



UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN
ERGONÓMICA DE PUESTOS DE TRABAJO**

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Jhonny Alexander Cuayal Chapues

Tutor

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

QUITO - ECUADOR

2024

**AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Jhonny Alexander Cuayal Chapues, declaro ser autor del Trabajo de Integración Curricular con el nombre **“DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE PUESTOS DE TRABAJO”**, como requisito para optar al grado de Ingeniería Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 22 días del mes de octubre del 2024, firmo conforme:

Firma:

Autor: Jhonny Alexander Cuayal Chapues

Número de Cédula: 1723279988

Dirección: Pichincha, Quito, Solanda

Correo Electrónico: jcuayal@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0997245900

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE PUESTOS DE TRABAJO”, presentado por Jhonny Alexander Cuayal Chapues, para optar por el Título de Ingeniero Industrial.

CERTIFICO

Que dicho Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte de los Lectores que se designe.

Quito, 19 de octubre del 2024.

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Integración Curricular, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 22 de octubre del 2024.

Jhonny Alexander Cuayal Chapues

1723279988

APROBACIÓN DE LECTORES

El Trabajo de Integración Curricular ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: “DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE PUESTOS DE TRABAJO” previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Integración Curricular.

Quito, 22 de octubre del 2024.

.....

Ing. Juan Joel Segura D´Rouville
LECTOR

.....

Ing. Hernán Fabricio Espejo Viñán
LECTOR

DEDICATORIA

Dedico desde el fondo de mi corazón la presente tesis a mis familiares, mi mamá por darme la vida, mi papá por enseñarme a trabajar duro y mi hermana por apoyarme en el camino recorrido y que han sido uno de los pilares fundamentales de todos mis logros y el apoyo para levantarme tras cada fracaso. También me gustaría dedicárselo a mis bisabuelitos, que, aunque ya no están en este mundo sé que desde el cielo me cuidan y me dan su bendición.

Jhonny Alexander Cuayal Chapues.

AGRADECIMIENTO

Primero me gustaría dar gracias a Dios por brindarme esta oportunidad para disfrutar la vida que ha conllevado buenos y malos momentos que se complementaron para crear al hombre que soy hoy en día, segundo a mis padres por indicarme, cuál es el camino correcto y evitar que cayera en malos pasos, tercero a mi hermana por apoyarme en cada momento de este recorrido y finalmente a todas aquellas personas que me regalaron sus palabras de aliento cuando más las necesitaba.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

TEMA:	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
APROBACIÓN DE LECTORES	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN EJECUTIVO.....	xx
ABSTRACT.....	xxi
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	5
Constitución de la República del Ecuador.....	6
Marco teórico	7
Antropometría.....	7
Normativa legal	8
Código del trabajo.....	8
Decreto ejecutivo 2393	8
Comunidad Andina de Naciones (CAN)	8
Métodos de análisis ergonómico	9
Rula.....	9
Reba	9
Rosa	9
Owas	10

Niosh.....	10
Check list ocra	10
Software para análisis ergonómico.....	11
Ergoniza.....	11
Ergo/IBV.....	11
ERGOsoft Pro.....	12
Justificación.....	12
Objetivos	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos	14
CAPÍTULO II	15
INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	15
Diagnóstico del estado actual	15
Análisis de resolución de evaluaciones ergonómicas.....	15
Cálculo manual	15
Ventajas.....	15
Desventajas	16
Cálculo mediante software	16
Ventajas.....	16
Desventajas	16
Cálculo de tiempo de evaluación ergonómica manual.....	18
Conclusión del diagnóstico.....	21
Área de estudio	22
Modelo operativo	22
Desarrollo del modelo operativo	24

CAPÍTULO III	25
PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS	25
Presentación de la propuesta	25
Desarrollo de la herramienta informática	25
Recopilación de datos Método RULA	25
Programación de la herramienta Método RULA	31
Diseño visual de la herramienta Método RULA	36
Pruebas Método RULA	38
Recopilación de datos Método REBA	40
Programación de la herramienta Método REBA	45
Diseño visual de la herramienta Método REBA	50
Prueba Método REBA	52
Recopilación de datos Método OWAS	55
Programación de la herramienta Método OWAS	58
Diseño visual de la herramienta Método OWAS	62
Prueba Método OWAS	64
Recopilación de datos Método CHECK LIST OCRA	68
Programación de la herramienta Método CHECK LIST OCRA	75
Diseño visual de la herramienta Método Check List OCRA	77
Prueba Método CHECK LIST Check List OCRA	80
Recopilación de datos Método JSI	82
Programación de la herramienta Método JSI	84
Diseño visual de la herramienta Método JSI	85
Prueba Método JSI	87
Recopilación de datos Método NIOSH	89

Programación de la herramienta Método NIOSH	93
Diseño visual de la herramienta Método NIOSH	98
Prueba Método NIOSH	100
Recopilación de datos Método SNOOK Y CIRIELLO	104
Programación de la herramienta Método SNOOK Y CIRIELLO	105
Diseño visual de la herramienta Método SNOOK Y CIRIELLO	109
Prueba Método SNOOK Y CIRIELLO	111
Recopilación de datos Método ROSA	113
Programación de la herramienta Método ROSA	122
Diseño visual de la herramienta Método ROSA	128
Prueba Método ROSA.....	130
MANUAL DE USO	133
Resultados esperados.....	153
Cronograma de actividades	155
Análisis de costos	157
CAPÍTULO IV	159
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	159
Conclusiones	159
Recomendaciones	161
Bibliografía.....	162
Anexos	1

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Histórico de enfermedades profesionales.....	4
Tabla 2 Enfermedades catalogadas por tipo.....	4
Tabla 3 Enfermedades catalogadas por riesgos.....	4
Tabla 4 Índices de empleo 2024.....	6
Tabla 5 Costos de Software.....	17
Tabla 6 Tiempo de aplicación de manera manual.....	19
Tabla 7 Tiempo de métodos ergonómicos	19
Tabla 8 Datos de prueba 1 RULA.....	38
Tabla 9 Datos de prueba 2 RULA.....	40
Tabla 10 Datos de prueba 1 REBA	53
Tabla 11 Datos de prueba 2 REBA	54
Tabla 12 Calificación de piernas OWAS	57
Tabla 13 Resultado método manual prueba 1 OWAS	66
Tabla 14 Datos de prueba 2 OWAS	67
Tabla 15 Factor de fuerza FFz Check List OCRA.....	71
Tabla 16 Factor de posturas y movimientos de mano FP Check List OCRA.....	73
Tabla 17 Datos de prueba 1 Check List OCRA	80
Tabla 18 Datos de prueba 2 Check List OCRA	81
Tabla 19 Esfuerzos por minuto JSI	83
Tabla 20 Duración de esfuerzo JSI	83
Tabla 21 Duración por día JSI	84
Tabla 22 Datos de prueba 1 JSI.....	87
Tabla 23 Datos de prueba 2 JSI.....	88
Tabla 24 Factor de distancia horizontal HM NIOSH.....	89
Tabla 25 Factor de distancia vertical VM NIOSH.....	89
Tabla 26 Factor de desplazamiento vertical DM NIOSH	90
Tabla 27 Factor de asimetría AM NIOSH	90
Tabla 28 Datos prueba 2 NIOSH	103
Tabla 29 Datos de prueba 1 SNOOK Y CIRIELLO	111

Tabla 30 Datos de prueba 2 SNOOK Y CIRIELLO	112
Tabla 31 Datos de prueba 1 ROSA	130
Tabla 32 Datos de prueba 2 ROSA	131
Tabla 33 Cronograma de actividades para el diseño de la herramienta ERGO/CR.	156
Tabla 34 Cálculo del valor de hora de trabajo	157
Tabla 35 Costo de programación	158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Origen de enfermedades laborales.....	2
Figura 2 Enfermedades profesionales reportadas	3
Figura 3 Medidas antropométricas.....	7
Figura 4 Análisis en versión demo de ERGOsoft pro.....	20
Figura 5 Comparativa de tiempos	21
Figura 6 Propuesta de modelo operativo.....	23
Figura 7 Diagrama del método RULA.....	26
Figura 8 Calificación de brazos RULA.....	27
Figura 9 Modificación de brazos RULA	27
Figura 10 Calificación de antebrazos RULA.....	27
Figura 11 Modificación de antebrazos RULA.....	28
Figura 12 Calificación de muñeca RULA	28
Figura 13 Modificación de muñeca RULA	28
Figura 14 Modificación de giro de muñeca RULA	29
Figura 15 Calificación de cuello RULA	29
Figura 16 Modificación de cuello RULA	29
Figura 17 Calificación de tronco RULA.....	30
Figura 18 Modificación de tronco RULA.....	30
Figura 19 Calificación de piernas RULA	30
Figura 20 Calificación de actividad RULA	31
Figura 21 Calificación de fuerza RULA	31
Figura 22 Tabla de calificación Grupo A RULA.....	32
Figura 23 Tabla de calificación Grupo B RULA.....	33
Figura 24 Tabla de calificación final RULA	34
Figura 25 Parámetros de calificación RULA.....	34
Figura 26 Recomendaciones RULA	36
Figura 27 Diseño visual ERGO/CR RULA	37
Figura 28 Resultado ERGO/CR prueba 1 RULA	39
Figura 29 Resultado ERGO/CR prueba 2 RULA	40

Figura 30	Diagrama método REBA.....	41
Figura 31	Calificación de cuello REBA	42
Figura 32	Calificación de tronco REBA	42
Figura 33	Calificación de piernas REBA.....	42
Figura 34	Modificación de piernas REBA.....	43
Figura 35	Calificación de brazo REBA	43
Figura 36	Modificación de brazo REBA	43
Figura 37	Calificación de antebrazo REBA.....	44
Figura 38	Calificación de muñeca REBA.....	44
Figura 39	Calificaciones agarre REBA.....	44
Figura 40	Calificaciones carga y fuerza REBA.....	45
Figura 41	Calificaciones actividad muscular REBA	45
Figura 42	Tabla de calificación Grupo A REBA.....	46
Figura 43	Tabla de calificación Grupo B REBA	46
Figura 44	Tabla de calificación final REBA.....	47
Figura 45	Parámetros de calificación REBA	48
Figura 46	Recomendaciones REBA	50
Figura 47	Diseño visual del método REBA.....	51
Figura 48	Resultado ERGO/CR prueba 1 REBA	53
Figura 49	Resultado ERGO/CR prueba 2 REBA	54
Figura 50	Calificación de brazos OWAS.....	55
Figura 51	Calificación de espalda OWAS	56
Figura 52	Calificaciones de carga y fuerza OWAS	57
Figura 53	Almacenamiento de datos OWAS	60
Figura 54	Porcentajes de las posturas OWAS	61
Figura 55	Parámetros de calificación OWAS	62
Figura 56	Diseño visual del método OWAS.....	63
Figura 57	Datos de prueba 1 OWAS	65
Figura 58	Resultado ERGO/CR prueba 1 OWAS	66
Figura 59	Resultado ERGO/CR prueba 2 OWAS	67

Figura 60	Factor de recuperación FR Check List OCRA	69
Figura 61	Acciones técnicas dinámicas ATD Check List OCRA	70
Figura 62	Acciones técnicas estáticas ATE Check List OCRA.....	70
Figura 63	Factor de posturas y movimientos de hombro FP Check List OCRA.....	71
Figura 64	Factor de posturas y movimientos de codo FP Check List OCRA	72
Figura 65	Factor de posturas y movimientos de muñeca FP Check List OCRA.....	72
Figura 66	Factor de movimientos estereotipados FP Check List OCRA	73
Figura 67	Factor de riesgos físico-mecánicos FC Check List OCRA	74
Figura 68	Factor de riesgos socio organizativos FC Check List OCRA	74
Figura 69	Multiplicador de duración MD Check List OCRA	75
Figura 70	Ingreso de tiempos Check List OCRA	76
Figura 71	Parámetros de calificación Check List OCRA	76
Figura 72	Código de colores para respuesta final Check List OCRA	77
Figura 73	Diseño visual del método Check List OCRA	78
Figura 74	Resultado prueba 1 Check List OCRA.....	80
Figura 75	Resultado prueba 2 Check List OCRA.....	81
Figura 76	Intensidad de esfuerzo JSI.....	82
Figura 77	Velocidad del trabajo JSI.....	83
Figura 78	Postura mano muñeca JSI.....	84
Figura 79	Códigos de colores para respuesta final JSI	85
Figura 80	Diseño visual del método JSI	86
Figura 81	Resultado prueba 1 JSI	87
Figura 82	Resultado prueba 2 JSI	88
Figura 83	Ejemplo de distancias vertical y horizontal NIOSH.....	90
Figura 84	Ejemplo de ángulo de asimetría NIOSH	91
Figura 85	Duración de la tarea NIOSH.....	91
Figura 86	Factor de frecuencia FM NIOSH.....	92
Figura 87	Ejemplos de agarre NIOSH	92
Figura 88	Factor de agarre CM NIOSH.....	93
Figura 89	Diseño visual del método NIOSH	99

Figura 90	Datos de prueba 1 NIOSH.....	101
Figura 91	Cálculo multitarea prueba 1 NIOSH	102
Figura 92	Cálculo monotarea prueba 2 NIOSH.....	103
Figura 93	Pesos de transporte SNOOK Y CIRIELLO	104
Figura 94	Pesos de empuje y arrastre SNOOK Y CIRIELLO.....	105
Figura 95	Diseño visual del método SNOOK Y CIRIELLO	110
Figura 96	Resultado prueba 1 SNOOK Y CIRIELLO	111
Figura 97	Resultado prueba 2 SNOOK Y CIRIELLO	112
Figura 98	Calificación de altura del asiento ROSA.....	114
Figura 99	Modificación de altura de asiento ROSA	114
Figura 100	Calificación de la profundidad del asiento ROSA	114
Figura 101	Calificación del reposabrazos del asiento ROSA	115
Figura 102	Modificación de reposabrazos de asiento ROSA	115
Figura 103	Calificación del respaldo del asiento ROSA	116
Figura 104	Modificación de respaldo de asiento ROSA	116
Figura 105	Calificación del tiempo de uso ROSA.....	117
Figura 106	Calificación pantalla ROSA	117
Figura 107	Modificación de pantalla ROSA	118
Figura 108	Calificación teléfono ROSA.....	118
Figura 109	Modificación de teléfono ROSA	119
Figura 110	Calificación mouse ROSA	119
Figura 111	Modificación de mouse ROSA.....	120
Figura 112	Calificación teclado ROSA	120
Figura 113	Modificación de teclado ROSA.....	121
Figura 114	Proceso de programación ROSA.....	123
Figura 115	Tabla A ROSA	124
Figura 116	Tabla B ROSA.....	124
Figura 117	Tabla C ROSA.....	125
Figura 118	Tabla D ROSA	126
Figura 119	Tabla E ROSA.....	127

Figura 120 Resultado final ROSA	127
Figura 121 Diseño visual método ROSA.....	128
Figura 122 Resultado ERGO/CR prueba 1 ROSA	130
Figura 123 Resultado ERGONIZA prueba 1 ROSA	131
Figura 124 Resultado ERGO/CR prueba 2 ROSA	132
Figura 125 Resultado ERGONIZA prueba 2 ROSA	132

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Anexo 2 CÓDIGO DEL TRABAJO

Anexo 3 REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS
TRABAJADORES

Anexo 4 INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL
TRABAJO

Anexo 5 APROBACIÓN ABSTRAC DEPARTAMENTO DE IDIOMAS

UNIVERSIDAD INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**TEMA: “DISEÑO DE UNA HERRAMIENTA INFORMÁTICA PARA LA
EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE PUESTOS DE TRABAJO”**

AUTOR: Jhonny Alexander Cuayal Chapues

TUTOR: MSc. PABLO RON

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación se realiza en el área de ergonomía, pues en la misma pueden existir errores de cálculo correspondientes a la evaluación de los puestos de trabajo de forma general, debido a que los mismos se realizan manualmente, lo cual es susceptible a ocurrencia de errores humanos en los cálculos. Por lo antes expuesto la investigación tiene como objetivo desarrollar una herramienta informática para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo, aplicando técnicas de valoración de las diferentes metodologías, optimizando los resultados de niveles de exposición. Se emplea una metodología que consiste en varias etapas, tales como: lectura y comprensión de los métodos de análisis ergonómico, diseño de la herramienta, programación de los cálculos y finalmente las pruebas de ésta. Los resultados que se obtuvieron con la utilización de la herramienta propuesta fueron: la realización de cálculos para análisis ergonómico con una mayor exactitud, disminución del tiempo que conlleva realizar los mismos, incidiendo de forma positiva en los costos requeridos para las evaluaciones ergonómicas en los puestos de trabajo de cada organización. Las principales conclusiones de esta investigación muestran la efectividad de la herramienta ERGO/CR, destinada a la evaluación ergonómica de puestos de trabajo, con la cual se logra una eficiencia en el tiempo de 59,32% con respecto al cálculo manual. A diferencia de los softwares ya existentes que requieren un alto costo de inversión, el presente se ofrece de manera gratuita a las organizaciones, incidiendo de forma positiva en sus recursos económicos y en propiciar de forma favorable la evaluación en los puestos de trabajo para el personal.

PALABRAS CLAVE: riesgos ergonómicos, herramienta informática, métodos de evaluación Enfermedad laboral

**INDOAMERIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING**

INDUSTRIAL ENGINEERING CAREER

**TOPIC: “DESIGN OF A SOFTWARE TOOL FOR THE ERGONOMIC
EVALUATION OF WORKSTATIONS”**

AUTHOR: Jhonny Alexander Cuayal Chapues

TUTOR: M.Sc. PABLO RON

ABSTRACT

This research is carried out in the area of ergonomics, since there might be errors in calculating the general evaluation of jobs due to manual work, which is susceptible to human error in the calculations. Therefore, the objective of this research is to develop a computerized tool for the ergonomic evaluation of workplaces, applying valuation techniques of different methodologies, optimizing the results of exposure levels. A methodology consisting of several stages is used, such as: reading and understanding the ergonomic analysis methods, tool design, programming of calculations and finally testing of the tool. The proposed tool enabled the calculation of ergonomic analysis with greater accuracy, reduction of the time required to perform them, positively affecting the costs required for ergonomic evaluations in the workplaces of each organization. The main conclusions of this research show the effectiveness of the ERGO/CR tool, designed for the ergonomic evaluation of workplaces, which achieves a time efficiency of 59.32% with respect to manual calculation. Unlike the existing software that requires a high investment cost, the present is made available to organizations at no cost, which has a positive impact on their financial resources and encourages staff job evaluation.

KEY WORDS: ergonomic risks, computer tool, evaluation methods, occupational disease.

Anexo 5

APROBACIÓN ABSTRAC DEPARTAMENTO DE IDIOMAS

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

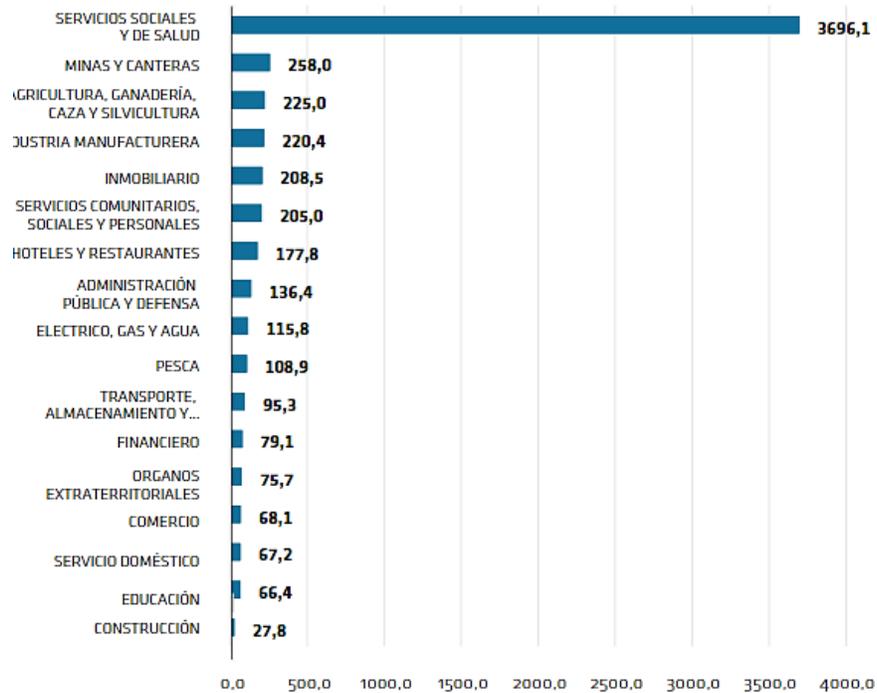
Las enfermedades laborales se definen como cambios en la salud de una persona, que se ha producido o agravado por la exposición continua a distintos factores de riesgo físico, químico, biológico, mecánico, etc. Convirtiéndose en un grave problema a nivel global debido a que genera pérdidas de hasta el 5,4% de PIB a nivel mundial (Ponce, 2022).

La pandemia COVID-19 cambió totalmente la frecuencia y exposición a los riesgos biológicos, siendo el 2021 el año que presenta el mayor número de enfermedades laborales, dentro de los servicios de la salud, representando el 70% a nivel mundial, detalles que se pueden visualizar en la Figura 1.

Los trastornos musculoesqueléticos son originados por las altas exigencias laborales, manipulación de cargas en posiciones inadecuadas, posturas forzadas, entre otros factores físicos, biomecánicos, organizativos o psicosociales, siendo reconocidos por la presencia de dolores principalmente en la columna vertebral, brazos, piernas, hombros y cuello (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el trabajo [EU-OSHA], 2024).

Figura 1

Origen de enfermedades laborales

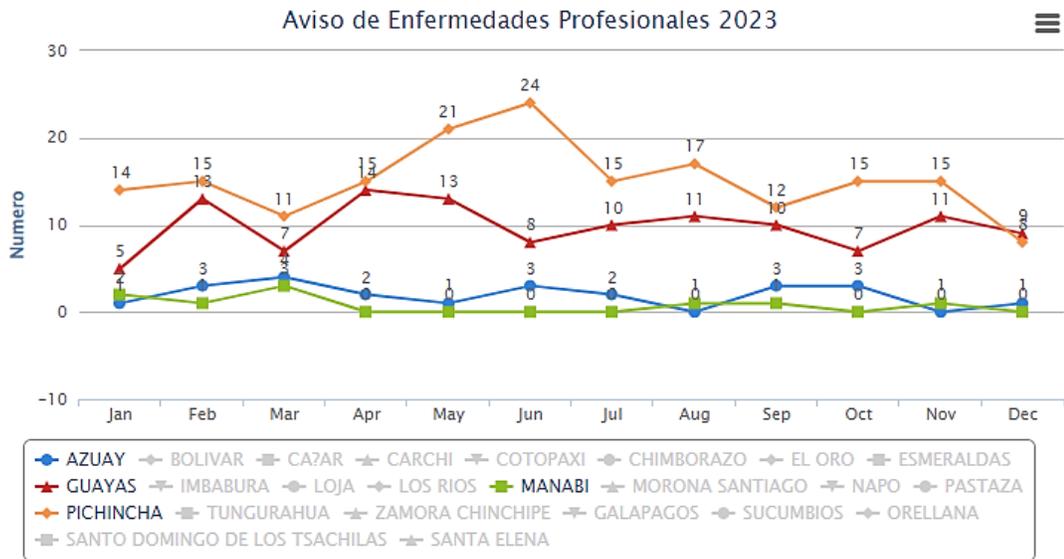


Nota: Debido a la pandemia del COVID-19 los servicios sociales y de salud presentaron el mayor número de enfermedades laborales a nivel mundial. Extraída de (Ponce, 2022, p.64).

El número de enfermedades laborales reportadas anualmente al IESS, por parte de los empleadores se debe calificar mediante los análisis correspondientes para ser catalogadas y tratadas como enfermedades laborales, que se puede visualizar en la Figura 2.

Figura 2

Enfermedades profesionales reportadas



Nota: Pichincha es la provincia que presenta la mayor cantidad de reportes de enfermedades laborales, obtenido desde (IESS, 2023).

Las enfermedades laborales han tenido una tendencia a la alza como se puede ver en la Tabla 1, pero las que se han presentado de manera más común en el año 2018 son de tipo traumatológicas como se puede apreciar en la Tabla 2, es decir que los daños traumatológicos se reportan por malas posturas, manipulación inadecuada de cargas, como se puede apreciar en la Tabla 3, producidos por riesgos ergonómicos.

Tabla 1*Histórico de enfermedades profesionales*

AÑO	No DE ENFERMEDADES
2017	244
2016	500
2015	534
2014	327
2013	87
2012	19

Nota: Los datos corresponden al número de enfermedades profesionales calificadas por año, obtenido de (IESS, 2024).

Tabla 2*Enfermedades catalogadas por tipo*

TIPO DE ENFERMEDAD	PORCENTAJE
Traumatológica	85,63%
Diagnóstico no determinado	10,60%
Otorrinolaringológica	2,40%

Nota: Los datos corresponden al año 2018. Elaborado por el investigador, con datos extraídos de: (Ministerio de Salud Pública [MSP], p.65, 2022).

Tabla 3*Enfermedades catalogadas por riesgos*

RIESGOS ASOCIADOS	PORCENTAJE
Ergonómicos	79,80%
Factores no determinados	9,50%
Riesgos físicos	6,30%

Nota: Los datos corresponden al año 2018. Elaborado por el investigador, con datos extraídos desde (MSP, p.65).

El análisis ergonómico mediante el uso de una herramienta informática y de manera adecuada, puede evitar que las empresas incurran en costos adicionales por indemnizaciones, bajos en la productividad debido a la ausencia por recuperación y costos de medicamentos (Topón et al., 2023).

El uso de una herramienta informática facilita este proceso, al proporcionar una estructura para recopilar y analizar datos ergonómicos como: la carga física, los movimientos repetitivos y la postura. Esto permite identificar áreas que presentan problemas y recomendar medidas que podrían corregir los factores de riesgo ergonómico, aumentando la productividad. (Caballero y Saavedra, 2023).

Es importante tener en cuenta que existe el reglamento interno de seguridad y salud de los trabajadores, que es aplicable en Ecuador. Este reglamento proporciona pautas y recomendaciones para garantizar la ergonomía en los puestos de trabajo.

Antecedentes

El precio promedio de un análisis ergonómico de un puesto de trabajo es de 30 a 50 dólares, esto multiplicado por la cantidad de personas que cuentan con un empleo, como se puede observar en la Tabla 4, se podría determinar que de manera ideal se invertirían más de 24 millones de dólares para el análisis de puestos de trabajo.

Tabla 4

Índices de empleo 2024

INDICADORES	TI - 2023	TI - 2024	VARIACIÓN
Población en edad de trabajar	12,971,766	13,159,112	187,346
Población económicamente activa	8,500,995	8,492,650	-8,345
Población económicamente inactiva	4,470,771	4,666,462	195,691
Desempleo	324,904	346,298	22,394
Empleo	8,176,092	8,145,352	-30,740
Empleo adecuado	2,967,972	2,978,366	10,394
Subempleo	1,701,796	1,736,911	35,115
Empleo no remunerado	959,795	982,419	22,634
Otro empleo no pleno	2,522,379	2,429,686	-92,693

Nota: Los datos corresponden a una variación entre diferentes índices del primer trimestre de los años 2023 y 2024. Elaborado por el investigador, con datos obtenidos de (Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC], 2024).

Constitución de la República del Ecuador

En su artículo 326 numeral 5 cita textualmente que “Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.” (CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, 2021, p.162), visible en el Anexo 1.

El uso de una herramienta informática facilita el proceso de análisis de casos ergonómicos, como la postura, los movimientos repetitivos y la carga física, además, la automatización de un área de análisis ergonómico puede permitir una mejor organización de la seguridad en el trabajo, aumentando la productividad y la seguridad (Real, Hidalgo & Ramos, 2020, p,50).

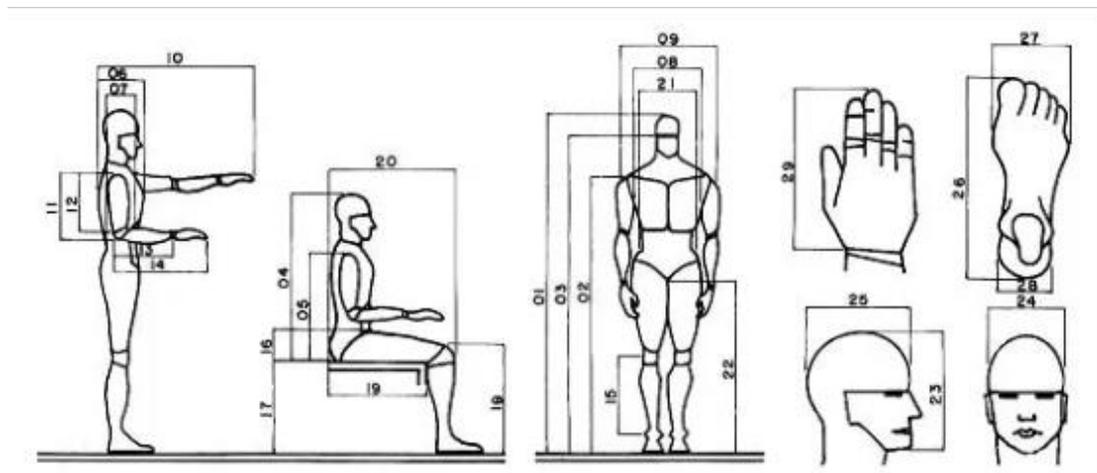
Marco teórico

Antropometría

Es la disciplina que se encarga del estudio las dimensiones del cuerpo mediante la antropometría estática para las medidas del cuerpo cuando se mantiene en reposo y la antropometría dinámica para las medidas del cuerpo cuando no se mantiene en reposo, como se aprecia en la, Figura 3 lo cual nos ayuda a diseñar de manera adecuada de puestos de trabajo, herramientas, mobiliario, dimensiones, entre otras características. (Díaz, 2021).

Figura 3

Medidas antropométricas



Nota: Las medidas antropométricas varían dependiendo del género. Extraída de:
(Capacho, 2014)

Normativa legal

Las normativas legales de salud y seguridad ocupacional se crean con propósito de proteger la salud y seguridad de los trabajadores de las empresas, sabiendo que el tema de salud ocupacional no es una política del estado, sino más bien una obligación de cada empleador, que en algunos casos la falta de conocimientos y el abuso de los vacíos legales de las normativas son lo que causa la aparición de accidentes y enfermedades profesionales (Toro, Comas & Castro, 2020).

Código del trabajo

En su artículo 42 numeral 2 cita textualmente “Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones legales y reglamentarias, tomando en consideración, además, las normas que precautelan el adecuado desplazamiento de las personas con discapacidad (CÓDIGO DEL TRABAJO, 2020, pp.20-21), visible en el Anexo 2.

Decreto ejecutivo 2393

En su artículo 11 numeral 2 cita textualmente “Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad” (DECRETO EJECUTIVO 2393, 2003).

Comunidad Andina de Naciones (CAN)

Mediante el acuerdo 584 con registro oficial del 15 de noviembre del 2004, en su artículo 9 cita textualmente “Los Países Miembros, desarrollarán las tecnologías de

información y los sistemas de gestión en materia de seguridad y salud en el trabajo con miras a reducir los riesgos laborales” (INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, 2004), visible en el Anexo 4.

Métodos de análisis ergonómico

Rula

Es un método para el análisis individual de posturas, que se realiza directamente mientras el trabajador realiza sus labores diarias, tomando en cuenta; cuales son las posturas que se repiten con mayor frecuencia o que necesitan una mayor desviación del punto neutro del trabajador. Para la correcta aplicación del método se deben tomar fotografías para poder analizar los ángulos de desviación de las diferentes extremidades y partes del cuerpo (Mas, 2015).

Reba

Este método es muy parecido al de Rula, ya que de igual manera se realiza el análisis de posturas corporales individuales, que dependiendo la gravedad de la postura o el número de repeticiones por ciclo se le da una calificación individual a cada parte del cuerpo como: el cuello, la espalda, las extremidades superiores e inferiores, la cabeza y las muñecas. Este método no se recomienda para el análisis de posturas de trabajo cuando se realiza un trabajo manual o de manipulación de cargas (Mas, 2015).

Rosa

Se utiliza para el análisis de posturas dentro de la oficina donde se analizan elementos de una oficina como: el asiento, el teléfono, la pantalla, el mouse y el teclado.

Siendo la silla la más analizada en distintos aspectos como: la altura, la profundidad, los reposabrazos, el respaldo y el tiempo de uso, mediante la ayuda de diferentes tablas se puede dar una valoración a cada elemento para obtener una puntuación final (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2022).

Owas

Es utilizado para el análisis de cargas físicas, pero a diferencia de los métodos mencionados con anterioridad se puede utilizar para el análisis global de las posturas donde se pueden calificar un total de 252 combinaciones dependiendo de la posición de la espalda, los brazos, las piernas y el peso de la carga (Mas, 2015).

Niosh

Uno de los factores de riesgo que más se debe tener en cuenta dentro de las empresas es el levantamiento de cargas de manera manual, ya que pueden producir las lesiones musculoesqueléticas, para poder utilizar este método se analizan varios factores (Mas, 2015).

Check list ocra

El método de análisis Check List Ocra permite estimar los riesgos producidos debido a los movimientos repetitivos al realizar una actividad, los factores que se evalúan son: el tiempo, la recuperación, la fuerza y las posturas. La valoración final se basa en la suma de los 5 factores y el producto por el multiplicador de duración (Mas, 2015).

Snook y Ciriello

Son tablas predeterminadas que nos indican los pesos máximos permitidos durante la manipulación, el transporte, la carga y descarga de pesos; todo esto analizando el percentil o porcentaje de trabajadores para los cuales queremos que la acción se realice de manera segura, las diferentes capacidades físicas entre hombres y mujeres y además de la altura de codos, la cintura y muñecas (Mas, 2015).

Software para análisis ergonómico

Ergoniza

Es un software diseñado por Ergonautas en colaboración con la Universidad Politécnica De Valencia, que nos permite desarrollar más de 20 métodos de análisis ergonómico. Como se puede apreciar en la Tabla 5 el valor promedio es de 92 USD mensuales (Mas, 2015).

Ergo/IBV

La aplicación de Ergo/IBV nos permite el análisis de 17 métodos diferentes de análisis ergonómico dependiendo el tipo de tarea ejecutada por el trabajador, esta aplicación también se puede utilizar en un dispositivo móvil la App Ergo/IBV Tool. La aplicación tiene dos tipos de licencias de funcionamiento, para profesionales con una licencia de uso anual y dos versiones para docentes con licencias de uso bimestral. (Ergo/IBV, 2024). El valor de cada licencia se detalla en la Tabla 5.

ERGOsoft Pro

Es un software online diseñado en España que nos permite realizar 20 metodologías de análisis ergonómico, con el que podemos obtener informes en formato Word de los resultados obtenidos, sus licencias de funcionamiento no se pueden contratar por periodos cortos de tiempo como en otros softwares, como se puede apreciar en la Tabla 5 el periodo mínimo es de 6 meses en la versión académica y 1 año en las versiones consultor y empresa. (ERGOsoftpro, 2024).

Justificación

La presente investigación y desarrollo de tesis de grado es importante por los beneficios al disminuir el tiempo de los análisis ergonómicos en las empresas del Ecuador, lo que puede reducir notablemente los costos por parte de las empresas y a la par disminuir las posibles enfermedades profesionales, mediante la prevención.

El impacto se presenta en el mejoramiento de la eficiencia y la precisión, recopilación y el análisis de datos ergonómicos. Esto contribuye al reconocimiento de posibles riesgos y a la ejecución de medidas preventivas en el diseño de puestos de trabajo, lo que, a su vez, puede disminuir los accidentes y enfermedades laborales, también se puede mejorar la ergonomía de los trabajadores aumentando la productividad.

La utilidad del análisis ergonómico mediante el uso de una herramienta informática se basa en su capacidad para aumentar la eficiencia del análisis

ergonómico. Esto facilitará la detección de riesgos y la intervención a través de medidas preventivas.

Los beneficiarios directos son los trabajadores, ya que la herramienta informática permite abordar los riesgos en el puesto de trabajo y prever las enfermedades laborales, mejorando su salud y bienestar, además se pueden beneficiar los empresarios al reducir los costos vinculados con el análisis en los puestos de trabajo. Finalmente, las personas que realizan el análisis ergonómico de puestos de trabajo de manera profesional, debido a la disminución de tiempo en la evaluación y mayor precisión en el resultado de los cálculos.

El desarrollo de esta herramienta es viable, debido a que se cuenta con los conocimientos de aplicación de los métodos ergonómicos, así como en el manejo de herramientas tecnológicas y el análisis de resultados, obteniendo una herramienta que puede ayudar a la correcta evaluación ergonómica de puestos de trabajo que contribuyan a la prevención de las posibles enfermedades profesionales.

Objetivos

Objetivo general

Desarrollar una herramienta informática para la evaluación ergonómica de puestos de trabajo, aplicando técnicas de valoración de las diferentes metodologías, optimizando los resultados de niveles de exposición.

Objetivos específicos

- Identificar los métodos de evaluación ergonómica más utilizados, mediante la revisión de fuentes bibliográficas para seleccionar las metodologías más eficaces en la valoración ergonómica de puestos de trabajo.
- Diseñar la estructura y funcionamiento de la herramienta informática, integrando los métodos seleccionados a través de una herramienta interactiva, para permitir el ingreso de datos en cada método específico.
- Validar el funcionamiento de la herramienta informática propuesta, comprobando los resultados de ejercicios prácticos en trabajos anteriores, para garantizar la precisión y confiabilidad de la herramienta.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico del estado actual

El análisis ergonómico en las empresas ecuatorianas se lleva generalmente de dos maneras. La primera con la ayuda del técnico de seguridad y el médico ocupacional, personas que deben estar capacitadas en el análisis de evaluación ergonómica. La segunda se realiza contratando a una empresa que se especialice en la medición de riesgos ergonómicos, tomando como ejemplo DEPROIN S. A, ENVIRONMENTAL CONSULTING SERVICES, HIGIENE INDUSTRIAL Y AMBIENTE, entre otras.

Análisis de resolución de evaluaciones ergonómicas

Para realizar este análisis actualmente se puede hacerlo de manera manual y mediante software especializado, cada una de estas maneras tienen sus ventajas y desventajas.

Cálculo manual

Ventajas

- Se requiere mayor conocimiento del método elegido por parte del evaluador.
- No se requiere de una inversión económica extra para llevar a cabo el desarrollo del análisis ergonómico.

- Se puede deducir en función de los valores evaluados la intervención asertiva mediante controles que reduzcan el nivel de riesgo global de cada método.

Desventajas

- Se pueden presentar posibles errores al desarrollar el cálculo algebraico del método y la obtención de los resultados.
- Se necesita una mayor disponibilidad de tiempo para realizar los cálculos de forma manual.
- Se puede cometer un error al elegir el método para el análisis ergonómico.

Cálculo mediante software

Ventajas

- Ahorro de tiempo al desarrollar el método y obtener los resultados.
- Exactitud en el cálculo de los resultados.
- Elaboración de informes de manera automática.

Desventajas

- La aplicación de un método de análisis ergonómico mediante un software requiere una inversión económica extra.
- Se necesita la elección del método adecuado para el análisis ergonómico.
- Se necesita de una renovación mensual o anual de la membresía del software elegido.

Como se puede observar en Software para análisis ergonómico existen diferentes proveedores que nos permiten realizar un control de los distintos métodos ya

sea mediante aplicaciones para pc, aplicaciones para dispositivos móviles o en línea, mientras que un análisis realizado a mano necesita de mayor conocimiento y tiempo por parte del evaluador, el análisis mediante una herramienta informática requiere una inversión económica adicional por parte del evaluador, como se evidencia en la Tabla 5, el costo del software para análisis ergonómico puede cambiar dependiendo: el prestador de servicios, el número de métodos disponibles, el número de usuarios, el tipo de licencia adquirida y el tiempo por el cual se contrata la licencia, estos costos pueden variar desde 85,88 dólares por una licencia de uso de dos meses para un usuario, hasta un valor de 2140,10 dólares por una licencia de uso de dos meses pero con la característica que nos permite registrar hasta 39 usuarios.

Tabla 5

Costos de Software

SOFTWARE	No Usuarios	2 meses	6 meses	1 año
ERGONIZA	1	85,88	225,43	418,65
Ergo/IBV Para Profesionales	1			9557,69
Ergo/IBV Para Estudiantes	19	1284,06		
Ergo/IBV Para Docentes	39	2140,10		
ERGOsoft Pro-Consultor	1			524,31
ERGOsoft Pro-Empresa	10			1594,37
ERGOsoft Pro-Académico	31		1594,37	

Nota: Datos recabados de las plataformas de los proveedores de software para análisis ergonómico. Elaborado por el investigador.

Cálculo de tiempo de evaluación ergonómica manual

Para identificar el tiempo que se necesita para un análisis de un caso de posturas forzadas mediante del método Rula, se tomó como referencia a los 6 estudiantes de séptimo semestre modalidad presencial y 15 estudiantes de la modalidad semipresencial de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Indoamérica en la sede Quito, los mismos que están cursando el proyecto formativo de Ergonomía, a los cuales se les presentó un caso a resolver de manera manual, como se aprecia en la Tabla 6 el tiempo promedio que tardaron los estudiantes fue de 23:6 minutos.

Los softwares de análisis que se encuentran actualmente en el mercado nos permiten utilizar una cuenta demo o cuenta de prueba por 15 días, que nos facilita la aplicación del método escogido, que se puede apreciar en la Figura 4, una vez que se haya cumplido el tiempo de prueba, el software nos pedirá la compra de una licencia de uso profesional evitando así que podamos continuar utilizando la cuenta demo.

El tiempo que toma realizar un análisis ergonómico depende del software que se utilice, ya que cada aplicación cuenta con una interfaz diferente ya sea más intuitiva o más explicativa, para el análisis del presente trabajo se ha tomado el ejercicio realizado manualmente por los estudiantes de séptimo semestre, que podemos visualizar en la Tabla 6, el tiempo promedio de análisis en un software especializado para el caso es de 9:30 minutos, como podemos visualizar en la Tabla 7.

Tabla 6*Tiempo de aplicación de manera manual*

ESTUDIANTE	TIEMPO
1	37,40
2	37,30
3	32,30
4	27,50
5	26,45
6	26,20
7	24,53
8	24,34
9	23,40
10	22,04
11	21,20
12	21,15
13	20,53
14	20,50
15	20,46
16	20,36
17	19,54
18	19,47
19	18,30
20	16,25
21	16,20
PROMEDIO	23,6

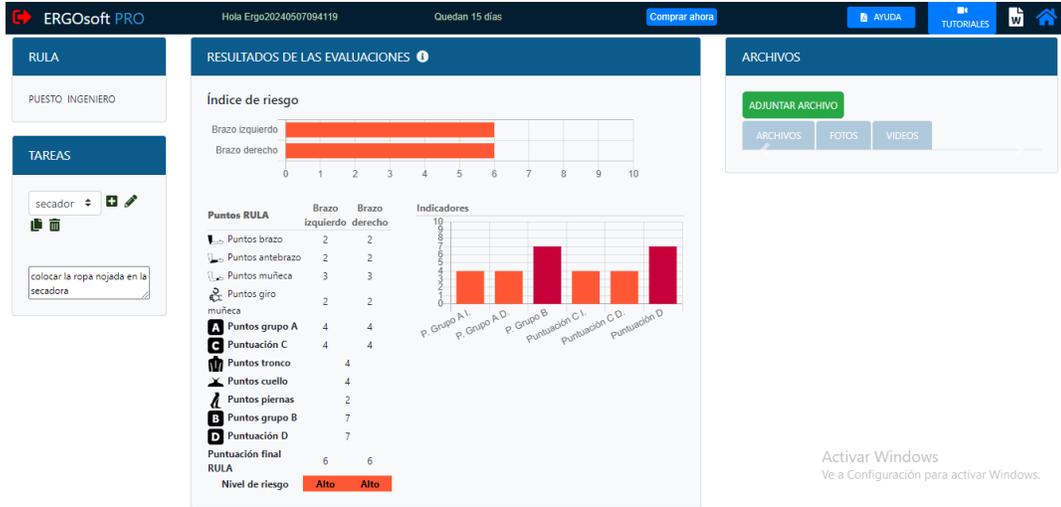
Nota: El tiempo se mide en minutos. Elaborado por el investigador.**Tabla 7***Tiempo de métodos ergonómicos*

Software	Tiempo
Ergonautas	7:00
Ergo/IBV	9:00
ErgosoftPRO	12:00
Promedio	9:30

Nota: Tiempos obtenidos de la resolución de casos de estudio en los diferentes softwares de análisis ergonómico. Elaborado por el investigador.

Figura 4

Análisis en versión demo de ERGOsoft pro

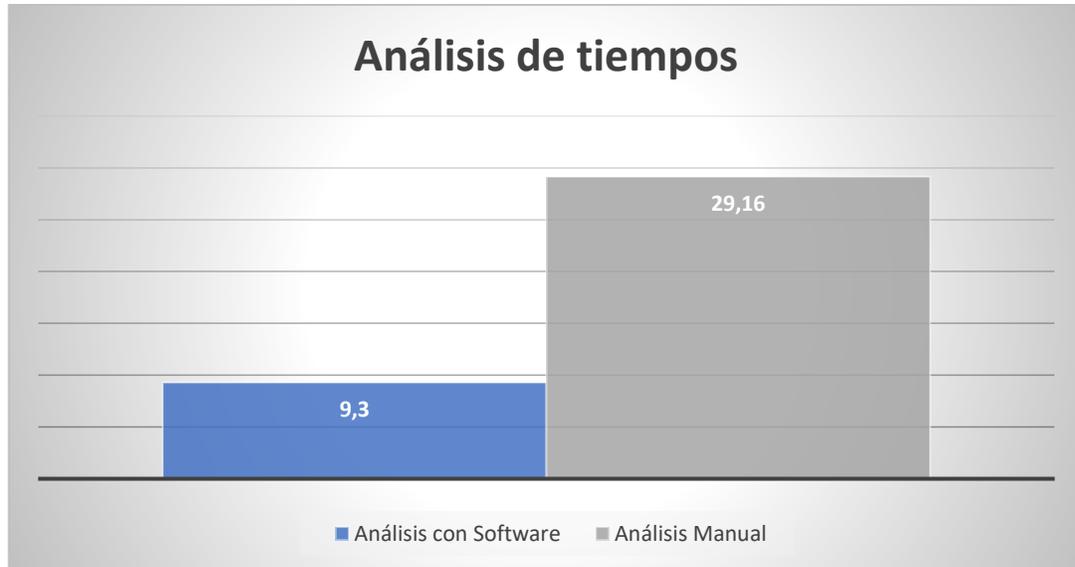


Nota: El desarrollo de un análisis se realiza en una cuenta demo.

En comparativa el análisis manual de un método ergonómico requiere de un tiempo promedio de 3:13 mayor al tiempo promedio requerido al realizar el análisis utilizando un software especializado, mientras que el análisis realizado con la herramienta diseñada requiere únicamente de un 30% extra de tiempo que se puede visualizar en la Figura 5.

Figura 5

Comparativa de tiempos



Nota: Los datos se obtienen al realizar el análisis de un caso de posturas forzadas analizado mediante el método RULA. Realizado por el investigador.

Conclusión del diagnóstico

En función del análisis realizado se determina que el método manual requiere de un tiempo más extenso para realizar la evaluación de cada puesto de trabajo, pero no requiere de una inversión económica elevada, mientras que el análisis ergonómico de un puesto de trabajo mediante un software especializado requiere de menos tiempo para la evaluación, pero se requiere de una elevada inversión para adquirir una licencia de uso y finalmente la evaluación de un puesto de trabajo a través de una empresa especializada puede tener un costo de 30 a 50 dólares aproximadamente.

Área de estudio

Dominio: Tecnología y sociedad

Línea de investigación: Seguridad, salud laboral y ambiente

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Riesgos ergonómicos

Objeto de estudio: Herramienta informática de análisis ergonómico

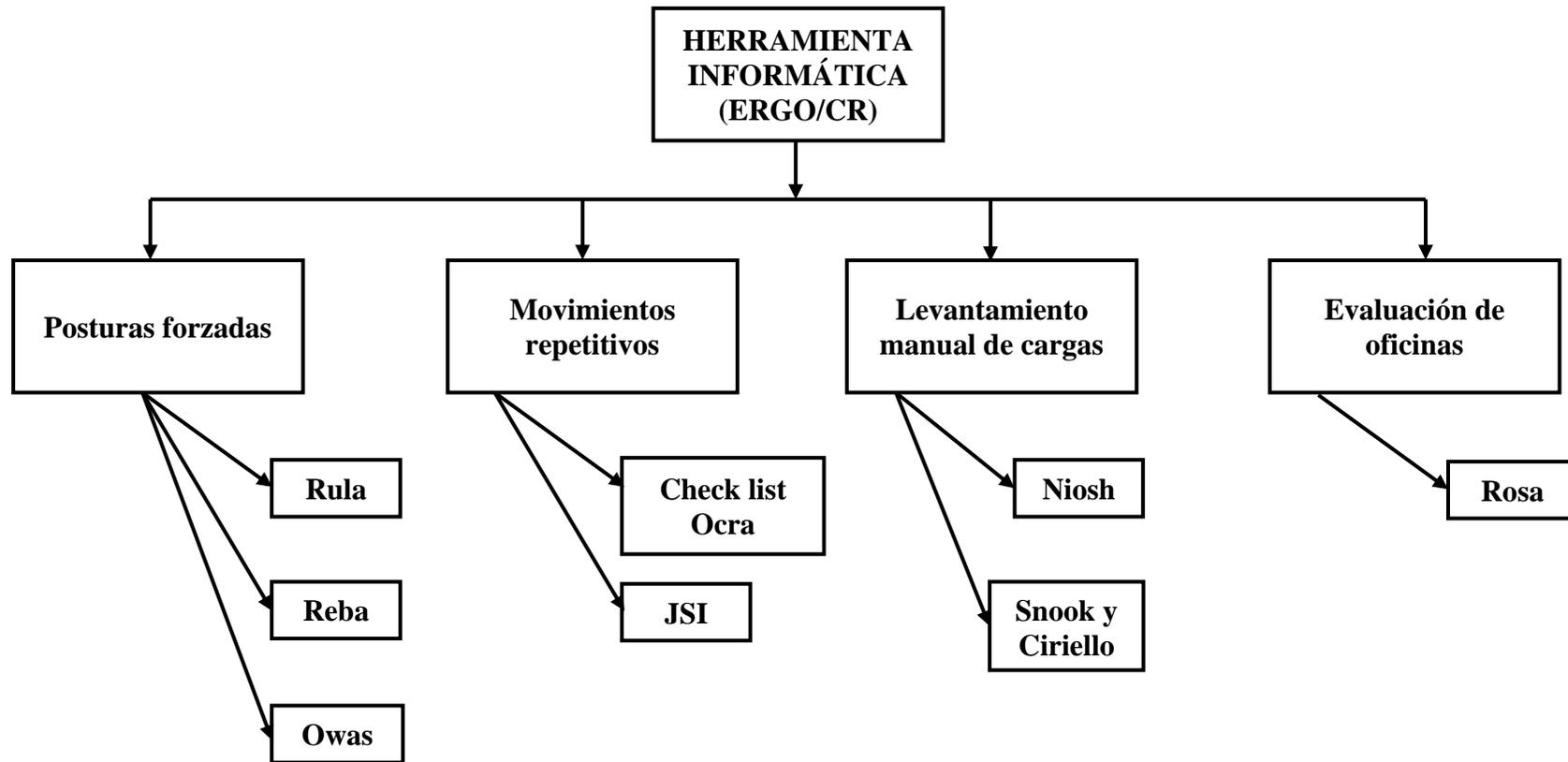
Periodo de análisis: abril – agosto del 2024

Modelo operativo

Para poder desarrollar una herramienta informática para análisis ergonómico de puestos de trabajo, propuesta en esta investigación, se debe determinar qué áreas son las que debemos analizar (posturas forzadas, movimientos repetitivos, levantamiento manual de cargas evaluación de oficina o análisis térmico), como se puede visualizar en la Figura 6 , una vez determinada el área específica se procede al análisis mediante el método específico seleccionado.

Figura 6

Propuesta de modelo operativo



Desarrollo del modelo operativo

Los métodos RULA, REBA y OWAS es posible utilizarlos para el análisis de posturas forzadas, ya que permite el análisis diferentes partes del cuerpo, el método RULA da un mayor énfasis en el análisis de las extremidades superiores, el método REBA da mayor énfasis a las extremidades inferiores y el método OWAS permite realizar el análisis de cargas posturales de manera continua.

Los métodos Check List OCRA y JSI es posible utilizarlos en diversos sectores productivos para realizar el análisis de métodos repetitivos, debido a que nos permiten el análisis de la cantidad de movimientos en tiempos determinados, la intensidad de los esfuerzos entre otros parámetros.

El método NIOSH y las tablas de SNOOK Y CIRIELLO se pueden utilizar dentro de las labores donde se realice levantamiento manual de cargas o se realice el levantamiento de maquinaria manual para el transporte o arrastre de cargas

El método ROSA se puede utilizar para analizar todos los puestos de oficina, desde el cubículo de una secretaria o recepcionista, hasta la oficina de un gerente general.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de la propuesta

Aquí se contempla el paso a paso del desarrollo de la herramienta informática para el análisis ergonómico de puestos de trabajo, los métodos escogidos se basan en los riesgos más comunes desde las posturas forzadas (RULA, REBA OWAS), movimientos repetitivos (Check List OCRA, JSI), levantamiento manual de cargas (NIOSH, SNOOK Y CIRIELLO) y evaluación de oficinas (ROSA), lo que permitirán una mayor eficiencia en el análisis de puestos de trabajo, cumpliendo con las normativas legales vigentes con el fin de evitar las enfermedades profesionales.

Desarrollo de la herramienta informática

1. Recopilación de datos del método específico.
2. Programación de la herramienta.
3. Diseño visual de la herramienta.
4. Prueba de la herramienta.

Recopilación de datos Método RULA

Desarrollo del Método Rula, como se puede apreciar en la Figura 7 debemos seguir un orden determinado para obtener la calificación final, iniciando con la recopilación de datos y calificaciones del Grupo A conformado por: la calificación de brazos como se puede apreciar en la Figura 8 y su modificación que se aprecia en la Figura 9, calificación de antebrazos visible en la Figura 10 y su modificación

de la Figura 11, la calificación de muñeca visible en la Figura 12, su modificación en la Figura 13 y el giro de muñeca de la Figura 14.

Grupo B conformado por: calificación de cuello visible en la Figura 15 y su modificación en la Figura 16, la calificación de tronco visible en la Figura 17 y su modificación en la Figura 18, la calificación de piernas visible en la Figura 19.

La calificación de actividad visible en la Figura 20 y la calificación de fuerza visible en la Figura 21.

Figura 7

Diagrama del método RULA



Nota: diagrama de flujo para el cálculo del método RULA, extraído de (Mas, 2015).

Figura 8

Calificación de brazos RULA

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Nota: Las calificaciones pueden cambiar luego de aplicar las modificaciones, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 9

Modificación de brazos RULA

Posición	Puntuación
Hombro elevado o brazo rotado	+1
Brazos abducidos	+1
Existe un punto de apoyo	-1

Nota: Las modificaciones pueden cambiar la calificación de los brazos, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 10

Calificación de antebrazos RULA

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Nota: Las calificaciones pueden cambiar luego de aplicar las modificaciones, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 11

Modificación de antebrazos RULA

Posición	Puntuación
A un lado del cuerpo	+1
Cruza la línea media	+1

Nota: Las modificaciones pueden cambiar la calificación de los antebrazos, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 12

Calificación de muñeca RULA

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	2
Flexión o extensión >15°	3

Nota: Las calificaciones pueden cambiar luego de aplicar las modificaciones, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 13

Modificación de muñeca RULA

Posición	Puntuación
Desviación radial	+1
Desviación cubital	+1

Nota: Las modificaciones pueden cambiar la calificación de la muñeca, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 14

Modificación de giro de muñeca RULA

Posición	Puntuación
Pronación o supinación media	1
Pronación o supinación extrema	2

Nota: Las modificaciones pueden cambiar la calificación de la muñeca, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 15

Calificación de cuello RULA

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 10°	1
Flexión >10° y ≤20°	2
Flexión >20°	3
Extensión en cualquier grado	4

Nota: Las calificaciones pueden cambiar luego de aplicar las modificaciones, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 16

Modificación de cuello RULA

Posición	Puntuación
Cabeza rotada	+1
Cabexa con inclinación lateral	+1

Nota: Las modificaciones pueden cambiar la calificación de cuello, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 17

Calificación de tronco RULA

Posición	Puntuación
Sentado, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas $>90^\circ$	1
Flexión entre 0° y 20°	2
Flexión $>20^\circ$ y $\leq 60^\circ$	3
Flexión $>60^\circ$	4

Nota: Las calificaciones pueden cambiar luego de aplicar las modificaciones, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 18

Modificación de tronco RULA

Posición	Puntuación
Tronco rotado	+1
Tronco con inclinación lateral	+1

Nota: Las modificaciones pueden cambiar la calificación de tronco, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 19

Calificación de piernas RULA

Posición	Puntuación
Sentado, con piernas y pies bien apoyados	1
De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición	1
Los pies no están apoyados o el peso no está simétricamente distribuido	2

Nota: Las calificaciones no cambian ya que no hay modificaciones, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 20

Calificación de actividad RULA

Tipo de actividad	Puntuación
Estática (se mantiene más de un minuto seguido)	+1
Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto)	+1
Ocasional, poco frecuente y de corta duración	0

Nota: La calificación de actividad se suma a las calificaciones de los grupos A y B, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 21

Calificación de fuerza RULA

Carga o fuerza	Puntuación
Carga menor de 2 Kg. mantenida intermitentemente	0
Carga entre 2 y 10 Kg. mantenida intermitentemente	+1
Carga entre 2 y 10 Kg. estática o repetitiva	+2
Carga superior a 10 Kg mantenida intermitentemente	+2
Carga superior a 10 Kg estática o repetitiva	+3
Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas	+3

Nota: La calificación de fuerza incrementa las calificaciones de los grupos A y B, datos extraídos de (Mas, 2015).

Programación de la herramienta Método RULA

La calificación del grupo A, se obtuvo mediante el uso de una tabla como se observa en la Figura 22, mediante la función =BUSCARV(F38;CF13:CN31;COINCIDIR(F37;CF13:CN13;0);FALSO), que

nos permitió identificar un dato de una matriz y hacer que coincida con una columna específica y así nos regresó el valor de la celda que necesitamos con una precisión del 100%, debido a que el rango de error es falso.

Figura 22

Tabla de calificación Grupo A RULA

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

Nota: La tabla toma en cuenta todas las calificaciones del grupo A, elaborado por el investigador con datos obtenidos de (Mas, 2015).

De igual forma se calculó la calificación del Grupo B pero cambiando los datos ingresados a la función como se puede apreciar en la Figura 23, quedando de la siguiente manera:

=BUSCARV(E51;CE38:CQ44;COINCIDIR(F47;CE38:CQ38;0);FALSO)

Figura 23

Tabla de calificación Grupo B RULA

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

Nota: La tabla toma en cuenta todas las calificaciones del grupo B, e datos obtenidos de (Mas, 2015).

Luego sumamos las calificaciones de las modificaciones presentadas en la Figura 20 y Figura 21, y el valor obtenido se agrega a las calificaciones de los grupos A y B, obteniendo las calificaciones C y D respectivamente.

Posteriormente detallar las condiciones de rangos máximos en las calificaciones C y D, y utilizar la función =SI.CONJUNTO(H73>8;7;H74>7;7;Y(H73<9;H74<8);BUSCARV(H73;CE48:CL56;COINCIDIR(H74;CE48:CL48;0);FALSO)), en la tabla que se puede apreciar en la Figura 24.

Figura 24

Tabla de calificación final RULA

Puntuación C	Puntuación D						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	3	4	5	5
2	2	2	3	4	4	5	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6	6
5	4	4	4	5	6	7	7
6	4	4	5	6	6	7	7
7	5	5	6	6	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Nota: La tabla toma en cuenta todas las puntuaciones de los grupos C y D, elaborado por el investigador con datos obtenidos de (Mas, 2015).

Una vez obtenida la calificación final en la herramienta ERGO/CR contrastamos con los datos de la Figura 25.

Figura 25

Parámetros de calificación RULA

Puntuación	Nivel	Actuación
1 o 2	1	Riesgo Aceptable
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea; es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

Nota: La calificación final determina que acciones debemos tomar, extraído de (Mas, 2015).

Para obtener una tabla de recomendaciones, como se aprecia en la Figura 26, donde se detallan los sitios que requieren cambios para que el trabajador no

sufra dolencias, calambres, entumecimientos y se desencadene una posible enfermedad laboral, esta tabla se creó utilizando las funciones:

=SI.CONJUNTO((Y(E17>3;E25<3;E33<2));"1)PUNTUACIÓN DE BRAZOS"; (Y(E17<4;E25>2;E33<2));"1)PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZOS"; (Y(E17<4;E25<3;E33>1));"1)PUNTUACIÓN DE MUÑECA"; (Y(E17>3;E25>2;E33>1));"1)PUNTUACIÓN DE BRAZOS 2) PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZOS 3) PUNTUACIÓN DE MUÑECA";(Y(E17>3;E25>2;E33<2));"1)PUNTUACIÓN DE BRAZOS 2) PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZOS";(Y(E17>3;E25<3;E33>1)) ;"1) PUNTUACIÓN DE BRAZOS 2)PUNTUACIÓN DE MUÑECA";(Y(E17<4;E25>2;E33>1));"1) PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZOS 2) PUNTUACIÓN DE MUÑECA";(Y(E17<4;E25<3;E33<2));"ESTE GRUPO NO REQUIERE CAMBIOS"), para el grupo A.

=SI.CONJUNTO((Y(E51>3;E58<4;E66<2));"1) PUNTUACIÓN DE CUELLO"; (Y(E51<4;E58>3;E66<2));"1)PUNTUACIÓN DE TRONCO";(Y(E51<4;E58<4; E66>1));"1) PUNTUACIÓN DE PIERNAS";(Y(E51>3;E58>3;E66<2));"1) PUNTUACIÓN DE CUELLO 2) PUNTUACIÓN DE TRONCO"; (Y(E51>3;E58<4;E66>1));"1) PUNTUACIÓN DE CUELLO 2) PUNTUACIÓN DE PIERNAS";(Y(E51<4;E58>3;E66>1));"1) PUNTUACIÓN DE TRONCO 2) PUNTUACIÓN DE PIERNAS";(Y(E51>3;E58>3;E66>1));"1) PUNTUACIÓN DE CUELLO 2) PUNTUACIÓN DE TRONCO 3) PUNTUACIÓN DE PIERNAS";(Y(E51<4;E58<4;E66<2));"ESTE GRUPO NO REQUIERE CAMBIOS"), para el grupo B

=SI.CONJUNTO((Y(E73>0;E76<2));"1) TIPO DE ACTIVIDAD"; (Y(E76>1;E73<1));"1) CARGAS O FUERZAS";(Y(E73>0;E76>1));"1) TIPO DE

ACTIVIDAD 2) CARGAS O FUERZAS"; (Y(E73<1;E76<2));"EL TIPO DE AMONESTACIÓN NO REQUIERE CAMBIO", para las modificaciones.

Figura 26

Recomendaciones RULA

		CALIFICACIÓN FINAL	5
		SE REQUIERE EL REDISEÑO DE LA TAREA	
RECOMENDACIONES			
Para evitar posibles enfermedades laborales se recomienda realizar cambios en:			
GRUPO A		GRUPO B	
1) PUNTUACIÓN DE MUÑECA		1) PUNTUACIÓN DE TRONCO	
TIPO DE MODIFICACIÓN			
1) TIPO DE ACTIVIDAD			

Nota: Las recomendaciones nos permiten identificar los puntos críticos que requieren un cambio, extraído de ERGO/CR.

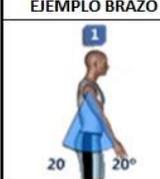
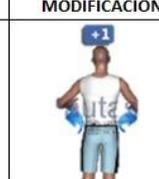
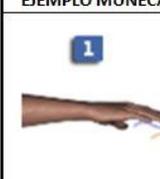
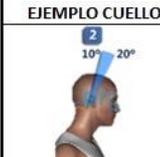
Diseño visual de la herramienta Método RULA

El diseño visual de la herramienta se ha creado mediante la división de los grupos A y B y las modificación, los detalles y la calificación de cada parte del cuerpo se presentan con listas desplegables, las acciones que se consideran graves o que pueden presentar un riesgo de enfermedad profesional a futuro, se pintan en color rojo y regresan a la normalidad cuando se haya tomado las medidas correspondientes, además se presenta una imagen referencial según la opción seleccionada, como se puede apreciar en la Figura 27.

Figura 27

Diseño visual ERGO/CR RULA

GRUPO A		TOTAL
PUNTUACIÓN DE BRAZO	1	
Desde 20° de extensión a 20° de flexión		
MODIFICACIÓN DE BRAZO	1	2
Brazos abducidos		
PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZO	1	
Flexión entre 60° y 100°		
MODIFICACIÓN DE ANTEBRAZO	0	1
SIN MODIFICACIÓN		
PUNTUACIÓN DE MUÑECA	1	
Posición neutra		
MODIFICACIÓN DE MUÑECA	1	2
Cruza la línea media		
Giro de muñeca	2	
Pronación o supinación extrema		
CALIFICACIÓN GRUPO A		3
GRUPO B		TOTAL
PUNTUACIÓN DE CUELLO	2	
Flexión >10° y ≤20°		
MODIFICACIÓN DE CUELLO	0	2
SIN MODIFICACIÓN		
PUNTUACIÓN DE TRONCO	4	
Flexión >60°		
MODIFICACIÓN DE TRONCO	0	4
SIN MODIFICACIÓN		
PUNTUACIÓN DE PIERNAS	1	
De pie con el peso simétricamente distribuido y espacio para cambiar de posición		
NO EXISTE MODIFICACIÓN DE PIERNAS		1

EJEMPLO BRAZO	MODIFICACIÓN
	
EJEMPLO ANTEBRAZO	MODIFICACIÓN
	SIN MODIFICACIÓN
EJEMPLO MUÑECA	MODIFICACIÓN
	
EJEMPLO DE GIRO	
	
EJEMPLO CUELLO	MODIFICACIÓN
	SIN MODIFICACIÓN
EJEMPLO TRONCO	MODIFICACIÓN
	SIN MODIFICACIÓN
EJEMPLO PIERNAS	
	

Continua Figura 27.

CALIFICACIÓN GRUPO B		5	
TIPO DE MODIFICACIÓN		PUNTOS	
TIPO DE ACTIVIDAD	1		Puntuación C
Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto)			Puntuación D
			4
			6
CARGAS O FUERZAS	0		
Carga menor de 2 Kg. mantenida intermitentemente			
	TOTAL	1	
			CALIFICACIÓN FINAL
			6

Nota: El diseño es intuitivo y permite la selección de opciones mediante listas desplegables, extraído de ERGO/CR.

Pruebas Método RULA

- **Prueba 1**

Para realizar la prueba se tomó como ejercicio visible en la Tabla 8 extraído de un trabajo del repositorio UTI. (Flores, 2021).

Tabla 8

Datos de prueba 1 RULA

PARTE	PUNTUACIÓN	MODIFICACIÓN
BRAZO	2	-1
ANTEBRAZO	2	1
MUÑECA	3	1
CUELLO	3	Sin modificación
TRONCO	2	Sin modificación
PIERNAS	2	Sin modificación
ACTIVIDAD	1	Sin modificación
CARGA	0	Sin modificación

Nota: Los datos fueron extraídos del trabajo de (Flores, 2021, p.32), elaborado por el investigador.

El resultado del análisis realizado en el trabajo de (Flores, 2021, p.32), el análisis mediante la herramienta ERGO/CR nos arrojó el mismo resultado como se aprecia en la Figura 28.

Figura 28

Resultado ERGO/CR prueba 1 RULA

TIPO DE ACTIVIDAD	1	Puntuación C	4
Repetitiva (se repite más de 4 veces cada minuto)		Puntuación D	6
CARGAS O FUERZAS	0		
Carga menor de 2 Kg. mantenida intermitentemente			
	TOTAL		1
		CALIFICACIÓN FINAL	6
		SE REQUIERE EL REDISEÑO DE LA TAREA	

Nota: La nota final se presenta con recomendaciones para evitar la aparición de enfermedades laborales, extraído de ERGO/CR.

- **Prueba 2**

El resultado obtenido del ejercicio presentado en la Tabla 9 mediante el uso de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR visible en la Figura 29 es igual al resultado presentado en el libro de (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, p.80).

Tabla 9

Datos de prueba 2 RULA

PARTE	PUNTUACIÓN	MODIFICACIÓN
BRAZO	3	Sin modificación
ANTEBRAZO	1	Sin modificación
MUÑECA	2	1
CUELLO	4	Sin modificación
TRONCO	3	Sin modificación
PIERNAS	2	Sin modificación
FUERZA	0	Sin modificación
CARGA	0	Sin modificación

Nota: Los datos fueron extraídos de (Cuesta, Ceca & Más, 2018, pp.70-79).

Figura 29

Resultado ERGO/CR prueba 2 RULA

TIPO DE ACTIVIDAD	0	Puntuación C	4
Ocasional, poco frecuente y de corta duración		Puntuación D	6
CARGAS O FUERZAS	0		
Carga menor de 2 Kg. mantenida intermitentemente			
	TOTAL		
	0		
		CALIFICACIÓN FINAL	6
		SE REQUIERE EL REDISEÑO DE LA TAREA	

Nota: La nota final se presenta con recomendaciones para evitar la aparición de enfermedades laborales, extraído por ERGO/CR.

Recopilación de datos Método REBA

Desarrollo del Método Reba, como se puede apreciar en la Figura 30 debemos seguir un orden determinado para obtener la calificación final, iniciando con la recopilación de datos y calificaciones del Grupo A las cuales son: calificación de cuello visible en la Figura 31 con una única modificación, la calificación de

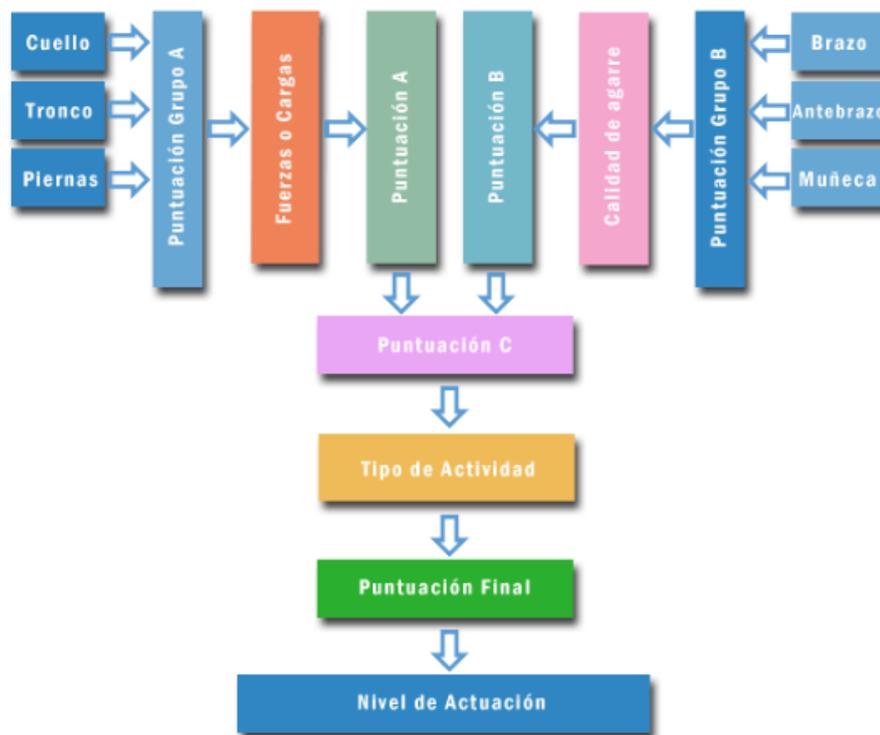
tronco visible en la Figura 32 con su única modificación, la calificación de piernas visible en la Figura 33 y su modificación apreciable en la Figura 34.

Los datos y calificaciones del Grupo B que son: La calificación de brazo visible en la Figura 35 y su modificación apreciable en la Figura 36, calificación de antebrazo visible en la Figura 37, calificación de muñeca visible en Figura 38 y su única modificación.

La calificación de agarre visible en la Figura 39, calificación de carga y fuerza apreciable en la Figura 40 y la calificación de actividad muscular que se puede ver en la Figura 41

Figura 30

Diagrama método REBA



Nota: diagrama de flujo para el cálculo del método REBA, extraído de (Mas, 2015).

Figura 31

Calificación de cuello REBA

Posición	Puntuación
Flexión entre 0° y 20°	1
Flexión >20° o extensión	2

Nota: La calificación de cuello solo tiene una modificación, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 32

Calificación de tronco REBA

Posición	Puntuación
Tronco erguido	1
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Nota: Las calificaciones pueden cambiar luego de aplicar las modificaciones, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 33

Calificación de piernas REBA

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

Nota: Las calificaciones pueden cambiar luego de aplicar las modificaciones, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 34

Modificación de piernas REBA

Posición	Puntuación
Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	+1
Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)	+2

Nota: Las modificaciones pueden cambiar la calificación de piernas, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 35

Calificación de brazo REBA

Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <=45°	2
Flexión >45° y <=90°	3
Flexión >90°	4

Nota: Las calificaciones pueden cambiar luego de aplicar las modificaciones, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 36

Modificación de brazo REBA

Posición	Puntuación
Brazo abducido o brazo rotado	+1
Hombro elevado	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Nota: Las modificaciones pueden cambiar la calificación de los brazos, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 37

Calificación de antebrazo REBA

Posición	Puntuación
Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Nota: El antebrazo no tiene modificación, extraído de (Mas, 2015).

Figura 38

Calificación de muñeca REBA

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Nota: La muñeca solo tiene una modificación, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 39

Calificaciones agarre REBA

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Bueno	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Malo	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3

Nota: La calificación de agarre se suma al Grupo B, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 40

Calificaciones carga y fuerza REBA

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Nota: Las calificaciones fuerzas o cargas se suman al Grupo A, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 41

Calificaciones actividad muscular REBA

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

Nota: Las calificaciones se suman a la calificación C, datos extraídos de (Mas, 2015).

Programación de la herramienta Método REBA

La calificación del grupo A, se obtuvo mediante el uso de una tabla como se observa en la Figura 42, mediante la función =BUSCARV(E55;BG30:BS35;COINCIDIR(E65;BG30:BS30;0);FALSO), que nos permitió identificar un dato de una matriz y hacer que coincida con una columna

específica y así nos regresó el valor de la celda que necesitamos con una precisión del 100%, debido a que el rango de error es falso.

Figura 42

Tabla de calificación Grupo A REBA

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

Nota: La tabla toma en cuenta todas las calificaciones del grupo A, elaborado por el investigador con datos obtenidos de (Mas, 2015).

De la igual forma se calculó la calificación del Grupo B, pero cambiando los datos ingresados a la función como se puede apreciar en la Figura 43, quedando de la siguiente manera.

=BUSCARV(E17;BG16:BM22;COINCIDIR(E35;BG16:BM16;0);FALSO).

Figura 43

Tabla de calificación Grupo B REBA

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

Nota: La tabla toma en cuenta todas las calificaciones del grupo B, elaborado por el investigador con datos obtenidos de (Mas, 2015).

Luego sumamos las calificaciones que se muestran en la Figura 40, cargas o fuerzas a la calificación del Grupo A y las calificaciones de agarre visibles en la Figura 39 a la calificación del Grupo B, obteniendo así las puntuaciones A y B respectivamente, para posteriormente detallar las condiciones de rangos máximos en la puntuación C, que se aprecian en la Figura 44, mediante la función: $=\text{(BUSCARV(H79;BG41:BS53;COINCIDIR(H80;BG41:BS41;0);FALSO))}$, para finalmente sumar la calificación del tipo de actividad muscular que se detalla en la Figura 41 y así obtener la nota final del método Reba.

Figura 44

Tabla de calificación final REBA

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

Nota: La tabla toma en cuenta todas las puntuaciones de los Grupos A y B, elaborado por el investigador con datos obtenidos de (Mas, 2015).

Una vez obtenida la calificación final nuestra herramienta contrastamos con los datos de la Figura 45.

Figura 45

Parámetros de calificación REBA

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

Nota: La calificación final determina que acciones debemos tomar, extraído de (Mas, 2015)

para obtener una tabla de recomendaciones, como se aprecia en la Figura 46, donde se detallan los sitios que requieren cambios para que el trabajador no sufra una enfermedad laboral, esta tabla se creó utilizando las funciones:

=SI.CONJUNTO(Y(E47>1;E55<3;E63<3);"1) PUNTUACIÓN DE CUELLO"; Y(E47<2;E55>2;E63<3);"1) PUNTUACIÓN DE TRONCO";Y(E47<2;E55<3; E63>2);"1) PUNTUACIÓN DE PIERNAS"; Y(E47>1;E55>2;E63<3);"1) PUNTUACIÓN DE CUELLO 2) PUNTUACIÓN DE TRONCO";Y(E47>1; E55<3;E63>2);"1) PUNTUACIÓN DE CUELLO 2) PUNTUACIÓN DE PIERNAS";Y(E47<2;E55>2;E63>2);"1) PUNTUACIÓN DE TRONCO 2) PUNTUACIÓN DE PIERNAS";Y(E47<2;E55<3;E63<3);"ESTE GRUPO NO REQUIERE CAMBIOS";Y(E47>1;E55>2;E63>2);"1) PUNTUACIÓN DE CUELLO 2) PUNTUACIÓN DE TRONCO 3) PUNTUACIÓN DE PIERNAS"), para el Grupo A.

=SI.CONJUNTO(Y(E17>3;E25<2;E33<3);"1) PUNTUACIÓN DE BRAZO"; Y(E17<4;E25>1;E33<3);"1) PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZO";

Y(E17<4; E25<2;E33>2);"1) PUNTUACIÓN DE MUÑECA";
 Y(E17>3;E25>1;E33<3);"1) PUNTUACIÓN DE BRAZO 2) PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZO";Y(E17>3; E25<2;E33>2);"1) PUNTUACIÓN DE BRAZO 2) PUNTUACIÓN DE MUÑECA";Y(E17<4;E25>1;E33>2);"1) PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZO 2) PUNTUACIÓN DE MUÑECA";Y(E17>3;E25>1;E33>2);"1) PUNTUACIÓN DE BRAZO 2) PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZO 3) PUNTUACIÓN DE MUÑECA";Y(E17<4;E25<2;E33<3);"ESTE GRUPO NO REQUIERE CAMBIOS"), para el Grupo B.

=SI.CONJUNTO(Y(E73>0;E76<1;E79<1;F86<1);"1) CARGA O FUERZA"; Y(E73<1;E76>0;E79<1;F86<1);"1) CARGAS APLICADAS BRUSCAMENTE";

Y(E73<1;E76<1;E79>0;F86<1);"1)AGARRE";Y(E73<1;E76<1;E79<1;F86>0);"1) ACTIVIDAD";Y(E73>0;E76>0;E79<1;F86<1);"1) CARGA O FUERZA 2) CARGAS APLICADAS BRUSCAMENTE";Y(E73>0;E76<1;E79>0;F86<1);"1) CARGA O FUERZA 2) AGARRE";Y(E73>0;E76<1;E79<1;F86>0);"1) CARGA O FUERZA 2) ACTIVIDAD";Y(E73<1;E76>0;E79>0;F86<1);"1) CARGAS APLICADAS BRUSCAMENTE 2) AGARRE";Y(E73<1;E76>0;E79<1;F86>0);"1) CARGAS APLICADAS BRUSCAMENTE 2) ACTIVIDAD";Y(E73>0;E76>0;E79>0;F86<1);"1) CARGA O FUERZA 2) CARGAS APLICADAS BRUSCAMENTE 3) AGARRE";Y(E73>0;E76>0;E79<1;F86>0);"1) CARGA O FUERZA 2) CARGAS APLICADAS BRUSCAMENTE 3) ACTIVIDAD";Y(E73>0;E76<1;E79>0;F86>0);"1) CARGA O FUERZA 2) AGARRE 3) ACTIVIDAD";Y(E73<1;E76>0;E79>0;F86>0);"1) CARGAS APLICADAS BRUSCAMENTE 2) AGARRE 3) ACTIVIDAD";Y(E73<1;

E76<1;E79<1;F86<1);"EL TIPO DE AMONESTACIÓN NO REQUIERE CAMBIOS";Y(E73>0;E76>0;E79>0;F86>0);"1) CARGA O FUERZA 2) CARGAS APLICADAS BRUSCAMENTE 3) AGARRE 4) ACTIVIDAD"), para las modificaciones y tipo de actividad.

Figura 46

Recomendaciones REBA

RECOMENDACIONES	
Para evitar posibles enfermedades laborales se recomienda realizar cambios en:	
GRUPO A	GRUPO B
1) PUNTUACIÒN DE TRONCO 2) PUNTUACIÒN DE PIERNAS	1) PUNTUACIÒN DE MUÑECA
TIPO DE AMONESTACIÒN	
1) CARGA O FUERZA	

Nota: Las recomendaciones nos permiten identificar los puntos críticos que requieren un cambio, extraído de ERGO/CR.

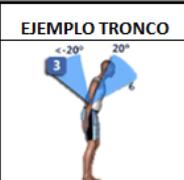
Diseño visual de la herramienta Método REBA

El diseño visual de la herramienta se ha creado mediante la división de los dos grupos, las modificaciones y la actividad, los detalles con las calificaciones de cada parte del cuerpo se presentan con listas desplegables, las acciones que se consideran graves o que pueden presentar un riesgo de enfermedad profesional a futuro, se pintan en color rojo y regresan a la normalidad cuando se haya tomado las medidas correspondientes, además se presenta una imagen referencial según la opción seleccionada, como se puede apreciar en la Figura 47.

Figura 47

Diseño visual del método REBA

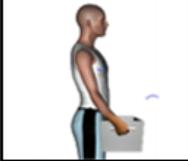
GRUPO B		
PUNTUACIÓN DE BRAZO	1	
Desde 20° de extensión a 20° de flexión		
MODIFICACIÓN DE BRAZO	1	2
Hombro elevado		
PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZO	1	
Flexión entre 60° y 100°		
NO EXISTE MODIFICACIÓN DE ANTEBRAZO		1
PUNTUACIÓN DE MUÑECA	2	
Flexión o extensión >15°		
MODIFICACIÓN DE MUÑECA	1	3
Torsión o Desviación radial o cubital		
GRUPO A		
PUNTUACIÓN DE CUELLO	1	
Flexión entre 0° y 20°		
MODIFICACIÓN DE CUELLO	0	1
SIN MODIFICACIÓN		
PUNTUACIÓN DE TRONCO	3	
Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°		
MODIFICACIÓN DE TRONCO	0	3
SIN MODIFICACIÓN		
PUNTUACIÓN DE PIERNAS	2	
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable		
MODIFICACIÓN DE PIERNAS	1	3
Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°		

EJEMPLO BRAZO	MODIFICACIÓN
	
EJEMPLO ANTEBRAZO	
	
EJEMPLO MUÑECA	MODIFICACIÓN
	
EJEMPLO CUELLO	MODIFICACIÓN
	SIN MODIFICACIÓN
EJEMPLO TRONCO	MODIFICACIÓN
	SIN MODIFICACIÓN
EJEMPLO PIERNAS	MODIFICACIÓN
	

Continua Figura 47.

TIPO DE AMONESTACION	
CARGA O FUERZA	2
Carga o fuerza mayor de 10 Kg	
CARGA APLICADAS BRUSCAMENTE	0
No existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	
AGARRE	0
Bueno	
ACTIVIDAD	0
Ninguna	

EJEMPLO AGARRE



Puntuación A	7
Puntuación B	3

CALIFICACIÓN GRUPOS A Y B	7
----------------------------------	----------

NOTA FINAL	7
RIESGO MEDIO: Es necesaria la actuación	

Nota: El diseño es intuitivo y permite la selección de opciones mediante listas desplegables, extraído de ERGO/CR.

Prueba Método REBA

- **Prueba 1**

Para realizar la prueba se tomó un ejercicio del trabajo de (Palacios, 2021, pp.28-32), disponible en el repositorio UTI.

Al desarrollar el análisis mediante el método REBA con los datos de la Tabla 10, de manera manual se obtiene un resultado final de 11, mientras con ERGO/CR se aprecia en la Figura 48 un resultado final de 12, obteniendo el mismo nivel de riesgo, que se considera muy alto y se requiere la actuación de manera inmediata

Tabla 10

Datos de prueba 1 REBA

PARTE	PUNTUACIÓN	MODIFICACIÓN
CUELLO	2	1
TRONCO	3	1
PIERNAS	1	2
BRAZO	2	1
ANTEBRAZO	1	Sin modificación
MUÑECA	2	1
CARGA	1	Sin modificación
AGARRE	2	Sin modificación
ACTIVIDAD	1	Sin modificación

Nota: Los datos fueron extraídos del trabajo de (Palacios, 2021, pp.28-32),

Figura 48

Resultado ERGO/CR prueba 1 REBA

NOTA FINAL		12
RIESGO MUY ALTO: Es necesaria la actuación de inmediato		
RECOMENDACIONES		
Para evitar posibles enfermedades laborales se recomienda realizar cambios en:		
GRUPO A		GRUPO B
1) PUNTUACIÓN DE CUELLO 2) PUNTUACIÓN DE TRONCO 3) PUNTUACIÓN DE PIERNAS		1) PUNTUACIÓN DE BRAZO 2) PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZO 3) PUNTUACIÓN DE MUÑECA
TIPO DE AMONESTACION		
1) CARGA O FUERZA 2) CARGAS APLICADAS BRUSCAMENTE 3) AGARRE		

Nota: La nota final se presenta con recomendaciones para evitar la aparición de enfermedades laborales, elaborado por ERGO/CR.

- **Prueba 2**

El resultado obtenido del ejercicio presentado en la Tabla 11, mediante el uso de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR visible en la Figura 49 es igual al resultado presentado en un libro de (Cuesta, Ceca & Más, 2018, p.140).

Tabla 11

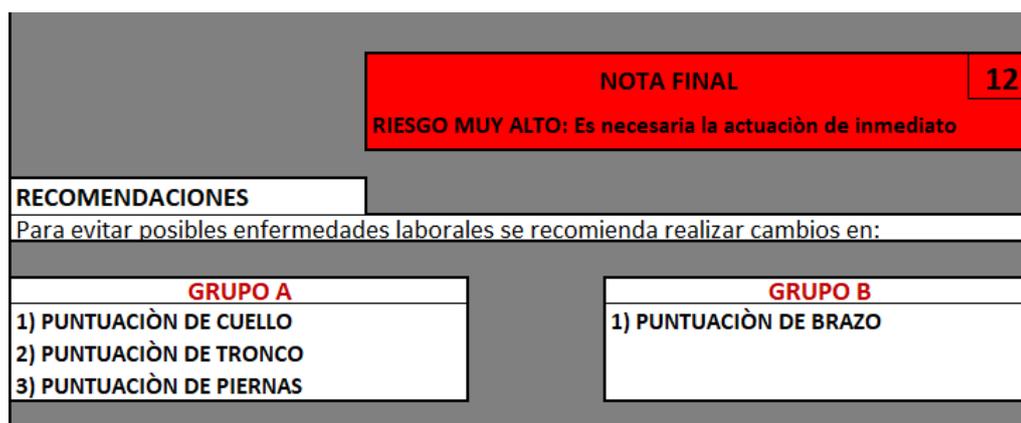
Datos de prueba 2 REBA

PARTE	PUNTUACIÓN	MODIFICACIÓN
CUELLO	2	0
TRONCO	3	1
PIERNAS	2	2
BRAZO	3	1
ANTEBRAZO	1	Sin modificación
MUÑECA	2	0
CARGA	0	Sin modificación
AGARRE	1	Sin modificación
ACTIVIDAD	2	Sin modificación

Nota: Los datos fueron extraídos de un libro de (Cuesta, Ceca & Más, 2018, pp.130-140).

Figura 49

Resultado ERGO/CR prueba 2 REBA



Nota: La nota final se presenta con recomendaciones para evitar la aparición de enfermedades laborales, elaborado por ERGO/CR.

Recopilación de datos Método OWAS

Desarrollo del Método Owas, cuenta con Tipos de 4 calificaciones: calificación de brazos apreciables en la Figura 50, calificación de espalda visible en la Figura 51, calificación de piernas que se observa en la Tabla 12 y finalmente la aplicación de las cargas o fuerzas aplicadas en el sujeto a evaluar que se puede ver en la Figura 52, que se van seleccionando, dependiendo de la postura que se analice.

Figura 50

Calificación de brazos OWAS

Posición de los brazos	Código
Los dos brazos bajos Ambos brazos del trabajador están situados bajo el nivel de los hombros	 1
Un brazo bajo y el otro elevado Un brazo del trabajador está situado bajo el nivel de los hombros y el otro, o parte del otro, está situado por encima del nivel de los hombros	 2
Los dos brazos elevados Ambos brazos (o parte de los brazos) del trabajador están situados por encima del nivel de los hombros	 3

Nota: Las calificaciones se utilizan para el cálculo monotarea y multitarea, extraído de (Mas, 2015).

Figura 51

Calificación de espalda OWAS

Posición de la espalda	Código
Espalda derecha El eje del tronco del trabajador está alineado con el eje caderas-piernas	 1
Espalda doblada Puede considerarse que ocurre para inclinaciones mayores de 20° (Mattila et al., 1999)	 2
Espalda con giro Existe torsión del tronco o inclinación lateral superior a 20°	 3
Espalda doblada con giro Existe flexión del tronco y giro (o inclinación) de forma simultánea	 4

Nota: Las calificaciones se utilizan para el cálculo monotarea y multitarea, extraído de (Mas, 2015).

Tabla 12

Calificación de piernas OWAS

CALIFICACIÓN	DETALLES
1	Sentado
2	De pie con las dos piernas rectas
3	De pie con una pierna recta y la otra flexionada
4	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas
5	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado
6	Arrodillado
7	Andando

Nota: Las calificaciones se utilizan para el cálculo monotarea y multitarea, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 52

Calificaciones de carga y fuerza OWAS



Nota: Las calificaciones se utilizan para el cálculo monotarea y multitarea, extraído de (Mas, 2015).

Programación de la herramienta Método OWAS

Para generar el almacenamiento necesario dentro del método OWAS, se utilizó la siguiente macro:

```
Sub CALCULO()
```

```
,
```

```
' CALCULO Macro
```

```
,
```

```
,
```

```
Range("L12:O12").Select
```

```
Selection.Insert Shift:=xlDown, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove
```

```
Range("L12").Select
```

```
Application.CutCopyMode = False
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[4]C[-6]"
```

```
Range("M12").Select
```

```
Application.CutCopyMode = False
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[10]C[-7]"
```

```
Range("N12").Select
```

```
Application.CutCopyMode = False
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[16]C[-8]"
```

```
Range("O12").Select
```

```
Application.CutCopyMode = False
```

```
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[22]C[-9]"
```

```

Range("O13").Select

ActiveWindow.SmallScroll ToRight:=-1

ActiveWindow.SmallScroll Down:=-9

Range("L12:O12").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = ""

Range("L12").Select

Application.CutCopyMode = False

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[4]C[-6]"

Range("L12:O12").Select

Selection.Copy

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False

ActiveSheet.Paste

Application.CutCopyMode = False

End Sub

```

Que nos permite generar una tabla con las calificaciones de todas las posiciones que se vayan a analizar cómo se puede apreciar en la Figura 53, esta macro fue gravada y vinculada al botón denominado “AGREGAR NUEVA TAREA Y CALCULAR”

Figura 53

Almacenamiento de datos OWAS

ESPALDA	BRAZOS	PIERNAS	CARGA
3	1	2	2
2	2	5	1
4	1	2	1
2	2	4	2
2	2	6	2
4	1	3	2
2	2	4	2
1	2	5	2
3	3	3	2
2	2	3	2
3	3	4	2
3	2	3	1
2	3	4	2
3	2	2	2
2	1	5	1

Nota: La tabla toma las puntuaciones de cada posición y las almacena para su análisis, extraído de ERGO/CR.

Con las calificaciones que tenemos en la tabla se procedió a analizar los resultados a manera de porcentajes, mediante la función: $=SUMA(CONTAR.SI(L11:L27;2)/CONTAR(L11:L27))*100$, para así obtener el porcentaje de participación de cada una de las opciones como se puede apreciar en la Figura 54.

Figura 54

Porcentajes de las posturas OWAS

CALIFICACIÓN FINAL				
ESPALDA	Espalda derecha	100 %	1	NO REQUIERE ACCIÓN
	Espalda doblada	0 %		
	Espalda con giro	0 %		
	Espalda doblada con giro	0 %		
BRAZOS	Dos brazos bajos	0 %	3	ACCIONES CORRECTIVAS LO ANTES POSIBLE
	Un brazo bajo y el otro elevado	88 %		
	Dos brazos elevados	13 %		
PIERNAS	Sentado	0 %	4	SE REQUIERE TOMAR ACCIONES CORRECTIVAS INMEDIATAMENTE
	De pie	13 %		
	Sobre una pierna recta	0 %		
	Sobre rodillas flexionadas	88 %		
	Sobre una rodilla flexionada	0 %		
	Arrodillado	0 %		
	Andando	0 %		

Nota: La tabla toma los porcentajes de cada posición y la recomendación para evitar enfermedades, extraído de ERGO/CR.

Para las recomendaciones se utilizó la información que se observa en la Figura 55, mediante las funciones de programación:

=SI.CONJUNTO(G43=1;"NO";G43=2;"FUTURO CERCANO";G43=3;"LO ANTES POSIBLE";G43=4;"INMEDIATAMENTE"), para la espalda.

=SI.CONJUNTO(G48=1;"NO";G48=2;"FUTURO CERCANO";G48=3;"LO ANTES POSIBLE";G48=4;"INMEDIATAMENTE"), para los brazos.

=SI.CONJUNTO(G52=1;"NO";G52=2;"FUTURO CERCANO";G52=3;"LO ANTES POSIBLE";G52=4;"INMEDIATAMENTE"), para las piernas.

Figura 55

Parámetros de calificación OWAS

Categoría de Riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo esquelético.	No requiere acción.
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

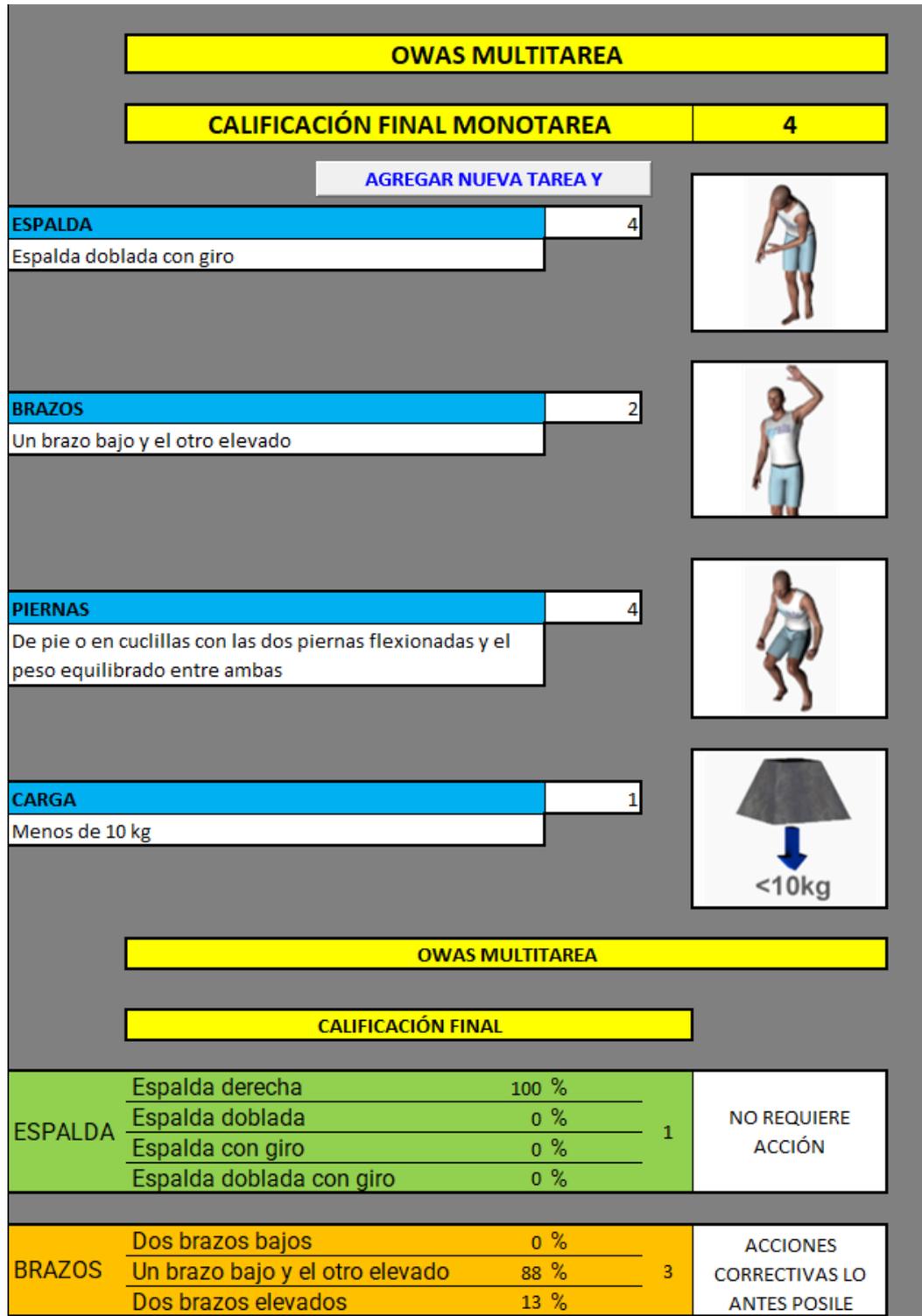
Nota: La tabla muestra las acciones que se deben tomar para evitar enfermedades, obtenido de (Mas, 2015).

Diseño visual de la herramienta Método OWAS

El diseño visual de la herramienta se ha creado mediante la presentación con listas desplegables de las posiciones que se pueden presentar: espalda, brazos, piernas y cargas, además se presenta una imagen referencial según la opción seleccionada, como se puede apreciar en la Figura 56.

Figura 56

Diseño visual del método OWAS



Continua Figura 56.

PIERNAS	Sentado	0 %	4	SE REQUIERE TOMAR ACCIONES CORRECTIVAS INMEDIATAMENTE
	De pie	13 %		
	Sobre una pierna recta	0 %		
	Sobre rodillas flexionadas	88 %		
	Sobre una rodilla flexionada	0 %		
	Arrodillado	0 %		
	Andando	0 %		

Nota: El diseño es intuitivo y permite la selección de opciones mediante listas desplegables, extraído de ERGO/CR.

Prueba Método OWAS

- **Prueba 1**

Para realizar la prueba se tomó un ejercicio del trabajo de (Palacios, 2021), disponible en el repositorio UTI.

Al desarrollar el análisis mediante el método OWAS con los datos de la Figura 57, de manera manual se puede apreciar en la Tabla 13 los dos brazos permanecen bajos un 50% del tiempo, mientras con ERGO/CR se aprecia en la Figura 58 que los dos brazos permanecen bajos un 57% del tiempo.

Para determinar que análisis tiene la mayor precisión tomamos los datos de la Figura 57 y realizamos una regla de 3.

$$\text{Porcentaje de tiempo} = \left(\frac{\text{N}^\circ \text{ de veces que se repite la postura}}{\text{N}^\circ \text{ total de posturas}} \right) * 100$$

$$\text{Porcentaje de tiempo} = \left(\frac{17}{30} \right) * 100$$

$$\text{Porcentaje de tiempo} = 56,67\%$$

Demostrando así que la herramienta ERGO/CR tiene resultados más precisos, que el desarrollo de análisis ergonómicos de puestos de trabajo de manera manual.

Figura 57

Datos de prueba 1 OWAS

Nº	CÓDIGO ESPALDA	CÓDIGO BRAZOS	CÓDIGOS PIERNAS	CARGA O FUERZA	NIVEL DE RIESGO
1	2	1	6	1	2
2	2	1	6	1	2
3	2	1	6	1	2
4	2	1	6	1	2
5	2	1	6	1	2
6	4	1	6	2	4
7	4	1	6	2	4
8	2	1	6	2	2
9	2	1	6	2	2
10	2	1	6	1	2
11	1	3	6	2	1
12	2	2	6	2	2
13	2	2	6	2	2
14	2	2	6	2	2
15	2	2	6	2	2
16	1	1	6	2	1
17	2	1	6	2	2
18	2	1	6	1	1
19	2	1	6	2	2
20	2	2	6	1	2
21	2	1	6	2	2
22	2	2	6	1	2
23	2	2	6	2	2
24	2	1	6	1	2
25	4	2	6	1	4
26	4	2	6	1	4
27	1	2	6	2	1
28	4	2	6	1	4
29	2	2	6	1	3
30	1	1	6	1	1

Nota: Los datos corresponden al análisis realizado en “Baby Fun Club” del trabajo de (Palacios, 2021, pp.28-32).

Tabla 13

Resultado método manual prueba 1 OWAS

PERIFÉRCIO	PORCENTAJE	POSTURA
ESPALDA	70%	Doblada
BRAZOS	50%	Dos brazos bajos
PIERNAS	100%	Arrodillado

Nota: Los resultados fueron obtenidos mediante un cálculo manual en el trabajo de (Palacios, 2021, p.33).

Figura 58

Resultado ERGO/CR prueba 1 OWAS

CALIFICACIÓN FINAL				
ESPALDA	Espalda derecha	73 %	2	REQUIERE ACCIONES CORRECTIVAS EN UN FUTURO CERCANO
	Espalda doblada	70 %		
	Espalda con giro	0 %		
	Espalda doblada con giro	17 %		
BRAZOS	Dos brazos bajos	57 %	2	REQUIERE ACCIONES CORRECTIVAS EN UN FUTURO CERCANO
	Un brazo bajo y el otro elevado	40 %		
	Dos brazos elevados	3 %		
PIERNAS	Sentado	0 %	3	SE REQUIERE ACCIONES CORRECTIVAS LO ANTES POSIBLE
	De pie	0 %		
	Sobre una pierna recta	0 %		
	Sobre rodillas flexionadas	0 %		
	Sobre una rodilla flexionada	0 %		
	Arrodillado	100 %		
	Andando	0 %		

Nota: La herramienta ERGO/CR nos entregó un resultado diferente al obtenido en el trabajo de (Palacios, 2021).

- **Prueba 2**

El análisis realizado a partir de los datos de la Tabla 14, son iguales a los obtenidos con la herramienta ERGO/CR, como se aprecia en la Figura 59 y en (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, pp.107-110).

Tabla 14

Datos de prueba 2 OWAS

No	CÓDIGO ESPALDA	CÓDIGO BRAZOS	CÓDIGO PIERNAS	CARGA O FUERZA	NIVEL DE RIESGO
1	1	2	1	3	1
2	1	2	1	3	1
3	1	2	1	3	1
4	1	1	1	1	1
5	1	3	2	1	1

Nota: Los datos fueron extraídos del libro de (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, p.107)

Figura 59

Resultado ERGO/CR prueba 2 OWAS

CALIFICACIÓN FINAL				
ESPALDA	Espalda derecha	100 %	1	NO REQUIERE ACCIÓN
	Espalda doblada	0 %		
	Espalda con giro	0 %		
	Espalda doblada con giro	0 %		
BRAZOS	Dos brazos bajos	0 %	2	REQUIERE ACCIONES CORRECTIVAS EN UN FUTURO CERCANO
	Un brazo bajo y el otro elevado	80 %		
	Dos brazos elevados	20 %		
PIERNAS	Sentado	80 %	1	NO REQUIERE ACCIÓN
	De pie	20 %		
	Sobre una pierna recta	0 %		
	Sobre rodillas flexionadas	0 %		
	Sobre una rodilla flexionada	0 %		
	Arrodillado	0 %		
	Andando	0 %		

Nota: Se toma el mayor porcentaje de cada una de las partes, obtenido de ERGO/CR.

Recopilación de datos Método CHECK LIST OCRA

Desarrollo del Método Check List Check list ocra, cuenta con 5 factores: Factor de recuperación que se aprecia en la Figura 60, factor de frecuencia conformado de las acciones dinámicas que se aprecia en la Figura 61 y las acciones estáticas visibles en la

Figura 62, factor de fuerza que se aprecia en la Tabla 15, factor de posturas y movimientos conformado por: postura y movimiento de hombros que se aprecia en la Figura 63, postura movimiento de codo apreciable en la Figura 64, postura movimiento de muñeca que se mira en la Figura 65, postura movimiento de mano apreciable en la Tabla 16 y el factor de movimientos estereotipados de la Figura 66, factor de riesgos adicionales conformado por riesgos físico mecánicos que se aprecia en la Figura 67 y el factor de riesgos socio organizativos de la Figura 68 y finalmente el multiplicador de duración que se aprecia en la Figura 69.

Figura 60

Factor de recuperación FR Check List OCRA

Situación de los periodos de recuperación	Puntuación
<ul style="list-style-type: none">- Existe una interrupción de al menos 8 minutos cada hora de trabajo (contando el descanso del almuerzo).- El periodo de recuperación está incluido en el ciclo de trabajo (al menos 10 segundos consecutivos de cada 60, en todos los ciclos de todo el turno)	0
<ul style="list-style-type: none">- Existen al menos 4 interrupciones (además del descanso del almuerzo) de al menos 8 minutos en un turno de 7-8 horas.- Existen 4 interrupciones de al menos 8 minutos en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).	2
<ul style="list-style-type: none">- Existen 3 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas.- Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas (sin descanso para el almuerzo).	3
<ul style="list-style-type: none">- Existen 2 pausas, de al menos 8 minutos, además del descanso para el almuerzo, en un turno de 7-8 horas.- Existen 3 pausas (sin descanso para el almuerzo), de al menos 8 minutos, en un turno de 7-8 horas.- Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 6 horas.	4
<ul style="list-style-type: none">- Existe 1 pausa, de al menos 8 minutos, en un turno de 7 horas sin descanso para almorzar.- En 8 horas sólo existe el descanso para almorzar (el descanso del almuerzo se incluye en las horas de trabajo).	6
<ul style="list-style-type: none">- No existen pausas reales, excepto de unos pocos minutos (menos de 5) en 7-8 horas de turno.	10

Nota: Las calificaciones detallan los tipos de descanso que pueden existir y sus valoraciones, extraído de (Mas, 2015).

Figura 61

Acciones técnicas dinámicas ATD Check List OCRA

Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	0
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	1
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	3
Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	4
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares.	6
Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo.	8
Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permiten las pausas.	10

Nota: Las acciones técnicas dinámicas son parte del factor de frecuencia, extraído de (Mas, 2015).

Figura 62

Acciones técnicas estáticas ATE Check List OCRA

Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	2,5
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos, realizándose una o más acciones estáticas durante 3/3 del tiempo de ciclo (o de observación).	4,5

Nota: Las acciones técnicas estáticas son parte del factor de frecuencia, extraído de (Mas, 2015).

Tabla 15

Factor de fuerza FFz, Check List OCRA

CALIFICACIÓN	DETALLES
2	Fuerza moderada 1/3 del tiempo
4	Fuerza moderada 50% del tiempo
6	Fuerza moderada > 50% del tiempo
8	Fuerza moderada Casi todo el tiempo
4	Fuerza Intensa 2 seg. cada 10 min.
8	Fuerza Intensa 1% del tiempo
16	Fuerza Intensa 5% del tiempo
24	Fuerza Intensa > 10% del tiempo
6	Fuerza casi Máxima 2 seg. cada 10 min.
12	Fuerza casi Máxima 1% del tiempo
24	Fuerza casi Máxima 5% del tiempo
32	Fuerza casi Máxima > 10% del tiempo

Nota: Las calificaciones detallan los tipos de fuerza que se pueden aplicar y sus correspondientes valoraciones, datos obtenidos de (Mas, 2015).

Figura 63

Factor de posturas y movimientos de hombro FP Check List OCRA

El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo	1
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 10% del tiempo	2
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte (o en otra postura extrema) más o menos el 1/3 del tiempo	6
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte más de la mitad del tiempo	12
El brazo se mantiene a la altura de los hombros y sin soporte todo el tiempo	24
<i>(*) Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones.</i>	

Nota: Las calificaciones de posturas y movimientos toma únicamente el mayor valor de todas las posturas, extraído de (Mas, 2015).

Figura 64

Factor de posturas y movimientos de codo FP Check List OCRA

El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo	2
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) más de la mitad del tiempo	4
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o prono-supinación extrema, tirones, golpes) casi todo el tiempo	8

Nota: Las calificaciones de posturas y movimientos toma únicamente el mayor valor de todas las posturas, extraído de (Mas, 2015).

Figura 65

Factor de posturas y movimientos de muñeca FP Check List OCRA

Posturas y movimientos de la muñeca	PMu
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo	2
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) más de la mitad del tiempo	4
La muñeca permanece doblada en una posición extrema, todo el tiempo	8

Nota: Las calificaciones de posturas y movimientos toma únicamente el mayor valor de todas las posturas, extraído de (Mas, 2015).

Tabla 16

Factor de posturas y movimientos de mano FP Check List OCRA

CALIFICACIÓN	DETALLES
2	-Alrededor de 1/3 del tiempo
4	-Más de la mitad del tiempo
8	-Casi todo el tiempo.

Nota: Las calificaciones de posturas y movimientos toma únicamente el mayor valor de todas las posturas, datos obtenidos de (Mas, 2015).

Figura 66

Factor de movimientos estereotipados FP Check List OCRA

- Existe repetición de movimientos idénticos del hombro, codo, muñeca, o dedos, al menos 2/3 del tiempo - O bien el tiempo de ciclo está entre 8 y 15 segundos.	1.5
- Existe repetición de movimientos idénticos del hombro, codo, muñeca o dedos, casi todo el tiempo - O bien el tiempo de ciclo es inferior a 8 segundos	3

Nota: Las calificaciones de posturas y movimientos toma únicamente el mayor valor de todas las posturas, extraído de (Mas, 2015).

Figura 67

Factor de riesgos físico-mecánicos FC Check List OCRA

Se utilizan guantes inadecuados (que interfieren en la destreza de sujeción requerida por la tarea) más de la mitad del tiempo	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 2 veces por minuto o más	2
La actividad implica golpear (con un martillo, golpear con un pico sobre superficies duras, etc.) con una frecuencia de 10 veces por hora o más	2
Existe exposición al frío (menos de 0°) más de la mitad del tiempo	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel bajo/medio 1/3 del tiempo o más	2
Se utilizan herramientas que producen vibraciones de nivel alto 1/3 del tiempo o más	2
Las herramientas utilizadas causan compresiones en la piel (enrojecimiento, callosidades, ampollas, etc.)	2
Se realizan tareas de precisión más de la mitad del tiempo (tareas sobre áreas de menos de 2 o 3 mm.)	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan más de la mitad del tiempo	2
Existen varios factores adicionales concurrentes, y en total ocupan todo el tiempo	3
(*) Si concurren varios factores se escogerá alguna de las dos últimas opciones..	

Nota: Las calificaciones detallan los riesgos de factores adicionales, extraído de (Mas, 2015).

Figura 68

Factor de riesgos socio organizativos FC Check List OCRA

El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede disminuirse o acelerarse	1
El ritmo de trabajo está totalmente determinado por la máquina	2

Nota: Las calificaciones detallan los riesgos de factores adicionales, extraído de (Mas, 2015).

Figura 69

Multiplicador de duración MD Check List OCRA

Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) en minutos	MD
60-120	0.5
121-180	0.65
181-240	0.75
241-300	0.85
301-360	0.925
361-420	0.95
421-480	1
481-539	1.2
540-599	1.5
600-659	2
660-719	2.8
≥720	4

Nota: Las calificaciones detalla el tiempo neto de trabajo repetitivo y sus correspondientes valoraciones, extraído de (Mas, 2015).

Programación de la herramienta Método CHECK LIST OCRA

Para calcular el tiempo neto de trabajo repetitivo se tomó el tiempo total de la jornada y se restaron el tiempo no repetitivo, tiempo de pausas y el tiempo que se utiliza para el almuerzo, mediante la siguiente fórmula: $=((D15*60)+E15)-((D16*60)+E16)-((D17*60)+E17)-E18$, para el ingreso de datos se utilizan listas desplegables en horas y minutos, como se puede apreciar en la Figura 70.

Figura 70

Ingreso de tiempos Check List OCRA

TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO (TNTR)		210
ACTIVIDADES	TIEMPO	
	HORAS	MINUTOS
DURACIÓN DE LA JORNADA	5	0
TIEMPO NO REPETITIVO	0	0
TIEMPO DE PAUSAS	0	30
TIEMPO DE ALMUERZO		60

Nota: El ingreso se realiza por horas y minutos en listas desplegables, extraído de ERGO/CR.

Para el cálculo final del ICKL se utiliza la siguiente formula: $= (G23 + G28 + G38 + G41 + G63) * G73$, para luego programar las recomendaciones de acuerdo a las calificaciones que se pueden apreciar en la Figura 71, mediante la codificación que se puede apreciar en la Figura 72.

Figura 71

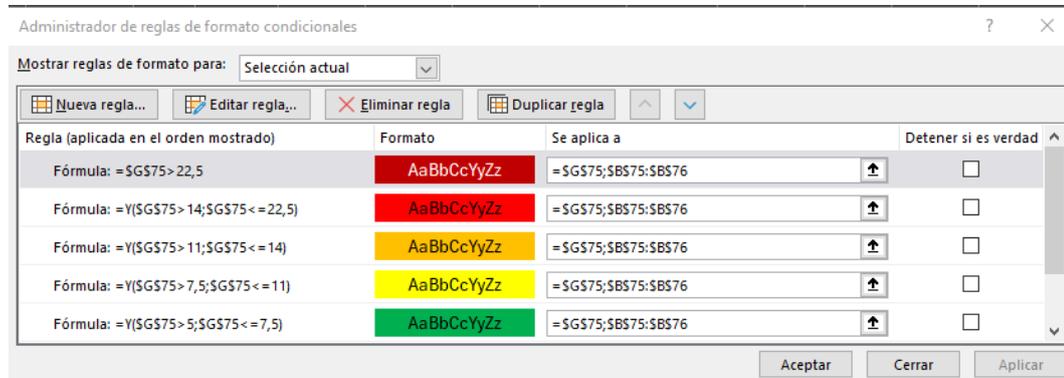
Parámetros de calificación Check List OCRA

≤ 5	Óptimo	No se requiere
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere
7.6 - 11	Incierto	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto
11.1 - 14	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
14.1 - 22.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento
> 22.5	Inaceptable Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento

Nota: La figura muestra las acciones que se deben tomar para evitar enfermedades, obtenido de (Mas, 2015).

Figura 72

Código de colores para respuesta final Check List OCRA



Nota: La figura muestra las condiciones que se programaron para que se respete el código de colores para una mejor comprensión, desarrollado por el investigador, extraído de ERGO/CR.

Diseño visual de la herramienta Método Check List OCRA

El diseño se creó de con una interfaz intuitiva como se puede apreciar en la, Figura 73 nos permite el ingreso de los datos necesarios a través de listas desplegable, además se diferencian los títulos de los subtítulos por los colores celeste y amarillo de manera respectiva hasta poder obtener el resultado final.

Figura 73

Diseño visual del método Check List OCRA

TIEMPO NETO DE TRABAJO REPETITIVO (TNTR)		210																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ACTIVIDADES</th> <th colspan="2">TIEMPO</th> </tr> <tr> <th>HORAS</th> <th>MINUTOS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DURACIÓN DE LA JORNADA</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO NO REPETITIVO</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO DE PAUSAS</td> <td>0</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>TIEMPO DE ALMUERZO</td> <td></td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>		ACTIVIDADES	TIEMPO		HORAS	MINUTOS	DURACIÓN DE LA JORNADA	5	0	TIEMPO NO REPETITIVO	0	0	TIEMPO DE PAUSAS	0	30	TIEMPO DE ALMUERZO		60
ACTIVIDADES	TIEMPO																		
	HORAS	MINUTOS																	
DURACIÓN DE LA JORNADA	5	0																	
TIEMPO NO REPETITIVO	0	0																	
TIEMPO DE PAUSAS	0	30																	
TIEMPO DE ALMUERZO		60																	
TIEMPO NETO DEL CICLO DE TRABAJO (TNC)		28,00																	
NÚMERO DE CICLOS	450																		
FACTOR DE RECUPERACIÓN FR		0																	
Existe una interrupción de al menos 8 minutos cada hora de trabajo (contando el descanso del almuerzo).																			
FACTOR DE FRECUENCIA FF		0																	
Acciones técnicas dinámicas	0																		
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.																			
Acciones técnicas estáticas	0																		
NINGUNA																			
FACTOR DE FUERZA FFz		0																	
No se aplica fuerza																			
FACTOR DE POSTURAS Y MOVIMIENTOS FP		2																	
Posturas y movimientos del hombro	1																		
El brazo/s no posee apoyo y permanece ligeramente elevado algo más de la mitad el tiempo																			
<i>las manos esta por encima de la cabeza</i>	NO																		

Continua Figura 73.

Posturas y movimientos del codo	2	
El codo realiza movimientos repentinos (flexión-extensión o pronosupinación extrema, tirones, golpes) al menos un tercio del tiempo		
Posturas y movimientos de la muñeca	2	
La muñeca permanece doblada en una posición extrema o adopta posturas forzadas (alto grado de flexión-extensión o desviación lateral) al menos 1/3 del tiempo		
Duración del agarre	2	
Alrededor de 1/3 del tiempo		
Movimientos estereotipados	0	
NINGUNA		
FACTOR DE RIESGOS ADICIONALES FC	1	
Factores físico - mecánicos	0	
NINGUNA		
Factores socio - organizativos	1	
El ritmo de trabajo está parcialmente determinado por la máquina, con pequeños lapsos de tiempo en los que el ritmo de trabajo puede		
MULTIPLICADOR DE DURACIÓN MD	0,75	
CALIFICACIÓN FINAL (ICKL)		2.25
RIESGO ÓPTIMO) No se requiere cambios		

Nota: El diseño es intuitivo y permite el ingreso de datos de los tiempos repetitivos y no repetitivos, además de la selección de opciones mediante listas desplegables, extraído de ERGO/CR.

Prueba Método CHECK LIST Check List OCRA

- **Prueba 1**

El análisis realizado con los datos de la Tabla 17, son iguales a los obtenidos con la herramienta ERGO/CR, como se aprecia en la Figura 74 y en el trabajo de (Vallejo, 2019, pp.60-69).

Tabla 17

Datos de prueba 1 Check List OCRA

CÓDIGO	VALOR	DETALLE
DT	480 min	Duración de la tarea
TNR	154 min	Tiempo no repetitivo
P	56 min	Pausas o descansos
A	60 min	Pausa de almuerzo
NC	280	Número de ciclos
FR	0	Factor de recuperación
FF	0	Factor de frecuencia
FFz	2	Factor de fuerza
FP	2	Factor de posturas y movimientos
FC	1	Factor de riesgos adicionales
MD	0,75	Cálculo del multiplicador de duración

Nota: Los datos fueron extraídos del trabajo de (Vallejo, 2019, p.70).

Figura 74

Resultado prueba 1 Check List OCRA

CALIFICACIÓN FINAL (ICKL)		3.75
RIESGO ÓPTIMO) No se requiere cambios		
RECOMENDACIONES		
FACTOR DE RECUPERACIÓN	No requiere intervención	
FACTOR DE FRECUENCIA	No requiere ntervención	
FACTOR DE FUERZA	No requiere intervención	
FACTOR DE POSTURAS	No requiere inversión	
FACTOR DE RIESGOS ADICIONALES	Intervenir los factores socio organizativos	
TIEMPO DE TRABAJO REPETITIVO	Reducir el tiempo neto de trabajo repetitivo	

Nota: La nota final se presenta con recomendaciones para evitar la aparición de posibles enfermedades laborales, elaborado por ERGO/CR.

- **Prueba 2**

El resultado obtenido del ejercicio presentado en la Tabla 18 mediante el uso de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR visible en la Figura 75, es igual al resultado presentado en el libro de (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, p.270).

Tabla 18

Datos de prueba 2 Check List OCRA

CÓDIGO	VALOR	DETALLE
DT	480 min	Duración de la tarea
TNR	0 min	Tiempo no repetitivo
P	30 min	Pausas o descansos
A	60 min	Pausa de almuerzo
NC	450	Número de ciclos
FR	3	Factor de recuperación
FF	1	Factor de frecuencia
FFz	0	Factor de fuerza
FP	25,5	Factor de posturas y movimientos
FC	3	Factor de riesgos adicionales
MD	0,95	Cálculo del multiplicador de duración

Nota: Los datos fueron extraídos de un libro de (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, pp.250-270).

Figura 75

Resultado prueba 2 Check List OCRA

CALIFICACIÓN FINAL (ICKL)		30,88
RIESGO INACEPTABLE ALTO) Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento		
RECOMENDACIONES		
FACTOR DE RECUPERACIÓN	Aumentar el tiempo de recuperación	
FACTOR DE FRECUENCIA	No requiere intervención	
FACTOR DE FUERZA	No requiere intervención	
FACTOR DE POSTURAS	Reducir el factor de posturas y movimientos	
FACTOR DE RIESGOS ADICIONALES	Intervenir los factores físico mecánico	
TIEMPO DE TRABAJO REPETITIVO	Reducir el tiempo neto de trabajo repetitivo	

Nota: La nota final se presenta con recomendaciones para evitar la aparición de enfermedades laborales, elaborado por ERGO/CR.

Recopilación de datos Método JSI

Para el método JSI, se presentan los siguientes parámetros: Intensidad del esfuerzo basado en la escala de Borg observable en la Figura 76, el número de esfuerzos realizados por minuto visible en la Tabla 19, la velocidad del ritmo de trabajo que se aprecia en la Figura 77, la duración del esfuerzo determinada en el porcentaje de la duración total de los esfuerzos como se observa en la Tabla 20, la posición de la mano y muñeca, dependiendo los ángulos de inclinación o supinación como se puede ver en la Figura 78. Finalmente, la duración de la jornada laboral medida en horas como se aprecia en la Tabla 21.

Figura 76

Intensidad de esfuerzo JSI

Intensidad del esfuerzo	%MS ²	EB ¹	Esfuerzo percibido	Valoración
Ligero	<10%	<=2	Escasamente perceptible, esfuerzo relajado	1
Un poco duro	10% - <30%	3	Esfuerzo perceptible	2
Duro	30% - <50%	4-5	Esfuerzo obvio; sin cambio en la expresión facial	3
Muy duro	50% - <80%	6-7	Esfuerzo importante; cambios en la expresión facial	4
Cercano al máximo	>=80%	>7	Uso de los hombros o tronco para generar fuerzas	5

Nota: La tabla está basada en la escala de Borg, una percepción y la calificación correspondiente, extraído de (Mas, 2015).

Tabla 19*Esfuerzos por minuto JSI*

CANTIDAD*MIN	VALORACIÓN	EM
<4	1	0,5
4-8	2	1
9-14	3	1,5
15-19	4	2
>=20	5	3

Nota: La tabla muestra la cantidad de esfuerzo por minuto, su valoración y la calificación correspondiente, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 77*Velocidad del trabajo JSI*

Ritmo de trabajo	Comparación con MTM-1 ¹	Velocidad percibida	Valoración
Muy lento	<=80%	Ritmo extremadamente relajado	1
Lento	80% - <90%	Ritmo lento	2
Regular	90% - <100%	Velocidad de movimientos normal	3
Rápido	100% - <115%	Ritmo impetuoso pero sostenible	4
Muy rápido	>=115%	Ritmo impetuoso y prácticamente insostenible	5

Nota: La tabla muestra el ritmo de trabajo, una percepción y la calificación correspondiente, extraído de (Mas, 2015).

Tabla 20*Duración de esfuerzo JSI*

DURACIÓN	VALORACIÓN	DE
<100%	1	0,5
10%-<30%	2	1
30%-<50%	3	1,5
50%-<80%	4	2
80%-100%	5	3

Nota: La tabla muestra la duración del esfuerzo y su valoración correspondiente, datos extraídos de (Mas, 2015).

Tabla 21

Duración por día JSI

HORAS	VALORACIÓN	DD
<1	1	0,25
1-2	2	0,5
2-4	3	0,75
4-8	4	1
>=8	5	1,5

Nota: La tabla muestra el tiempo de la jornada laboral, su valoración y la calificación correspondiente, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 78

Postura mano muñeca JSI

Postura muñeca	Extensión	Flexión	Desviación	Postura percibida	Valoración
Muy buena	0°-10°	0°-5°	0°-10°	Perfectamente neutral	1
Buena	11°-25°	6°-15°	11°-15°	Cercana a la neutral	2
Regular	26°-40°	16°-30°	16°-20°	No neutral	3
Mala	41°-55°	31°-50°	21°-25°	Desviación importante	4
Muy mala	>55°	>50°	>25°	Desviación extrema	5

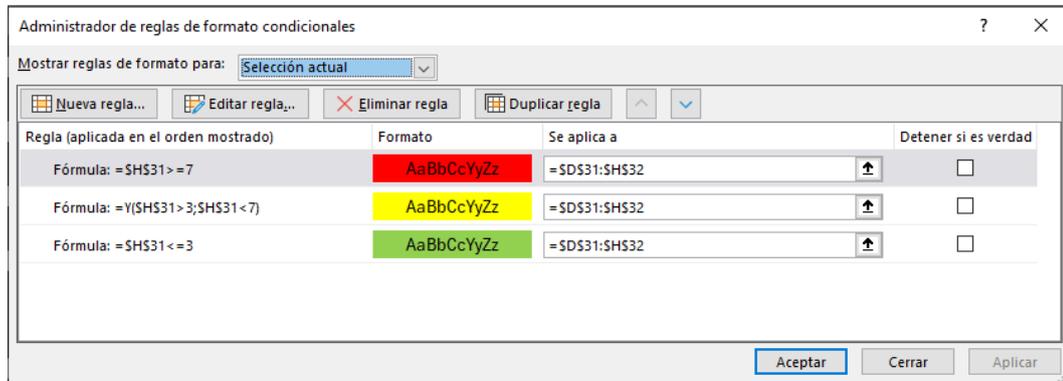
Nota: La tabla muestra las posturas de mano muñeca, una percepción, valoración y la calificación correspondiente, extraído de (Mas, 2015).

Programación de la herramienta Método JSI

Para determinar la calificación final del modelo JSI se utilizó el siguiente código: =H10*H14*H17*H20*H23*H28, que representa la multiplicación de las 6 variables que se tomaron en cuenta, para la aplicación del esquema de colores para la respuesta final se utilizó la clasificación que se puede apreciar en la Figura 79.

Figura 79

Códigos de colores para respuesta final JSI



Nota: La figura muestra las condiciones que se programaron para que se respete el código de colores para una mejor comprensión, extraído de ERGO/CR.

Diseño visual de la herramienta Método JSI

El método JSI es uno de los más sencillos dentro de la herramienta que se presentó, al igual que los métodos anteriores se presenta una interfaz sencilla donde nos permite hacer el ingreso de datos por medio de listas desplegables como se puede observar en la Figura 80.

Figura 80

Diseño visual del método JSI

INTENSIDAD DE ESFUERZO			3
Un poco duro (Esfuerzo perceptible)			
ESFUERZOS POR MINUTO			1
4-8			
VELOCIDAD DE TRABAJO			1
Regular (Velocidad de movimientos normal)			
DURACIÓN DE ESFUERZO			1,5
30%-<50%			
POSTURA MANO MUÑECA			1
Buena (Cercana a la neutral)			
Extensión	Flexión	Desviación	
11º-25º	6º-15º	11º-15º	
DURACIÓN POR DÍA			0,75
2-4			
CALIFICACIÓN FINAL (JSI)			3,38
La tarea es aceptable			

Nota: El diseño es intuitivo y permite el ingreso de datos mediante listas desplegables, extraído de ERGO/CR.

Prueba Método JSI

- **Prueba 1**

El resultado del análisis realizado con los datos de la Tabla 22, extraídos del trabajo de (Pillajo y Valdez, 23, p.42), el análisis mediante la herramienta ERGO/CR nos arrojó el mismo resultado como se aprecia en la Figura 81.

Tabla 22

Datos de prueba 1 JSI

PARÁMETROS	CÓDIGO	VALOR
Intensidad del esfuerzo	IE	6
% Duración del esfuerzo	DE	1
Esfuerzos por minuto	EM	0,5
Postura mano-muñeca	HWP	1
Velocidad de trabajo	SW	1
Duración por día	DD	1

Nota: Los datos fueron extraídos del trabajo de (Pillajo y Valdez, 2023, p.42).

Figura 81

Resultado prueba 1 JSI

CALIFICACIÓN FINAL (JSI) 3,00	
La tarea es probablemente segura	
RECOMENDACIONES	
Reducir intensidad de esfuerzo	
Los esfuerzos por minuto no requieren intervención	
La velocidad de trabajo no requiere intervención	
la duración de esfuerzo no requiere intervención	
La postura de muñeca no requiere intervención	
Disminuir la duración de trabajo por día	

Nota: La nota final se presenta con recomendaciones para evitar la aparición de enfermedades laborales, elaborado por ERGO/CR.

- **Prueba 2**

El resultado obtenido del ejercicio presentado en la Tabla 23, mediante el uso de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR visible en la Figura 82 es igual al resultado presentado en el libro de (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, p.231).

Tabla 23

Datos de prueba 2 JSI

PARÁMETROS	CÓDIGO	VALOR
Intensidad del esfuerzo	IE	3
% Duración del esfuerzo	DE	1
Esfuerzos por minuto	EM	0,5
Postura mano-muñeca	HWP	1,5
Velocidad de trabajo	SW	1
Duración por día	DD	0,25

Nota: Los datos fueron extraídos de un libro de (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, p.231).

Figura 82

Resultado prueba 2 JSI

CALIFICACIÓN FINAL (JSI)		0,56
La tarea es probablemente segura		
RECOMENDACIONES		
Intensidad de esfuerzo no requiere intervención		
Los esfuerzos por minuto no requieren intervención		
Disminuir la velocidad de trabajo		
la duración de esfuerzo no requiere intervención		
La postura de muñeca no requiere intervención		
La duración de trabajo por día no requiere intervención		

Nota: La nota final se presenta con recomendaciones para evitar la aparición de enfermedades laborales, extraído de ERGO/CR.

Recopilación de datos Método NIOSH

Para la programación del método Niosh se tomaron en cuenta los siguientes factores: Factor de distancia horizontal visible en la Tabla 24, factor de distancia vertical observable en la Tabla 25, factor de desplazamiento vertical que se aprecia en la Tabla 26, factor de asimetría como se visualiza en la Tabla 27, el tiempo de duración de la tarea medido en horas apreciable en la Figura 85, factor de frecuencia que presenta sus datos en la Figura 86 y el factor de agarrare que se presenta en la Figura 88.

Tabla 24

Factor de distancia horizontal HM NIOSH

H	VALOR (HM)
<25	1
$\geq 25 - \leq 63$	$25/H$
>63	0

Nota: La columna “H” representa a la distancia del plano horizontal como se aprecia en la Figura 83, datos extraídos de (Mas, 2015).

Tabla 25

Factor de distancia vertical VM NIOSH

V	VALOR (VM)
≤ 175	$(1-0,003 V-75)$
>175	0

Nota: La columna “V” representa la separación del plano vertical del piso con respecto a la carga como se aprecia en la Figura 83, datos extraídos de (Mas, 2015).

Tabla 26

Factor de desplazamiento vertical DM NIOSH

D	VALOR (DM)
≤ 25	1
$> 25 - \leq 75$	$0,82+(4,5/D)$
> 75	0,88

Nota: La columna “D” representa a la diferencia del valor absoluto entre la distancia inicial y final de la carga en el plano vertical, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 83

Ejemplo de distancias vertical y horizontal NIOSH



Nota: Nos indica la manera correcta de tomar los valores de V y H, obtenido de (Mas, 2015).

Tabla 27

Factor de asimetría AM NIOSH

A	VALOR (AM)
$\leq 135^\circ$	$1-(0,0032*A)$
$> 135^\circ$	0

Nota: La columna “A” es el ángulo de giro como se aprecia en la Figura 84, desarrollado por el investigador, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 84

Ejemplo de ángulo de asimetría NIOSH



Nota: Nos indica la manera adecuada de tomar el ángulo de asimetría, obtenido de (Mas, 2015).

Figura 85

Duración de la tarea NIOSH

Tiempo	Duración	Tiempo de recuperación
≤1 hora	Corta	al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo
>1 - 2 horas	Moderada	al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo
>2 - 8 horas	Larga	

Nota: La duración de la tarea se toma con respecto al tiempo y su recuperación estimada, extraído de (Mas, 2015).

Figura 86

Factor de frecuencia FM NIOSH

Elevaciones/ min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	<1 hora		>1 a 2 horas		>2 a 8 horas	
FRECUENCIA	corta <75	corta >75	moderada <75	moderada >75	larga <75	larga >75
<0,2	1	1	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,76	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,66	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,8	0,8	0,6	0,6	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,5	0,5	0,27	0,27
7	0,7	0,7	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,3	0,3	0	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13
11	0,41	0,41	0	0,23	0	0
12	0,37	0,37	0	0,21	0	0
13	0	0,34	0	0	0	0
14	0	0,31	0	0	0	0
15	0	0,28	0	0	0	0
>15	0	0	0	0	0	0

Nota: Indica los valores tomados con respecto a la frecuencia, la duración de la tarea que se aprecia en la Figura 85, datos extraídos de (Mas, 2015).

Figura 87

Ejemplos de agarre NIOSH



Nota: El agarre depende las azas de la carga y la posición de las manos, obtenido de (Mas, 2015).

Figura 88

Factor de agarre CM NIOSH

TIPO DE AGARRE	V < 75	V ≥ 75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90

Nota: El factor de agarre nos da valoraciones con respecto a la distancia vertical V, y al ejemplo de agarre presentado en la Figura 85, datos extraídos de .

Figura 87, extraído de (Mas, 2015).

Programación de la herramienta Método NIOSH

Una vez se ingresaron todos los datos mediante las listas desplegables se procedió a programar las celdas según los parámetros de cada uno de los factores a calificar quedando de la siguiente manera:

- Factor de distancia horizontal (HM):

=SI.CONJUNTO(E16<25;"1";E16>63;"0";E16>=25;(25/E16))

- Factor de distancia vertical (VM):

=SI.CONJUNTO(E20=75;"0";E20>175;"0";E20>0;(1-0,003*(ABS(E20-75))))

- Factor de desplazamiento vertical (DM):

=SI.CONJUNTO(E26<=25;"1";E26>175;"0";E26>25;(0,82+(4,5/E26)))

- Factor de asimetría (AM):

=SI.CONJUNTO(E28>135;"0";E28<=135;(1-(0,0032*E28)))

- Factor de frecuencia (FM):

Para este factor primero se creó una celda oculta con el código:

=SI.CONJUNTO(Y(G11<=1;E20<75);"corta <75";Y(G11<=1;E20>=75);"corta>75";Y(G11<=2;E20<75);"moderada<75";Y(G11<=2;E20>=75);" moderada >75";Y(G11>2;E20<75);"larga<75";Y(G11>2;E20>=75);"larga>75";0; 0), estos datos ocultos nos sirven para poder utilizar los datos presentado en la Figura 86, mediante el código:

=BUSCARV(E32;M490:S508;COINCIDIR(E33;M490:S490;0);FALSO)

- Factor de agarre (CM): Para este factor se utilizó una celda oculta con el código:

=SI.CONJUNTO(E20<75;"V <75";E20>=75;"V >75"), estos datos ocultos nos sirven para llamar a los datos que podemos apreciar en la Figura 88.

El cálculo de la variable RWL se realizó como lo indica el desarrollo de un análisis monotarea al multiplicar cada uno de los factores que se han tomado en cuenta anteriormente, presentándose como:
 $RWL=(LC)*(HM)*(VM)*(DM)*(AM)*(FM)*(CM)$, una vez obtenido el RWL del origen y el destino, se toma el menor valor entre estos dos como el **ÍNDICE DE LEVANTAMIENTO DE LA TAREA**.

En la parte final del método Niosh tenemos disponibles tres botones como se puede apreciar en la Figura 89, los cuales están programados con las siguientes macros:

- **Agregar tarea:**

Sub ICKL()

,

' ICKL Macro

```

Range("C51:H51").Select

Selection.Insert Shift:=xlDown, CopyOrigin:=xlFormatFromLeftOrAbove

Range("D51").Select

Application.CutCopyMode = False

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-9]C[3]"

Range("E51").Select

ActiveWindow.SmallScroll Down:=-9

ActiveCell.FormulaR1C1 = "=MIN(R[-19]C[2],R[-18]C[2])"

Range("D51:E51").Select

ActiveWindow.SmallScroll Down:=6

Selection.Copy

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _
:=False, Transpose:=False

Application.CutCopyMode = False

End Sub

```

Lo cual permitió agregar una nueva celda y copiar los valores numéricos, en la columna de “tarea”, el índice de levantamiento de la tarea y en la columna “frecuencia”, la frecuencia de la tarea, así para cada tarea que se agregue.

- **Ordenar**

```

Sub ORDENAR()

' ORDENAR Macro

```

```

Range("D50:D56").Select

ActiveWorkbook.Worksheets("NIO SH").Sort.SortFields.Clear

ActiveWorkbook.Worksheets("NIO SH").Sort.SortFields.Add2
Key:=Range("D50:D56") _
, SortOn:=xlSortOnValues, Order:=xlDescending,
DataOption:=xlSortNormal

With ActiveWorkbook.Worksheets("NIO SH").Sort
    .SetRange Range("D49:E56")
    .Header = xlNo
    .MatchCase = False
    .Orientation = xlTopToBottom
    .SortMethod = xlPinYin
    .Apply
End With
End Sub

```

Al ingresar todas las tareas que deseamos calcular, el botón ORDENAR nos permitió darle un orden a las tareas de mayor a menor dependiendo del índice de levantamiento de carga.

- **Calcular**

```

Sub RESULTADO()
'
' RESULTADO Macro
'

```

ActiveWindow.SmallScroll Down:=1

Range("I77").Select

ActiveCell.FormulaR1C1 = _

"SI.CONJUNTO(Y(D50<>0;D51="" ;D52="" ;D53="" ;D54="");G42;Y(50
<>0;D51<>0;D52="" ;D53="" ;D54="");D50+(D51*(E50+E51)-51*(E50));
Y(D50<>0;D51<>0;D52<>0;D53="" ;D54="");D50+((D51*(E50+E51)D5*(E
50))+D52*(E50+E51+E52)-D52*(E50+E51));Y(D50<>0;D51<>0;D52<>0;D53
<>0;D54="");D50+((D51*(E50+E51)-D51*(E50))+D52*(E50+E51+E52)-D52
(E50+E51))+D53+(E50+E51+E52+E" & _"53)-D53(E50+E51+E52));Y(D 50
<>0;D51<>0;D52<>0;D53<>0;D54<>0);D50+((D51*(E50+E51)-D51*(E50))+(
D52*(E50+E51+E52)-D52*(E50+E51))+D53+(E50+E51+E52+E53)-D53*(E5 0
+E51+E52))+D54*(E50+E51+E52+E53+E54)-D54*(E50+E51+E52+E53)))" &
_ ""

Range("G47").Select

ActiveCell.Formula2R1C1 = _

"=IFS(AND(R[3]C[-3]<>0,R[4]C[-3]="" ,R[5]C[-3]="" ,R[6]C[-3]="" ,
R[7]C[-3]=""),R[-5]C,AND(R[3]C[-3]<>0,R[4]C[-3]<>0,R[5]C[-3]="" ,R[6]
C[-3]="" ,R[7]C[-3]=""),R[3]C[-3]+(R[4]C[-3]*(R[3]C[-2]+R[4]C[-2])-R[4]
C[-3]*(R[3]C[-2])),AND(R[3]C[-3]<>0,R[4]C[-3]<>0,R[5]C[-3]<>0,R[6]C[-3]=
"" ,R[7]C[-3]=""),R[3]C[-3]+((R[4]C[-3]*(R[3]C[-2]+R[4]C[-2])-R[4]C[-3]*
(R[3]C[-" & _"2]))+(R[5]C[-3]*(R[3]C[-2]+R[4]C[-2]+R[5]C[-2])-R[5]C[-3]*(R
[3]C[-2]+R[4]C[-2])),AND(R[3]C[-3]<>0,R[4]C[-3]<>0,R[5]C[-3]<>0,R[6]C[-
3]<>0,R[7]C[-3]=""),R[3]C[-3]+((R[4]C[-3]*(R[3]C[-2]+R[4]C[-2])-R[4]C[3]*
(R[3]C[-2]))+(R[5]C[-3]*(R[3]C[-2]+R[4]C[-2]+R[5]C[-2])-R[5]C[-3]*(R[3]C[-

```

2]+R[4]C[-2]))+(R[6]C[-3]+(R[3]C[-2]+R[4]C[-2]+R[5]C[-2]+R[6]C[-2])-R[6]C
[-3]*(R[3]C[-2]+R[4]C[-2]+R[5]C[-2]))),AND(R[3]C[-3]<>0,R[4]C[-3]<>0
,R[5]C[-3]<>0,R[6]C[-3]<>0,R[7]C[-3]<>0),R[3]C[-3]+((R[4]C[-3]*(R[3]C[-2]+
R[4]C[-2])-R[4]C[-3]*(R[3]C[-2]))+(R[5]C[-3]*(R[3]C[-2]+R[4]C[-2]+R[5]C[-
2])-R[5]C[-3]*(R[3]C[-2]+R[4]C[-2]))+(R[6]C[-3]+(R[3]C[-2]+R[4]C[-2]+R[5]
C[-2]+R[6]C[-2])-R[6]C[-3]*(R[3]C[-2]+R[4]C[-2]+R[5]C[-2]))+(R[7]C[-3]*(R
[3]C[-2]+R[4]C[-2]+R[5]C[-2]+R[6]C[-2]+R[7]C[-2])-R[7]C[-3]*(R[3]C[-
2]+R[4]C[-2]+R[5]C[-2]+R[6]C[-2]))))" & "_"

```

```

Range("G48").Select

```

```

End Sub

```

Este comando nos permitió identificar cuantas tareas se han ingresado y así se determinó cuál sería la fórmula para el cálculo multitarea, siendo la base del cálculo la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 ILTC = & (ILT1 * F1) + ((ILT2 * (F1 + F2) - ILT2 * (F1)) + (ILT3 * (F1 + F2 + F3) - \\
 & ILT3 * (F1 + F2)) + (ILTn * (F1 + F2 + F3 + Fn) - ILTn * (F1 + F2 + Fn)))
 \end{aligned}$$

Diseño visual de la herramienta Método NIOSH

El método Niosh es el método más complejo que se desarrolló dentro de la herramienta presentada, ya que cuenta con varios botones que nos ayudaron a realizar los cálculos necesarios para llegar al resultado final; como se aprecia en la Figura 89, también nos permitió hacer el ingreso de los datos mediante listas desplegables diferenciando los datos de origen y destino a través de dos colores diferentes.

Figura 89

Diseño visual del método NIOSH

HORAS DE TRABAJO (DÍA)		6
PESO DE LA CARGA (KG)		10,00
FACTOR DE DISTANCIA HORIZONTAL		(HM)
Distanca horizontal origen (Ho)	25	1,00
Distanca horizontal destino (Hd)	25	1,00
FACTOR DE DISTANCIA VERTICAL		(VM)
Distancia vertical (Vo)	10	0,81
Distancia vertical destino (Vd)	65	0,97
		(DM)
Altura inicial (Vo)	55	0,90
Altura final (Vd)	55	0,90
FACTOR DE ASIMETRÍA		(AM)
Ángulo de giro origen (Ao)	0	1,00
Ángulo de giro destino (Ad)	0	1,00
FACTOR DE FRECUENCIA		(FM)
levantamiento/minutos	1	0,75
		0,75
FACTOR DE AGARRE		(CM)
AGARRE	REGULAR	0,95
		0,95
PESO MÁXIMO RECOMENDADO ORIGEN		11,90
PESO MÁXIMO RECOMENDADO DESTINO		14,34
INDICE DE LEVANTAMIENTO DE LA TAREA		0,84
AGREGAR TAREA		
ORDENAR		
CALCULAR		

Continua Figura 89.



The image shows a software interface with a grey background. At the top, there is a red rectangular box containing the text "PESO MÁXIMO RECOMENDADO". To its right is another red box containing the value "6,31". Below these is a table with two columns: "TAREA" and "FRECUENCIA". The table has five rows of data.

TAREA	FRECUENCIA
2,95	0,27
1,23	0,85
1,16	0,85
0,85	0,18

Nota: El diseño es intuitivo y permite el ingreso de datos mediante listas desplegables, cuenta con 3 botones para desarrollar el método multitarea, extraído de ERGO/CR.

Prueba Método NIOSH

- **Prueba 1**

Utilizando los datos de la Figura 90 se demostró que el resultado obtenido mediante el uso de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR, que se puede observar en la Figura 91, es igual al resultado presentado en un libro de (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, p.168).

Figura 90

Datos de prueba 1 NIOSH

Variable	Tarea _{OPU}	Tarea _{menor}	Tarea _{testado}
Duración: 6 horas (Tabla 6.2).	Larga	Larga	Larga
El tiempo de recuperación: 20 minutos * 6 horas (>108 y <432 minuto).	120 min.	120 min.	120 min.
Carga: peso de la carga.	10 kg	4 kg	2 kg
H _o : distancia horizontal de agarre en el origen.	25 cm	25 cm	25 cm
H _d : distancia horizontal de agarre en el destino.	25 cm	25 cm	25 cm
V _o : altura en el origen.	10 cm	50 cm	95 cm
V _d : altura en el destino.	65 cm	20 cm	110 cm
Control de la carga en el destino.	Sí	Sí	Sí
D: desplazamiento. D= V _o - V _d	10-65 =55 cm	50-20 =30 cm	95-110 =15 cm
A _o : ángulo de torsión en origen.	0°	0°	0°
A _d : ángulo de torsión en destino.	0°	0°	0°
F: frecuencia de levantamiento.	1 lev./min	1 lev./min	2 lev./min
Agarre	Regular	Regular	Regular

Nota: Los datos fueron extraídos del libro de (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, p.167).

Figura 91

Cálculo multitarea prueba 1 NIOSH



Nota: El resultado de cada tarea se ordena de mayor a menor para realizar el cálculo del índice de levantamiento compuesto, extraído de ERGO/CR.

- **Prueba 2**

Utilizando los datos de la Tabla 18, se demostró que el resultado obtenido mediante el uso de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR, que se puede observar en la Figura 92 es igual al resultado presentado en el trabajo de (Meza, 2017, p.96).

Tabla 28

Datos prueba 2 NIOSH

DETALLES	VALOR
Carga (Kg)	21,3
Horas de trabajo por día	8
Distancia horizontal origen (Ho)	52
Distancia horizontal destino (Hd)	50
Distancia vertical (Vo)	110
Distancia vertical destino (Vd)	48
Ángulo de giro origen (Ao)	0
Ángulo de giro destino (Ad)	30
Factor de frecuencia (FM)	8
Agarre (CM)	Malo

Nota: Los datos fueron extraídos del trabajo de (Meza, 2017, p.96).

Figura 92

Cálculo monotarea prueba 2 NIOSH

The screenshot displays a software interface for calculating task frequency. It features several input fields and buttons:

- PESO MÁXIMO RECOMENDADO ORIGEN:** 6,76
- PESO MÁXIMO RECOMENDADO DESTINO:** 6,52
- INDICE DE LEVANTAMIENTO DE LA TAREA:** 3,27
- AGREGAR TAREA** (button)
- ORDENAR** (button)
- CALCULAR** (button)
- PESO MÁXIMO RECOMENDADO:** 3,27
- Table:**

TAREA	FRECUENCIA
3,27	0,85

Nota: El resultado del cálculo multitarea toma el menor valor de ICKL de origen y destino, extraído de ERGO/CR.

Recopilación de datos Método SNOOK Y CIRIELLO

Las tablas de

Snook y Ciriello, son tablas que nos indican la cantidad de peso sugerida que puede transportar una persona que se aprecia en la Figura 93, y el peso que puede empujar o arrastrar como apreciable en la Figura 94.

Figura 93

Pesos de transporte SNOOK Y CIRIELLO

		Peso máximo aceptable para transporte (Kg)																							
		Transporte cada 2,1 metros								Transporte cada 4,3 metros								Transporte cada 8,5 metros							
Altura	Porcentaje	Un transporte cada								Un transporte cada								Un transporte cada							
		6	12	1	2	5	30	h	h	10	16	1	2	5	30	h	h	18	24	1	2	5	30	h	h
		seg								min								h							
		HOMBRES																							
111	90	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20			
	75	14	19	23	23	26	29	34	13	16	21	21	23	26	30	13	15	18	18	20	23	27			
	50	19	25	30	30	33	38	44	17	20	27	27	30	34	39	17	19	23	24	26	29	35			
	25	23	30	37	37	41	46	54	20	25	33	33	37	41	48	21	24	29	29	32	36	43			
	10	27	35	43	43	48	54	63	24	29	38	39	43	48	57	24	28	34	34	38	42	50			
79	90	13	17	21	21	23	26	31	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26			
	75	18	23	28	29	32	36	42	16	19	25	25	28	32	37	17	20	24	24	27	30	35			
	50	23	30	37	37	41	46	54	20	25	32	33	36	41	48	22	26	31	31	35	39	46			
	25	28	37	45	46	51	57	67	25	30	40	40	45	50	59	27	32	38	38	42	48	56			
	10	33	43	53	53	59	66	78	29	35	47	47	52	59	69	32	38	44	45	50	56	65			
		MUJERES																							
105	90	11	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16			
	75	13	14	15	15	16	16	21	11	12	15	15	16	16	21	12	13	14	14	14	14	19			
	50	15	16	18	18	18	18	25	12	13	18	18	18	18	24	14	15	16	16	16	16	22			
	25	17	18	20	20	21	21	28	14	15	20	20	21	21	28	15	17	18	18	19	19	25			
	10	19	20	22	22	23	23	31	16	17	22	22	23	23	32	17	19	20	20	21	21	28			
72	90	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19			
	75	15	17	18	18	19	19	25	11	13	16	16	17	17	23	14	15	16	16	17	17	23			
	50	17	19	21	21	22	22	29	13	15	19	19	20	20	26	16	17	19	19	20	20	26			
	25	20	22	24	24	25	25	33	15	17	22	22	22	22	30	18	19	21	21	22	22	30			
	10	22	24	27	27	28	28	37	17	19	24	24	25	25	33	20	21	24	24	25	25	33			

Nota: Se presentan los pesos preestablecidos según la distancia, altura y el percentil, extraído de (INSST, 2022, p.8).

Figura 94

Pesos de empuje y arrastre SNOOK Y CIRIELLO

		Fuerzas máximas aceptables de empuje para mujeres (Kg)																																			
Altura	Percentil	Un empuje cada 2,1 metros						Un empuje cada 7,6 metros						Un empuje cada 15,2 metros						Un empuje cada 30,5 metros						Un empuje cada 45,7 metros						Un empuje cada 61 metros					
		Un empuje cada						Un empuje cada						Un empuje cada						Un empuje cada						Un empuje cada											
		5	12	1	2	5	30	8	15	22	1	2	5	30	8	25	35	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	2	5	30	8	
		seg						min						h						seg						min						h					
135	90	14	15	17	18	20	21	22	15	16	18	18	18	19	20	12	14	14	14	15	16	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	
	75	17	18	21	22	24	25	27	18	19	19	20	22	23	24	15	17	17	17	19	20	21	15	16	17	19	21	15	16	17	19	21	14	15	17	19	
	50	20	22	25	26	29	30	32	21	23	23	24	26	27	29	18	20	20	20	22	23	25	16	19	21	22	25	16	19	21	22	25	17	18	20	22	
	10	24	25	28	30	33	35	37	25	26	27	29	31	32	34	20	23	23	24	25	27	29	20	22	24	26	29	20	22	24	26	28	20	21	23	26	
80	90	14	15	17	18	20	21	22	14	15	18	17	19	21	21	11	13	14	14	16	18	17	12	14	15	16	18	12	14	15	16	18	12	13	14	16	
	75	17	18	21	22	24	25	27	17	18	20	20	22	23	25	14	16	17	17	19	20	21	15	16	18	19	21	15	16	18	19	21	15	16	17	19	
	50	20	22	25	26	29	30	32	20	21	23	24	27	29	30	16	19	20	21	23	24	25	16	20	21	23	26	16	20	21	23	26	16	19	20	23	
	10	24	25	28	30	33	35	37	23	25	27	29	31	33	34	18	22	23	24	27	29	29	21	23	24	26	30	21	23	24	26	30	20	22	24	27	
57	90	11	12	14	14	16	17	18	11	12	14	14	16	16	17	8	11	12	12	13	14	15	11	11	12	13	15	11	12	13	15	10	11	12	13		
	75	14	15	17	17	19	20	21	14	15	17	17	19	20	21	11	13	14	15	16	17	18	13	13	15	16	18	13	14	15	16	18	12	13	14	16	
	50	16	17	20	20	23	24	25	16	18	20	21	23	24	25	14	16	17	18	19	20	21	15	16	18	19	22	15	17	18	19	22	15	16	17	19	
	10	19	20	23	24	27	28	30	19	21	23	24	27	28	29	16	18	20	20	23	24	25	16	18	21	22	25	16	19	21	22	25	17	19	20	23	
135	90	6	8	10	10	11	12	14	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	8	5	6	6	6	8	5	5	5	6	8	4	4	4	6	
	75	9	10	14	14	16	17	21	9	10	11	11	12	13	16	7	8	8	8	10	11	13	7	8	9	9	12	7	8	8	11	6	6	6	9		
	50	12	16	19	20	21	23	28	12	14	14	15	16	17	21	10	11	12	12	14	14	16	10	11	12	12	16	9	10	11	15	8	8	9	12		
	10	16	20	24	25	27	35	42	16	20	21	22	24	32	14	17	18	18	20	22	27	13	14	15	16	21	13	13	13	19	10	10	11	15			
80	90	6	7	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	11	5	6	6	7	7	8	10	5	6	6	7	9	5	6	6	8	4	4	5	6			
	75	8	11	13	13	15	16	19	8	10	11	11	13	13	17	7	8	9	9	11	11	14	8	9	9	10	13	7	8	8	12	6	6	7	9		
	50	11	15	18	18	20	21	26	11	13	15	15	17	18	22	9	11	11	11	13	14	15	19	10	12	12	13	17	10	11	12	16	8	9	9	12	
	10	14	18	22	23	25	31	38	14	17	19	20	21	26	12	14	16	16	18	19	24	13	15	15	16	22	12	14	14	15	20	11	11	12	15		
57	90	5	6	8	8	9	9	12	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	8	5	6	6	6	8	5	5	5	6	7	4	4	4	6	
	75	7	9	11	12	13	14	17	8	10	11	11	12	15	7	8	8	8	10	10	13	7	8	8	9	12	7	7	8	11	6	6	6	8			
	50	10	13	15	16	17	18	23	11	13	14	14	16	17	21	9	11	11	11	13	14	17	10	11	11	12	16	9	10	10	11	15	8	8	8	11	
	10	12	16	19	20	22	25	30	14	17	18	19	20	21	26	12	14	15	15	17	18	22	12	14	14	15	20	11	11	11	14	10	10	11	14		

Nota: Se presentan los pesos preestablecidos según la distancia, altura y el percentil, tanto para la fuerza de manipulación y la fuerza de sustentación, extraído de (INSST, 2022, p.11).

Programación de la herramienta Método SNOOK Y CIRIELLO

Cuando ya hemos seleccionado los parámetros a analizar mediante las listas desplegables, procedimos a asignar las frecuencias necesarias en la tabla de la derecha mediante el código:

=SI.CONJUNTO(\$D\$15=2,1; AC13;\$D\$15=4,3;AL13;\$D\$15=8,5;AU13;
\$D\$15=7,6;CH13;\$D\$15=15,2;CQ13;O(\$D\$15=30,5;\$D\$15=45,7);CZ13;\$D\$15
=61;DP13).

Seguidamente le dimos los valores de los pesos correspondientes al percentil y la altura de cada análisis, debido a la extensa cantidad de datos se llamaron a las celdas a través de dos etapas, la primera para los valores de empuje y arrastre con el código:

=SI.CONJUNTO(Y(BE32=5;D15=2,1;BE33=5);31;Y(BE32=5;D15=7,6;
BE33=5);32;Y(BE32=5;D15=15,2;BE33=5);33;Y(BE32=5;D15=30,5;BE33=5);3
4;Y(BE32=5;D15=45,7;BE33=5);35;Y(BE32=5;D15=61;BE33=5);36;Y(BE32=5
;D15=2,1;BE33=6);1;Y(BE32=5;D15=7,6;BE33=6);2;Y(BE32=5;D15=15,2;BE3
3=6);3;Y(BE32=5;D15=30,5;BE33=6);4;Y(BE32=5;D15=45,7;BE33=6);5;Y(BE
32=5;D15=61;BE33=6);6;Y(BE32=5;D15=2,1;BE33=7);7;Y(BE32=5;D15=7,6;B
E33=7);8;Y(BE32=5;D15=15,2;BE33=7);9;Y(BE32=5;D15=30,5;BE33=7);10;Y(
BE32=5;D15=45,7;BE33=7);11;Y(BE32=5;D15=61;BE33=7);12;Y(BE32=6;D15
=2,1;BE33=5);13;Y(BE32=6;D15=7,6;BE33=5);14;Y(BE32=6;D15=15,2;BE33=
5);15;Y(BE32=6;D15=30,5;BE33=5);16;Y(BE32=6;D15=45,7;BE33=5);17;Y(B
E32=6;D15=61;BE33=5);18;Y(BE32=6;D15=2,1;BE33=6);19;Y(BE32=6;D15=7
,6;BE33=6);20;Y(BE32=6;D15=15,2;BE33=6);21;Y(BE32=6;D15=30,5;BE33=6
);22;Y(BE32=6;D15=45,7;BE33=6);23;Y(BE32=6;D15=61;BE33=6);24;Y(BE32
=6;D15=2,1;BE33=7);25;Y(BE32=6;D15=7,6;BE33=7);26;Y(BE32=6;D15=15,2
;BE33=7);27;Y(BE32=6;D15=30,5;BE33=7);28;Y(BE32=6;D15=45,7;BE33=7);
29;Y(BE32=6;D15=61;BE33=7);30;Y(BE32=3;D15=2,1;BE33=5);41;Y(BE32=3
;D15=7,6;BE33=5);42;Y(BE32=3;D15=15,2;BE33=5);43;Y(BE32=3;D15=30,5;

BE33=5);44;Y(BE32=3;D15=45,7;BE33=5);45;Y(BE32=3;D15=61;BE33=5);46;
Y(BE32=3;D15=2,1;BE33=6);47;Y(BE32=3;D15=7,6;BE33=6);48;Y(BE32=3;D
15=15,2;BE33=6);49;Y(BE32=3;D15=30,5;BE33=6);50;Y(BE32=3;D15=45,7;B
E33=6);51;Y(BE32=3;D15=61;BE33=6);52;Y(BE32=3;D15=2,1;BE33=7);53;Y(
BE32=3;D15=7,6;BE33=7);54;Y(BE32=3;D15=15,2;BE33=7);55;Y(BE32=3;D1
5=30,5;BE33=7);56;Y(BE32=3;D15=45,7;BE33=7);57;Y(BE32=3;D15=61;BE33
=7);58;Y(BE32=4;D15=2,1;BE33=5);59;Y(BE32=4;D15=7,6;BE33=5);60;Y(BE
32=4;D15=15,2;BE33=5);61;Y(BE32=4;D15=30,5;BE33=5);62;Y(BE32=4;D15=
45,7;BE33=5);63;Y(BE32=4;D15=61;BE33=5);64;Y(BE32=4;D15=2,1;BE33=6)
;65;Y(BE32=4;D15=7,6;BE33=6);66;Y(BE32=4;D15=15,2;BE33=6);67;Y(BE32
=4;D15=30,5;BE33=6);68;Y(BE32=4;D15=45,7;BE33=6);69;Y(BE32=4;D15=61
;BE33=6);70;Y(BE32=4;D15=2,1;BE33=7);71;Y(BE32=4;D15=7,6;BE33=7);72;
Y(BE32=4;D15=15,2;BE33=7);73;Y(BE32=4;D15=30,5;BE33=7);74;Y(BE32=4
;D15=45,7;BE33=7);75;Y(BE32=4;D15=61;BE33=7);76)

Para llamar a los datos referentes al transporte y el resultado final se utilizó el siguiente código:

=SI.CONJUNTO(Y(\$BE\$32=1;\$BE\$33=1;\$BE\$34=1);AC14;Y(\$BE\$32=1;\$BE\$33=1;\$BE\$34=2);AL14;Y(\$BE\$32=1;\$BE\$33=1;\$BE\$34=3);AU14;Y(\$BE\$32=1;\$BE\$33=2;\$BE\$34=1);AC22;Y(\$BE\$32=1;\$BE\$33=2;\$BE\$34=2);AL22;Y(\$BE\$32=1;\$BE\$33=2;\$BE\$34=3);AU22;Y(\$BE\$32=2;\$BE\$33=3;\$BE\$34=1);AC33;Y(\$BE\$32=2;\$BE\$33=3;\$BE\$34=2);AL33;Y(\$BE\$32=2;\$BE\$33=3;\$BE\$34=3);AU33;Y(\$BE\$32=2;\$BE\$33=4;\$BE\$34=1);AC41;Y(\$BE\$32=2;\$BE\$33=4;\$BE\$34=2);AL41;Y(\$BE\$32=2;\$BE\$33=4;\$BE\$34=3);AU41;\$BE\$36=47;BY22;\$BE\$36=48;CH22;\$BE\$36=49;CQ22;\$BE\$36=50;CZ22;\$BE\$36=51;DH2

2;\$BE\$36=52;DP22;\$BE\$36=53;BY30;\$BE\$36=54;CH30;\$BE\$36=55;CQ30;\$BE\$36=56;CZ30;\$BE\$36=57;DH30;\$BE\$36=58;DP30;\$BE\$36=59;BY39;\$BE\$36=60;CH39;\$BE\$36=61;CQ39;\$BE\$36=62;CZ39;\$BE\$36=63;DH39;\$BE\$36=64;DP39;\$BE\$36=65;BY47;\$BE\$36=66;CH47;\$BE\$36=67;CQ47;\$BE\$36=68;CZ47;\$BE\$36=69;DH47;\$BE\$36=70;DP47;\$BE\$36=71;BY55;\$BE\$36=72;CH55;\$BE\$36=73;CQ55;\$BE\$36=74;CZ55;\$BE\$36=75;DH55;\$BE\$36=76;DP55;\$BE\$36=41;BY14;\$BE\$36=42;CH14;\$BE\$36=43;CQ14;\$BE\$36=44;CZ14;\$BE\$36=45;DH14;\$BE\$36=46;DP14;\$BE\$36=31;DY14;\$BE\$36=32;EH14;\$BE\$36=33;EQ14;\$BE\$36=34;EZ14;\$BE\$36=35;FG14;\$BE\$36=36;FN14;\$BE\$36=1;DY22;\$BE\$36=2;EH22;\$BE\$36=3;EQ22;\$BE\$36=4;EZ22;\$BE\$36=5;FG22;\$BE\$36=6;FN22;\$BE\$36=7;DY30;\$BE\$36=8;EH30;\$BE\$36=9;EQ30;\$BE\$36=10;EZ30;\$BE\$36=11;FG30;\$BE\$36=12;FN30;\$BE\$36=13;DY39;\$BE\$36=14;EH39;\$BE\$36=15;EQ39;\$BE\$36=16;EZ39;\$BE\$36=17;FG39;\$BE\$36=18;FN39;\$BE\$36=19;DY47;\$BE\$36=20;EH47;\$BE\$36=21;EQ47;\$BE\$36=22;EZ47;\$BE\$36=23;FG47;\$BE\$36=24;FN47;\$BE\$36=25;DY55;\$BE\$36=26;EH55;\$BE\$36=27;EQ55;\$BE\$36=28;EZ55;\$BE\$36=29;FG55;\$BE\$36=30;FN55).

A continuación, utilizamos el código:

=BUSCARV(\$D\$21;G12:N17;COINCIDIR(\$D\$17;G12:N12;0);FALSO),

para poder llamar al valor de la celda y columna que coinciden con los datos ingresados mediante las listas desplegables.

Finalmente, se toma el valor encontrado y se le restan las modificaciones correspondientes para obtener así el peso final recomendado.

Diseño visual de la herramienta Método SNOOK Y CIRIELLO

El ingreso de los datos se realiza mediante listas desplegables y del lado derecho nos presenta la respectiva tabla desde donde se llaman a los pesos correspondientes, como se puede apreciar en la Figura 95.

Figura 95

Diseño visual del método SNOOK Y CIRIELLO

TIPO DE ANÁLISIS		TRANSPORTE
GENERO	→	MASCULINO
DISTANCIA	→	4,3
FRECUENCIA	→	2 min
ALTURA	→	Nudillos 79
PERCENTIL	→	50
PESO PERMITIDO		33,0
SANCIONES		
AGARRE	NO	0,0
SEPARACIÓN	NO	0,0
PESO MÁXIMO PERMITIDO		33,0

Nota: El diseño nos muestra a un lado la tabla de donde se ha tomado el valor final.

Prueba Método SNOOK Y CIRIELLO

- **Prueba 1**

El resultado obtenido del ejercicio presentado en la Tabla 29 mediante el uso de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR visible en la Figura 96, es igual al resultado presentado en un libro de (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, p.187).

Tabla 29

Datos de prueba 1 SNOOK Y CIRIELLO

DETALLE	VALOR
Sexo	Mujer
Altura de manejo de carga	95 cm
Valor tabulado más próximo	105 cm
Percentil (% de población protegida)	90
Frecuencia	1 transporte cada 5 minutos
Distancia recorrida	1,8 m
Valor tabulado más próximo	2,1m

Nota: Los datos extraídos de un libro de (Cuesta, Ceca & Mas, 2018, p.187).

Figura 96

Resultado prueba 1 SNOOK Y CIRIELLO

PESO PERMITIDO		13,0
SANCIONES		
AGARRE	NO	0,0
SEPARACIÓN		
SEPARACIÓN	NO	0,0
PESO MÁXIMO PERMITIDO		13,0

Nota: La nota final se toma de las tablas de SNOOK Y CIRIELLO, extraído de ERGO/CR

- **Prueba 2**

El resultado del análisis realizado con los datos de la Tabla 30 del trabajo de (Vélez, 2023, p.114) es de 18 Kg, el análisis mediante la herramienta ERGO/CR nos arrojó el mismo resultado como se aprecia en la Figura 97.

Tabla 30

Datos de prueba 2 SNOOK Y CIRIELLO

DETALLE	VALOR
Sexo	Hombre
Altura de empuje de carga	140 cm
Valor tabulado más próximo	144 cm
Percentil (% de población protegida)	90
Frecuencia	3 empuje por hora
Distancia recorrida	97 m
Valor tabulado más próximo	61m

Nota: Los datos fueron extraídos del trabajo de (Vélez, 2023, p.114).

Figura 97

Resultado prueba 2 SNOOK Y CIRIELLO

PESO PERMITIDO		18,0
SANCIONES		
AGARRE	NO	0,0
SEPARACIÓN	NO	0,0
PESO MÁXIMO PERMITIDO		18,0

Nota: La nota final se toma de las tablas de SNOOK Y CIRIELLO, extraído de ERGO/CR.

Recopilación de datos Método ROSA

El método Rosa toma en cuenta la calificación de dos grupos que son:

- **Calificaciones de asiento:** conformado por las calificaciones de;

Altura de asiento visible en la Figura 98 y su modificación de la Figura 99, profundidad de asiento como se muestra en la Figura 100 y su modificación, reposabrazos del asiento apreciable en la

Figura 101 y su modificación que se puede ver en la Figura 102, respaldo del asiento visible en la Figura 103 y sus modificaciones de la Figura 104, el tiempo de uso del mobiliario que se aprecia en la Figura 105.

- **Calificación de los periféricos:** conformada por;

calificación de pantalla visible en la Figura 106 y su modificación de la Figura 107, calificación de teléfono como se observa en la Figura 108 y su modificación que se puede mirar en la Figura 109, calificación de mouse apreciable en la Figura 110 y su modificación en la Figura 111 y finalmente la calificación de teclado que se observa en la Figura 112 con su modificación en la Figura 113.

Figura 98

Calificación de altura del asiento ROSA



Nota: La altura del asiento tiene distintas calificaciones, que se pueden alterar después de las modificaciones, extraído de (Mas, 2015).

Figura 99

Modificación de altura de asiento ROSA



Nota: La calificación de este apartado puede modificar la calificación de la altura de asiento, extraído de (Mas, 2015).

Figura 100

Calificación de la profundidad del asiento ROSA



Nota: Tiene distintas calificaciones y una sola modificación que es la profundidad no ajustable que lleva el valor de 1, extraído de (Mas, 2015).

Figura 101

Calificación del reposabrazos del asiento ROSA



Nota: El reposabrazos del asiento tiene distintas calificaciones que se pueden alterar después de aplicar las modificaciones correspondientes, extraído de (Mas, 2015).

Figura 102

Modificación de reposabrazos de asiento ROSA



Nota: La calificación de este apartado puede modificar la calificación del reposabrazos de asiento, extraído de (Mas, 2015).

Figura 103

Calificación del respaldo del asiento ROSA



Nota: El respaldo del asiento tiene distintas calificaciones que se pueden alterar después de aplicar las modificaciones correspondientes extraído de (Mas, 2015).

Figura 104

Modificación de respaldo de asiento ROSA



Nota: La calificación de este apartado puede modificar la calificación del respaldo de asiento, extraído de (Mas, 2015).

Figura 105

Calificación del tiempo de uso ROSA

Tiempo de uso diario	Puntuación
Menos de 1 hora en total o menos de 30 minutos ininterrumpidos	-1
Entre 1 y 4 horas en total o entre 30 minutos y 1 hora ininterrumpida	0
Más de 4 horas o más de 1 hora ininterrumpida	+1

Nota: El tiempo de uso hace referencia el tiempo que se pasa en el puesto de trabajo, extraído de (Mas, 2015).

Figura 106

Calificación pantalla ROSA



Nota: La pantalla tiene distintas calificaciones que se pueden alterar después de aplicar las modificaciones correspondientes, extraído de (Mas, 2015).

Figura 107

Modificación de pantalla ROSA



Nota: La calificación de este apartado puede modificar la calificación de la pantalla, extraído de (Mas, 2015).

Figura 108

Calificación teléfono ROSA



Nota: El teléfono tiene distintas calificaciones que se pueden alterar después de aplicar las modificaciones correspondientes, extraído de (Mas, 2015).

Figura 109

Modificación de teléfono ROSA



Nota: La calificación de este apartado puede modificar la calificación del teléfono, extraído de (Mas, 2015).

Figura 110

Calificación mouse ROSA



Nota: El mouse tiene distintas calificaciones que se pueden alterar después de aplicar las modificaciones correspondientes, extraído de (Mas, 2015).

Figura 111

Modificación de mouse ROSA



Nota: La calificación de este apartado puede modificar la calificación del mouse, extraído de (Mas, 2015).

Figura 112

Calificación teclado ROSA



Nota: El teclado tiene distintas calificaciones que se pueden alterar después de aplicar las modificaciones correspondientes, extraído de (Mas, 2015).

Figura 113

Modificación de teclado ROSA



Nota: La calificación de este apartado puede modificar la calificación del teclado, extraído de (Mas, 2015).

Programación de la herramienta Método ROSA

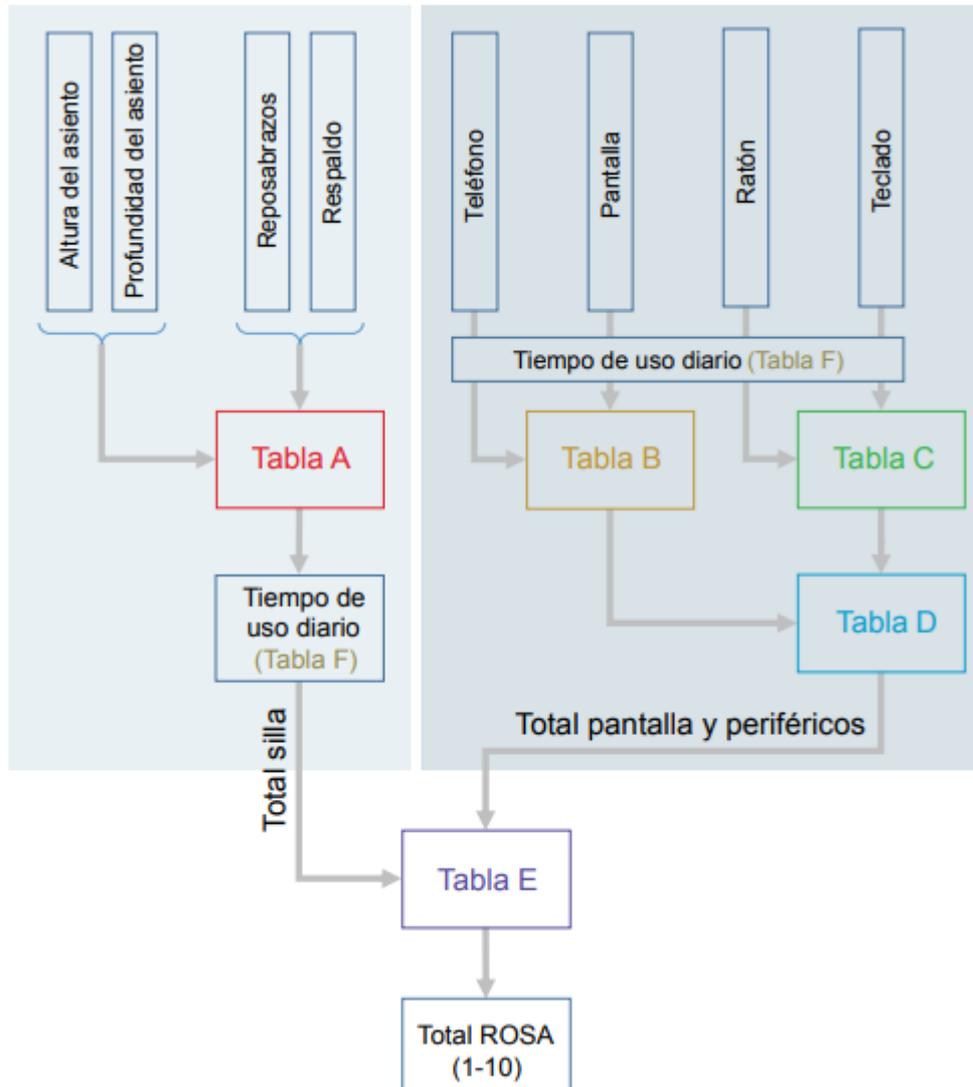
La programación del método Rosa se realizó mediante el uso de diferentes tablas que se conforman de la siguiente manera:

- **Tabla A:** toma en cuenta los valores de altura más profundidad de asiento y reposabrazos más respaldo de asiento.
- **Tabla B:** toma en cuenta los valores de teclado más el tiempo de uso diario y pantalla más tiempo de uso.
- **Tabla C:** toma en cuenta los valores de mouse más el tiempo de uso diario y teclado más el tiempo de uso diario.
- **Tabla D:** toma en cuenta los valores obtenidos de las Tablas B y C.
- **Tabla E:** toma en cuenta el valor de la Tabla A más el tiempo de usos diario y el valor generado por la Tabla D.

Todo este proceso se encuentra de manera visual en la Figura 114.

Figura 114

Proceso de programación ROSA



Nota: Diagrama de flujo para el cálculo del método ROSA, obtenido de (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST], 2022).

La calificación de la tabla A se obtuvo mediante el código:

=BUSCARV(D27;AG9:AO16;COINCIDIR(D44;AG9:AO9;0);FALSO),

que nos permite llamar a la suma de la altura y la profundidad y contrastarla con la suma del respaldo y reposabrazos apreciable en Figura 115.

Figura 115

Tabla A ROSA

TABLA A		Reposabrazos + Respaldo							
		2	3	4	5	6	7	8	9
Altura Asiento + profundidad de asiento	2	2	2	3	4	5	6	7	8
	3	2	2	3	4	5	6	7	8
	4	3	3	3	4	5	6	7	8
	5	4	4	4	4	5	6	7	8
	6	5	5	5	5	6	7	8	9
	7	6	6	6	7	7	8	8	9
	8	7	7	7	8	8	9	9	9

Nota: La tabla A toma en cuenta las calificaciones de los 4 aspectos del asiento, datos extraídos de (Mas, 2015).

La calificación de la Tabla B se obtuvo mediante el código:

=BUSCARV(E62;AG19:AO26;COINCIDIR(E54;AG19:AO19;0);FALSO

), que nos permite buscar un valor que contraste los periféricos de pantalla y teléfono como se puede apreciar en la Figura 116.

Figura 116

Tabla B ROSA

TABLA B		Puntuación de la Pantalla							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Puntuación del Teléfono	0	1	1	1	2	3	4	5	6
	1	1	1	2	2	3	4	5	6
	2	1	2	2	3	3	4	6	7
	3	2	2	3	3	4	5	6	8
	4	3	3	4	4	5	6	7	8
	5	4	4	5	5	6	7	8	9
	6	5	5	6	7	8	8	9	9

Nota: La tabla B toma en cuenta las calificaciones de pantalla y teléfono, datos extraídos de (Mas, 2015).

La calificación de la Tabla C se obtuvo mediante el código:

=BUSCARV(E73;AG29:AO37;COINCIDIR(E81;AG29:AO29;0);FALSO

), que nos permite buscar un valor que contraste los periféricos de mouse y teclado como se puede apreciar en la Figura 117.

Figura 117

Tabla C ROSA

TABLA C		Puntuación del Teclado							
		0	1	2	3	4	5	6	7
Puntuación del Mouse	0	1	1	1	2	3	4	5	6
	1	1	1	2	3	4	5	6	7
	2	1	2	2	3	4	5	6	7
	3	2	2	3	3	5	6	7	8
	4	3	4	4	5	5	6	7	8
	5	4	5	5	6	6	7	8	9
	6	5	6	6	7	7	8	8	9
	7	6	7	7	8	8	9	9	9

Nota: La tabla C toma en cuenta las calificaciones de mouse y teclado, datos extraídos de (Mas, 2015).

La calificación de la Tabla D se obtuvo mediante el código:

=BUSCARV(I67;AG40:AP49;COINCIDIR(I85;AG40:AP40;0);FALSO),

que nos permite buscar un valor que contraste las Tablas C y D como se puede apreciar en la Figura 118.

Figura 118

Tabla D ROSA

TABLA D		Puntuación Tabla C								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Puntuación Tabla B	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9
	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9
	5	5	5	5	5	5	6	7	8	9
	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9
	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9

Nota: La tabla D toma en cuenta las calificaciones obtenidas de las Tabla B y C, datos extraídos de (Mas, 2015).

La calificación de la Tabla E se obtuvo mediante el código:

=BUSCARV(I67;AG40:AP49;COINCIDIR(I85;AG40:AP40;0);FALSO),

que nos permite buscar un valor que contraste entre las Tablas A y D que pertenecen a la calificación final de la silla y la calificación final de los periféricos respectivamente, como se puede apreciar en la Figura 119.

Figura 119

Tabla E ROSA

TABLA E		Puntuación Pantalla y Periféricos									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Puntuación Silla	1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	2	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	3	3	3	3	4	5	6	7	8	9	10
	4	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10
	5	5	5	5	5	5	6	7	8	9	10
	6	6	6	6	6	6	6	7	8	9	10
	7	7	7	7	7	7	7	7	8	9	10
	8	8	8	8	8	8	8	8	8	9	10
	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	10
	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Nota: La tabla E toma en cuenta las calificaciones obtenidas de puntuación de silla y la puntuación final de los periféricos (Tablas A y D), datos extraídos de (Mas, 2015).

Finalmente, se presentó el resultado con un código de color y el mensaje de sugerencia para dicha tarea, como se aprecia en la Figura 120.

Figura 120

Resultado final ROSA

RESULTADO ROSA	3	RECOMENDACIONES
RIESGO MEJORABLE: Puede mejorarse		

Nota: El resultado del valor numérico se presentó junto a una recomendación para mejora.

Continua Figura 121.

PANTALLA	2			PANTALLA	MODIFICACIÓN
Pantalla muy baja. 30º por debajo del nivel de los ojos					
MODIFICACIÓN DE PANTALLA	1	3			
Pantalla muy lejos. A más de 75 cm. De distancia o fuera del alcance del brazo					
TELÉFONO	1			TELÉFONO	MODIFICACIÓN
Se usan cascos auriculares o se usa el teléfono con una mano y el cuello en posición neutral. El teléfono está cerca (30 cm. o menos)					EL TELÉFONO CUMPLE CON LOS REQUISITOS
MODIFICACIÓN TELÉFONO	0	1			
Ninguna					
MOUSE	1			MOUSE	MODIFICACIÓN
El mouse está alineado con el hombro					EL MOUSE CUMPLE LOS REQUISITOS
MODIFICACIÓN DE MOUSE	0	1			
Ninguna					
TECLADO	1			TECLADO	MODIFICACIÓN
Las muñecas están rectas y los hombros					EL TECLADO CUMPLE LOS REQUISITOS
MODIFICACIÓN DE TECLADO	0	1			
Ninguna					
RESULTADO ROSA		3		RECOMENDACIONES	
RIESGO MEJORABLE: Puede mejorarse					
ALTURA DE ASIENTO	No requiere intervención				
PROFUNDIDAD DE ASIENTO	No requiere intervención				
REPOSABRAZOS DE ASIENTO	No requiere intervención				
RESPALDO DE ASIENTO	Requiere intervención				
TIEMPO DE USO	No requiere intervención				
PANTALLA	Requiere intervención				
TELÉFONO	No requiere intervención				
MOUSE	No requiere intervención				
TECLADO	No requiere intervención				

Nota: El diseño permite la selección de opciones mediante listas desplegables y se presentan imágenes referenciales de cada caso, extraído de ERGO/CR.

Prueba Método ROSA

- **Prueba 1**

Para realizar la prueba se tomó el ejercicio que se aprecia en la Tabla 31, del trabajo de (Flores, 2021). El resultado obtenido con datos extraídos del trabajo de (Flores, 2021, p.25) es 9, mientras que el resultado logrado con la herramienta ERGO/CR es de 7, como se puede apreciar en la Figura 122, para comprobar el resultado se realizó el mismo análisis con la herramienta ERGONIZA como se aprecia en la Figura 123, se obtuvo un resultado de 7, demostrando que la herramienta ERGO/CR nos permite obtener resultados más precisos.

Tabla 31

Datos de prueba 1 ROSA

PARTE	VALOR	MODIFICACIÓN
Altura del asiento	3	Sin modificación
Profundidad de asiento	2	2
Reposabrazos	2	1
Respaldo	2	2
Tiempo de uso	1	Sin modificación
Pantalla	1	Sin modificación
Teléfono	1	1
Mouse	2	Sin modificación
Teclado	2	1

Nota: Datos obtenidos del trabajo de (Flores, 2021, pp.20-25).

Figura 122

Resultado ERGO/CR prueba 1 ROSA



Nota: El resultado final se presenta junto a la recomendación, extraído de ERGO/CR.

Figura 123

Resultado ERGONIZA prueba 1 ROSA



Nota: El resultado fue obtenida de la aplicación ERGONIZA.

- **Prueba 2**

El resultado obtenido con datos extraídos de la Tabla 32, del trabajo de (Flores, 2021, p.30) es 9, mientras que el resultado logrado con la herramienta ERGO/CR es de 6, como se puede apreciar en la Figura 124, para comprobar el resultado se realizó el mismo análisis con la herramienta ERGONIZA como se aprecia en la Figura 125, se obtuvo un resultado de 6, demostrando que la herramienta ERGO/CR nos permite obtener resultados más precisos.

Tabla 32

Datos de prueba 2 ROSA

PARTE	VALOR	MODIFICACIÓN
Altura del asiento	2	Sin modificación
Profundidad de asiento	2	2
Reposabrazos	2	1
Respaldo	2	2
Tiempo de uso	1	Sin modificación
Pantalla	1	Sin modificación
Teléfono	2	1
Mouse	1	Sin modificación
Teclado	2	1

Nota: Datos obtenidos del trabajo de (Flores, 2021, pp.25-30).

Figura 124

Resultado ERGO/CR prueba 2 ROSA



Nota: El resultado final se presenta junto a la recomendación, obtenido de ERGO/CR.

Figura 125

Resultado ERGONIZA prueba 2 ROSA



Nota: El resultado fue obtenida de la aplicación ERGONIZA.

HERRAMIENTA DE ANÁLISIS ERGONÓMICO



MANUAL DE USO

DESARROLLADO POR JHONNY CUAYAL

EN COLABORACIÓN CON UNIVERSIDAD

TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

ÍNDICE DEL MANUAL DE USO

1. INTRODUCCIÓN
2. ALCANCE
3. MÉTODOS
 - 3.1.Método RULA
 - 3.2.Método REBA
 - 3.3.Método OWAS
 - 3.4.Método Check List OCRA
 - 3.5.Método JSI
 - 3.6.Método NIOSH
 - 3.7.Método SNOOK Y CIRIELLO
 - 3.8.Método ROSA
4. RESPONSABILIDADES

1. INTRODUCCIÓN

Primero, nosotros le agradecemos por utilizar la herramienta de análisis ergonómico, ERGO/CR. Se recomienda leer cuidadosamente el presente manual antes de hacer uso de la herramienta ERGO/CR, para realizar análisis ergonómicos de puestos de trabajo de una manera correcta.

- Dependiendo las características del puesto de trabajo que vaya a analizar se puede utilizar uno o varios de los métodos presentados dentro de la herramienta ERGO/CR.
- Este manual debe ser entregado a cada persona que tenga acceso a la herramienta.
- Este manual puede ser propenso al cambio, de acuerdo a las modificaciones y complementos que se realicen a la herramienta presentada.
- La información y especificaciones de este manual se basan a la versión 1.0 de la herramienta presentada el 25/09/2024, si usted recibe una versión más reciente por favor contáctese con el investigador: jcuayal@indoamerica.edu.ec para obtener una versión actual del presente manual.

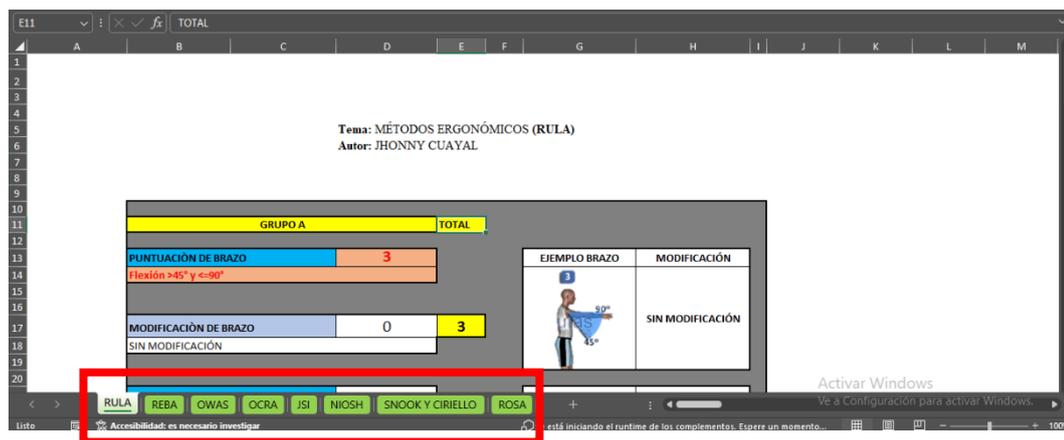
2. ALCANCE

El presente manual está dirigido a todas las personas que tengan acceso a la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR y ha sido diseñado con instrucciones para su correcta operación y funcionamiento.

3. MÉTODOS

ATENCIÓN: Lea cuidadosamente el presente manual antes de empezar a utilizar la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR.

La herramienta ERGO/CR cuenta con 8 métodos de análisis ergonómico, que se presentan en la parte inferior izquierda al momento de abrir la herramienta.



NOTA: Cada una de las pestañas presenta un método de análisis ergonómico ERGO/CR.

3.1. Método RULA

Para el ingreso de datos utilizamos las listas desplegables que se encuentran bajo el nombre de la parte del cuerpo que estamos analizando, para el ingreso de la modificación se utiliza de igual manera una lista desplegable, la calificación de cada parte analizada se presenta en el recuadro de la derecha.

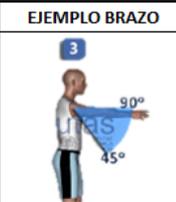
PUNTUACIÓN DE ANTEBRAZO	1	
Flexión entre 60° y 100°		
Flexión entre 60° y 100°		
Flexión <60° o >100°		
MODIFICACIÓN DE ANTEBRAZO	0	1
SIN MODIFICACIÓN		

EJEMPLO ANTEBRAZO	MODIFICACIÓN
	SIN MODIFICACIÓN

NOTA: La imagen que se presenta del lado derecho de la herramienta es referencial y sirve como guía para la medición de los ángulos necesario.

El cálculo de cada una de las partes del cuerpo que se pueden analizar dentro del método RULA corresponde a la suma algebraica entre la puntuación del periférico y la puntuación de su respectiva modificación.

GRUPO A		TOTAL
PUNTUACIÓN DE BRAZO	3	
Flexión >45° y <=90°		
MODIFICACIÓN DE BRAZO	1	4
Hombro elevado o brazo rotado		

EJEMPLO BRAZO	MODIFICACIÓN
	

NOTA 1: El recuadro en rojo muestra el periférico y su modificación.

NOTA 2: El cuadro en azul muestra la calificación final del periférico.

El ingreso de datos sigue el mismo procedimiento para todos los periféricos de los Grupo A, B y modificaciones.

Las CALIFICACIONES A y B se generan de manera automática.

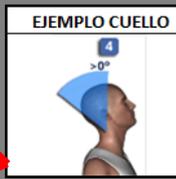
El resultado está acompañado con un cuadro de dialogo que nos indica la gravedad del análisis y las recomendaciones divididas en: GRUPO A, GRUPO B y TIPO DE MODIFICACIÓN

		CALIFICACIÓN FINAL		6
		SE REQUIERE EL REDISEÑO DE LA TAREA		
RECOMENDACIONES				
Para evitar posibles enfermedades laborales se recomienda realizar cambios en:				
GRUPO A		GRUPO B		
1) PUNTUACIÓN DE BRAZOS 2) PUNTUACIÓN DE MUÑECA		1) PUNTUACIÓN DE CUELLO 2) PUNTUACIÓN DE PIERNAS		
TIPO DE MODIFICACIÓN				
EL TIPO DE MODIFICACIÓN NO REQUIERE CAMBIO				

NOTA: El cuadro de recomendaciones nos indica los puntos críticos que debemos analizar y cambiar para mejorar la tarea.

Luego de desarrollar el método de análisis correspondiente se necesita la interpretación del evaluador, con el fin de tomar las acciones que fuesen requeridas, y así evitar que el trabajador pueda desarrollar una enfermedad profesional.

GRUPO B		TOTAL
PUNTUACIÓN DE CUELLO	4	
Extensión en cualquier grado		
MODIFICACIÓN DE CUELLO	0	4
SIN MODIFICACIÓN		
PUNTUACIÓN DE TRONCO	3	
Flexión >20° y ≤60°		
MODIFICACIÓN DE TRONCO	0	3
SIN MODIFICACIÓN		

EJEMPLO CUELLO	MODIFICACIÓN
	SIN MODIFICACIÓN

EJEMPLO TRONCO	MODIFICACIÓN
	SIN MODIFICACIÓN

NOTA: Las celdas que se pintan en color rojo nos indican que tienen una calificación es crítica y se necesita un cambio urgente.

3.2.Método REBA

Para el ingreso de datos utilizamos las listas desplegables que se encuentran bajo el nombre de la parte del cuerpo que estamos analizando, las modificaciones también utilizan listas desplegables, la calificación de cada parte analizada se presenta en el recuadro de la derecha.

PUNTAJÓN DE MUÑECA	2
Flexión o extensión >15°	
Posición neutra	
Flexión o extensión > 0° y <15°	
Flexión o extensión >15°	
MODIFICACIÓN DE MUÑECA	0
SIN MODIFICACIÓN	



EJEMPLO MUÑECA	MODIFICACIÓN
2	SIN MODIFICACIÓN

NOTA: La imagen que se presenta del lado derecho de la herramienta es referencial, y sirve como guía para la medición de los ángulos necesario.

El cálculo de cada una de las partes del cuerpo que se pueden analizar dentro del método RULA corresponde a la suma algebraica entre la puntuación del periférico y la puntuación de su respectiva modificación.

PUNTAJÓN DE CUELLO	1
Flexión entre 0° y 20°	
MODIFICACIÓN DE CUELLO	1
Cabeza rotada o con inclinación lateral	



EJEMPLO CUELLO	MODIFICACIÓN
1	-1

NOTA 1: El cuadro en rojo muestra el periférico y su modificación.

NOTA 2: El cuadro en azul muestra la calificación final del periférico.

El ingreso de datos sigue el mismo procedimiento para todos los periféricos de los Grupos A, B y modificaciones.

Las calificaciones A y B se generan de manera automática.

El resultado final está acompañado de un cuadro de dialogo que nos indica la gravedad del análisis y las recomendaciones divididas en: Grupo A, B y tipo de modificación.

NOTA FINAL		3
RIESGO BAJO: Puede ser necesaria la actuación		
RECOMENDACIONES		
Para evitar posibles enfermedades laborales se recomienda realizar cambios en:		
GRUPO A	GRUPO B	
1) PUNTAJÓN DE CUELLO	ESTE GRUPO NO REQUIERE CAMBIOS	
TIPO DE MODIFICACIÓN		
EL TIPO DE MODIFICACIÓN NO REQUIERE CAMBIOS		

NOTA: El cuadro de recomendaciones nos indica los puntos críticos que debemos analizar y cambiar para mejorar la tarea.

Luego de desarrollar el método de análisis correspondiente se necesita la interpretación de evaluador, con el fin de poder tomar las acciones que fuesen requeridas y así evitar que el trabajador pueda desarrollar una enfermedad profesional.

TIPO DE AMONESTACION		<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">EJEMPLO AGARRE</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"></td> </tr> <tr> <td>Puntuación A</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> <tr> <td>Puntuación B</td> <td style="text-align: center;">4</td> </tr> </table>		EJEMPLO AGARRE				Puntuación A	3	Puntuación B	4
EJEMPLO AGARRE											
											
Puntuación A	3										
Puntuación B	4										
CARGA O FUERZA	0	<table border="1"> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">CALIFICACIÓN GRUPOS A Y B</td> <td style="text-align: center;">3</td> </tr> </table>		CALIFICACIÓN GRUPOS A Y B		3					
CALIFICACIÓN GRUPOS A Y B				3							
Carga o fuerza menor de 5 Kg											
CARGA APLICADAS BRUSCAMENTE	1										
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente											
AGARRE	0										
Bueno											
ACTIVIDAD	1										
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables											

NOTA: Las celdas que se pintan en color rojo nos indican que tienen una calificación es crítica y se necesita un cambio urgente.

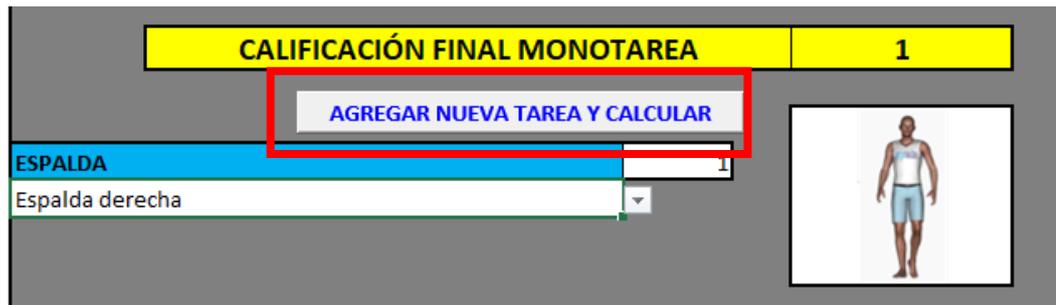
3.3.Método OWAS:

Para el ingreso de datos utilizamos las listas desplegables que se encuentran bajo el nombre de la parte del cuerpo que estamos analizando, la calificación de cada parte analizada se presenta en el recuadro de la derecha.

OWAS MULTITAREA	
CALIFICACIÓN FINAL MONOTAREA	1
AGREGAR NUEVA TAREA Y CALCULAR	
ESPALDA	1
Espalda derecha	
Espalda derecha	
Espalda doblada	
Espalda con giro	
Espalda doblada con giro	
BRAZOS	1
Los dos brazos bajos	

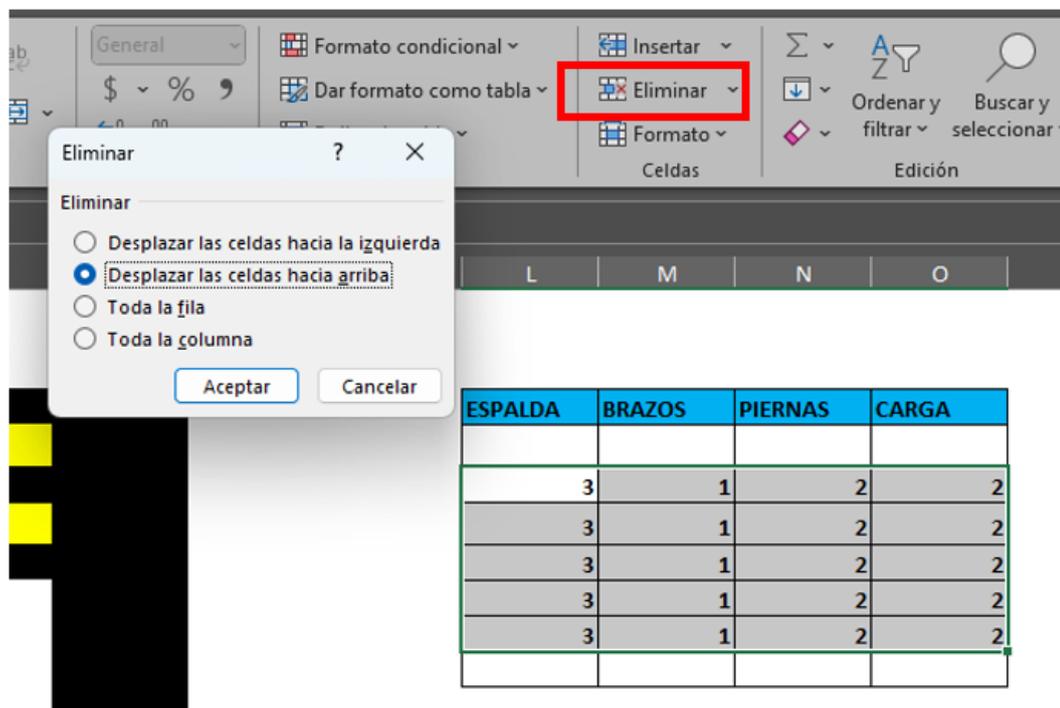
NOTA: La imagen que se presenta del lado derecho de la herramienta es referencial y nos sirve como guía para la correcta medición.

Para agregar una nueva tarea se presenta el botón AGREGAR NUEVA TAREA Y CALCULAR, que nos agrega una nueva fila en la tabla presentada a la derecha de la herramienta.



NOTA: Cada nueva celda se almacena para el cálculo mediante porcentajes.

Para reiniciar el sistema debemos seleccionar las celdas que se crearon y eliminarlas con la opción desplazar hacia arriba.



NOTA: En caso de eliminar una o varias filas por error unicamente precionamos CTRL+Z.

El resultado final de OWAS se presenta como porcentaje, en cada una de las partes del cuerpo analizadas y sus respectivas posturas.

CALIFICACIÓN FINAL				
ESPALDA	Espalda derecha	100 %	1	NO REQUIERE ACCIÓN
	Espalda doblada	0 %		
	Espalda con giro	0 %		
	Espalda doblada con giro	0 %		
BRAZOS	Dos brazos bajos	100 %	1	NO REQUIERE ACCIÓN
	Un brazo bajo y el otro elevado	0 %		
	Dos brazos elevados	0 %		
PIERNAS	Sentado	100 %	2	REQUIERE ACCIONES CORRECTIVAS EN UN FUTURO CERCANO
	De pie	0 %		
	Sobre una pierna recta	0 %		
	Sobre rodillas flexionadas	0 %		
	Sobre una rodilla flexionada	0 %		
	Arrodillado	0 %		
	Andando	0 %		

NOTA 1: La calificación se toma de la postura con mayor porcentaje por cada una de las partes del cuerpo analizadas.

NOTA 2: En el lado derecho de cada parte del cuerpo se presenta un recuadro con una recomendación en base al tiempo.

Luego de desarrollar el método de análisis correspondiente se necesita la interpretación del evaluador, con el fin de poder tomar las acciones que fuesen requeridas y así evitar que el trabajador pueda desarrollar una enfermedad profesional.

RECOMENDACIONES	
ESPALDA	NO REQUIERE CAMBIOS
BRAZOS	NO REQUIERE CAMBIOS
PIERNAS	REDUCIR TIEMPO DE EXPOSICIÓN SENTADO

NOTA 1 Las recomendaciones son guías para el evaluador.

3.4.Método CHECK LIST OCRA

Para el ingreso de datos utilizamos las listas desplegables que se encuentran bajo el nombre de los factores que estamos analizando, la calificación de cada parte analizada se presenta en el recuadro de la derecha.

FACTOR DE FRECUENCIA FF	0
Acciones técnicas dinámicas	0
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes.	
Los movimientos del brazo son lentos (20 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas frecuentes. Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas. Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas. Los movimientos del brazo son bastante rápidos (más de 40 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e ir... Los movimientos del brazo son rápidos (más de 50 acciones/minuto). Sólo se permiten pequeñas pausas ocasionales e irregulares. Los movimientos del brazo son rápidos (más de 60 acciones/minuto). La carencia de pausas dificulta el mantenimiento del ritmo. Los movimientos del brazo se realizan con una frecuencia muy alta (70 acciones/minuto o más). No se permiten las pausas.	

El cálculo final de cada uno de los factores de realiza de manera automática.

FACTOR DE FRECUENCIA FF	2,5
Acciones técnicas dinámicas	1
Los movimientos del brazo no son demasiado rápidos (30 acciones/minuto). Se permiten pequeñas pausas.	
Acciones técnicas estáticas	2,5
Se sostiene un objeto durante al menos 5 segundos consecutivos realizándose una o más acciones estáticas durante 2/3 del tiempo de ciclo	

NOTA 1: El cuadro en rojo muestra la calificación de los subtemas de los factores

NOTA 2: El cuadro en azul muestra la calificación final de los factores.

La calificación final (ICKL) se genera de manera automática.

Luego de desarrollar el método de análisis correspondiente se necesita la interpretación del evaluador, con el fin de poder tomar las acciones que fuesen

requeridas y así evitar que el trabajador pueda desarrollar una enfermedad profesional.

CALIFICACIÓN FINAL (ICKL)		5,50
RIESGO ACEPTABLE) No se requiere cambios		
RECOMENDACIONES		
FACTOR DE RECUPERACIÓN	No requiere intervención	
FACTOR DE FRECUENCIA	Intervenir acciones técnicas estáticas	
FACTOR DE FUERZA	No requiere intervención	
FACTOR DE POSTURAS	No requiere inversión	
FACTOR DE RIESGOS ADICIONALES	Intervenir los factores socio organizativos	
TIEMPO DE TRABAJO REPETITIVO	Reducir el tiempo neto de trabajo repetitivo	

NOTA: Bajo la calificación final se presenta un recuadro con el resultado y las recomendaciones necesarias.

3.5.Método JSI

Para el ingreso de datos utilizamos las listas desplegables que se encuentran bajo el nombre de los parámetros que estamos analizando, la calificación de cada opción analizada se presenta en el recuadro de la derecha.

INTENSIDAD DE ESFUERZO	1
Ligero (Escasamente perceptible, esfuerzo relajado)	▼
Ligero (Escasamente perceptible, esfuerzo relajado) Un poco duro (Esfuerzo perceptible) Duro (Esfuerzo obvio; sin cambio en la expresión facial) Muy Duro (Esfuerzo importante; cambios en la expresión facial) Cercano al máximo (Uso de los hombros o tronco para generar fuerzas)	
VELOCIDAD DE TRABAJO	1
Muy lento (Ritmo extremadamente relajado)	

La calificación final (JSI) se genera de manera automática.

Luego de desarrollar el método de análisis correspondiente se necesita la interpretación del evaluador, con el fin de poder tomar las acciones que fuesen requeridas y así evitar que el trabajador pueda desarrollar una enfermedad profesional.

DURACIÓN POR DÍA	0,25
<1	
CALIFICACIÓN FINAL (JSI)	0,06
La tarea es probablemente segura	
RECOMENDACIONES	
Intensidad de esfuerzo no requiere intervención	
Los esfuerzos por minuto no requieren intervención	
La velocidad de trabajo no requiere intervención	
la duración de esfuerzo no requiere intervención	
La postura de muñeca no requiere intervención	
La duración de trabajo por día no requiere intervención	

NOTA: Bajo la calificación final se presenta un recuadro con el resultado y las recomendaciones necesarias.

3.6.Método NIOSH

Para el ingreso de datos utilizamos las listas desplegables que se encuentran bajo el nombre de los factores que estamos analizando, la calificación del factor analizado se presenta en el recuadro de la derecha.

Los cálculos son automáticos para el peso máximo recomendado de origen y destino.

HORAS DE TRABAJO (DÍA)		8
PESO DE LA CARGA (KG)		21,30
FACTOR DE DISTANCIA HORIZONTAL		(HM)
Distancia horizontal origen (Ho)	52	0,48
Distancia horizontal destino (Hd)	50	0,50

NOTA 1: Los valores de origen de cada factor se presentan en color salmón.

NOTA 2: Los valores de destino de cada factor se presentan en color verde.

NOTA 3: Los valores del recuadro rojo se realizan de manera automática.

El **ÍNDICE DE LEVANTAMIENTO DE LA TAREA**; se calcula como el mínimo entre el peso máximo de origen y destino.

PESO MÁXIMO RECOMENDADO ORIGEN	6,76
PESO MÁXIMO RECOMENDADO DESTINO	6,52
ÍNDICE DE LEVANTAMIENTO DE LA TAREA	3,27

El método NIOSH presenta tres botones: **AGREGAR NUEVA TAREA**, **ORDENAR** y **CALCULAR**.

- **AGREGAR NUEVA TAREA:** nos permite generar una nueva línea y copiar los datos de **ÍNDICE DE LEVANTAMIENTO DE TAREA** y la **FRECUENCIA**.
- **ORDENAR:** Nos permite organizar las tareas desde la que presenta el valor de carga más elevado al menor.
- **CALCULAR:** Nos permite realizar el cálculo de **ILTC**.

NOTA: ILTC es el Índice de Levantamiento de Carga Compuesto.

AGREGAR TAREA		ORDENAR		CALCULAR	
PESO MÁXIMO RECOMENDADO				3,27	
TAREA		FRECUENCIA			
3,27		0,85			

Para reiniciar el sistema debemos seleccionar las celdas que se crearon y eliminarlas con la opción desplazar hacia arriba.

The screenshot shows the Excel ribbon with the 'Eliminar' option highlighted in red. Below the ribbon, a dialog box titled 'Eliminar' is open, with the 'Desplazar las celdas hacia arriba' option selected. The background shows a spreadsheet with a table similar to the one in the previous image, but with additional rows and columns.

NOTA 1: En caso de eliminar una o varias filas por error unicamente precionamos CTRL+Z.

Luego de desarrollar el método de análisis correspondiente se necesita la interpretación del evaluador, con el fin de poder tomar las acciones que fuesen requeridas y así evitar que el trabajador pueda desarrollar una enfermedad profesional.

3.7.Método SNOOK Y CIRIELLO

La selección de los datos solamente se permite por listas desplegable.

TIPO DE ANÁLISIS	TRANSPORTE
GENERO	MASCULINO
DISTANCIA	4,3
FRECUENCIA	4,3
ALTURA	Nudillos 79
PERCENTIL	50

El cálculo del PESO MÁXIMO PERMITIDO se hace de manera automática.

PESO PERMITIDO	33,0	
SANCIONES		
AGARRE	NO	0,0
SEPARACIÓN	NO	0,0
PESO MÁXIMO PERMITIDO	33,0	

Luego de desarrollar el método de análisis correspondiente se necesita la interpretación del evaluador, con el fin de poder tomar las acciones que fuesen requeridas y así evitar que el trabajador pueda desarrollar una enfermedad profesional.

3.8.Método ROSA

Para el ingreso de datos utilizamos las listas desplegables que se encuentran bajo la parte del asiento y de los periféricos que estamos analizando, el ingreso de la modificación también utiliza una lista desplegable, la calificación de cada parte analizada se presenta en el recuadro de la derecha.

REPOSABRAZOS DE ASIENTO	2	
Reposabrazos demasiado altos. Los hombros están encogidos		
MODIFICACIÓN DE REPOSABRAZOS	0	2
Ninguna		

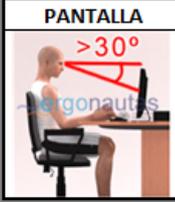


REPOSABRAZOS	MODIFICACIÓN
	EL REPOSABRAZOS CUMPLE LOS REQUISITOS

NOTA: La imagen que se presenta del lado derecho de la herramienta es referencial y sirve como guía para la selección de la opción adecuada.

El cálculo de las características del asiento y los periféricos corresponde a la suma algebraica entre la puntuación del periférico y la puntuación de su respectiva modificación.

PANTALLA	2	
Pantalla muy baja. 30° por debajo del nivel de los ojos		
MODIFICACIÓN DE PANTALLA	1	3
Pantalla muy lejos. A más de 75 cm. De distancia o fuera del alcance del brazo		



PANTALLA	MODIFICACIÓN
	
	

NOTA 1: El cuadro en rojo muestra el periférico y su modificación.

NOTA 2: El cuadro en azul muestra la calificación final del periférico

Las puntuaciones se generan de manera automática.

Luego de desarrollar el método de análisis correspondiente se necesita la interpretación del evaluador, con el fin de poder tomar las acciones que fuesen

requeridas y así evitar que el trabajador pueda desarrollar una enfermedad profesional.

RESULTADO ROSA		6	RECOMENDACIONES
RIESGO MUY ALTO: Es necesaria la			
ALTURA DE ASIENTO	No requiere intervención		
PROFUNDIDAD DE ASIENTO	No requiere intervención		
REPOSABRAZOS DE ASIENTO	Requiere intervención		
RESPALDO DE ASIENTO	Requiere intervención		
TIEMPO DE USO	No requiere intervención		
PANTALLA	Requiere intervención		
TELÉFONO	No requiere intervención		
MOUSE	No requiere intervención		
TECLADO	No requiere intervención		

NOTA: Bajo la calificación final se presenta un recuadro con el resultado y las recomendaciones necesarias.

4. RESPONSABILIDADES

- La herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR no debe ser modificada sin autorización por parte del creador. Su modificación sin la respectiva autorización será sujeta a las respectivas sanciones civiles y penales correspondientes.
- Se prohíbe la distribución y venta de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR sin la autorización emitida por escrito por parte del creador.
- El creador de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR se reserva el derecho a la modificación total o parcial, de la herramienta y es responsabilidad del usuario asegurarse de la versión que se encuentra utilizando.

- Se prohíbe la copia total o parcial de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR sin la autorización emitida por escrito por parte del creador.
- El uso de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR será autorizado únicamente por el creador. Su uso sin la autorización correspondiente está sujeto a las respectivas sanciones civiles y penales.
- Es responsabilidad del evaluador comprobar la exactitud de los resultados presentados por la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR.
- El creador no será responsable de ninguna manera por daños o enfermedades causadas por un uso inadecuado de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR.
- El usuario acepta utilizar la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR de manera responsable y de acuerdo con las necesidades y requerimientos de cada puesto de trabajo analizado.

ADVERTENCIA: Al hacer uso de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR, el usuario acepta haber leído, comprendido y aceptado todas las condiciones antes mencionadas, en caso de estar en desacuerdo con una o varias de las condiciones se recomienda no hacer uso de la herramienta de análisis ergonómico ERGO/CR.

Resultados esperados

La precisión del análisis ergonómico de forma manual presenta algunos errores en los resultados, que se dan por fallas en el ingreso de los datos, errores en la aplicación del método o en el cálculo de los valores necesarios, mientras que el cálculo mediante software especializado nos permite una mayor precisión en el análisis.

Los tiempos que se utilizaron para realizar el análisis de un puesto de trabajo sobre posturas forzadas a través del método rula, por parte de 21 estudiantes del proyecto formativo de ergonomía fue de 23,6 minutos presentado en la **Tabla 6**, mientras que el tiempo promedio que se utilizó para desarrollar el mismo caso de posturas forzadas a través de los softwares especializados fue de 9,30 minutos como se puede apreciar en la minutos como se presenta en la **Tabla 7**.

El costo de realizar un análisis ergonómico de forma manual no presenta un costo significativo, mientras que el costo de una licencia para software de análisis ergonómico depende de la aplicación y el número de usuarios que se desea registrar datos que se pueden revisar en la **Tabla 5**.

Al resolver el mismo caso presentado a los estudiantes de la UTI y realizado en los softwares especializados, con la herramienta ERGO/CR se ocupó un tiempo de 14 minutos.

$$eficiencia_{ERGO/CR} = \frac{\text{Tiempo de resolución ERGO/CR}}{\text{Tiempo de resolución manual}} * 100$$

$$eficiencia_{ERGO/CR} = \frac{14 \text{ min}}{23,6 \text{ min}} * 100$$

$$eficiencia_{ERGO/CR} = 59,32\%$$

Aumentando la eficiencia del tiempo de un 59,32% en comparación al cálculo manual y con una precisión, como se aprecia en la prueba 2 del método RULA, lo cual nos ha permitido el análisis ergonómico de puestos de trabajo de una manera más rápida y eficiente.

Cronograma de actividades

La Tabla 33, nos muestra todo el tiempo que se utilizó para realizar la investigación, diseño y prueba de la herramienta de análisis ergonómico de puestos de trabajo ERGO/CR, el tiempo total utilizado desde la investigación hasta finalizar la etapa de pruebas y correcciones de cada método es de 4 semanas, debemos tener en claro que no se han tomado en cuenta los fines de semana ni las fechas que se consideran días libres o feriados.

Tabla 33

Cronograma de actividades para el diseño de la herramienta ERGO/CR

SEMANAS	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4				
Actividades a desarrollar	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V	L	M	M	J	V
Recopilación de datos de los métodos a programar	■	■																		
Programación del diseño del método RULA			■																	
Programación del diseño del método REBA				■																
Programación del diseño del método OWAS					■															
Programación del diseño del método CHECK LIST OCRA						■														
Programación del diseño del método JSI							■	■												
Programación del diseño del método NIOSH									■	■										
Programación del diseño del método SNOOK Y CIRIELLO											■									
Programación del diseño del método ROSA												■								
Prueba y corrección de errores del método RULA													■							
Prueba y corrección de errores del método REBA														■						
Prueba y corrección de errores del método OWAS															■					
Prueba y corrección de errores del método CHECK LIST OCRA																■				
Prueba y corrección de errores del método JSI																	■			
Prueba y corrección de errores del método NIOSH																		■		
Prueba y corrección de errores del método SNOOK Y CIRIELLO																			■	
Prueba y corrección de errores del método ROSA																				■

Nota: El cronograma detalla el tiempo utilizado para el desarrollo de la herramienta ERGO/CR

Análisis de costos

Para realizar el diseño de la herramienta informática de análisis ergonómico de puestos de trabajo ERGO/CR, se necesitó de la mano de obra de un programador, cuyo valor de hora de trabajo se puede ver calculado en la Tabla 34, determinando el valor real por hora de trabajo en \$6,19.

Tabla 34

Cálculo del valor de hora de trabajo

RUBRO\EMPLEADO	Programador	TOTAL
Salario Mínimo Vital (2024)	460,00	460,00
Sueldo nominal	720,00	720,00
IESS Patronal (11,35%)	81,72	81,72
Décimo tercer sueldo (13)	60,00	60,00
Décimo cuarto sueldo (14)	38,33	38,33
Fondos de reserva	60,00	60,00
Vacaciones	30,00	30,00
Desahucio		0,00
Total, Mensual	990,05	990,05
Incremento	0,38	0,38
Personal	1,00	1,00
Total	2252,40	2252,40
Horas mes	160,00	160,00
Costo Minuto	0,10	1,02
Costo Hora	6,19	61,15
Costo hora extra-50%	6,19	61,15
Costo hora extra-100%	8,25	81,54

Nota: Los datos toman en cuenta los valores de decimos y aportaciones al IESS, para calcular el valor real de la hora de trabajo.

El número de horas de trabajo requeridas para cada etapa de la programación y el costo final de cada etapa se puede apreciar en la Tabla 35, con un costo total de programación de \$990,40.

Tabla 35

Costo de programación

MÉTODO	HORAS	COSTO	TOTAL
Recopilación de datos	16	6,19	99,04
Prueba y corrección RULA	16	6,19	99,04
Prueba y corrección REBA	16	6,19	99,04
Prueba y corrección OWAS	16	6,19	99,04
Prueba y corrección CHECK LIST OCRA	16	6,19	99,04
Prueba y corrección JSI	16	6,19	99,04
Prueba y corrección NIOSH	24	6,19	148,56
Prueba y corrección SNOOK Y CIRIELLO	24	6,19	148,56
Prueba y corrección ROSA	16	6,19	99,04
TOTAL \$			990,40

Nota: El costo está relacionado con el salario promedio de un programador de sistemas.

El costo final del diseño de la herramienta informática de análisis ergonómico de puestos de trabajo ERGO/CR, es de \$990,40.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se realiza una revisión de diferentes fuentes bibliográficas concernientes a las metodologías de valoración ergonómica para puestos de trabajo, se seleccionan 8 métodos de análisis ergonómico más utilizados divididos en 4 sectores de análisis. Posturas forzadas: Recopilación de datos Método RULA, Recopilación de datos Método REBA, Recopilación de datos Método OWAS. En los mismos, se utilizan ángulos para evaluar distintas partes del cuerpo, tablas que permiten evaluar los niveles de riesgo y modificaciones que puede aumentar o disminuir la valoración de riesgo final. Movimientos repetitivos: Recopilación de datos Método CHECK LIST OCRA y Recopilación de datos Método JSI. En los cuales se toma en cuenta factores multiplicadores, número de repeticiones, tiempos de la jornada laboral, tiempos repetitivos y no repetitivos. Levantamiento manual de cargas: Recopilación de datos Método NIOSH y Recopilación de datos Método SNOOK Y CIRIELLO. En ellos se consideran que los pesos máximos de levantamiento dependen de la posición de la carga, porcentaje de la población a proteger, el género de la persona y la distancia que se transporta la carga. Análisis de oficinas: Recopilación de datos Método ROSA. En el cual se toma en cuenta los factores de la silla, el tiempo de uso diario y los factores de distintos periféricos.

El diseño de la programación de los métodos de análisis ergonómico se realiza, a través de la herramienta Excel, como se puede observar en: Programación de la herramienta Método RULA, Programación de la herramienta Método REBA,

Programación de la herramienta Método OWAS, Programación de la herramienta Método CHECK LIST OCRA, Programación de la herramienta Método JSI, Programación de la herramienta Método NIOSH Programación de la herramienta Método SNOOK Y CIRIELLO y Programación de la herramienta Método ROSA, donde se utiliza macros, las funciones: sí, sí conjunto, y, o, buscar, coincidir, listas desplegables, y tablas dinámicas. Considerando las valoraciones de cada uno de los métodos específicos en el diseño de la herramienta informática, tomando en cuenta todas las variables que se utilizan para cada uno de los métodos programados, la aplicación demostró aumentar la eficiencia en un 59,32% con respecto al tiempo como se puede apreciar en los Resultados esperados y con resultados más precisos como se aprecia en las pruebas de los métodos.

Se valida la herramienta de análisis ergonómico de puestos de trabajo ERGO/CR, tomando trabajos de diferentes autores de los repositorios de instituciones de educación superior y de libros de ergonomía, teniendo resultados más precisos que los análisis realizados de manera manual en los trabajos de diferentes autores que se puede apreciar en: Pruebas Método RULA, Prueba Método REBA, Prueba Método OWAS, Prueba Método CHECK LIST Check List OCRA, Prueba Método JSI, Prueba Método NIOSH, Prueba Método SNOOK Y CIRIELLO y Prueba Método ROSA, lo que le convierte a ERGO/RC en una herramienta de análisis de puestos de trabajo confiable y eficiente.

Recomendaciones

Continuar con la revisión de otras fuentes bibliográficas para la recopilación de datos y comprensión de otros métodos de análisis como son los métodos generales: EPR, LIBERTY, GINSHT, LEST, LCE y FANGER para aumentar el conocimiento y el rango de aplicación de la herramienta ERGO/CR.

Ampliar el rango de aplicación de la herramienta ERGO/CR a través de la programación de los métodos contemplados en el párrafo anterior con el fin de crear una herramienta más completa.

Seguir utilizando la herramienta de análisis ergonómico de puesto de trabajo ERGO/CR, con ejercicios propuesto en trabajos y libros de análisis y realizar pruebas de campo, con el fin de que tenga un mayor rango de confianza y validez en función de mayores interacciones con ejercicios prácticos.

Bibliografía

- Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el trabajo [EU-OSHA]. (2024). *osha.europea*. <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>
- Caballero, J., y Saavedra, L. (2023). *epository.javeriana*.
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/63612?show=full&locale-attribute=fr>
- Capacho, K. (2014). *wordpress*.
<https://kevincapacho.wordpress.com/2014/02/26/antropometria/>
- CODIGO DEL TRABAJO. (2020). *ces.gob.ec*.
https://www.ces.gob.ec/lotaip/2020/Junio/Literal_a2/C%C3%B3digo%20del%20Trabajo.pdf
- CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR. (2021). Defensa. 162.
https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Cuesta, S. A., Ceca, J. B., y Más, D. J. (2018). *Evaluación ergonómica de puestos de trabajo*. Parainfo.
- DECRETO EJECUTIVO 2393. (2003). *gob.ec*.
https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Documento_Reglamento-Interno-Seguridad-Ocupacional-Decreto-Ejecutivo-2393_0.pdf
- Díaz, A. (2021). *Repositorio USAM*.
<https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/bitstream/handle/11506/1973/LEC%20ING%20IND%200021%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ergo/IBV. (2024). <https://www.ergoibv.com/es/>
- ERGOsoftpro. (2024). *next prevención*.
<https://nextprevencion.com/software/ergosoft/>
- Flores, E. M. (2021). *Repositorio UTI*.
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2290/1/FLORES%20TERO%20EDGAR%20MARCELO.pdf>
- IESS. (2023). *IESS*.
https://sart.iess.gob.ec/SRGP/barras_ep.php?MmU5MmlkPWVzdGF0
- IESS. (2024). *IESS*.
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMzhhZjRkOGYtMTQ2NC00ZWlyLWE2Y2UtY2IxNDc0NzI2YWJjIiwidCI6IjZhNmNIOGVkLTBIMGYtNDY4YS05Yzg1LWU3Y2U0ZjIxZjRmMiJ9>
- INSST. (2022). *insst.es*.
https://www.insst.es/documents/94886/509319/SyC_ISO+11228.pdf/a1838f7f-6592-4d68-b91f-fd9495895ea2
- Instituto Nacional de Estadística y Censo [INEC]. (2024). *app.powerbi*.
<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNGUxZjQyMDUtMzg0Zi00MzI>

0LTk5NWEtY2JiMWUzM2YyYjdliiwidCI6ImYxNThhMmU4LWNhZW
MtNDQwNi1iMGFiLWY1ZTI1OWJkYTExMiJ9

- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo [INSST]. (2022). *insst.es*.
<https://www.insst.es/documents/94886/566858/NTP+1173+Modelo+para+la+evaluaci%C3%B3n+de+puestos+de+trabajo+en+oficina.+M%C3%A9todo+ROSA.pdf/68d0d775-aeb9-598c-d4e2-8e102601a4d7?version=2.0&t=1653390736592>
- INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. (2004). *gob.ec*. https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Documento_Decisi%C3%B3n-Acuerdo-Cartagena-584.pdf
- Mas, D. (2015). <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>
- Mas, D. (2015). <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Mas, D. (2015). <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php>
- Mas, D. (2015). <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/niosh/niosh-ayuda.php>
- Mas, D. (2015). <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php>
- Mas, D. (2015). <https://www.ergonautas.upv.es/comunidad/foro-de-ergonomia/index/vthread/1/910/>
- Mas, D. (2015). <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/jsi/jsi-ayuda.php>
- Mas, D. (2015). <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rosa/rosa-ayuda.php>
- Meza, E. R. (2017). *Repositorio UTI*.
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/689/1/TESIS%20MEZA%20VERDESOTO%20EDUARDO%20REN%c3%89.pdf>
- Ministerio de Salud Pública [MSP], p.65. (2022). *Salud.gob*.
<https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2022/05/Panorama-Nacional-de-Salud-de-los-Trabajadores-Encuesta-de-Condiciones-de-Trabajo-y-Salud-2021-2022.pdf>
- Palacios, L. E. (2021). *Repositorio UTI*.
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/2299/1/PALACIOS%20OGUEVARA%20LISSETTE%20ESTEFANIA.pdf>
- Pillajo, M. D., y Valdez, J. J. (2023). *Repositorio PUCE*.
<https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/82a7a054-23f3-4c7a-bff5-46bfc406d179/content>
- Ponce, G. (2022). *Fasecolda*.
<https://revista.fasecolda.com/index.php/revfasecolda/article/view/818>
- Real, g., Hidalgo, A., y Ramos, Y. (2020). Herramientas informáticas para el diagnóstico del riesgo ergonómico en el. *Memorias de la Décima Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética*. Manabí.
<https://www.iiis.org/CDs2020/CD2020Spring/papers/CB462EK.pdf>
- Topón , B., Ron, P., Shuguli, R., y Castillo, J. (2023). *Design of an automatic system for the heat shrink*.

- Toro, J. d., Comas, R., y Castro, F. (2020). *NORMATIVA EN SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL EN EL ECUADOR*.
<https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1887/1880>
- Vallejo, A. M. (2019). *Repositorio UTI*.
<https://repositorio.uti.edu.ec/bitstream/123456789/1194/1/PROYECTO%20ODE%20INVESTIGACI%c3%93N%20ESTRELLA%20ALEX%20MARCELO.pdf>
- Vélez, J. P. (2023). *Repositorio UTA*.
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/39315/1/t2332id.pdf>

Anexos

Anexo 1

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Decreto Legislativo 0
Registro Oficial 449 de 20-oct.-2008
Última modificación: 25-ene.-2021
Estado: Reformado

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR 2008

ÍNDICE

PREÁMBULO

TÍTULO I
ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DEL ESTADO

Capítulo primero
Principios fundamentales

Capítulo segundo
Ciudadanas y ciudadanos

TÍTULO II
DERECHOS

Capítulo primero
Principios de aplicación de los derechos

Capítulo segundo
Derechos del buen vivir

- Sección primera
Agua y alimentación
- Sección segunda
Ambiente sano
- Sección tercera
Comunicación e información
- Sección cuarta
Cultura y Ciencia
- Sección quinta
Educación
- Sección sexta
Hábitat y vivienda
- Sección séptima
Salud
- Sección octava
Trabajo y seguridad social

Capítulo tercero
Derechos de las personas y grupos de atención prioritaria

- Sección primera
Adultas y adultos mayores
- Sección segunda
Jóvenes

Formas de trabajo y su retribución

Art. 325.- El Estado garantizará el derecho al trabajo. Se reconocen todas las modalidades de trabajo, en relación de dependencia o autónomas, con inclusión de labores de autosustento y cuidado humano; y como actores sociales productivos, a todas las trabajadoras y trabajadores.

Concordancias:

CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR, Arts. 33, 66, 326

CÓDIGO DEL TRABAJO, Arts. 2, 11, 263, 273

Art. 326.- El derecho al trabajo se sustenta en los siguientes principios:

1. El Estado impulsará el pleno empleo y la eliminación del subempleo y del desempleo.
2. Los derechos laborales son irrenunciables e intangibles. Será nula toda estipulación en contrario.
3. En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales, reglamentarias o contractuales en materia laboral, estas se aplicarán en el sentido más favorable a las personas trabajadoras.
4. A trabajo de igual valor corresponderá igual remuneración.
5. Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.
6. Toda persona rehabilitada después de un accidente de trabajo o enfermedad, tendrá derecho a ser reintegrada al trabajo y a mantener la relación laboral, de acuerdo con la ley.
7. Se garantizará el derecho y la libertad de organización de las personas trabajadoras, sin autorización previa. Este derecho comprende el de formar sindicatos, gremios, asociaciones y otras formas de organización, afiliarse a las de su elección y desafiliarse libremente. De igual forma, se garantizará la organización de los empleadores.
8. El Estado estimulará la creación de organizaciones de las trabajadoras y trabajadores, y empleadoras y empleadores, de acuerdo con la ley; y promoverá su funcionamiento democrático, participativo y transparente con alternabilidad en la dirección.
9. Para todos los efectos de la relación laboral en las instituciones del Estado, el sector laboral estará representado por una sola organización.
10. Se adoptará el diálogo social para la solución de conflictos de trabajo y formulación de acuerdos.
11. Será válida la transacción en materia laboral siempre que no implique renuncia de derechos y se celebre ante autoridad administrativa o juez competente.
12. Los conflictos colectivos de trabajo, en todas sus instancias, serán sometidos a tribunales de conciliación y arbitraje.
13. Se garantizará la contratación colectiva entre personas trabajadoras y empleadoras, con las excepciones que establezca la ley.
14. Se reconocerá el derecho de las personas trabajadoras y sus organizaciones sindicales a la huelga. Los representantes gremiales gozarán de las garantías necesarias en estos casos. Las personas empleadoras tendrán derecho al paro de acuerdo con la ley.
15. Se prohíbe la paralización de los servicios públicos de salud y saneamiento ambiental, educación, justicia, bomberos, seguridad social, energía eléctrica, agua potable y alcantarillado, producción hidrocarburífera, procesamiento, transporte y distribución de combustibles, transportación pública, correos y telecomunicaciones. La ley establecerá límites que aseguren el funcionamiento de dichos servicios.
16. En las instituciones del Estado y en las entidades de derecho privado en las que haya participación mayoritaria de recursos públicos, quienes cumplan actividades de representación, directivas, administrativas o profesionales, se sujetarán a las leyes que regulan la administración pública. Aquellos que no se incluyen en esta categorización estarán amparados por el Código del Trabajo.

Nota: Numeral 16 reformado por artículo 9 de Resolución Legislativa No. 0, publicada en Registro Oficial Suplemento 653 de 21 de Diciembre del 2015 .

Nota: Mediante Resolución de la Corte Constitucional No. 18, publicada en Registro Oficial

Anexo 2

CÓDIGO DEL TRABAJO

CODIGO DEL TRABAJO

Codificación 17
Registro Oficial Suplemento 167 de 16-dic.-2005
Ultima modificación: 22-jun.-2020
Estado: Reformado

H. CONGRESO NACIONAL

CODIFICACION 2005-017

LA COMISION DE LEGISLACION Y CODIFICACION

Resuelve:

EXPEDIR LA SIGUIENTE CODIFICACION DEL CODIGO DEL TRABAJO

INTRODUCCION

La Comisión de Legislación y Codificación del H. Congreso Nacional de conformidad con la Constitución Política de la República, ha considerado menester realizar la presente Codificación del Código del Trabajo 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 éste Código; observaciones formuladas por el H. doctor Marco Proaño Maya, Diputado de la República; Código de la Niñez y Adolescencia; Ley Orgánica de Servicio Civil y Carrera Administrativa y de Unificación y Homologación de las Remuneraciones del Sector Público; y, resoluciones del Tribunal Constitucional.

Con estos antecedentes la Comisión de Legislación y Codificación codificó las disposiciones de éste Código, de las cuales resaltamos la no inclusión de los artículos 115 y 116 derogados tácitamente por lo dispuesto en el Art. 94 de la Ley para la Transformación Económica del Ecuador, que en su inciso sexto, establece que a partir de la vigencia de esta Ley, la bonificación complementaria y la compensación por el incremento del costo de vida, pasan a denominarse "Componentes Salariales en proceso de incorporación a las remuneraciones", y suprime todas las referencias que aludan a "bonificación complementaria" y "compensación por el incremento del costo de vida"; no se incluyen los artículos 205 y 206 subtítulos "Derecho al fondo de reserva por servicios anteriores a 1938", y "Reglas para la aplicación del artículo anterior", respectivamente; no se incluye el artículo 212 subtítulo "Préstamos hipotecarios anteriores al 8 de julio de 1955" armonizando con lo dispuesto en la Ley de Seguridad Social; no se incluye el inciso final del artículo 408 de conformidad a la Resolución de la Corte Suprema de Justicia del 25 de mayo de 1989, publicada en el Registro Oficial No. 213 del 16 de junio de 1989 ; igualmente no se incluye el número 4 del artículo 550 referente al Departamento de Salario Mínimo, en atención a que es el Consejo Nacional de Salarios el que establece el sueldo o salario básico unificado para los trabajadores en general, además de que el Departamento de Salarios que anteriormente funcionaba adscrito a la Dirección General al momento se ha transformado en la Unidad Técnica Salarial, adscrita al Ministerio de Trabajo y Empleo; y no se incluyen los artículos 552 y 554 ya que no existe el cargo ni función de subinspector.

De igual manera, en esta codificación se han codificado y sistematizado los textos de los siguientes artículos que constan con la nueva numeración: Texto del artículo 35 de conformidad a lo establecido en el Convenio con la OIT No. 138, y al Código de la Niñez y Adolescencia que derogó el Código de Menores; el artículo 87 en concordancia al Convenio No. 95 con la OIT, ratificado por el Ecuador que admite el pago con cheque o acreditación en cuenta; en el artículo 97 no se incluyen tres incisos introducidos por la Ley 2000-1, publicada en el Registro Oficial Suplemento No. 144 del 18 de agosto del 2000 , que fueron declarados inconstitucionales por resolución del Tribunal Constitucional No.

Gaceta Judicial, INDEMNIZACIÓN DE TRABAJO, 27-may-1909

Gaceta Judicial, RIESGOS DEL TRABAJO, 19-may-1908

Art. 39.- Divergencias entre las partes.- En caso de divergencias entre empleador y trabajador sobre la remuneración acordada o clase de trabajo que el segundo debe ejecutar, se determinarán, una y otra, por la remuneración percibida y la obra o servicios prestados durante el último mes.

Si esta regla no bastare para determinar tales particulares, se estará a la costumbre establecida en la localidad para igual clase de trabajo.

Jurisprudencia:

Gaceta Judicial, INDEMNIZACIONES LABORALES, 30-ene-1942

Gaceta Judicial, DERECHOS ADQUIRIDOS, 07-nov-2003

Gaceta Judicial, RECLAMACIONES LABORALES, 19-ago-2009

Art. 40.- Derechos exclusivos del trabajador.- El empleador no podrá hacer efectivas las obligaciones contraídas por el trabajador en los contratos que, debiendo haber sido celebrados por escrito, no lo hubieren sido; pero el trabajador sí podrá hacer valer los derechos emanados de tales contratos.

En general, todo motivo de nulidad que afecte a un contrato de trabajo sólo podrá ser alegado por el trabajador.

Jurisprudencia:

Gaceta Judicial, NULIDAD DE CONTRATO LABORAL POR DECRETO EJECUTIVO, 30-ago-1999

Gaceta Judicial, MOTIVOS DE NULIDAD DEL CONTRATO DE TRABAJO, 12-ago-2000

Art. 41.- Responsabilidad solidaria de empleadores.- Cuando el trabajo se realice para dos o más empleadores interesados en la misma empresa, como condueños, socios o copartícipes, ellos serán solidariamente responsables de toda obligación para con el trabajador.

Nota: Inciso segundo derogado por Decreto Legislativo No. 8, publicado en Registro Oficial Suplemento 330 de 6 de Mayo del 2008 .

Concordancias:

CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR, Arts. 327

Jurisprudencia:

Gaceta Judicial, SOLIDARIDAD EN LA JUBILACION PATRONAL, 20-ago-1964

Gaceta Judicial, SOLIDARIDAD PATRONAL ENTRE PERSONAS JURIDICAS, 23-mar-1999

Gaceta Judicial, RESPONSABILIDAD SOLIDARIA LABORAL, 21-jun-2007

Capítulo IV

De las obligaciones del empleador y del trabajador

Art. 42.- Obligaciones del empleador.- Son obligaciones del empleador:

1. Pagar las cantidades que correspondan al trabajador, en los términos del contrato y de acuerdo con las disposiciones de este Código;
2. Instalar las fábricas, talleres, oficinas y demás lugares de trabajo, sujetándose a las medidas de prevención, seguridad e higiene del trabajo y demás disposiciones legales y reglamentarias,

Anexo 3

REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES

REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES

Decreto Ejecutivo 2393
Registro Oficial 565 de 17 nov-1986
Última modificación: 21-feb-2003
Estado: Reforma

LEON FEBRES CORDERO RIVADENEIRA
Presidente Constitucional de la República

Considerando:

Que es deber del Estado precautelar la seguridad y fomentar el bienestar de los trabajadores;

Que la incidencia de los riesgos de trabajo conlleva graves perjuicios a la salud de los trabajadores y a la economía general del país;

Que es necesario adoptar normas mínimas de seguridad e higiene capaces de prevenir, disminuir o eliminar los riesgos profesionales, así como también para fomentar el mejoramiento del medio ambiente de trabajo;

En uso de las facultades que le confieren el literal c) del Art. 78 de la Constitución Política de la República, y de conformidad con el Art. 5 de la Ley de Régimen Administrativo.

Decreta:

TITULO I DISPOSICIONES GENERALES

Art. 1.- AMBITO DE APLICACION

Las disposiciones del presente Reglamento se aplicarán a toda actividad laboral y en todo centro de trabajo, tendiendo como objetivo la prevención, disminución o eliminación de los riesgos del trabajo y el mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Art. 2.- DEL COMITE INTERINSTITUCIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE DEL TRABAJO.

1. Existirá un Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo que tendrá como función principal coordinar las acciones ejecutivas de todos los organismos del sector público con atribuciones en materia de prevención de riesgos del trabajo; cumplir con las atribuciones que le señalen las leyes y reglamentos; y, en particular, ejecutar y

canteras; así como exigiendo el cumplimiento del mismo, para conceder los beneficios de la Ley de Fomento Minero, a las empresas que lo soliciten.

2. Exigirá a las empresas, dentro del ámbito de su competencia, que el diseño de instalaciones, importaciones, compra de equipos y maquinaria, se sujeten a las disposiciones del presente Reglamento.

Art. 8.- DEL INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACION.

El Instituto Ecuatoriano de Normalización:

1. Desarrollará las normas técnicas y códigos de prácticas para la normalización y homologación de medios de protección colectiva y personal.
2. Ejecutará los procesos de implantación de normas y control de calidad de los citados medios de protección.
3. Asesorará a las diversas instituciones del país interesadas en la materia, en aspectos de normalización, códigos de prácticas, control y mantenimiento de medios de protección colectiva y personal.

Art. 9.- DEL SERVICIO ECUATORIANO DE CAPACITACION PROFESIONAL.

1. El Servicio Ecuatoriano de Capacitación Profesional introducirá en sus programas de formación a nivel de aprendizaje, formación de adultos y capacitación de trabajadores, materias de seguridad e higiene ocupacional.
2. Capacitará a sus instructores en materias de seguridad y salud de los trabajadores.
3. Efectuará asesoramiento a las empresas para formación de instructores y programación de formación interna.

Para el cumplimiento de tales fines solicitará el concurso de la división de Riesgos del Trabajo del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social.

Art. 10.- Todas las demás instituciones del sector público, además de las organizaciones de empresarios y trabajadores, colaborarán en la aplicación del presente Reglamento.

Art. 11.- OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES.

Son obligaciones generales de los personeros de las entidades y empresas públicas y privadas, las siguientes:

1. Cumplir las disposiciones de este Reglamento y demás normas vigentes en materia de prevención de riesgos.
2. Adoptar las medidas necesarias para la prevención de los riesgos que puedan afectar a la salud y el bienestar de los trabajadores en los lugares de trabajo de su responsabilidad.
3. Mantener en buen estado de servicio las instalaciones, máquinas, herramientas y materiales para un trabajo seguro.
4. Organizar y facilitar los Servicios Médicos, Comités y Departamentos de Seguridad, con sujeción a las normas legales vigentes.

Anexo 4

INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

DECISIÓN 584

INSTRUMENTO ANDINO DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (SUSTITUCIÓN DE LA DECISIÓN 547)

EL CONSEJO ANDINO DE MINISTROS DE RELACIONES EXTERIORES,

VISTOS: Los artículos 1, 3, 16, 30 y 51 del Acuerdo de Cartagena, en su texto codificado a través de la Decisión 406; el Tratado del Tribunal de Justicia de la Comunidad Andina; la Decisión 503 del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores; las Decisiones 439, 441 y 510 de la Comisión; el Reglamento del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores aprobado mediante Decisión 407; y el Reglamento de la Comisión de la Comunidad Andina aprobado mediante Decisiones 471 y 508;

CONSIDERANDO: Que el artículo 1º del Acuerdo de Cartagena establece como uno de sus objetivos fundamentales procurar el mejoramiento en el nivel de vida de los habitantes de la Subregión;

Que para el logro de los objetivos de los artículos 3º y 51 del Acuerdo de Cartagena se han previsto, entre otras medidas, la armonización gradual de las políticas económicas y sociales y la aproximación de las legislaciones nacionales de los Países Miembros en las materias pertinentes;

Que el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la Subregión está íntimamente relacionado con la obtención de un trabajo decente;

Que uno de los elementos esenciales para alcanzar el objetivo de un trabajo decente es garantizar la protección de la seguridad y la salud en el trabajo;

Que, en tal sentido, corresponde a los Países Miembros adoptar medidas necesarias para mejorar las condiciones de seguridad y salud en cada centro de trabajo de la Subregión y así elevar el nivel de protección de la integridad física y mental de los trabajadores;

Que el Convenio Simón Rodríguez de integración sociolaboral, donde se establece la participación tripartita y paritaria del Consejo Asesor de Ministros de Trabajo y de los Consejos Consultivos Empresarial y Laboral Andinos, contempla como uno de sus ejes temáticos principales la Seguridad y Salud en el Trabajo;

Que el Consejo Consultivo Laboral Andino, a través de la Opinión 007 de junio de 2000, emitida ante el Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores y la Secretaría General de la Comunidad Andina, ha manifestado su pleno respaldo al tratamiento de esta temática de manera tripartita, con el propósito de establecer criterios generales para orientar una adecuada política preventiva, además de adoptar medidas concretas para establecer procedimientos en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo en la Subregión;

Que es conveniente aprobar un instrumento en el que se establezcan las normas fundamentales en materia de seguridad y salud en el trabajo que sirva de base para la gradual y progresiva armonización de las leyes y los reglamentos que regulen las situaciones particulares de las actividades laborales que se desarrollan en cada uno de los Países Miembros. Este Instrumento deberá servir al mismo tiempo para impulsar en los Países Miembros la adopción de Directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo así como el establecimiento de un Sistema nacional de seguridad y salud en el trabajo;

Que la Secretaría General ha presentado la Propuesta 118/Rev. 1 sobre la Composición del Comité Andino de Autoridades en Seguridad y Salud en el Trabajo;

DECIDE:

Adoptar el siguiente "Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo"

CAPÍTULO I

Artículo 9.- Los Países Miembros desarrollarán las tecnologías de información y los sistemas de gestión en materia de seguridad y salud en el trabajo con miras a reducir los riesgos laborales.

Artículo 10.- Los Países Miembros deberán adoptar las medidas necesarias para reforzar sus respectivos servicios de inspección de trabajo a fin de que éstos orienten a las partes interesadas en los asuntos relativos a la seguridad y salud en el trabajo, supervisen la adecuada aplicación de los principios, las obligaciones y derechos vigentes en la materia y, de ser necesario, apliquen las sanciones correspondientes en caso de infracción.

CAPÍTULO III

GESTIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD EN LOS CENTROS DE TRABAJO

OBLIGACIONES DE LOS EMPLEADORES

Artículo 11.- En todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riesgos laborales. Estas medidas deberán basarse, para el logro de este objetivo, en directrices sobre sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y su entorno como responsabilidad social y empresarial.

Para tal fin, las empresas elaborarán planes integrales de prevención de riesgos que comprenderán al menos las siguientes acciones:

- a) Formular la política empresarial y hacerla conocer a todo el personal de la empresa. Prever los objetivos, recursos, responsables y programas en materia de seguridad y salud en el trabajo;
- b) Identificar y evaluar los riesgos, en forma inicial y periódicamente, con la finalidad de planificar adecuadamente las acciones preventivas, mediante sistemas de vigilancia epidemiológica ocupacional específicos u otros sistemas similares, basados en mapa de riesgos;
- c) Combatir y controlar los riesgos en su origen, en el medio de transmisión y en el trabajador, privilegiando el control colectivo al individual. En caso de que las medidas de prevención colectivas resulten insuficientes, el empleador deberá proporcionar, sin costo alguno para el trabajador, las ropas y los equipos de protección individual adecuados;
- d) Programar la sustitución progresiva y con la brevedad posible de los procedimientos, técnicas, medios, sustancias y productos peligrosos por aquellos que produzcan un menor o ningún riesgo para el trabajador;
- e) Diseñar una estrategia para la elaboración y puesta en marcha de medidas de prevención, incluidas las relacionadas con los métodos de trabajo y de producción, que garanticen un mayor nivel de protección de la seguridad y salud de los trabajadores;
- f) Mantener un sistema de registro y notificación de los accidentes de trabajo, incidentes y enfermedades profesionales y de los resultados de las evaluaciones de riesgos realizadas y las medidas de control propuestas, registro al cual tendrán acceso las autoridades correspondientes, empleadores y trabajadores;
- g) Investigar y analizar los accidentes, incidentes y enfermedades de trabajo, con el propósito de identificar las causas que los originaron y adoptar acciones correctivas y preventivas tendientes a evitar la ocurrencia de hechos similares, además de servir como fuente de insumo para desarrollar y difundir la investigación y la creación de nueva tecnología;
- h) Informar a los trabajadores por escrito y por cualquier otro medio sobre los riesgos laborales a los que están expuestos y capacitarlos a fin de prevenirlos, minimizarlos y eliminarlos. Los horarios y el lugar en donde se llevará a cabo la referida capacitación se establecerán previo acuerdo de las partes interesadas;

Anexo 5

APROBACIÓN ABSTRAC DEPARTAMENTO DE IDIOMAS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING, INDUSTRY AND PRODUCTION

Industrial Engineering

AUTHOR: CUAYAL CHAPUES JHONNY ALEXANDER

TUTOR: RON VALENZUELA PABLO ELICIO

ABSTRACT

DESIGN OF A SOFTWARE TOOL FOR THE ERGONOMIC EVALUATION OF WORKPLACES

This research is carried out in the area of ergonomics, since there might be errors in calculating the general evaluation of jobs due to manual work, which is susceptible to human error in the calculations. Therefore, the objective of this research is to develop a computerized tool for the ergonomic evaluation of workplaces, applying valuation techniques of different methodologies, optimizing the results of exposure levels. A methodology consisting of several stages is used, such as: reading and understanding the ergonomic analysis methods, tool design, programming of calculations and finally testing of the tool. The proposed tool enabled the calculation of ergonomic analysis with greater accuracy, reduction of the time required to perform them, positively affecting the costs required for ergonomic evaluations in the workplaces of each organization. The main conclusions of this research show the effectiveness of the ERGO/CR tool, designed for the ergonomic evaluation of workplaces, which achieves a time efficiency of 59.32% with respect to manual calculation. Unlike the existing software that requires a high investment cost, the present is made available to organizations at no cost, which has a positive impact on their financial resources and encourages staff job evaluation.

KEYWORDS: ergonomic risks, computer tool, evaluation methods,

