISO TR 12295 con fin ayudar a los usuarios expertos y no expertos, de tal forma que estos últimos pueden realizar una estimación de riesgo sencilla mediante la metodología de las preguntas clave, mientras que para usuarios expertos se da paso para realizar evaluaciones específicas de los riesgos.

Este método al ser aprovechado y combinado con el sensor Kinect, permite la toma de datos en tiempo real mediante fundamentos de puntos predeterminados del esqueleto humano, los cuales muestran el rango de los ángulos aceptables, así como también cuando los ángulos de los segmentos corporales fuera de rango provocando afecciones musculoesqueléticas.

1.2 Objetivos.

1.2.1 *Objetivo general.*

Realizar un estudio comparativo con base en los resultados de la evaluación entre paquetes ergonómicos; libre, comercial y la propuesta de un software innovador, para localizar afecciones musculoesqueléticas del personal de la bodega “El Calvario” en la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A.

1.2.2 *Objetivos específicos.*

- Analizar mediante cuadros comparativos la relación de las características y factores técnicos entre ellos el enfoque de estudio de cada uno de los paquetes de evaluación ergonómicos.
- Evaluar los puestos de trabajo utilizando el software propuesto para determinar si existe o no la presencia de peligro o riesgo ergonómico en el personal de la bodega “El Calvario” en ELEPCO S.A.
- Emplear la matriz de análisis de software ISO/IEC 9126 a técnicos, médicos, profesionales y egresados con conocimientos en ergonomía y en utilización de softwares, para comparación de calidad interna, externa y el uso de los paquetes ergonómicos mediante los valores establecidos en la ponderación tanto para las variables de interacción y técnicas;
- Recomendar y plantear posibles medidas correctivas para prevenir afecciones músculo esqueléticas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1 Generalidades de la Ergonomía.

En la actualidad, las empresas están conscientes que la Seguridad y Salud en el trabajo es parte integral del bienestar de sus trabajadores; viendo la necesidad de fomentar una cultura de Prevención de Riesgos Laborales, entre ellos la aplicación de la Ergonomía en las empresas.

2.1.1 *Definición.*

La asociación Internacional de Ergonomía define a la Ergonomía como:

“La disciplina científica que se ocupa de la comprensión fundamental de las interacciones entre los seres humanos y los otros componentes del sistema. Es la profesión que aplica principios teóricos, datos y métodos para optimizar el bienestar de las personas y el rendimiento global del sistema.” (Gana, Eduardo Vega, 2014)

Refiriéndose a sistema como una maquina representada por un objeto físico, aparato o instrumento de trabajo. Por otra parte, la Asociación Española de Ergonomía (AEE) la define de la siguiente manera:

“Conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar”. (Álvarez, Javier Llaneza , 2009)

De acuerdo con Cortés, la ergonomía es:

“Una disciplina científica o ingeniería de los factores humanos, de carácter multidisciplinar, centrada en el sistema persona- máquina, cuyo objetivo consiste en la adaptación del ambiente o condiciones de trabajo a la persona con el fin de

conseguir la mejor armonía posible entre las condiciones óptimas de confort y la eficacia productiva”. (Cortés, José María, 2007, ps. 561-562)

Coincidiendo con Mondelo, se la define como una técnica para la prevención cuyo principal objetivo es mantener un equilibrio en el sistema H - M (Figura 1-2). Asimismo, expresa que la ergonomía se centra en el estudio de las características y el contenido del trabajo, las condiciones ambientales y las condiciones de organización. (Mondelo, Pedro 2002 ps. 29-30; citado por Cortés, José María, 2007, p. 577)

Figura 1-2 Equilibrio entre el sistema H-M y los elementos condicionantes



Fuente: Basado en Mondelo, Pedro R. 2002. Ergonomía 1: Fundamentos.

2.1.2 Principios de la Ergonomía.

Desde la antigüedad, los científicos han estudiado el trabajo para explicarlo y/o para mejorar rendimientos, y así, por ejemplo, Leonardo Da Vinci en sus “cuadernos de anatomía” investiga sobre los movimientos de los segmentos corporales, de tal manera que se puede considerar como precursor directo de la biomecánica. (Logan, Edgar, 2014)

De esta manera, el hombre se vio en la necesidad de adaptarse y utilizar los recursos de su entorno para sobrevivir. Este proceso que se dio durante miles de años originó el comienzo de la superioridad y de una evolución progresiva del hombre, que lo llevo a los logros y complejidad del presente. (Alberto, Cruz Gómez, 2001, p. 26)

2.1.3 Objetivos de la Ergonomía.

“El objetivo de la ergonomía es la prevención de daños en la salud considerando esa en sus tres dimensiones: física, mental y social, según la definición de la OMS (Organización Mundial de la Salud)”. (Maestre, Diego González, 2007 p. 670)

2.1.4 Etapas De La Ergonomía.

Son seis las etapas que intervienen en la ergonomía para mejorar las condiciones y ambiente de trabajo, incrementando el compromiso y la motivación de los empleados. (Mondelo, Pedro, 2002, ps 26-27)

1. Análisis de la Situación. – Se identifica un conflicto o problema.
2. Diagnóstico y Propuesta. – se realiza una comparación entre lo potencial y lo notorio, resaltando las variables relevantes en cada caso.
3. Experimentación. – Se realiza un bosquejo de las posibles soluciones.
4. Aplicación. – Dependiendo el caso se aplican las propuestas ergonómicas adecuadas.
5. Validación de Resultados. - Se verifica el grado de efectividad y la fiabilidad con una evaluación económica de la intervención.
6. Seguimiento. - Se realiza una retroalimentación mediante un programa para la valoración del grado de desviación existentes a los valores buscados.

2.2 Importancia de la Ergonomía.

La ergonomía al ser capaz de prevenir daños, su término ha sido introducido en normas de certificación como son las normas ISO, para lograr concientizar a las organizaciones y dar valor al capital humano, de manera que se pueda mitigar los gastos originados por lesiones o trastornos musculo esqueléticos.

La ergonomía mantiene disciplinas afines como: anatomía, sociología, fisiología, psicología, ingeniería, medicina, psicosociología; que ayudarían en el análisis para obtener un amplio panorama y a pesar de mantener un enfoque distinto es de gran ventaja para crecimiento productivo de una empresa. Entre estas 8 disciplinas se puede destacar tres: biomecánica, antropometría y medicina; disciplinas que están acopladas a este proyecto. (Laurig, Wolfgang, 2009, p. 29.4)

Tabla 1-2 Ergonomía y disciplinas afines

DISCIPLINA	APORTE
Biomecánica	El objetivo principal de la biomecánica es estudiar la forma en que el organismo ejerce fuerza y genera movimiento.
Antropometría	En el campo de la salud y seguridad en el trabajo y de la ergonomía, los sistemas antropométricos se relacionan principalmente con la estructura, composición y

	constitución corporal y con las dimensiones del cuerpo humano en relación con las dimensiones del lugar de trabajo, las máquinas, el entorno industrial y la ropa.
Medicina	Trata de aspectos referidos a la salud y seguridad de las personas incluidas en el sistema.

Fuente: Laurig, Wolfgang, 2009, ps. 92.2-29.4

Desarrollado por: Autores, Elaboración basada en Singleton, 1998.

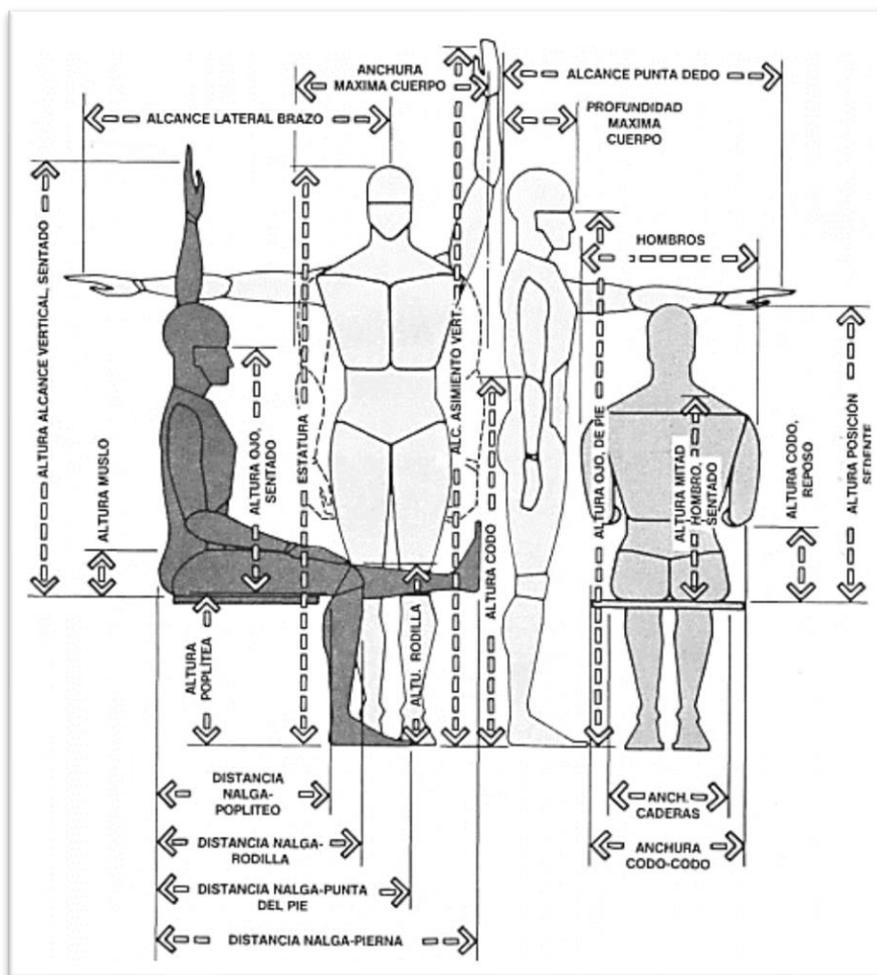
2.3 Tipos de ergonomía.

Cabe destacar que de los tipos de ergonomía que se utilizarán como base en este proyecto de titulación de detallan a continuación:

2.3.1 Antropométrica.

El diseño de espacios de trabajo basado en la relación entre las características, capacidades y límites físicos del humano (Figura 2-2) (Milián, Lino Carmenate, 2014, ps 3-4)

Figura 2-2 Dimensiones humanas de mayor uso.



Fuente: Las dimensiones humanas en los espacios interiores. (Zalnik, Julius, 1996, p. 30)

2.3.2 Cognitiva.

Una de las secciones del software pretende hacer uso del proceso de recepción de señales e información, mediante un semáforo que indicará posturas forzadas dentro de los rangos establecidos en normas. (Góngora, Marisol, 2011)

2.3.3 Prevención.

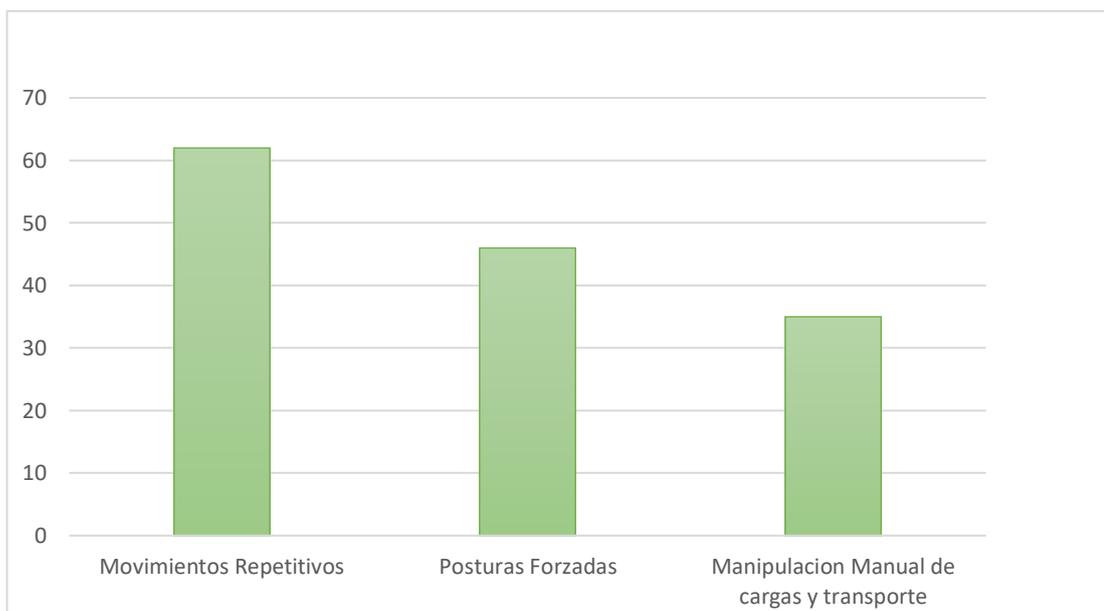
Su objetivo principal es evitar condiciones negativas por medio del estudio y análisis de las condiciones de salud, seguridad, y confort laboral. (Góngora, Marisol 2011)

2.4 Efectos sobre la salud.

En una campaña dirigida específicamente a la prevención de los trastornos músculo esqueléticos en el trabajo denominada “Aligera la carga” del 2007, la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, se indicaba que el 34 % de los trabajadores padecen dolor de espalda mientras que el 23 % dolores musculares. (Villar, María Félix, 2007, ps. 4-5)

Por tal motivo el 62 % de los trabajadores identifica tareas repetitivas, el 46 % expuesto a posturas forzadas y el 35 % la manipulación (incluyendo el transporte) de cargas pesadas. (González, 2014)

Gráfico 1-2 Incidencia de los factores de riesgo en las condiciones de trabajo

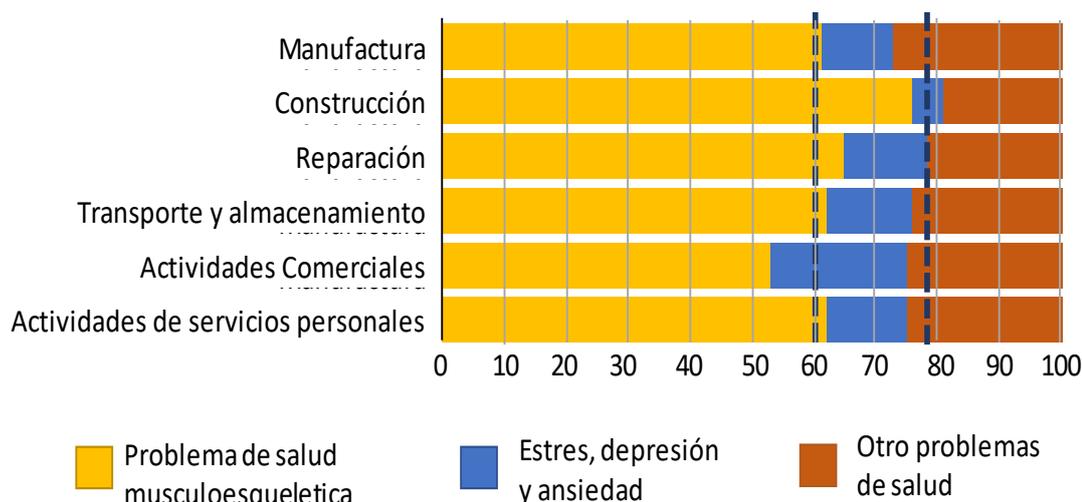


Fuente: Con base en Escuela de Espalda (González, 2014)

2.4.1 Lesiones musculoesqueléticas.

Al ser cada vez más frecuentes las lesiones musculoesqueléticas en el trabajo; originan resultados de traumatismos pequeños y repetidos en zonas como manos, muñecas y hombros; en el siguiente grafico se puede observar que el porcentaje de mayor incidencia se presenta en problemas de salud en cuanto afecciones musculoesqueléticas, seguidas de problemas por estrés, depresión, ansiedad y otros problemas de salud. Estos problemas son generalmente causados por actividades con incrementos en el ritmo de trabajo, concentración de fuerzas y posturas forzadas y/o mantenidas causantes de esfuerzos estáticos en diversos músculos. (Instituto Biomecanida de Valencia, 2014)

Gráfico 2-2 Problemas de salud relacionados con el trabajo de la población laboral.



Fuente: Con base en (CENEA, 2014, p. 8) UE-27 (LFS, 2007).

Estos problemas están ligados a las condiciones del puesto de trabajo, así como también a las características de la tarea (ritmo, organización, etc.), condiciones de salud personales, hábitos de trabajo u otros factores personales. (CENEA, 2014, p.10)

2.4.2 Trastornos musculoesqueléticos más frecuentes.

La mayor parte de estos trastornos afectan las extremidades superiores de personas; sin dejar aparte a las inferiores que también son afectadas, pero con menor frecuencia. (INSHT, 2011)

Las zonas de afectación más frecuentes de los trastornos musculoesqueléticos se los puede apreciar en la Figura 3-2, entre los trastornos que pueden prevenirse están la epicondilitis, gangliomas, lumbalgias.

Figura 3-2 Zonas de afección frecuente de TME



Fuente: Tomado de prevención de riesgos musculoesqueléticos (ITCL, 2016)

2.5 Fundamento legal en Ecuador.

Existen varias normativas, resoluciones y decretos que hacen mención a la seguridad y confort en el área de trabajo entre las cuales se puede destacar:

2.5.1 Instrumentos OIT.

El Convenio tiene el objetivo de prevenir los accidentes y los daños para la salud que sean consecuencia del trabajo, guarden relación con la actividad laboral o sobrevengan durante el trabajo agrícola o forestal. Con este fin, el Convenio incluye medidas relativas a la seguridad de la maquinaria y a la ergonomía, al manejo y transporte de materiales, a la gestión racional de los productos químicos, al manejo de animales, a la protección contra los riesgos biológicos, y a los servicios de bienestar y alojamiento. (ILO, 2013)

2.5.2 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo.

CAPÍTULO I DISPOSICIONES GENERALES, Art 1. Literal k) Fomentar la adaptación del trabajo y de los puestos de trabajo a las capacidades de los trabajadores, habida cuenta de su estado de salud física y mental, teniendo en cuenta la ergonomía y las demás disciplinas relacionadas con los diferentes tipos de riesgos psicosociales en el trabajo. (Instrumento Andino de SST, 2000, p. 4)

CAPÍTULO V DE LOS TRABAJADORES OBJETO DE PROTECCIÓN ESPECIAL

Artículo 26.- El empleador deberá tener en cuenta, en las evaluaciones del plan integral de prevención de riesgos, los factores de riesgo que pueden incidir en las funciones de procreación de los trabajadores y trabajadoras, en particular por la exposición a los agentes físicos, químicos, biológicos, ergonómicos y psicosociales, con el fin de adoptar las medidas preventivas necesarias. (Instrumento Andino de SST, 2000, p. 11)

2.5.3 Resolución 957.

CAPÍTULO I GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO Artículo

5.- El Servicio de Salud en el Trabajo deberá cumplir con las siguientes funciones: g) Asesorar en materia de salud y seguridad en el trabajo y de ergonomía, así como en materia de equipos de protección individual y colectiva; i) Fomentar la adaptación al puesto de trabajo y equipos y herramientas, a los trabajadores, según los principios ergonómicos y de bioseguridad, de ser necesario; k) Colaborar en difundir la información, formación y educación de trabajadores y empleadores en materia de salud y seguridad en el trabajo, y de ergonomía, de acuerdo a los procesos de trabajo. Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (RESOLUCIÓN 957,2000, P. 2)

2.5.4 Decreto 2393.

Art. 11.- OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES. Numeral 2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y al bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad. (DECRETO 2393, ps.7-9)

Art. 15.- DE LA UNIDAD DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO Literal Será obligación de la Unidad de Seguridad e Higiene del Trabajo colaborar en la prevención de riesgos; que efectúen los organismos del sector público y comunicar los accidentes y enfermedades profesionales que se produzcan, al Comité Interinstitucional y al Comité de Seguridad e Higiene Industrial. (DECRETO 2393, ps.10-11)

2.5.5 Normas técnicas de ergonomía biomecánica.

Para los profesionales que se dedican a prevenir los riesgos laborales ergonómicos, entre ellos los responsables de la seguridad y salud ocupacional, así como también el servicio

médico en las empresas; es un requerimiento fundamental estar actualizado en las normativa y técnicas de ergonomía, debido a que en estas se incorporan nuevos criterios y métodos para la evaluación de los riesgos derivados de las actividades y las exigencias en el trabajo. (CENEA, 2015)

Dentro de estas normas técnicas encontramos a las Normas ISO que al ser estudiadas, aprobadas y validadas por expertos de muchos países tienen un alto grado de validez, por lo que, al ser legalizadas en diferentes entornos a nivel mundial, aseguran el mayor grado de objetividad posible.

2.5.5.1 Technical Report ISO TR 12295.

La normativa técnica “Technical Report ISO TR 12295” publicado en mayo del 2014, es el último documento normativo publicado por la ISO el cual agrupa y describe la ISO 11226 y la serie ISO 11228, concretamente las normas 11228-1, 11228-2 y 11228-3, los cuales tratan los criterios y factores para la evaluación de riesgo ergonómicos para la valoración de la actividad física, así como también de la exigencia física en el trabajo. (CENEA, 2015)

2.5.5.2 ISO 11226 Evaluación de posturas de trabajo.

Evaluar las posturas de trabajo estáticas, que no requieran de la aplicación de fuerzas externas, o que ésta sea mínima, es el objetivo principal de esta norma; teniendo en consideración los ángulos corporales y el tiempo de mantenimiento. (INSHT, 2012)

2.5.5.3 ISO 11228-1 Levantamiento y transporte manual de cargas.

Establece un sistema paso a paso para la estimación de los riesgos para la salud proponiendo límites recomendables y consejos prácticos para la organización ergonómica en cada paso. (INSHT, 2007)

2.5.5.4 ISO 11228-2 Empuje y tracción de cargas.

Propone recomendaciones para la reducción del riesgo en los dos métodos para identificar los riesgos potenciales asociados con las tareas de empuje y tracción. (INSHT, 2012)

2.5.5.5 ISO 11228-3 Los movimientos repetitivos.

Establece recomendaciones ergonómicas además de un procedimiento para la identificación de los factores de riesgo y un check List con el objeto de realizar una evaluación sencilla del riesgo para las tareas de trabajo repetitivo que conllevan una manipulación manual de cargas pequeñas a alta frecuencia. (INSHT, 2013)

2.5.6 Otras normativas y guías técnicas vigentes.

2.5.6.1 Normativa Legal.

Tabla 2-2 Descripción de normativa legal.

NORMATIVA LEGAL	FECHA	DESCRIPCION
LEY 31	1995, 8 de noviembre	Prevención de Riesgos Laborales. BOE nº 269 10/11/1995. Artículo 15. d. Sobre principios de la acción preventiva.
REAL DECRETO 487	1997, de 14 de abril	Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular, dorsos lumbares para los trabajadores
REAL DECRETO 486	1997, de 14 de abril	Por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
REAL DECRETO 1311	2005, de 4 de noviembre	Sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados a las vibraciones mecánicas

Fuente: Investigación normativas.

Desarrollado por: Autores, Elaboración basada en Singleton, 1998.

2.5.6.2 Guías técnicas INSHT.

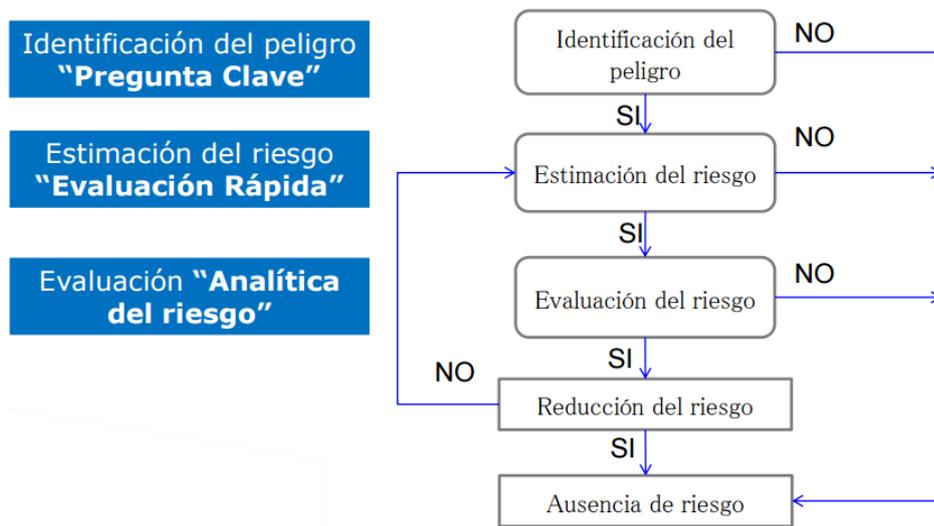
- Para prevención de riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo.
- Para evaluación y prevención de los riesgos sobre la MMC.

2.6 Modelo de Identificación y Evaluación para la gestión del riesgo.

El modelo de Identificación y Evaluación para la gestión del riesgo se subdivide en tres categorías para el desarrollo del procedimiento indicado en el ISO/TR 12295. (Ver Gráfico 3-2).

Donde la identificación del peligro también conocida como “preguntas clave o claves de entrada”, identifican y representan lista de chequeo para las condiciones de trabajo y el uso de cada una de las normativas. (CENEA, 2014)

Gráfico 3-2 Modelo de identificación y evaluación para la gestión de riesgos



Fuente: (CENEA, 2014, p. 12) UE-27 (LFS, 2007), UNE-EN 14121

Mientras que el objetivo principal de la evaluación rápida es determinar si la tarea posee un alto riesgo o no posee riesgo significativo según criterios establecidos en la normativa; esta no pondera el nivel de riesgo en la tarea evaluada, más bien discrimina los casos en los que se determine ausencia de riesgo colocándolos en zona verde, mientras que para aquellos casos que represente un riesgo elevado los coloca en zona roja. (CENEA, 2016, ps. 48-49)

Por otra parte, en la evaluación analítica del riesgo se presentan criterios avanzados para usuarios expertos en ergonomía donde las evaluaciones específicas de los riesgos se evaluarán aplicando la normativa ISO 11226 y 11228 (CENEA, 2014)

2.7 La ergonomía en Ecuador.

La IEA reconoce a la ASOCIACIÓN ECUATORIANA DE ERGONOMÍA (AEERGO) la cual se encuentra legalizando su formación según los reglamentos de la nueva Constitución del Ecuador Teniendo como Presidente a Francisco F. Cáceres. (IEA, 2014)

El conocimiento de la Ergonomía en el Ecuador ha despertado gran interés en estos últimos años. Considerado el riesgo ergonómico como uno de los factores de riesgo ocupacional dentro de la Resolución No. C.D. 513 del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social “REGLAMENTO DEL SEGURO GENERAL DE RIESGOS DEL TRABAJO”, en el Capítulo XI “De la Prevención de Riesgos del Trabajo” en el Artículo 55,

relacionada a la identificación, medición, evaluación, control y vigilancia. (CD-513, 2016, p. 24)

Si, además se toma en consideración los profesionales con formación de cuarto nivel relacionados a seguridad y salud ocupacional, se ha considerado cada día más importancia de temas ergonómicos debido a que en Ecuador, al ser un país donde sus empleados subsisten en base a su propio esfuerzo muscular al igual que otros países de Latinoamérica van accionando herramientas de bajo costo, de vida útil corta y que, al ser cambiadas frecuentemente, pueden mejorarse y reemplazarse sin que las empresas deban incurrir en grandes inversiones. (SST, 2011, p. 10)

Considerando lo que menciona (Apud, Elias; Meyrer, Felipe, 2003), al ser la ergonomía un tema que tiene aún mucho que aportar, si se mejoran las organizaciones y se adaptan herramientas y accesorios a las características del trabajo se puede ir reduciendo los riesgos de relacionados con problemas musculoesqueléticos, fatiga y accidentes.

Los casos riesgos ergonómicos que se presentan en los puestos de trabajo de empresas del Ecuador son en la mayoría específicos y endémicos; por lo que es necesario profesionales ecuatorianos vinculados con la Ergonomía para asistir con soluciones a esta realidad.

La Ergonomía juega un papel principal en el apoyo de las empresas ecuatorianas como del todo el mundo, para integrar al personal con capacidades diferentes a su puesto de trabajo. De forma que en 2013 GM OBB del Ecuador promueve una cultura de ergonomía y transferencia de conocimiento a cargo de Juan Carlos Yáñez, especialista y responsable del Plan de Ergonomía de GM OBB, implementando programas focalizados en ergonomía preventiva y correctiva, así también como dispositivos ergonómicos; dando cumplimiento a los requerimientos legales como son el sistema de gestión de riesgos del trabajo del IESS y Ministerio de Relaciones Laborales, entre otros. (atscoupemedia, 2013).

Existen pocos profesionales especializados en Ergonomía, todos graduados en el exterior, empresas multinacionales han requerido el recurso de los ergónomos ecuatorianos con favorable aceptación. Se puede mencionar el trabajo de investigación de la ergónoma Martha K. Vélez con el tema “Importancia preventiva y curativa del análisis

badopodométrico para la ergonomía y salud ocupacional.”. (Vélez, Martha Kenny, 2012, ps 1896-1899).

Por tal motivo, el centro de ergonomía aplicada CENEA en Ecuador, dicta desde hace 5 años programas de formación como: cursos, diplomados, maestrías ergonomía y salud ocupacional para promover la aplicación de ergonomía mediante conferencias, donde se reúnen profesionales tanto del sector de la Seguridad como de la Salud Ocupacional. Una de estas conferencias con tema “La ergonomía ocupacional como una herramienta de productividad empresarial” dictada el 13 diciembre del 2016 en Quito por Enrique Álvarez de CENEA, con la presencia de más de 90 profesionales se menciona que “Actualmente, Ecuador se encuentra en fase de concienciación en materia de Ergonomía Ocupacional y cuenta con un nuevo marco legal sobre la Seguridad y la Salud Ocupacional.”: donde se destacó el caso de PRONOCA SA, al ser pioneros en la gestión de riesgos ergonómicos ocupacionales. (CENEA, 2016)

De esta manera entre los retos y realidades de la ergonomía en Ecuador se destaca la el método que se plantean en las Normas ISO ya existentes para Ecuador (Normas INEN), que facilita el analizar y realizar con certidumbre la prevención de las enfermedades profesionales, vinculadas a los trastornos musculoesqueléticos. Sonia Tello colaboradora del CENEA en la conferencia en Quito, de Ergonomía y Salud Ocupacional en Ecuador menciona:

“No hace falta reinventar la rueda porque ya tenemos a nuestra disposición la información, normas técnicas ecuatorianas, las herramientas que deben usar los profesionales” (Sonia Tello, 2017)

Estas normativas existen en el país, sin embargo, no son obligatorias por lo que se podría implementar una legislación que todas las empresas ecuatorianas las apliquen. Comenta Sonia Tello que:

“Cada año son más el número de empresas ecuatorianas que deciden ponerse serias con la prevención efectiva de riesgos laborales en general, y de los ergonómicos en particular”, observándolo en el número de empresas que les contactan para asesoramiento y para participar en los programas formativos de ergonomía y salud ocupacional que ofrecemos. (CENEA, 2017)

2.8. Paquetes ergonómicos.

La utilización de softwares para cualquier ámbito facilita en gran manera el proceso al que se desee llegar, así como también disminuye el tiempo ya sea para la recolección de datos; así también es el caso en el campo de la ergonomía. Existen paquetes ergonómicos libres (freeware, que se distribuyen gratuitamente, con ningún coste adicional) y comerciales (shareware, se distribuyen con limitaciones de características y por un tiempo establecido), en el ámbito ergonómico también existen estos tipos de softwares cuyas características se enfocan en la evaluación de riesgos ergonómicos.

2.8.1. Ergonautas

Ergonautas en su versión Online (Freeware), es aplicación web conformada por varios métodos para la evaluación ergonómica, detectar la presencia de factores de riesgo ergonómico y obtener recomendaciones de rediseño de puestos de trabajo que permiten la gestión de toda la información procedente, permite realizar la evaluación inicial de riesgos y llevar a cabo evaluaciones de nivel avanzado de factores de riesgo como la manipulación manual de cargas, la repetitividad de movimientos, el ambiente térmico o la carga postural mediante los métodos de evaluación ergonómica más difundidos y contrastados. (Ergonautas, 2007)

La aplicación web dispone de multitud de métodos y herramientas de evaluación como: carga postural (OWAS, REBA, RULA), repetitividad de movimientos (Check List OCRA, JSI), manipulación manual de carga (NIOSH, Tablas de Snook y Ciriello, Guía de levantamiento de carga del INSHT).

Figura 4-2 Métodos de carga postural y manejo de cargas de Ergonautas



Fuente: (Ergonautas, 2007)

2.8.2 ERGO/IBV

Ergo/IBV es un software con licencia shareware, para Evaluación de Riesgos y Recomendaciones de diseño pensado en cuatro claves que lo hacen único (Instituto de Biomecanica de Valencia, 2015)

1. Posee los métodos de evaluación ergonómica más relevantes del mercado.
2. Asistente para la selección del método de evaluación
3. Ofrece herramientas de apoyo al diseño y al rediseño del puesto de trabajo, una base de datos de soluciones que el IBV ha aplicado en diferentes sectores para reducir los riesgos.
4. Dar una respuesta integral a la mejora de las condiciones de trabajo.

Figura 5-2 Manipulación manual de cargas - Ergo/IBV

The screenshot shows the 'Ergo/IBV - Manipulación Manual de Cargas - Lesionados' window. At the top, there are input fields for 'Tarea: Levantamiento de cajas', 'Empresa: xx xx', and 'Fecha: 03/04/2009'. Below these is a text area for 'Observaciones:'. The main section is titled 'Peso de la carga (kg)' with a value of '6,0'. Under 'Condiciones de la manipulación', there are dropdown menus for 'Posición horizontal' (set to 'lejos (30-60 cm)') and 'Posición vertical' (set to 'nivel de la rodilla'). A diagram of a human silhouette shows the 'cerca' (close) and 'lejos' (far) positions relative to the 'hombro' (shoulder), 'cintura' (waist), 'rodilla' (knee), and 'suelo' (floor). To the right, a 'Giro del tronco' (trunk rotation) diagram shows angles of 0°, 30°, 60°, and 90°. Below the diagrams, a table shows 'Límites para las condiciones de manipulación actuales' with 'Peso de la carga (kg)' ranging from 'hasta 9,1' to 'más de 9,1', and 'Nivel de riesgo' ranging from 'riesgo medio' (yellow) to 'riesgo alto' (red). A 'RIESGO de la TAREA' box displays 'Riesgo medio' in a yellow box. At the bottom, there are five buttons: 'Léeme', 'Video', 'Informe', 'Aceptar', and 'Cancelar'.

Fuente: (Instituto de Biomecanica de Valencia, 2015)

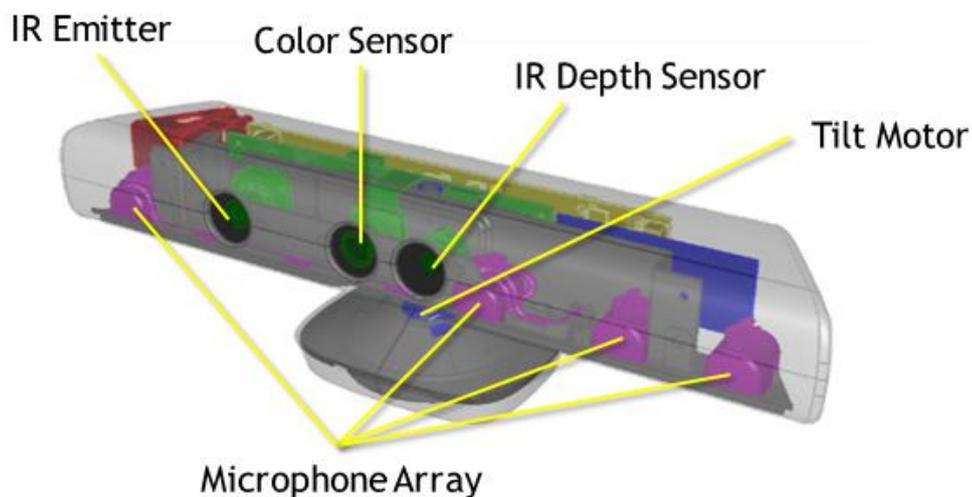
2.9 Conceptos útiles para el nuevo software.

2.9.1 Sensores Kinect.

Dentro de los sensores que se utilizan para realizar aplicaciones de visión artificial y de tecnología guiada por puntos exoesqueléticos y Rigging tenemos el sensor Kinect, que es un dispositivo pensado para ser utilizado como un controlador de juego, sin embargo, por sus componentes integrados: sensor de profundidad, cámara RGB, array de micrófonos y sensor de infrarrojos (emisor y receptor), es capaz de capturar el esqueleto humano, reconocerlo y posicionarlo en el plano; permitiendo que desarrolladores de software puedan interactuar con los elementos “virtuales” mediante distintos movimientos del cuerpo humano. (Murillo, Alejandro 2014)

Para el uso del sensor es necesario la instalación del driver SDK versión 1.8 para Kinect, que Microsoft ha puesto al alcance de los desarrolladores de todo el mundo y que de la misma manera contiene librerías para las diferentes funciones y configuración de los componentes integrados. (Ver ANEXO A – SECCION 1)

Figura 6-2 Estructura del sensor Kinect



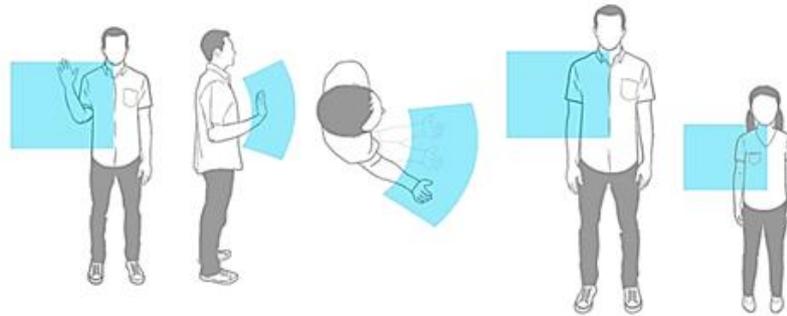
Fuente: (Abrego, 2012)

2.9.2 Zona de interacción física Kinect – Usuario.

La zona de interacción física es el área en frente del usuario, donde hay una relación de correlación espacial entre los movimientos de la mano del usuario en el espacio físico y el movimiento del cursor en la pantalla. A medida que el usuario mueve su mano dentro de los límites de la zona de interacción física, el cursor se mueve dentro de los límites de la pantalla. La zona de interacción física se extiende desde alrededor de la cabeza hasta

el ombligo y se centra en el rango de movimiento de la mano en los lados izquierdo y derecho. La profundidad de la zona de interacción física se curva debido a la amplitud de movimiento de las manos y los brazos tienen forma de arco. La zona de interacción física es relativa al tamaño y la orientación del usuario. (Abrego, Maleny, 2012)

Figura 7-2 Zona de Interacción



Fuente: (Abrego, 2012)

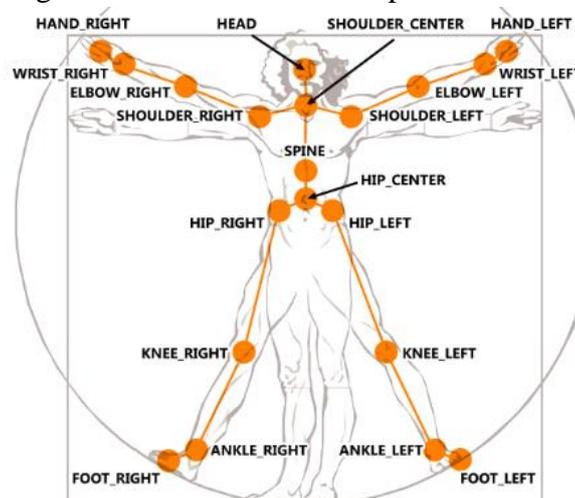
2.9.3 Procesamiento de señal.

Kinect ha conseguido llevar la captura de movimiento a la electrónica de consumo. Este proceso, que tradicionalmente ha sido caro y costoso, ahora se puede realizar de forma barata y sencilla con Kinect. (Alvarez, 2014) (ver ANEXO A -Sección 2)

2.9.4 Esqueletos detectados por el Kinect.

El sensor Kinect puede comparar 200 patrones de posturas humanas y permite la visualización de un esqueleto compuesto de 20 nodos. (Alvarez, Carlos, 2014)

Figura 8-2 Nodos detectados por Sensor Kinect



Fuente: (Abrego, 2012)

Figura 9-2 Significado de nodos

Nodo	Significado
Head	Cabeza
Shoulder Center	Cuello
Shoulder Left/Right	Hombro Izq./Der.
Elbow Left/Right	Codo Izq./Der.
Wrist Left/Right	Muñeca Izq./Der.
Hand Left/Right	Mano Izq./Der.
Spine	Columna
Hip Center	Cadera
Hip Left/Right	Cadera Izq./Der.
Knee Left/Right	Rodilla Izq./Der.
Ankle Left/Right	Tobillo Izq./Der.
Foot Left/Right	Pie Izq./Der.

Fuente: (Abrego, 2012)

2.9.5 Tipos de datos que maneja Kinect.

La información que se obtiene del sensor respecto al análisis de movimientos se divide en dos:

- Datos de calibración: donde se almacenan datos jerárquicos configurados de manera preestablecida.
- Raw Data: donde se almacena los movimientos de los ejes X, Y, y Z de cada nodo.

2.9.6 OpenKinect/Libfreenect.

Open Kinect es un conjunto de drivers que poseen control sobre el sensor, en la mayoría de sus características; mientras que posee una desventaja con algoritmos para el procesamiento de imágenes. (Alvarez, Carlos, 2014)

2.9.6.1 OpenNI.

OpenNI permite el uso del sensor Kinect en varios sistemas operativos, proporcionando una API (Application Programming Interface) que permite la sincronización entre el hardware y software, por medio del procesamiento de imágenes, detección y seguimiento de personas. (Alvarez, Carlos, 2014)

2.10 Lenguaje de programación Visual C# (Sharp).

Visual C # es un lenguaje de programación dedicado a objetos para crear aplicaciones de Windows, de base de datos entre otras permitiendo la correlación entre C# y .NET Framework. (OpenLocalizationService, 2017)

2.10.1 .NET Framework.

.NET Framework proporciona un conjunto de herramientas que ayudan a elaborar código que funciona con Microsoft, proporciona un conjunto de lenguajes que ya son "compatibles con .NET". C# es uno de estos lenguajes.

.NET Framework proporciona muchas clases que ayudan a los programadores a reutilizar el código. Las bibliotecas de clase NET contienen código para pro-gramar subprocesos. entrada y salida de archivos. compatibilidad para bases de datos. análisis XML y estructuras de datos. como pilas y colas. (Jeff Ferguson, 2003, ps. 31,38)

2.10.2 Clases.

Una clase debe contener todo el código y los datos en C#; fuera de una clase no se puede definir una variable ni se puede escribir ningún código. Las clases pueden tener constructores y destructores que se ejecutan cuando se crea un objeto de la clase o cuando un objeto de la clase es destruido respectivamente. (Jeff Ferguson, 2003, p. 45)

2.10.3 Tipos de Clases.

C# permite trabajar con tipos de datos de valor y de referencia, siendo los primeros aquellos que contienen valores reales, mientras que los segundos contienen a valores almacenados en algún lugar de la memoria. (Jeff Ferguson, 2003, p.45)

Tabla 3-2 Tipos de Datos en C#

Nombre	Clase .NET	Tipo	Ancho	Intervalo (bits)
int	Int32	Entero con signo	32	-2.147.483.648 a 2.147.483.647
float	Single	Tipo de punto flotante de precisión simple	32	-3,402823e38 a 3,402823e38
double	Double	Tipo de punto flotante de precisión doble	64	-1,79769313486232e308 a 1,79769313486232e308
char	Char	Un carácter Unicode	16	Símbolos Unicode utilizados en el texto
bool	Boolean	Tipo Boolean lógico	8	True or false
string	String	Una secuencia de caracteres		
decimal	Decimal	Tipo preciso fraccionario o integral, que puede representar números decimales con 29 dígitos significativos	128	$\pm 1.0 \times 10e-28$ a $\pm 7.9 \times 10e28$

Fuente: Con base en (Microsoft, 2007)

2.10.4 Variables.

Las variables pueden ser definidas como constantes y estas a su vez tienen valores que no pueden cambiar durante la ejecución del código. Las declaraciones de tipo de enumeración especifican un nombre de tipo para un grupo de constantes relacionadas. (Jeff Ferguson, 2003, p. 47)

2.10.5 Método Main {}.

Todas las aplicaciones escritas en C# deben constar de un método llamado Main {}. Un método es un conjunto de instrucciones que realizan una acción. Este método puede devolver información a la sección de código que lo llamó, pero en determinadas circunstancias no es necesario que lo haga. (Jeff Ferguson, 2003, p. 57)

Existen palabras claves, las cuales informan cómo debe comportarse el método Main {}

- La palabra clave Public en la declaración del método Main {} también contiene la palabra public, que informa al compilador de que el método Main () debe ser públicamente accesible.
- La palabra Static en la declaración del método significa que el compilador sólo debe permitir que exista en memoria una copia del método por vez.
- La palabra Void es lo que la función principal devuelve cuando ha completado su ejecución. Significa que la aplicación no devuelve ningún valor después de haberse completado.

2.10.6 Palabras Claves e identificadores.

Las palabras clave son palabras que tienen un significado especial en el lenguaje C#. Estas palabras han sido reservadas y nos referimos a ellas como palabras reservadas. Cada palabra clave posee en el lenguaje C# un significado especial.

Tabla 4-2 Lista de palabras claves e identificadores C#

abstract	as	bool	class	char	catch
const	continue	decimal	default	do	double
else	enum	event	explicit	false	float
for	if	implicit	in	int	is
new	null	public	return	static	string
struct	this	true	try	using	using static
void	while				

Fuente: Basado en (Microsoft, 2017)

CAPÍTULO III

3. PROPUESTA DEL NUEVO SOFTWARE.

3.1 Introducción.

El producto desarrollado consiste en un software ergonómico con base en las normativas técnicas ISO TR 12295 de nombre ERGO TR, que permite al usuario evaluar mediante cuestionarios la existencia de peligros y riesgos ergonómicos; siendo necesario un análisis estructurado para comprender el funcionamiento del software.

3.2 Fases de desarrollo.

3.2.1 Fase de requerimiento.

Para definir claramente los problemas particulares a resolver, se plantearon objetivos que proporcionaron información útil para el diseño de la solución.

- Reducir el tiempo de evaluación ergonómica.
- Aplicar la normativa técnica ecuatoriana.
- Brindar una herramienta de interfaz amigable a ELEPCO SA.

Desde el punto de vista técnico, ErgoTR Software es una aplicación que se divide en dos categorías y va dirigido a:

Usuarios expertos y no expertos, de tal forma que estos últimos pueden realizar una estimación de riesgo sencilla mediante la metodología de las preguntas clave, mientras que para usuarios expertos se da paso para realizar evaluaciones específicas de los riesgos.

- Usuarios no expertos en ergonomía: Donde pueden realizar una estimación de riesgo sencilla mediante la metodología de las preguntas clave, por medio de cuestionarios.
- Usuarios expertos en ergonomía: se da paso para realizar evaluaciones específicas de los riesgos, mediante la interacción con el sensor Kinect y los cuestionarios.

Mientras que, desde el punto de vista social los usuarios de ELEPCO SA se verán beneficiados por las utilidades que ofrece el software. Por otra parte, desde el punto de vista tecnológico permite acceder a información de forma lúdica como medio

posibilitador del acercamiento y necesidad de adquirir nuevos conocimientos en el proceso de evaluación ergonómica.

3.2.2 Casos de Usos Esenciales.

3.2.2.1 Requisitos funcionales.

Sección en la que se den a conocer los casos de usos esenciales, por medio de los cuales se evidencia los requisitos del software (ver Anexo – B: Sección1).

3.2.2.2 Requisitos no funcionales.

- Usabilidad: haciendo referencia a la facilidad y rapidez de las personas al adaptarse y realizar las evaluaciones en el nuevo software, se basa en cuatro puntos:
 1. Un acercamiento al evaluador: el significado de usabilidad se relaciona con enfocarse al consumidor mediante un producto usable. De esta manera ErgoTR trabaja con personas expertas y no expertas en el campo de la ergonomía.
 2. Amplio conocimiento: el software se considera fácil de aprender y usar en términos de interfaz amigable y el tiempo que toma en descartar un peligro o riesgo ergonómico.
 3. Satisfacer las necesidades de los evaluadores.
 4. Son los evaluadores los que determinan si un software es de fácil uso.
- Facilidad de gestión: esfuerzo requerido para adicionar o restringir funcionalidades en el software.

Ergo TR debe cumplir con los requisitos antes mencionados para su correcta aceptación.

3.2.3 Gestión de riesgo.

Sección para identificar y mitigar el riesgo a través de actividades de los usuarios (Ver Anexo – B: Sección 2)

3.2.4 Factibilidad.

3.2.4.1 Factibilidad Operativa.

ErgoTR brindará facilidades a los usuarios, reduciendo tiempos en las tareas con acciones más fáciles y rápidas.

Tabla 5-3 Comparación promedio de tiempos

Tareas	Situación Actual (min)	ErgoTR (min)
Toma de datos.	15	5
Descartar peligro ergonómico.	7	2
Descartar riesgo ergonómico.	15	10
TOTAL	37	17

Realizado por: Autores

3.2.4.2 Factibilidad Técnica.

Tabla 6-3 Especificaciones de hardware necesario

Componente	Cantidad	Especificación
Computador portátil	1	Intel Core I3, RAM 4GB, o superiores.
Sensor Kinect	1	V1.8 Microsoft
Impresora	1	S/E

Realizado por: Autores

Tabla 7-3 Software a utilizar en las evaluaciones

Descripción	Software	Especificación
Sistema Operativo	Windows 8	O superior
Documentación	Microsoft Office 2010	O superior
Lector PDF	S/E	S/E
Motor de base de Datos	SQL Server 2000	S/E
Procesamiento de Información	ErgoTR	Software de evaluación
Librerías	SKD v1.8	Librerías para Sensor Kinect

Realizado por: Autores

Es necesario la capacitación a los evaluadores que utilizar el software, siendo los recursos antes mencionados considerados como adecuados para que el paquete ergonómico pueda ejecutarse.

3.3 Desarrollo del software.

Para el desarrollo del nuevo software se dividió el proyecto en módulos más pequeños a los que llamamos etapas, donde las acciones que pertenecen a cada una de ellas nos ayudan a definir entradas y salidas de datos, de modo que esta metodología permite seguir de manera ordenada los procesos de idear, implementar y mantener el nuevo software desde que surgió la necesidad hasta que se cumpla con el objetivo por el cual fue creado.

Desde un punto de vista general se puede considerar que el desarrollo de un software se basa en un concepto llamado ciclo de vida; diseñado para un fin específico en el funcionamiento de la empresa, además debe ser confiable y funcional, advertir errores de entrada obvios y comunes, encontrarse documentado adecuadamente, ser amigable y comprensible asimismo estar codificado en el lenguaje apropiado. Como propuesta se busca optimizar y hacer más eficientes el proceso para la evaluación de riesgo ergonómico y detectar oportunidades a partir de las pautas de comportamiento de los datos obtenidos.

3.3.1 Especificación del Programa.

ERGOTR SOFTWARE recolecta datos mediante la metodología de la norma ISO TR 12295 con las preguntas claves y evaluaciones rápidas para la identificación del peligro y riesgo ergonómico por levantamiento, transporte, empuje y tracción de cargas, movimientos repetitivos y posturas forzadas estáticas como dinámicas, para después ser analizados según los valores a estas.

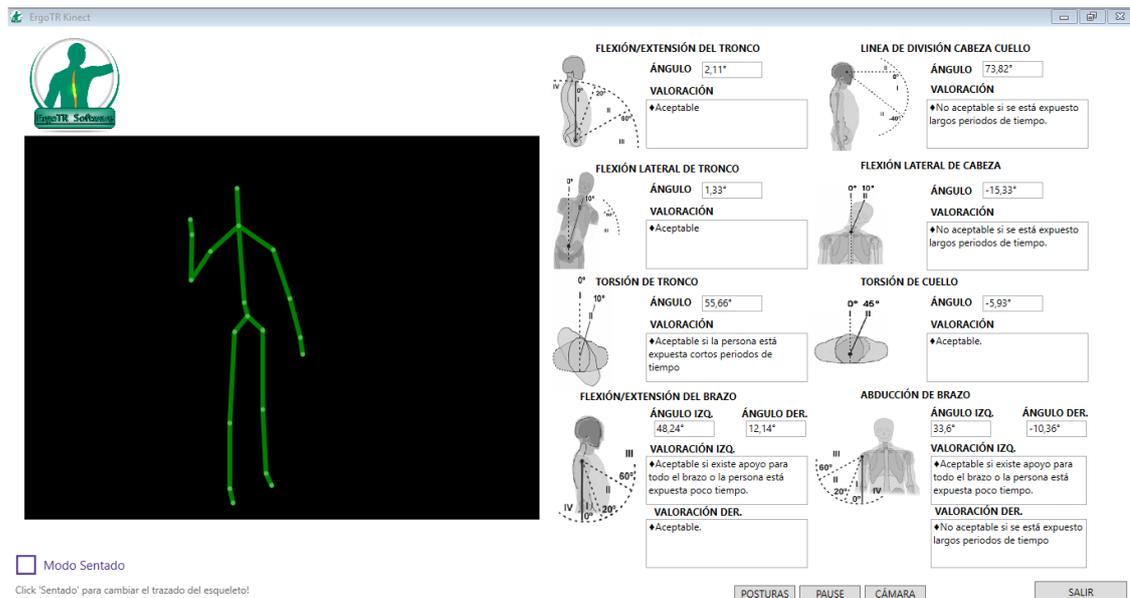
Tabla 8-3 Ficha de Identificación de peligro usada en el software

IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO ERGONÓMICO POR LEVANTAMIENTO DE CARGAS	
Marque con una "X" la respuesta a cada una de las siguientes condiciones	
En el puesto de trabajo hay alguna tarea que presente alguna de las siguientes condiciones:	Respuesta
1. ¿Se deben levantar, sostener y depositar objetos manualmente en este puesto de trabajo?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
2. ¿Alguno de los objetos a levantar manualmente pesa 3 kg o más?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
3. ¿La tarea de levantamiento se realiza de forma habitual dentro del turno de trabajo (por lo menos una vez en el turno)?	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Si todas las respuestas son " SI " para todas las condiciones, hay presencia del peligro por levantamiento manual de cargas y debe realizarse una evaluación específica del riesgo.	
Si alguna de las respuestas a las condiciones es " NO ", no hay presencia del peligro por levantamiento de cargas.	

Fuente: (Alvarez-Casado, 2012)

Por otra parte, en caso de ser necesario el uso de una evaluación específica se permite que la entrada de datos sea mediante el sensor KINECT, el cual proporciona información necesaria para llenar los valores de las encuestas recomendadas por ISOTR 12295.

Figura 10-3 Tomas de datos mediante sensor Kinect



Fuente: Autores

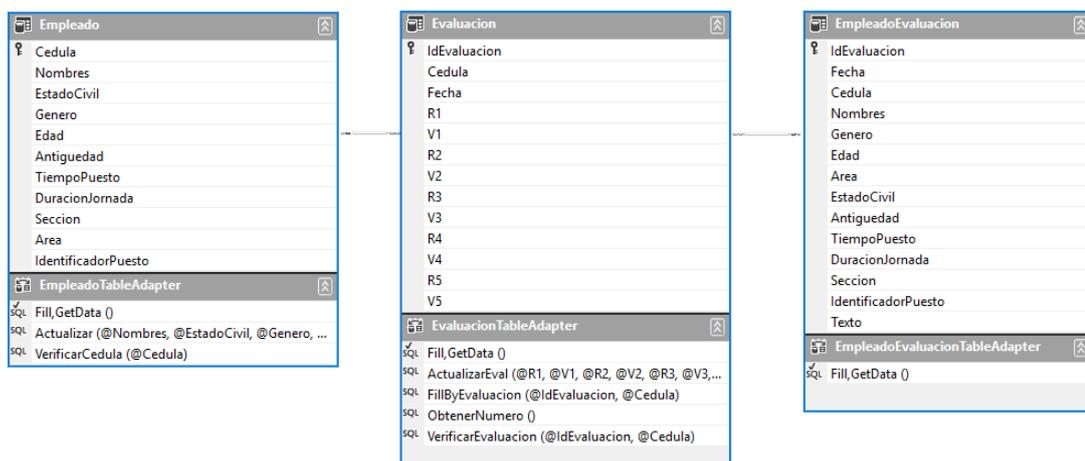
3.3.2 Diseño del programa.

En este paso se genera una solución con técnicas de programación como diseño descendente de programas, pseudocódigos, flujogramas y estructuras lógicas.

3.3.2.1 Diagramas conexión datos.

El uso de diagramas ayuda a entender el funcionamiento del programa incluso antes de haber sido finalizado.

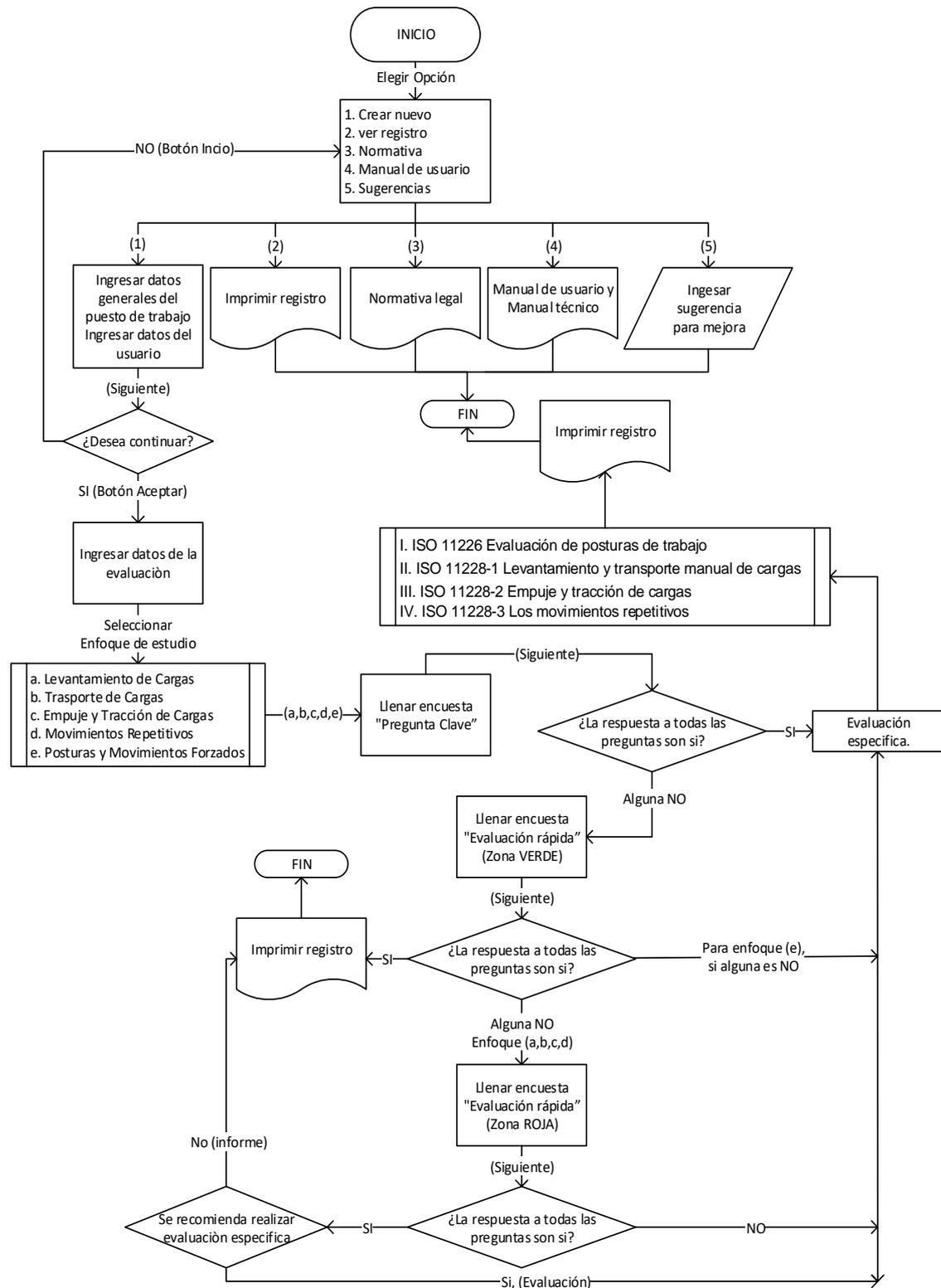
Gráfico 4-3 Conexión base de datos



Realizado por: Autores

3.3.2.2 Diagrama de flujo de datos.

Gráfico 5-3 Diagrama de flujo principal funcionamiento ERGOTR Software



Fuente: Autores

Mediante un diagrama de flujo, se pretende conocer el comportamiento del sistema con representaciones gráficas.

Gráfico 6-3 Diagrama de flujo sencillo



Fuente: Autores

3.4 Interfaz.

3.4.1 Pantalla de Bienvenida.

Es una animación con formato *.swf, la cual contiene el nombre de la aplicación y su versión; siendo esta la 1.0

Figura 11-3 Pantalla de bienvenida



Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.4.2 Interfaz inicial.

La interfaz inicial de ERGOTR Software permite acceder a varias opciones mediante un clic.

Figura 12-3 Interfaz inicial



Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.4.2.1 Ventana Crear Nuevo.

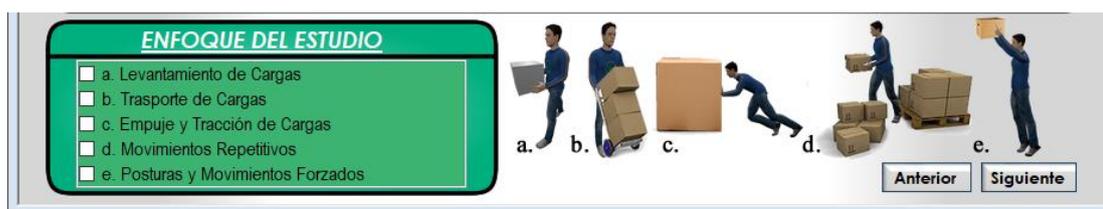
La ventana crear nuevo permite la toma de datos por medio del evaluador; estos datos pertenecen a la empresa en evaluador y el puesto de trabajo, hasta llegar a la selección del enfoque de estudio.

Figura 13-3 Ventana Crear Nuevo

Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

En la opción de enfoque de estudio (Figura 24), nos permite seleccionar el parámetro a evaluar dependiendo las acciones que se realice en el puesto de trabajo, siendo estas acciones aquellas que al no estar informados pueden generar dolores y afecciones musculoesqueléticas.

Figura 14-3 Selección de enfoque de estudio

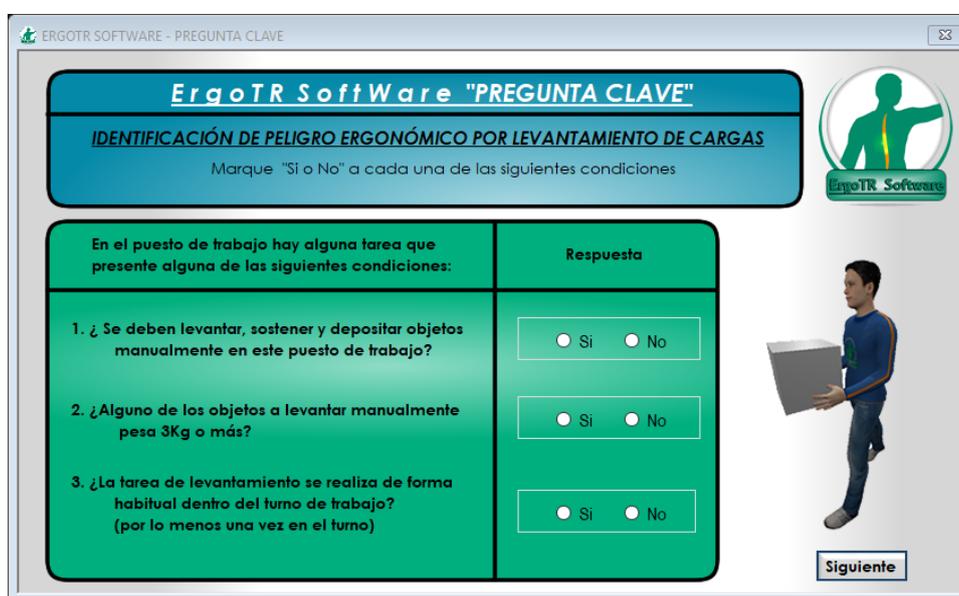


Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.4.2.2 Preguntas Claves.

Son ventanas que contienen cuestionarios cuya función es identificar las condiciones de trabajo y el uso de cada una de las normativas, de igual manera es aquí donde se permite determinar si existe presencia de peligro y debe realizarse una evaluación específica o no.

Figura 15-3 Interfaz pregunta Clave Levantamiento de Cargas



Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.4.2.3 Evaluación Rápida.

El Objetivo de la evaluación rápida es determinar si la tarea posee un alto riesgo o no posee riesgo significativo según criterios establecidos en la normativa; esta no pondera el nivel de riesgo en la tarea evaluada, más bien discrimina los casos en los que se determine ausencia de riesgo colocándolos en zona verde, mientras que para aquellos casos que represente un riesgo elevado los coloca en zona roja. (CENEA, 2016, ps 48-49)

Es aquí donde el usuario tiene la posibilidad para realizar una evaluación específica, basándose en criterios para usuarios expertos en ergonomía mediante normativas para manipulación manual de cargas ISO 11228-1, ISO 11228-2 e ISO11228-3 así como también en posturas forzadas ISO 11226.

Figura 16-3 Evaluación Rápida Zona Verde

Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

En caso de existir alguna pregunta que no cumpla con los parámetros de la Zona verde esta permitirá realizar una evaluación rápida en zona roja para determinar si es o no necesario realizar una evaluación específica.

Figura 17-3 Evaluación Rápida Zona Roja

Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.4.2.4 Evaluación Específica.

Estas evaluaciones representan criterios avanzados para las evaluaciones específicas de los riesgos. Están realizadas según las indicaciones ISO 11228-1, ISO 11228-2, ISO11228-3 e ISO 11226; así como también en UNE-EN 1005-2, UNE-EN 1005-3, UNE-EN 1005-4 y UNE-EN 1005-5 relacionadas a seguridad en máquinas.

Figura 18-3 Evaluación Específica por Movimientos Repetitivos

Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.4.3 Generar Informe.

Esta opción como su nombre lo indica permite generar un informe con los datos obtenidos y de esta manera exportarlos; al ser una guía puede ser editada según la necesidad de la empresa.

Figura 19-3 Registro de evaluaciones

EVALUACIONES						
	IdEvaluacion	Fecha	Cedula	Nombres	Edad	Area
▶	1	19/12/2016 12:53	0501606628	Montalvo Pache...	46	INVENTARIOS
	2	19/12/2016 13:39	1718452889	BENALCAZAR E...	33	Direccion Financi...
	3	22/12/2017 14:36				

Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

Figura 20-3 Datos para elaborar informe

Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

Figura 21-3 Guía para informe General

5. METODOLOGIA DE EVALUACION

Se procedió a realizar una visita del puesto de trabajo y a recolectar la información necesaria para realizar el informe. En esta visita se utilizaron las técnicas de observación, entrevista, además se utilizó la herramienta innovadora ERGOTR la cual nos contribuyó con reportes mediante la cámara Kinect y la Technical report 12295 quien justifico las condiciones de los mismos dando énfasis en los factores de riesgo en estudio que representan oportunidades de mejora.

6. EVIDENCIAS DE APOYO

Fotos Revisión Bibliográfica
Matriz evaluación Estudios

7. RESULTADOS

El siguiente cuadro resume los principales factores de riesgo detectados en el puesto de trabajo del colaborador en estudio, así como aspectos que se deben considerar como oportunidades de mejora.

Actividad	Descripción	Factores de Riesgo Ergonómicos		Valoración
		Levantamiento de carga	No Aplica	No Aplica
		Transporte de carga	No Aplica	No Aplica
		Empuje y Tracción de carga	No Aplica	No Aplica
		Movimiento Repetitivo de la extremidad Superior	No Aplica	No Aplica
		Postura Forzada	No Aplica	No Aplica

Nº de página actual: 3 Nº total de páginas: 3+ Factor de zoom: 100%

Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.4.4 Manual Usuario-Técnico.

En esta opción se permite ingresar a la interfaz de lectura del manual, el cual es interactivo, amigable y de fácil uso; en este manual se encontrará información en cuanto a la utilización del software y hardware, especificaciones, recomendaciones etc.

Figura 22-3 Interfaz Manual de Usuario-Técnico



Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.4.5 Normativas.

Espacio dedicado para la lectura de las normativas en que se basa el software. Divididas en secciones como son:

3.4.5.1 Normativa Legal.

Es un resumen de las normativas que representan la aplicación de ergonomía en empresas así también como la prevención de riesgos, estas han sido tomadas de varios acuerdos, reglamentos, decretos, etc.

3.4.5.2 Normativa aplicable a la Seguridad y Salud del Trabajo.

Conjunto de Resoluciones, convenios, decisiones y reglamentos que aportan seguridad al trabajador y cuidados para la salud de estos.

3.2.4.3 Constitución del Ecuador.

Es el fundamento y la fuente de la autoridad jurídica que sustenta la existencia del Ecuador y de su gobierno. La supremacía de esta constitución la convierte en el texto principal dentro de la política ecuatoriana, y está por sobre cualquier otra norma jurídica.

3.2.4.4 *Código de Trabajo.*

Es un documento creado con la finalidad de mantener actualizada la legislación laboral, observando las disposiciones de la Constitución Política de la República; convenios con la Organización Internacional del Trabajo, OIT, ratificados por el Ecuador; leyes reformativas a este Código.

Figura 23-3 Interfaz Normativas

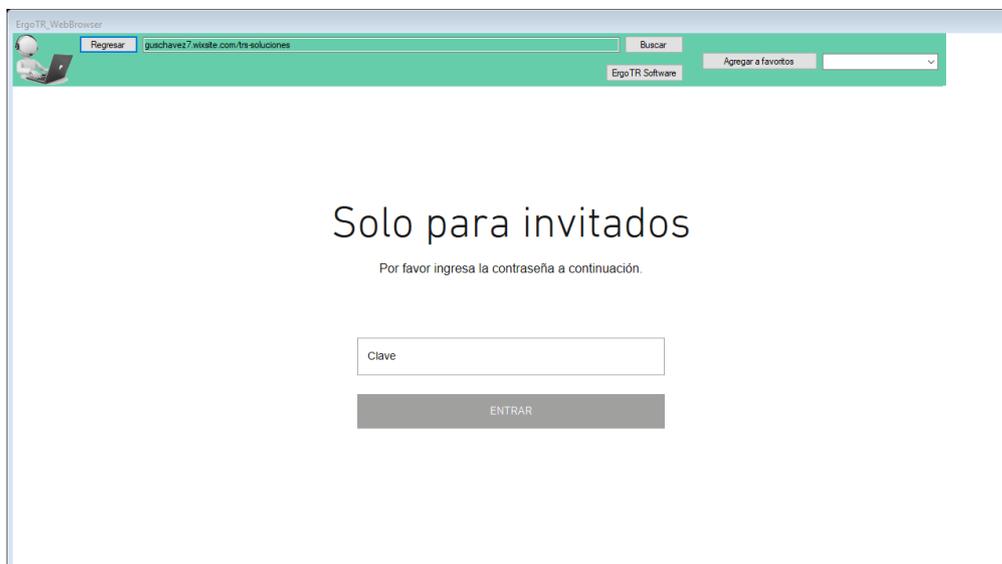


Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.4.6 Sugerencias.

Espacio online dedicado para el conocimiento de soluciones y sugerencias para el uso del software. De igual manera este espacio está abierto a preguntas y respuestas, así como a la publicación de documentos relacionados con la ergonomía.

Figura 24-3 Interfaz Navegador ERGOTR



Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.4.7 Mensajes.

Los mensajes irán apareciendo conforme se vayan realizando los cuestionarios, así por ejemplo los mensajes de existencia de peligro (Figura 25-3), este tipo de mensajes aparecen cuando en las preguntas claves se ha determinado que existe peligro y para descartarlo se recomendará la evaluación rápida para ubicar el peligro en zona verde o roja.

Figura 25-3 Mensaje de Existencia de peligro



Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

De igual manera los mensajes de NO existencia de peligro (Figura 26-3) aparecerán cuando en las preguntas claves se ha determinado que no existe peligro.

Figura 26-3 Mensaje de NO Existencia de peligro



Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

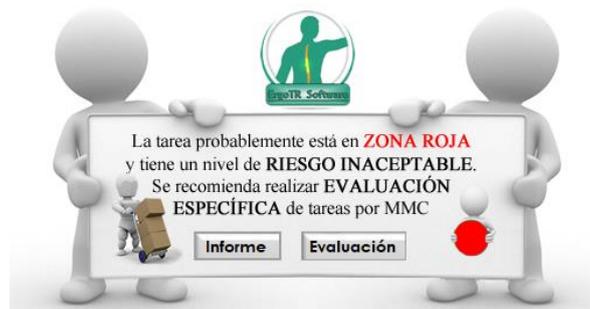
Por otra parte, se tiene los mensajes cuando una actividad está en Zona Verde (Figura 27-3) o en Zona Roja (Figura 28-3), siendo estos los que determinan si es o no necesario la realización de evaluaciones específicas.

Figura 27-3 Zona Verde



Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

Figura 28-3 Zona Roja



Fuente: Autores – ERGOTR SOFTWARE

3.5 Código Fuente.

El Código fuente del programa fue desarrollado en lenguaje de programación C# o también conocido como C Sharp (Ver Anexo B Sección 3, dividiéndose en dos secciones que son: Programa Principal (Cuestionarios) y Sensor Kinect (Evaluación Especifica)

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO COMPARATIVO.

4.1 Análisis de los paquetes ergonómicos.

En este capítulo se presentará un estudio comparativo que involucra el análisis, la similitud y contrastes de tres softwares ergonómicos que comparten una dirección o meta en común. Para realizar correctamente la comparación, se debe valorar aspectos positivos, como negativos de cada programa cuando está en uso.

El estudio de comparación entre los paquetes descritos en capítulos anteriores, suelen incorporar estrategias empleadas en la recolección de datos para los estudios ergonómicos simples y los estudios ergonómicos específicos, ya que requieren un trabajo conceptual, analítico y de síntesis; los reportes de esta última, abarca más allá de la comparación de las similitudes y diferencias de datos cualitativos como cuantitativos, dependiendo de este resultado la existencia o no de peligros de riesgos ergonómicos.

En el estudio se procederá a determinar cuáles son los aspectos destacables de los programas ergonómicos, para poder evaluarlos, posteriormente, obtener una ponderación definitoria de cada paquete ergonómico.

4.2 Diferencias de los paquetes ergonómicos.

A continuación, algunos de los aspectos evaluados en cada software al personal de la empresa ELEPCO S.A., se realizó un seguimiento con los paquetes ergonómicos en dos actividades más relevantes (Ver Tabla 8-4) que se realizan en la bodega “El calvario” de la Empresa Eléctrica provincial Cotopaxi, valorando los siguientes aspectos: el tiempo de respuesta, la complejidad y el resultado.

Tabla 9-4 Descripción de actividades.

Actividad	Descripción
Despacho de materiales en la bodega.	Existen productos que se despachan por metros, unidades o cajas. Algunos de forma manual y otros se requiere un montacargas
Oficina de bodega.	Trabajo de despacho de materias documentalmente.

Fuente: Estudio Autores
Realizado por: Autores

De las características más relevantes de los tres softwares a evaluar, mediante una tabla de doble entrada se puede determinar sus diferencias al momento de realizar evaluaciones.

Tabla 10-4 Tabla de doble entrada Características/software.

Software	Ergonautas	ErgoIBV	ErgoTR
Características			
Modalidad	Online	Instalador	Instalador
Licencia*	Shareware/Demo	Shareware/Trial	Freeware
Tiempo de Prueba	Libre con limitaciones	15 días	Libre
Tiempo llenado de información requerida **	De 15 a 25 min.	De 10 a 15 minutos	De 7 a 12 minutos
Complejidad	Medio	Bajo	Bajo
Ventaja	Acceso por móvil	Rediseño	Preguntas claves, Base de datos, uso de sensor Kinect
Desventaja	Marca de agua	Costo licencia	Instalación de complementos
Resultado	Informe de demostración	Reporte	Informe con resultados
Tipo de usuario	Usuarios con conocimientos en ergonomía	Usuarios con conocimiento o expertos en ergonomía	Usuarios experto y no experto en ergonomía
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva evaluación • Abrir evaluación • Utilidades • Configuración 	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva tarea • Abrir tarea • Eliminar tarea • Exportar tarea • Cambiar carpeta de trabajo • Abrir vista de evaluación • Abrir vista de diseño • Abrir comunidad de Salud laboral • Refrescar contenido • Abrir ergo BD • Lista de tareas 	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva evaluación • Generar informe • Manuales • Normativas • Sugerencias • Capturas de Informes • Preguntas claves • Evaluación rápida • Evaluación específica • Lista de informes

Fuente: Investigación Autores

Realizado por: Autores

* Licencia tipo: Demo tiempo indefinido - restricción de funciones, Trial funciones activas - tiempo limitado, Freeware libre derecho al uso y copia de software bajo términos de los autores.

** El tiempo de llenado de la información requerida varía dependiendo el conocimiento del puesto a evaluar.

Tabla 11-4 Tabla de doble entrada enfoque de estudio/software.

Software	Ergonautas	ErgoIBV	ErgoTR
Enfoque de Estudio	Repetitividad Ocro JSI Carga Postural Rula Reba Owas EPR Manejo de Cargas Niosh Ginsht Snook y Ciriello Biomecánica Ambiente térmico Fanger Evaluación Global LCE LEST	Manipulación manual de cargas MMC Simple MMC Múltiple MMC Variable MMC Secuencial MMC Lesionados Movimientos repetitivos Tareas Repetitivas UNE EN 1005-5 (OCRA) Posturas inadecuadas Posturas (Owas) Posturas (Reba) UNE EN 1005-3 (FUERZAS) Oficina ErgoMater Psicosociales (CoPsoQ-istas21)	Levantamiento de cargas Transporte de cargas Empuje y Tracción de Cargas Movimientos repetitivos Posturas y Movimientos Forzados
Resultados	Después de elegir los métodos de evaluación agrupados por factores de riesgo, se realiza la evaluación inicial de riesgos y llevar a cabo evaluaciones de nivel avanzado de factores de riesgo	A partir de las variables introducidas, se calcula un índice que representa el nivel de riesgo para la zona elegida	Mediante la aplicación de una matriz binaria de severidad/probabilidad o lista de chequeo con preguntas clave que identifican de forma objetiva las condiciones de trabajo que requieren el uso de cada una de las normas
Basado	LCE - NIOSH - GINSHT - SNOOK - RULA - REBA - OWAS - EPR - BioMEC - JSI - OCRA LEST - FANGER - FRI - MET - AIS - LSC - PSC - RULER	Ecuación NIOSH revisada Guía técnica del INSHT Norma UNE EN 1005-2 Tablas de Snook y Ciriello Índice Ocro Puntuaciones Reba y Rula	ISO TR 12295:2014 ISO 11228-1;2003 ISO 11228-2;2007 ISO 11228-3;2007 ISO 11226; 2000

Fuente: Investigación Autores

Realizado por: Autores

4.2.1 Diferencia de Interfaz.

En esta sección se muestran mediante gráficos las diferencias que existen a través de la interfaz a la que el usuario tiene acceso, así también como a las ventanas principales, ventallas de requerimientos de datos, ventanas de informes. Ver Anexo C- Sección 3.

4.3 Pruebas.

Mediante la aplicación de una matriz de comparación de softwares bajo la norma ISO/IEC 9126, profesionales, técnicos, estudiantes y médicos que tienen conocimientos en

ergonomía y en aplicación softwares, realizaron evaluaciones de las cuales se obtuvieron los siguientes datos que se detalla en las páginas siguientes. (Ver tabla 10-4)

La matriz indica: la ponderación máxima, tipos de calidad, características y sub-características, descripción de cada característica y sub-características, además si se tuvo evaluación de dicha característica y el puntaje correspondiente con el total que obtuvo cada software; además de una sección dedicada para variables de carácter técnico como resultado de informes y requerimientos de hardware. Ver Anexo C-Sección 2

Tabla 12-4 Tabla de ponderación, pesos en parámetros para variables de interacción.

Descripción*		Valor
Funcionalidad	Adecuación	5.0%
	Exactitud	3.0%
	Interoperabilidad	3.0%
	Seguridad	7.0%
Valor total de funcionalidad		18.0%
Mantenibilidad	Estabilidad	4.0%
	Facilidad de análisis	5.0%
	Facilidad de cambio	3.0%
	Facilidad de pruebas	3.0%
Valor total de mantenibilidad		15.0%
Usabilidad	Aprendizaje	4.0%
	Comprensión	5.0%
	Operatividad	4.0%
	Atractividad	4.0%
Valor total de Usabilidad		17.0%
Fiabilidad	Madurez	2.0%
	Recuperabilidad	2.0%
	Tolerancia a Fallos	3.0%
	Cumplimiento	4.0%
Valor total de fiabilidad		11.0%
Portabilidad	Capacidad de instalación	5.0%
	Capacidad de reemplazamiento	7.0%
Valor total portabilidad		12.0%
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	5.0%
	Comportamiento de recursos	8.0%
Valor total eficiencia		13.0%
Calidad de Uso	Eficacia	2.0%
	Productividad	4.0%
	Seguridad	6.0%
	Satisfacción	2.0%
Valor total de calidad de uso		14.0%
TOTAL DE PARAMETROS		100%

Fuente: Desarrollado con base en la matriz para análisis de software ISO/IEC 9126

Desarrollado por: Autores

* Definiciones de variables (Ver Anexo C-Sección 1)

Tabla 13-4 Tabla de ponderación, pesos en parámetros para variables técnicas

Descripción		Valor
Resultados	Terminología	10.0%
	Ayuda y documentación	10.0%
	Tiempo de toma de datos	10.0%
	Informes/reportes	20.0%
	Soporte y entrenamiento	10.0%
Valor total de resultados		60.0%
Requerimientos Técnicos	Capacidad de software	5.0%
	Hardware	15.0%
	Rapidez de compilación	5.0%
	Seguridad	15.0%
Valor total de requerimientos técnicos		40.0%
TOTAL DE PARAMETROS		100%

Fuente: Desarrollado con base en la matriz para análisis de software ISO/IEC 9126

Desarrollado por: Autores

* Definiciones de variables técnicas (Ver Anexo C-Sección 1)

La calificación de la herramienta se basa en los parámetros de comparación obtenidos de la media de los puntajes establecidos en la matriz de análisis tanto para las variables de interacción como para las variables técnicas.

Tabla 14-4 Resultados de análisis de las variables de interacción.

Software Interacción	Ergonautas	ErgoIBV	ErgoTR
Funcionalidad	0,69	0,72	0,72
Fiabilidad	0,37	0,37	0,40
Eficiencia	0,52	0,52	0,60
Mantenibilidad	0,57	0,61	0,61
Portabilidad	0,53	0,53	0,53
Calidad de uso	0,68	0,74	0,78
Usabilidad	0,72	0,85	0,85
Total	4,08	4,34	4,49
Posición	Tercero	Segundo	Primero

Fuente: Desarrollado con base en la matriz para análisis de software ISO/IEC 9126

Desarrollado por: Autores

Tabla 15-4 Resultados de análisis de las variables técnicas.

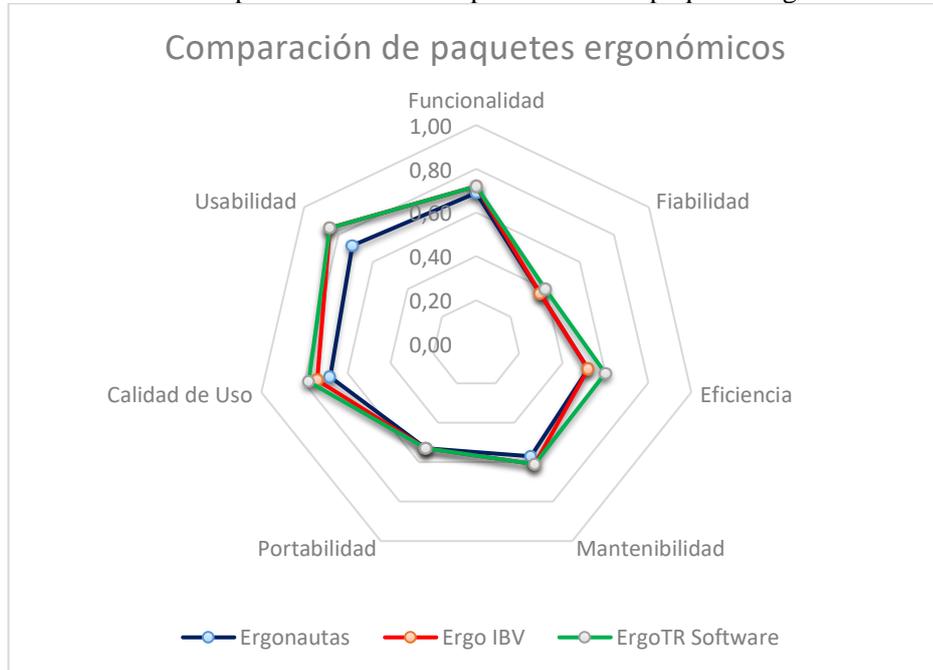
Software V. Técnicas	Ergonautas	ErgoIBV	ErgoTR
Resultados	2,30	2,70	2,70
Requerimientos Técnicos	1,75	1,80	1,85
Total	4,05	4,50	4,55
Posición	Tercero	Segundo	Primero

Fuente: Desarrollado con base en la matriz para análisis de software ISO/IEC 9126

Desarrollado por: Autores

La interpretación gráfica de los resultados con variables de interacción se la realiza con un gráfico de superficie tipo radial porque posee valores relativos a un punto central y sus valores son indirectamente comparables.

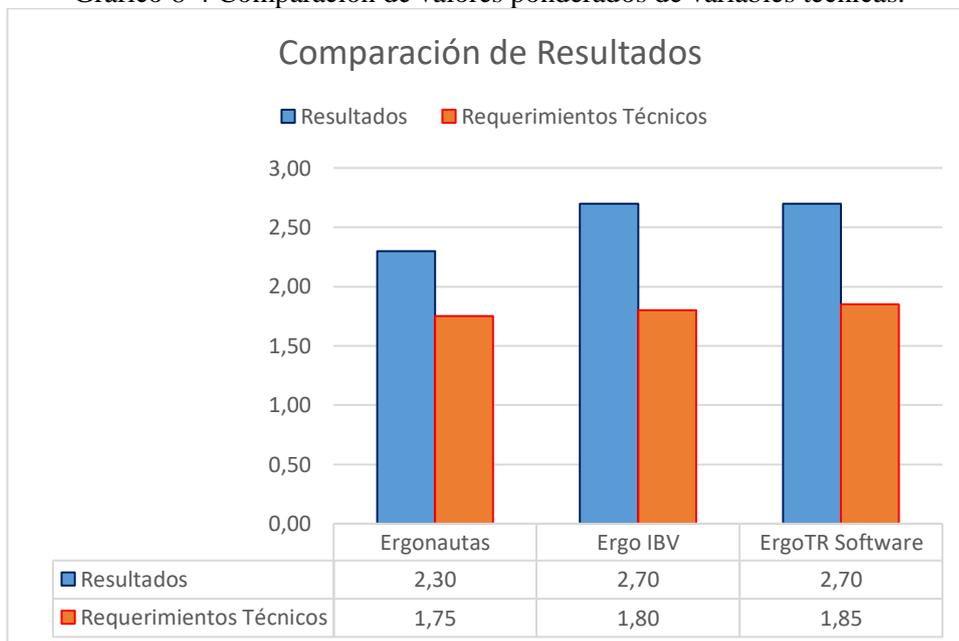
Gráfico 7-4 Comparación de valores ponderados de paquetes ergonómicos.



Realizado por: Autores

Mientras que la comparación gráfica de los resultados con variables técnicas se lo realiza bajo en concepto de columnas agrupadas.

Gráfico 8-4 Comparación de valores ponderados de variables técnicas.



Realizado por: Autores

4.3.1 Descripción de resultados.

4.3.1.1 Terminología.

Al obtener un criterio con base en la matriz de comparación de calidad interna, externa y uso de paquete ergonómicos; en la parte de terminología, los profesionales reflejan que el 66.7% de los softwares, tiene términos entendibles, teniendo claro que el Programa 1 se tiene un porcentaje más bajo, debido al uso del castellano, mas no el español de América Latina. Al ser un software programado con estudiantes ecuatorianos, se obtiene un 100% de entendimiento en el Programa 3, llegando a lograr uno de los objetivos propuestos, al ser amigable y fácil de entender para los usuarios.

4.3.1.2 Ayuda y documentación.

En las calificaciones se observó la diferencia de los programas que requerían internet para la ayuda y documentación, mientras que también venían incluidos la ayuda dentro de la instalación de los programas, obteniendo un alcance del 80% al momento de que los usuarios se sienten conformes con la ayuda y documentación que ofrece la programación. En la Tabla 14-4 podemos observar las diferentes foros y ayudas de las diferentes herramientas.

Tabla 16-4 Comparación de ayuda en foros(Online)

FOROS Y AYUDA EN LINEA		
ERGO IBV	ERGONAUTAS	ERGO TR
Nombre: PREVENTIOWORLD	Nombre: ergoForo	Nombre: SOLUCIONES EN LINEA
Dirección: https://prevention-world.com/foro/viewtopic.php?f=3&t=17923	Dirección: https://www.ergonautas.upv.es/comunidad/ergoforos/	Dirección: http://www.ergotr-soft.epizy.com

Fuente: Investigación Autores

Realizado por: Autores

4.3.1.3 Tiempo de toma de datos.

El programa 1 a razón que tiene un amplio estudio de ergonomía, se determinó que al registrar la toma de datos se tiene más dificultad, por lo cual se aumenta el tiempo; de la misma manera que la ayuda y documentación se obtuvo un 80% de aceptación en los tres programas.

4.3.1.4 Informes/reportes.

Antes de realizar un análisis de los resultados, hay que diferenciar entre un informe y reporte. El reporte es transmitir la información, es decir que los 3 programas nos generaban reportes, mostrando los datos que ingresamos. Pero al hablar de informe es más detallado, con objetivos, conclusiones, etc.; el cual solo nos brinda el Programa3. Es muy importante destacar que los programas son de pago y si no se tiene la licencia no se puede tener informes certificados ni completos.

4.3.1.5 Soporte y entrenamiento.

En el programa 2 se necesitó de más tiempo y soporte de tutores para poder continuar con las evaluaciones, mientras que el programa 3 solo se necesitaba analizar las preguntas que se presentan para poder lograr un fácil entrenamiento en el avance. Se obtuvo un 80% de aceptación en el ítem de soporte y entrenamiento, considerando este parámetro aceptable.

Tabla 17-4 Tabla de requerimientos técnicos

ERGO IBV	ERGONAUTAS	ERGO TR
Sistema operativo Windows XP/Vista/7/8.1/Server2003 en sus versiones de 32 bits, Windows 7, Windows 8.1, Windows Server 2008 R2 y Windows Server 2012 R2 en sus versiones de 64 bits	Sistema operativo Windows 7, Windows 8 o posterior	Sistema operativo Windows 7, Windows 8 o posterior
PDF	Microsoft Word 2010, 2013 o posterior	Microsoft Word 2010, 2013 o posterior, PDF
Intel Core I3 o posterior.	Core Duo	Intel Core I3 o posterior.
Conexión a Internet, para acceder a ErgoBD, al Gestor de cuestionarios, a la Comunidad de Salud Laboral, a los manuales de uso y a las actualizaciones en línea.	Conexión a Internet, para evaluaciones específicas.	Conexión a Internet, para acceder aporte de sugerencias
Para utilizar el vídeo integrado en Ergo/IBV, deberá disponer de los elementos que permitan visualizar el vídeo en su ordenador: <ul style="list-style-type: none"> • Si se va a utilizar una cámara miniDV se deberá disponer de una tarjeta con puerto IEEE 1394 (FireWire o i. LINK). • Si se va a utilizar una cámara DVD se deberá disponer de un lector de DVD y de códecs de DVD compatibles con Microsoft Media Player. • Si se van a utilizar otros archivos de vídeo se debe disponer de los códecs de vídeo asociados a los mismos. 		Sensor Kinect Opcional, Para verificación de ángulos de posturas forzaras dinámicas,

Fuente: Investigación Autores

Realizado por: Autores

Tabla 18-4 Características de los diferentes paquetes ergonómicos

ERGO IBV	ERGONAUTAS	ERGO TR
Ocupa 568 Mb	Ocupa 112 Mb	Ocupa 276 Mb
Se vende por más de 853 Dólares Americanos	Se vende por más de 425 Dólares Americanos, por doce meses y en 4 equipos	Por entrar al mercado, no tiene valor más que la de suscribirse.
Cada año, se lanza una nueva versión que mejora el software gracias a nuevas funcionalidades.	En constante actualización mediante su página ERGONAUTAS	Sólo LA EMPRESA PROPIETARIA puede modificar el código del programa y los lanzamientos de nuevas versiones, son decisiones de mercado.
44,6 MB Memoria Física total reservada	56,7 MB Memoria Física total reservada	20,9 MB Memoria Física total reservada

Fuente: Investigación Autores

Realizado por: Autores

Estos son algunos criterios que se consideró imprescindible analizar antes de tomar cualquier decisión sobre la elección de un proveedor de software ergonómico.

4.4 Similitud de los softwares ergonómicos.

Las principales características para evaluar en softwares para estudios ergonómicos permiten observar una coincidencia del 60% de los criterios que superaron los promedios. Ver Tabla 17-4.

Tabla 19-4 Principales características.

1	Métodos y herramientas sobre ergonomía
2	Genera informes de las evaluaciones en editor de texto/Word o PDF.
3	Contiene imágenes del puesto, vídeos o cualquier tipo de documento o registro en la evaluación
4	Plantillas para realizar evaluaciones ágilmente.
5	Evalúa múltiples tareas por puesto
6	Evaluación inicial de riesgos.
7	Almacena los datos de forma ordenada para su posterior gestión y tratamiento

Fuente: Investigación Autores

Realizado por: Autores

4.5 Resultados del Análisis Comparativo.

Con base en los parámetros, variables analizadas y de acuerdo con los resultados alcanzados para cada uno de ellos, se ha concluido que la mejor herramienta para el desarrollo de evaluaciones ergonómicas en ELEPCO S.A es Ergo TR, alcanzando un porcentaje total de 81.8% sobre 52.4%. A pesar de que los 3 softwares poseen similares

rasgos, existe diferencias irrefutables en aspectos como interoperabilidad, archivos de soporte y facilidad de aprendizaje en los que ERGOTR supera completamente a ERGONAUTAS. Además, que, para el uso de algunas características, es necesario tener instalado sus extensiones lo que no sucede con ErgoIBV. Llegando a la conclusión de la presencia de ventajas y desventajas en los programas estudiados:

4.5.1 Ventajas de usar paquetes ergonómicos.

- 1.- Aplicar metodologías de evaluación de forma práctica y sencilla para determinar medidas de control técnicas y/u organizativas.
- 2.- Los programas permiten el análisis en un tiempo menos posibilitando el responder ante el cliente de manera rápida y eficaz.
- 3.- La información se encuentra disponible en su cuenta, permitiendo un acceso rápido multiplataforma de manera segura.
- 4.- Asistencia ergonómica y soporte técnico para solucionar cualquier inquietud en el uso del programa informático.

4.5.2 Desventajas.

- 1.- Se deben instalar algunos componentes para utilizar al 100% los softwares
- 2.- La cantidad de softwares de ergonomía en el mercado no es numerosa.

4.6 Confiabilidad del instrumento de medición.

La probabilidad o la capacidad de que unos sistemas de funciones trabajen sin falla en un periodo de tiempo y bajo condiciones o un medio ambiente también específico. Se dice que un software es confiable si realiza lo que el usuario desea, cuando así lo requiera si no tiene fallas; si corregimos estos errores sin introducir nuevos, mejoramos la calidad del software, finalmente necesitamos seguir descubriendo y eliminando errores antes de que se implemente el sistema por completo.

4.7 Lo que los softwares de paquetes ergonómicos no pueden hacer.

- 1.- Herramientas como Inteligencia de negocios, seguridad ambiental.
- 2.- Softwares integrados.
- 3.- Simulaciones y diseños.

CAPÍTULO V

5. COSTO VS. BENEFICIO.

5.1 Análisis de las diferentes variables del costo de prevención.

Según el numeral 2 del Art. 186 del DECRETO EJECUTIVO 2393 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO.

“Las responsabilidades económicas recaerán directamente sobre el patrimonio individual de la empresa respectiva, sin perjuicio de las acciones que en consideración a dichas responsabilidades pueda, en su caso, ejercitar la empresa contra terceros”. (DECRETO 2393, 2015)

Paulatinamente las empresas han reflexionado sobre los accidentes laborales que trascienden negativamente a la economía de las empresas, generando con el paso del tiempo políticas y estrategias oportunas para evitar y disminuir costos que no son visibles como:

- Tiempos perdidos,
- Interferencias en la producción,
- Conflictos laborales,
- Perdidas de imagen,
- Sanciones,
- Procesos judiciales y
- Primeros auxilios.

Según la Organización Internacional del trabajo los costos económicos a nivel empresarial, nacional y global representan alrededor del 4% del PNB mundial y posiblemente mucho más. (OIT: Conferencia Internacional del Trabajo, 2005, p 2)

Teniendo en cuenta la Tabla 18-5, la pregunta específica es ¿Cuánto dinero pierden las empresas al no controlar y producir enfermedades o accidentes laborales? Y se responde bajo el criterio prevencionista, que concluye que mientras más voluminoso es el gasto, la

empresa dará mayor calidad a la prevención de accidentes; a tales efectos, el argumento es que se debe prestar atención al hecho de que además de los costos evidentes, hay una serie de costos ocultos, que la empresa asume, aunque no lo sepa.

A continuación, mostraremos algunos gastos referentes de un estudio sobre los costos de accidentes de trabajo y su incidencia en la gestión de seguridad y salud ocupacional en una pequeña y mediana empresa.

Tabla 20-5 Metodología INSHT, evaluación económica de los accidentes de trabajo.

No.	Ítem.	Costo
1	Referencia del coste del tiempo perdido por el trabajador accidentado, el día del accidente.	13,13
2	Referencia del coste del tiempo perdido por quienes han ayudado a los accidentados.	5,63
3	Referencia del coste del tiempo dedicado al accidente por el resto del personal de la empresa: directivos, mando directo, mantenimiento, trabajadores designados para la prevención, delegados de prevención, administración, etc.	5,83
4	Referencia del coste horario medio de los trabajadores potencialmente afectados por el accidente.	3,00
5	Referencia del coste horario medio de los trabajadores de la empresa	0,00
6	Valoración referencial de los costes materiales del accidente	20,00
7	Referencia Gastos de traslado del accidentado (ambulancia, taxi, coche particular, etc.).	60,00
8	Referencia de la Compensación al trabajador de la cantidad no retornada por la Seguridad Social, para que siga cobrando el 100% de su salario durante el periodo de baja.	9,38
9	Cotización a la Seguridad Social por el trabajador accidentado durante el periodo de baja.	7,73
10	Otros gastos (especificarlos)	10,00
COSTO TOTAL DEL ACCIDENTE		134,70

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009)

Estas cifras demuestran el impacto negativo que generan los accidentes a las empresas, sin tener en cuenta el costo emocional y social por la muerte de un trabajador. La paradoja es que lo que sucederá cuando se realice la inversión asumiendo que los costes de la prevención no pueden separarse de los costos productivos, es decir que las prevenciones deben ser consideradas inversiones productivas, por lo tanto, inversiones rentables.

La siguiente tabla nos demuestra mediante un ejemplo algunos gastos referentes de un estudio sobre los costos de accidentes de trabajo y su incidencia en la gestión de seguridad y salud ocupacional en una mediana y gran empresa.

Tabla 21-5 Costos de accidentes de trabajo y su incidencia en la gestión SSO.

No.	Ítem	Descripción	Operación	Costo (\$)
1	Salario del accidentado por tiempo perdido	\$1.52 dólar cada/ hora	\$1.52 x 8horas x 1día	12,16
2	Costo del tiempo perdido por otros trabajadores	4 operarios; tiempo perdido 0.8 hora	4 x 0.8 x 1.52	8,86
3	Costo de compostura maquinaria	Repuesto \$2000 Mano de obra 400		2.400,00
4	Paro de la maquina	8 horas x 4 días x 40 USD (hora/maquina)		1.280,00
5	Horas extras de trabajo	Costo de la maquina 1.280.00	Operarios: 4 x 8h x 1.52	48.64
		Energía, gas, luz, refrigeración, vigilancia, etc.	60 x 8h x 4 días = 1.920.00	3.248,64
6	Costos del salario supervisión	(\$24.34 cada/día)	4 días (extras de trabajo) 24.34	97,36
7	Costo por baja de rendimiento	Al regreso del trabajador (50%)	8 días x 8h x \$1.52 x 0.5	48,64
8	Costo de capacitación de un operario	durante la ausencia del lesionado: Estimado en 35% / semana	2 semanas x 5 días x 8 horas x 1.52 x 0.35	42,56
9	Costo por atención medica en la empresa	Supuesto: \$30.00		30,00
10	Diversos:	Gastos administrativos (Informes, investigación, etc.)	Calculado en un 2 % del total anterior: 2 % de 7.168,4	143,36
Costo total no asegurado				(\$) 7.311,76

Fuente: (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2009)

Este cálculo es muy detallado y debe realizarse para cada accidente y todos los años, además se debe tomar en cuenta que cada siniestro tiene sus propias características y circunstancias particulares, las cuales detallamos en forma general alguno de estos costos directos en el ANEXO D- SECCIÓN 1.

5.2 Descripción de resultados.

Como producto del análisis de costos de accidentes o enfermedades laborales, se obtuvo que es necesario.

“Implementar mecanismos de prevención de riesgos del trabajo, como medio de cumplimiento obligatorio de las normas legales o reglamentarias, haciendo énfasis en lo referente a la acción técnica” (ART 55, RESOLUCION No. C.D. 513)

Por lo tanto, para cumplir con el propósito general del estudio, se ha realizado un mecanismo de prevención al diseñar y proponer un software innovador ERGOTR, que permitirá optimizar el estudio de campo, con un ahorro del tiempo alrededor del 20% en la toma de datos y entrega del informe.

5.3 Costos Software.

Al establecer una estimación de un costo para la planificación, diseño, modelo y construcción de un software ergonómico, podemos compartir las motivaciones de los desarrolladores para realizar ERGOTR la cual incluye que se tenía obligaciones económicas, si no responsabilidades éticas y filantrópicas.

- Aprender a desarrollar nuevas habilidades.
- Compartir conocimientos y habilidades.
- Participar en una nueva forma de cooperación.
- Reputación.
- Responsabilidad Social.

Comparación de Softwares de ergonomía

Tabla 22-5 Comparación de costos de paquetes ergonómicos.

Ergo IBV	928 USD sin impuesto	Indefinido	(a) https://tienda.ibv.org/es/aplicaciones/9-ergoibv-software-de-evaluacion-de-riesgos-ergonomicos.html
	0.00 USD	Indefinido	Funciones online limitadas.
Ergonautas	94.81 USD	2 meses	(b) https://www.ergonautas.upv.es/controlusuarios/pro_registro.htm
	248.87 USD	6 meses	
	462.19 USD	12 meses	
ErgoTR	Costo Equipos	Indefinido	Desarrolladores

Fuente: (a), (b)

Desarrollado por: Autores

5.4 Descripción de resultados sobre los costos.

El costo de la licencia y mantenimiento de ErgoIBV y Ergonautas en su versión de PC “Ergoniza” es más alto que ErgoTR, ya que este último fue desarrollado para todo tipo de usuario con o sin conocimiento de ergonomía, sin embargo, existe personal con mayor

experiencia en el uso de tecnología que en conocimientos de ergonomía, por lo que el aspecto económico siempre será un problema a la hora de elegir.

Ergo TR, nace del deseo de crecer profesionalmente de sus desarrolladores y de las oportunidades de negocio que ofrece la rama de la ergonomía y la programación.

ErgoTR está en posición de establecer una nueva etapa tanto en el desarrollo de softwares ergonómicos, ya que aportan con las necesidades de nuestro sector, lo que confiere un software de gran calidad. Además, su aportación puede establecer importante cambio en todos los niveles, desde la mejora de las empresas, hasta la reducción de gastos por accidentes o enfermedades laborales.

CAPITULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

1. Se analizó mediante cuadros comparativos la relación de las características de los softwares en estudio, obteniendo que la complejidad de uso de la propuesta de software es baja haciéndolo más amigable al usuario, además que permite la entrega de un informe con resultados y posibles estrategias para la eliminación o reducción de riesgos ergonómicos.

Software	Ergonautas	ErgoIBV	ErgoTR
Características			
Modalidad	Online	Instalador	Instalador
Licencia*	Shareware/Demo	Shareware/Trial	Freeware
Tiempo de Prueba	Libre con limitaciones	15 días	Libre
Tiempo llenado de información requerida **	De 15 a 25 min.	De 10 a 15 minutos	De 7 a 12 minutos
Complejidad	Medio	Bajo	Bajo
Ventaja	Acceso por móvil	Rediseño	Preguntas claves, Base de datos, uso de sensor Kinect, estrategias de eliminación o reducción de riesgos.
Desventaja	Marca de agua	Costo licencia	Instalación de complementos
Resultado	Informe de demostración	Reporte	Informe con resultados
Tipo de usuario	Usuarios con conocimientos en ergonomía	Usuarios con conocimiento o expertos en ergonomía	Usuarios experto y no experto en ergonomía
Funciones	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva evaluación • Abrir evaluación • Utilidades • Configuración 	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva tarea • Abrir tarea • Eliminar tarea • Exportar tarea • Cambiar carpeta de trabajo • Abrir vista de evaluación • Abrir vista de diseño • Abrir comunidad de Salud laboral • Refrescar contenido • Abrir ergo BD • Lista de tareas 	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva evaluación • Generar informe • Manuales • Normativas • Sugerencias • Capturas de Informes • Preguntas claves • Evaluación rápida • Evaluación específica • Lista de informes

Mientras que el cuadro comparativo de los factores técnicos basados en el enfoque de estudio, la propuesta aplica una lista de chequeo con preguntas clave que identifican las condiciones de trabajo y el uso de cada una de las normativas para la eliminación del peligro o reducción del riesgo ergonómico.

Software	Ergonautas	ErgoIBV	ErgoTR
Enfoque de Estudio	Repetitividad Ocro JSI Carga Postural Rula Reba Owas EPR Manejo de Cargas Niosh Ginsht Snook y Ciriello Biomecánica Ambiente térmico Fanger Evaluación Global LCE LEST	Manipulación manual de cargas MMC Simple MMC Múltiple MMC Variable MMC Secuencial MMC Lesionados Movimientos repetitivos Tareas Repetitivas UNE EN 1005-5 (OCRA) Posturas inadecuadas Posturas (Owas) Posturas (Reba) UNE EN 1005-3 (FUERZAS) Oficina ErgoMater Psicosociales (CoPsoQ-istas21)	Levantamiento de cargas Transporte de cargas Empuje y Tracción de Cargas Movimientos repetitivos Posturas y Movimientos Forzados
Resultados	Después de elegir los métodos de evaluación agrupados por factores de riesgo, se realizar la evaluación inicial de riesgos y llevar a cabo evaluaciones de nivel avanzado de factores de riesgo	A partir de las variables introducidas, se calcula un índice que representa el nivel de riesgo para la zona elegida	Mediante la aplicación de una matriz binaria de severidad/probabilidad o lista de chequeo con preguntas clave que identifican de forma objetiva las condiciones de trabajo que requieren el uso de cada una de las normas
Basado	LCE - NIOSH - GINSHT - SNOOK - RULA - REBA - OWAS - EPR - BioMEC - JSI - OCRA LEST - FANGER - FRI - MET - AIS - LSC - PSC - RULER	Ecuación NIOSH revisada Guía técnica del INSHT Norma UNE EN 1005-2 Tablas de Snook y Ciriello Índice Ocro Puntuaciones Reba y Rula	ISO TR 12295:2014 ISO 11228-1; 2003 ISO 11228-2; 2007 ISO 11228-3; 2007 ISO 11226; 2000

2. En las evaluaciones realizadas al personal operativo que trabaja en la Bodega Principal de ELEPCO S.A., utilizando la herramienta propuesta ErgoTR se confirmó: que los trabajadores no se encuentran expuestos a peligros o riesgos ergonómicos debido a que las actividades estudiadas se realizaba con ayuda mecánica o en manejo entre dos personas, por lo que estas actividades no podrían generar riesgo ergonómico; este estudio pudo ser utilizado en la defensa para una suposición de enfermedad profesional, obteniendo resultados positivos y beneficiosos para la empresa.

Actividad	Descripción	Inspección		Evaluación
Varilla Anclaje 5/8x2.0 ARANDE 	Es un producto de un peso aproximado de 3Kg, mismo que se despacha por unidades, en los últimos 5 años el promedio de despacho es de 908.2 kg	Levantamiento de Carga	Aplica	Aceptable
		Transporte de carga	Aplica	Aceptable
		Empuje y tracción de carga	Aplica	Aceptable
		Movimiento repetitivo	No Aplica	No Aplica
		Postura forzada	No Aplica	No Aplica

3.- La mejor herramienta para el desarrollo de evaluaciones ergonómicas en ELEPCO S.A es Ergo TR, alcanzando un porcentaje total de 91% sobre 5, siendo 1 la valoración muy baja y 5 la valoración alta; es decir que Ergo TR tiene un promedio de 4.52 seguido Ergo IBV con un porcentaje de 90% equivalente a 4.42 y finalmente Ergonautas con un porcentaje de 81% equivalente a 4.07. A pesar de que los 3 softwares poseen similares rasgos, existe diferencias irrefutables en aspectos como interoperabilidad, archivos de soporte y facilidad de aprendizaje en los que ERGOTR supera completamente a ERGONAUTAS. Además, que, para el uso de algunas características, es necesario tener instalado sus extensiones lo que no sucede con ErgoIBV. En conclusión, se logró optimizar el estudio ergonómico, con un ahorro del tiempo alrededor del 30% en la toma de datos y entrega del informe; además es más eficiente, práctico, amigable y sencillo al realizar evaluaciones e identificación de riesgos ergonómicos, sin perder rigor en los criterios evaluados.

Software Interacción	Ergonautas	ErgoIBV	ErgoTR
Funcionalidad	0,69	0,72	0,72
Fiabilidad	0,37	0,37	0,40
Eficiencia	0,52	0,52	0,60
Mantenibilidad	0,57	0,61	0,61
Portabilidad	0,53	0,53	0,53
Calidad de uso	0,68	0,74	0,78
Usabilidad	0,72	0,85	0,85
Total	4,08	4,34	4,49
Posición	Tercero	Segundo	Primero



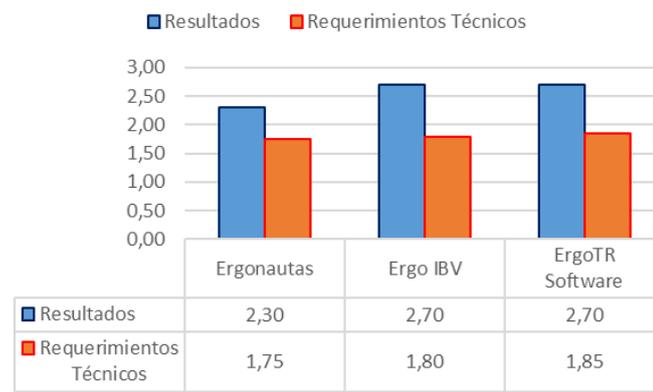
La interpretación gráfica de los resultados con variables de interacción se la realiza con un gráfico de superficie tipo radial porque posee valores relativos a un punto central y sus

valores son indirectamente comparables mostrando como primera opción a la propuesta ErgoTR para las necesidades de la empresa.

De igual manera la empresa posiciona al software propuesto en primer lugar por sus variables técnicas.

Software V. Técnicas	Ergonautas	ErgoIBV	ErgoTR
Resultados	2,30	2,70	2,70
Requerimientos Técnicos	1,75	1,80	1,85
Total	4,05	4,50	4,55
Posición	Tercero	Segundo	Primero

Comparación de Resultados



4. Se logró recomendar y plantear mediante las estrategias para la eliminación y reducción de riesgos ergonómicos que recomienda la normativa ISO TR 12295, ventaja que nos brinda la propuesta Ergo TR en la entrega del informe final.

6.2 RECOMENDACIONES

- 1.- Al realizar un cuadro comparativo se debe enlistar cada una de las características más importantes, de tal manera que se pueda identificar con mucha facilidad cuál representa más ventajas, siendo ideal para obtener resultados reales.
- 2.- Para optimizar el tiempo en la evaluación específica por posturas, la propuesta Ergo TR se recomienda utilizar la herramienta del sensor Kinect, que permite la toma de datos en tiempo real, además de localizar las posibles afecciones musculoesqueléticas dependiendo de la postura del operario.
- 3.- Se debe utilizar herramientas de comparación estandarizadas para softwares como la ISO/IEC 9126, la cual por medio de valores máximos ponderados determinará la posición de los valores evaluados bajo los criterios establecidos
- 4.- Utilizar las estrategias de eliminación del peligro y reducción del riesgo recomendadas, por la ISO TR 12295, donde se recomienda que si no es posible eliminar el peligro, principalmente debido a aspectos técnicos, se deberá evaluar el riesgo al que están expuestos los trabajadores de desarrollar un TME, mientras que si el resultado de la evaluación demuestra que está expuesto a un riesgo significativo, se deberá reducir modificando el trabajo, es decir, puesto de trabajo, elementos con los que se interactúa, ambiente y organización del trabajo.
- 5.- Al conformar una comunidad se lograría una asistencia ergonómica y soporte técnico para solucionar cualquier inquietud en el uso del programa informático.
- 6.- Se recomienda el cuidado y mantenimiento adecuado al sensor Kinect para su correcto funcionamiento.
- 7.- Se necesita más investigación al sensor Kinect para superar problemas como la falta de precisión cuando el sujeto rastreado no mira al sensor o cuando una parte del cuerpo supera el ángulo de visión del sensor.

BIBLIOGRAFIA

ABREGO, Maleny. *Estructura del sensor Kinect* [En línea]. Victoria: WordPress, 19 de septiembre, 2009. [Consulta: 3 de noviembre, 2016]. Disponible en: <https://malenyabrego.wordpress.com/2012/11/03/estructura-del-sensor-kinect/>

ALBERTO, Cruz Gómez. *Principios de la Ergonomía*. Bogotá, Colombia: Editora Géminis Ltda., 2001. pp.26

ÁLVAREZ, Carlos. Kinect y LabVIEW [En línea]. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <https://prezi.com/3d9ie7drw5hs/kinect-y-labview/>.

ÁLVAREZ, Casado, Enrique. *Guía para evaluación rápida de riesgos ergonómicos*. Catalunya, España, Cenea, 2012. pp 5-36

ÁLVAREZ, Casado, Enrique. *Manual de evaluación de riesgos para la prevención de trastornos musculoesqueléticos*. Barcelona, España. Editorial Factors Humans, 2009. Pp. 26-35

ÁLVAREZ, Dr. Javier Llana. *Ergónomos*. [En línea] 19 febrero 2009. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>.

APUD, Elías; Meyrer, Felipe. "La importancia de la ergonomía para los profesionales de la salud". *Cienc. enferm.* [En línea] Junio, 2003, vol.9, n.1. pp. 15-20. [Consulta: 12 de 12 de 2016.] ISSN 0717-9553. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-95532003000100003.

ATSCOUPEDIA. *GM OBB del Ecuador promueve una cultura de ergonomía y transferencia de conocimiento*. [En línea] Quito: 13 agosto, 2013. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.atscoupemedia.com/media/ec/es/chevrolet/news.detail.html/content/Pages/news/ec/es/2013/Aug/0813-ergonomia.html>.

BIOMEC. *Laboratorio de Ergonomía*. [Catálogo] Bogotá, Colombia, 2014 [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.biomec.com.co/archivos/CATALOGO-LABORATORIO-DE-ERGONOMIA862.pdf>.

CABALLERO, Patricia Arquero. *Estudios de caso*. [En línea] 19 febrero, 2016. [Consulta: 19 julio, 2017.] Disponible en: <https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/MB9ES.pdf>.

CÁCERES, Francisco. *SST Un nuevo año de trabajo, logros y celebraciones*. Revista técnica informativa del Seguro General de Riesgos del Trabajo / Ecuador [En línea], 2011, Ecuador Edición 9, pp, 6-7. [Consulta: 19 julio, 2017.] ISSN 1390-6534. Disponible en: https://www.iess.gob.ec/multimedias/revista_digital/ver9/files/seguro%20sst%20no9.pdf

CENEA. *La ergonomía laboral del s.XXI*. [En línea] Quito, mayo, 2015. ¿Cuáles son las normas ISO de Ergonomía que como profesional debes tener presentes? [Consulta:

12 diciembre, 2016] Disponible en: <http://www.cenea.eu/cuales-son-las-normas-iso-de-ergonomia-que-como-profesional-debes-conocer/>.

CENEA. *La ergonomía laboral para el s.XXI* [En línea] Quito, junio 2017. Ergonomía y Salud Ocupacional en Ecuador: conferencia en Quito. [Consulta: 18 diciembre, 2012] Disponible en: <http://www.cenea.eu/salud-ocupacional-ergonomia-ecuador/>.

CENEA. *La ergonomía laboral del s.XXI.* [En línea], octubre de 2016. Gestión de Riesgos Ergonómicos en empresas de alimentación: caso PRONACA, líder en Ecuador. [Consulta: 18 diciembre, 2012] Disponible en: <http://www.cenea.eu/gestion-riesgos-ergonomicos-empresas-alimentacion-pronaca-ecuador/>.

CENEA. *La ergonomía ocupacional como una herramienta de productividad empresarial – conferencia CENEA en Ecuador.* [En línea] CENEA la ergonomía laboral del s.XXI, diciembre de 2016. Disponible en: <http://www.cenea.eu/ergonomia-ocupacional-ecuador/>.

CENEA. *Seminario Técnico: Nuevo documento de Ergonomía ISO TR 12295:2014.* [En línea] Navarra-España. Septiembre de 2014. [Consulta: 28 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.navarra.es/NR/rdonlyres/611BF1B5-0794-46B5-AC7C-4AEFB2198506/313329/STISOTR1229516415.pdf>.

COMUNIDAD Andina. *Decisión 957 Reglamento del Instrumento Andino SST.* Quito: IESS, 2005. pp.10

CORTÉS, José María. *Técnicas de prevención de riesgos laborales: seguridad e higiene del trabajo.* Novena. Madrid: Tebar, S.L, 2007. ISBN 978-84-7360-255-6.

DECRETO 2393, Decreto. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo. [En línea] 2011. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.utm.edu.ec/unidadriesgos/documentos/decreto2393.pdf>.

DIEGO-Mas, José Antonio. *Ergoniza. El software de ergonomía.* [En línea] Universidad Politécnica de Valencia, 2017. [Consulta: 28 diciembre, 2016.] Disponible en: <https://www.ergonautas.upv.es/ergoniza/index.html>

ENFERMEDADES profesionales causan 5.500 muertes al día. [En línea] El Telégrafo, 2013. [Consulta: 12 de 12 de 2016.], Disponible en: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/1/enfermedades-profesionales-causan-5-500-muertes-al-dia>

ERGONAUTAS. *Métodos de evaluación ergonómica de puestos de trabajo.* [En línea] Universidad Politécnica de Valencia, 3 marzo, 2007. [Consulta: 13 enero, 2017.] Disponible en: http://www.ergonautas.upv.es/listado_metodos.htm.

ESPEJO, Rafael. *Nuevo enfoque de la evaluación ergonómica: ISO/TR 12295:2014* [En línea]. 26 noviembre, 2014. [Consulta: 13 enero, 2017.] Disponible en: <http://prevenblog.com/nuevo-enfoque-de-la-evaluacion-ergonomica-isotr-22952014/>.

FALAGÁN R., Manuel J; et al. *Manual básico de prevención de riesgos laborales: Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía.* Mieres: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo y Fundación Médicos Asturias., 2000. ISBN: 84-600-9602-5.

FERGUNSON Jeff, Brian Patterson, Jason Beres, Pierre Boutquin y Meeta Gupta. *La Biblia C#.* Madrid: ANAYA MULTIMEDIA, 2003. pp. 31-57

GANÁ, Eduardo Vega. *Por qué la ergonomía hace empresas más productivas.* [En línea] PreventionWorld, 05 mayo, 2014. [Consulta: 12 diciembre, 2016.]. Disponible en: <http://prevention-world.com/actualidad/noticias/por-que-la-ergonomia-hace-empr esas-mas-productivas/>.

GÓNGORA, Marisol. *Liderazgoymercadeo.com.* [En línea] Johndany Solutions C.A, 06 de 2011. [Consulta: 18 enero, 2017.] Disponible en: <http://www.liderazgoymercadeo.com/articulocont.asp?a=2149>.

IBV. *Las lesiones musculoesqueléticas.* [En línea] 24 septiembre, 2014. ergodep.ibv.org [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://ergodep.ibv.org/documentos-de-formacion/1-documentos-de-introduccion/504-las-lesiones-musculo-esqueleticas.html>.

IEA. *Asociación Internacional de Ergonomía.* [En línea] 17 octubre, 2014. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: http://www.iea.cc/about/fs_ecuador.html.

IESS. *CD-513.* [En línea] 4 abril, 2016. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://sart.iesgob.ec/DSGRT/documentos/CD513.pdf>.

ILO. *Día Mundial de la Seguridad y la Salud en el Trabajo 2013.* [En línea] s.l.: International Labour Organization (ILO), 2013.

INSHT. *Musculo esquelético.* [En línea] Madrid-España: 14 febrero, 2011. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible: <http://www.insht.es/portal/site/MusculoEsqueleticos/menuitem.8423af8d8a1f873a610d8f20e00311a0/?vgnnextoid=db5655811f3eb210VgnVCM1000008130110aRCRD&vgnnextchannel=f401802f1bfc210VgnVCM1000008130110aRCRD#>.

INSHT. *Normas técnicas.* [En línea] Madrid-España: junio, 2012. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Posturas%20de%20trabajo/ficheros/NormastecnicasPosturasTrabajo.pdf>.

INSHT. *Normas técnicas.* [En línea] Madrid-España: abril 2007. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Manipulacion%20%20manual%20de%20cargas/ficheros/Normastecnicas%20sobre%20MMC.pdf>.

INSHT. *Normas técnicas.* [En línea] Madrid-España: septiembre 2013. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Trabajos%20repetitivos/Normativat%C3%A9cnica_TRABAJOS%20REPETITIVOS.pdf.

ITCL. *Prevención de riesgos musculo esqueléticos.* [En línea]. ITCL Centro Tecnológico. Madrid-España 2016. [Consulta: 24 febrero, 2017]. Disponible en: <http://itcl.es/formacion-itcl/cursos-abiertos/prevencion-de-riesgos-musculo-esqueleticos/>

JARA, Oswaldo. *Evaluación ergonómica en la industria papelera del ecuador.* [En línea] Madrid-España: Prevencionintegral 2016. [Consulta: 24 enero, 2017.] Disponible en: <https://www.prevencionintegral.com/canal-orp/papers/orp-2016/evaluacion-ergonomica-en-industria-papelera-en-ecuador>.

LAURIG, Wolfgang. *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo.* [En línea] Madrid-España: INSHT, 2009. pp.29,4 [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/29.pdf>.

LOGAN, Edgar. *ClubEnsayos.* [blog] 20 enero, 2014. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Ensayo-Unidad-1-Ergonomia-Ret-2004/1390698.html>.

LOYOLA, Franco. *Enfermedades profesionales.* [En línea]. LA HORA. 8 abril, 2012. [Consulta: 13 enero, 2017.] Disponible en: <https://lahora.com.ec/noticia/1101310930/enfermedades-profesionales>

MAESTRE González, Diego. *Ergonomía y psicología.* Cuarta. Madrid: FUND. CONFEMETAL, 2007. pp. 670. ISBN978-84-9674-311-3.

MAESTRE Gonzáles, Diego. *Escuela de espalda.* Madrid-España: Fundación Confemetal, 2014. ISBN 9788415781110. pp. 18-20

MARTINEZ, Javier. Qvision. [En línea] 01 enero, 2011. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.qvision.es/blogs/javier-martinez/files/2011/01/Imagen-51.png>.

MILIAN, Lino Carménate. *Manual Antropometría.* [En línea] junio, 2014. pp. 3-4. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/8632/MANUAL%20ANTROPOMETRIA.pdf?sequence=1>. ISBN 978-9968-924-18-4.

MOLINA, José. *Reglamento Interno de Seguridad y Salud del trabajo.* ELEPCOSA. Latacunga: s.n., 2016. pp. 4

MONDELO, Pedro R. *Ergonomía 1: Fundamentos.* Tercera. México: EDICIONES UPC, 2002. ISBN 978-84-8301-481-3. pp. 29-30

MONDELO, Pedro R; et al. *Ergonomía 1: Fundamentos*. Tercera. México: EDICIONES UPC, 2002. ISBN 978-84-8301-481-3. pp. 26-27

MURILLO, Alejandro. *¿Qué es el dispositivo Kinect?* [En línea] kinectfordevelopers: 6 noviembre, 2014. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.kinectfordevelopers.com/es/2012/11/06/que-es-el-dispositivo-kinect/>.

OPENLOCALIZATIONSERVICE. *Introduction to the csharp language and the net framework*. [En línea] Microsoft, 28 julio 2017. [Consulta: 13 agosto, 2017]. Disponible en: <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/getting-started/introduction-to-the-csharp-language-and-the-net-framework>.

PINTO Retamal, Rodrigo. *Programa de ergonomía participativa para la prevención de trastornos musculoesqueléticos: Aplicación en una empresa del Sector Industrial*. [En línea] pp.53, Santiago: Ciencia & Trabajo, 2015, Ciencia & Trabajo, Vol. 17. ISSN 0718-2449. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492015000200006

TORRES, T. *Evaluación Ergonómica de Puestos de Trabajo de la Industria Pesquera del Ecuador*. [En línea], 2007, (Ecuador), 20, pp. 139-142. [Consulta: 12 diciembre, 2016.]. ISSN: 0257-1749. Disponible en: <http://learningobjects2006.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/viewFile/172/116>

URRESTA, Alejandra. *Cinco enfermedades más comunes en el trabajo*. [En línea]. *EL COMERCIO*. 7 junio, 2014. [Consulta: 13 enero, 2017.] Disponible en: <http://www.elcomercio.com/actualidad/enfermedades-laborales-iess-ecuador-lumbalgia.html>

VALENCIA, Instituto Biomecánica. *Ergo/IBV - Software Evaluación de Riesgos Ergonómicos*. [En línea] Valencia - España. julio, 2015. [Consulta: 24 febrero, 2017.] Disponible en: <http://www.ibv.org/productos-y-servicios/productos/aplicaciones-tic/ergoibv-software-evaluacion-de-riesgos-ergonomicos>.

VELÉZ, Martha Kenny. *Preventive and curative importance of the baropodometric analysis for the ergonomics and occupational health*. [En línea]content.iospress.com. 4 abril, 2012, pp. 1896-1899. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <https://content.iospress.com/download/work/wor0404?id=work%2Fwor0404>

VILLAR, María Félix. *Aligerar la carga*. [En línea] 2007. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/CARTELES%20Y%20FOLLETOS/FOLLETOS/EN%20CATALOGO/folletoSE2007%20estudio.pdf> NIPO: 211-07-010-5.

WAGNER, Bill. *Developer Networks*. [En línea] Microsoft, 7 marzo,2017. [Consulta: 12 diciembre, 2016.] Disponible en: <https://docs.microsoft.com/es-es/dotnet/csharp/language-reference/keywords/>.

ZALNIK, Julius Panero Martin. *Las dimensiones humanas en los espacios interiores*. Séptima. Barcelona, España: Ediciones G. Gili SA, 1996. 968-387-328-4. pp. 18-19