ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

“Aplicación de inteligencia artificial para optimizar los métodos de valoración ergonómica en entornos laborales”

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Presentada por:

Ing. Luis Eduardo Granda Cando

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: Marzo-2025

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis más sinceros agradecimientos a todas las personas que han sido parte de este proceso y que han contribuido a la realización de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a mi tutor de tesis al Dr. Sergio Núñez por su guía, apoyo incondicional y valiosos consejos a lo largo de este camino, su experticia y orientación han sido fundamentales para el desarrollo de esta investigación.

A mis profesores y compañeros de clase.

A mi familia, les agradezco por su amor, paciencia y motivación su apoyo emocional y comprensión en los momentos de dificultad han sido mis pilares.

Finalmente, al laboratorio de instrumentación CEPROINSA S.A.S del cantón Joya de los Sachas, Orellana Ecuador gracias a todas las personas que participaron en esta investigación, ya sea mediante entrevistas, encuestas o simplemente compartiendo sus experiencias.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres, Luis Granda y Rosa Cando por su amor incondicional y su constante apoyo, que han sido la luz en mi camino académico.

Su fe en mí y sus sacrificios han sido la base sobre la cual he construido mis sueños.

A mis mentores y profesores, que con su guía y sabiduría me han inspirado a alcanzar la excelencia y a nunca dejar de aprender, gracias por compartir sus conocimientos y por estimular mi curiosidad.

A los creadores del software ergoIA, que comprometidos con el aporte a la formación y la aplicación de nuevas tecnologías han facilitado una versión administrativa del software con el cual se realiza la aplicación práctica de los métodos ergonómicos valorados por inteligencia artificial.

Finalmente, a la SENESCYT que mediante el programa de becas para el fortalecimiento y formación académica permitió continuar mis estudios hacia una maestría y permitir creer en el poder del conocimiento y en la importancia de contribuir al bienestar de nuestra sociedad.

Declaración Expresa

Yo, Ing. Luis Eduardo Granda Cando acuerdo y reconozco que: La titularidad de los derechos patrimoniales de autor del proyecto de graduación corresponderá al autor, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor. El estudiante deberá procurar en cualquier caso de cesión de sus derechos patrimoniales incluir una cláusula en la cesión que proteja la vigencia de la licencia aquí concedida a la ESPOL.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, secreto empresarial, derechos patrimoniales de autor sobre software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 25 de febrero del 2025

Firmado electrónicamente por:
LUIS EDUARDO GRANDA CANDO

Ing. Granda Cando Luis Eduardo

Evaluadores

Firmado electrónicamente por:
KLEBER FERNANDO BARCIA VILLACRESES

Dr. Kleber Barcia V. Ph. D.
Tutor de la Materia

Firmado electrónicamente por:
SERGIO JULIO NUÑEZ SOLANO

Dr. Sergio J Núñez S Ph. D.
Tutor de Proyecto

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1 1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1. Objetivos 1
1.1.1. Objetivo General 1
1.1.2. Objetivos Específicos 2
1.2. Metodología del proyecto 2
CAPÍTULO 2 4
2. MARCO TEÓRICO 4
2.1. Marco Conceptual 6
2.2. Ergonomía 6
2.3. Industria 4.0 6
2.4. Inteligencia Artificial 7
2.5. Enfermedades profesionales 7
2.6. Condiciones de Trabajo 7
2.7. Análisis de puesto de trabajo 8
2.8. Evaluación de riesgos laborales 8
2.9. Factor de riesgo 8
2.10. Identificación de factores de riesgo 8
2.11. Medidas de prevención 8
2.12. Puesto de Trabajo 8
2.13. Servicio Integral de Salud en el Trabajo – SISAT 8
2.14. Sistema Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo 9
2.15. Registro de Enfermedades Profesionales y Accidentes de Trabajo, o en Actos de Servicio 9
2.16. Trabajador 9
2.17. Tipos de inteligencias tecnológicas 4ta revolución industrial 9
2.18. Big Data 9
2.19. Inteligencia Artificial 9
CAPÍTULO 3 10
3. MARCO METODOLÓGICO 10
3.1. Diseño metodológico 10
3.2. Teoría 10
3.3. Método 10
3.4. Técnica 10
3.5. Aplicación de la inteligencia artificial en la seguridad y salud ocupacional 10
3.6. Enfermedades causadas por agentes físicos 12
3.7. Enfermedades profesionales según el órgano o sistema afectado 12
3.8. Enfermedades del sistema osteomuscular 12
3.9. Intensidad de la asociación 13

3.10. Concordancia 13
3.11. Especificidad 13
3.12. Relación o secuencia temporal 14
3.13. Gradiente biológico 14
3.14. Plausibilidad biológica 14
3.15. Coherencia 14
3.16. Estudios de intervención 14
CAPÍTULO 4 21
4. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO ERGONÓMICO CONVENCIONAL 21
4.1. Métodos de evaluaciones ergonómicas 21
4.1.1. Manipulación manual de cargas 21
4.1.2. Aplicación del método convencional 21
4.1.3. Puede tomar los valores 22
4.1.4. Cálculo del Peso Aceptable 23
4.1.5. Duración de la tarea 23
4.1.6. Posiciones de la carga con respecto al cuerpo 23
4.1.8. Giro del tronco 24
4.1.9. Tipo de agarre de la carga 24
4.1.10. Duración de la manipulación 26
4.1.11. Distancia de transporte de la carga 26
4.1.12. Cálculo del peso aceptable 26
4.1.13. Cálculo del peso total transportado diariamente 27
4.2. Módulo Ocra Multitarea 28
4.2.1. Aplicación del método 29
4.2.2. Cálculo del tiempo neto de trabajo repetitivo y tiempo neto de ciclo 29
4.2.3. Cálculo del factor de recuperación (FR) 30
4.2.4. Cálculo del factor de frecuencia (FF) 31
4.2.5. Cálculo del Factor de Fuerza (FFz) 34
4.2.6. Cálculo del factor de posturas y movimientos (FP) 35
4.2.7. Cálculo del Factor de Riesgos Adicionales (FC) 37
4.2.8. Cálculo del Multiplicador de Duración (MD) 39
4.2.9. Determinación del Nivel de Riesgo 40
4.3. Módulo de posturas (REBA) 41
4.3.1. Aplicación del método 41
4.3.2. Evaluación del Grupo A 41
4.3.3. Puntuación del tronco 41
4.3.4. Puntuación del cuello 42
4.3.5. Puntuación de las piernas 43
4.3.6. Evaluación del Grupo B 43

4.3.7. Puntuación del antebrazo 44
4.3.8. Puntuación de la muñeca 45
4.3.9. Puntuación de los Grupos A y B 45
4.3.10. Puntuaciones parciales 47
4.3.11. Puntuación final 48
4.3.12. Nivel de Actuación 49
CAPÍTULO 5 51
5. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO ERGONÓMICO UTILIZACIÓN SOFTWARE ERGOIA 51
5.1. Módulo de posturas (REBA) 51
5.2. Presentación pestañas de navegación del software ergoIA 51
5.3. Presentación infográfica del método REBA con el software ergoIA 53
CAPÍTULO 6 59
6. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES 59
6.1. Reducción de tiempo de valoración por puestos de trabajo con ergoIA 59
6.2. Recomendaciones en posibles líneas de investigación con IA 59
Bibliografía .....

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Lesiones IESS 2018 19
Figura 4.1 Peso teórico en función de la zona de manipulación 22
Figura 4.2 Medición del giro del tronco 24
Figura 4.3 Agarre bueno 25
Figura 4.4 Agarre regular 25
Figura 4.5 Agarre malo 25
Figura 4.6 Esquema de puntuaciones 50
Figura 5.1 Interface de la plataforma ErgoIA 51
Figura 5.2 Valoraciones ErgoIA 52
Figura 5.3 Datos de valoración y datos personales 52
Figura 5.4 Preparación de Instrumento de calibración 53
Figura 5.5 Corte de video a ser analizado 53
Figura 5.6 Resultado del método REBA 54
Figura 5.7 Error de lecturas en imagen videográfica 55
Figura 5.8 Corrección nivel de riesgo fotografía 56
Figura 5.9 Grafica de resultados método REBA software ErgoIA 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Diferentes enfoques de la clasificación de la ergonomía 11
Tabla 2 Accidentes Laborales 18
Tabla 3 Accidentes Ocurridos en El Mundo OMS 18
Tabla 4 Principales Problemas de Salud y Seguridad en LAC 18
Tabla 5 Comparativa datos LAC – IESS Ecuador 19
Tabla 6 Relación enfermedades profesionales 19
Tabla 7 Estimación de reportes IESS 20
Tabla 8 Peso Teórico en kilogramos en función de la zona de manipulación 23
Tabla 9 Factor de corrección de desplazamiento vertical de la carga 23
Tabla 10 Factor de corrección de giro del tronco 24
Tabla 11 Factor de Corrección de Agarre 25
Tabla 12 Factor de corrección de frecuencia de la manipulación 26
Tabla 13 Riesgo en función del peso real de la carga y del peso aceptable 27
Tabla 14 Límites de carga transportada diariamente en un turno de 8 horas en función de la distancia de transporte 27
Tabla 15 Límites de carga transportada diariamente en un turno de 8 horas en función de la distancia de transporte 28
Tabla 16 Puntuación del Factor de Recuperación (FR) 31
Tabla 17 Puntuación de acciones técnicas dinámicas (ATD) 32
Tabla 18 Puntuación de acciones técnicas estáticas (ATE) 32
Tabla 19 Tipos y definición de algunas acciones técnicas 33
Tabla 20 Puntuación de las acciones que requieren esfuerzo 34
Tabla 21 Puntuación del hombro (PHo) 35
Tabla 22 Puntuación del codo (PCo) 36
Tabla 23 Puntuación de la muñeca (PMu) 36
Tabla 24 Puntuación de la mano (PMa) 36
Tabla 25 Puntuación de movimientos estereotipados (PEs) 37
Tabla 26 Puntuación de Factores socio-organizativos (Fso) 38
Tabla 27 Puntuación de Factores físico-mecánicos (Ffm) 38
Tabla 28 Multiplicador de Duración (MD) 39
Tabla 29 Nivel del Riesgo, Acción Recomendada e Índice OCRA equivalente 40
Tabla 30 Puntuación del tronco 41
Tabla 31 Modificación de la puntuación del tronco 42
Tabla 32 Puntuación del cuello 42
Tabla 33 Modificación de la puntuación del cuello 42
Tabla 34 Puntuación de las piernas 43
Tabla 35 Incremento de la puntuación de las piernas 43
Tabla 36 Puntuación del brazo 44
Tabla 37 Modificación de la puntuación del brazo 44
Tabla 38 Puntuación del antebrazo 44
Tabla 39 Puntuación de la muñeca 45
Tabla 40 Modificación de la puntuación de la muñeca 45
Tabla 41 Puntuación del Grupo A 45
Tabla 42 Puntuación del Grupo B 46
Tabla 43 Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas 47
Tabla 44 Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas 47
Tabla 45 Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre 48
Tabla 46 Puntuación C 48
Tabla 47 Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular 49
Tabla 48 Niveles de actuación según la puntuación final obtenida 50

RESUMEN

La Inteligencia Artificial está tomando fuerza en los sistemas de gestión de la seguridad industrial y salud ocupacional desarrollando un sin número de herramientas enfocadas con IA que permiten gestionar, monitorear en menor tiempo los riesgos laborales a los que están expuestos los trabajadores, así como están revolucionando la manera de realizar los estudios dentro del campo ergonómico optimizando el tiempo del técnico al realizar el levantamiento de la información y reduciendo al máximo el tiempo que se demora en remitir un informe del análisis por puesto de trabajo, aplicando de una manera adecuada la IA se obtiene muchas ventajas entre ellas la reducción del tiempo al aplicar las evaluaciones ergonómicas y permitiendo la aplicación de mejoras en los puestos laborales de manera oportuna y rápida generando un confort en el trabajador basado en la aplicación de seguridad industrial y salud ocupacional empleando la prevención de riesgos laborales y permitiendo a las industrias minimizar la exposición prolongada de los trabajadores a tareas repetitivas, posturas no adecuadas, una adecuada gestión en prevención de riesgos laborales con lleva a minimizar el desarrollo de las enfermedades ocupacionales, la reubicaciones de puestos laborales y con ello la reducción del ausentismo laboral que se vería reflejado en los índices de producción.

La industria 4.0 conocida como la cuarta revolución nació en Alemania en el año 2011 y fue oficializada por el gobierno alemán en el año 2013 como una estrategia del gobierno alemán (Berenice, 2017), que fue implantándose en las diferentes industrias mismas que empezaron adoptar las tecnologías inteligentes, como la robótica, nanotecnología, la inteligencia artificial son algunas de las tecnologías de la era 4.0, lo que ha permitido generar un sistema compacto de producción, gestión cliente proveedor, integrado, automatizado, optimizado realizando una complementación al desarrollo productivo mejorando la eficiencia entre hombre maquina la industria 4.0 se ha extendido tanto a nivel mundial, nacional y local teniendo un enfoque al proceso de transformación de los procesos productivos más aun en un mundo de total cambio la presencia de nuevas tecnologías que aporte innovación a los procesos organizacionales genera que las industrias de todo tipo de negocios, servicios, manufacturas realicen mejoras a todas las líneas que involucran a sus procesos para continuar al ritmo que lleva el avance tecnológico la industria que no adquiera los cambios que genera la industrialización 4.0 se expone a quedar fuera de un mercado competitivo.

En este sentido la presente investigación se relaciona con la aplicación de la inteligencia artificial como herramienta para la reducción de tiempos de los análisis de los métodos analíticos de los riesgos ergonómicos.

ABSTRACT

Artificial Intelligence is gaining strength in industrial safety and occupational health management systems, developing a number of tools focused on AI that allow managing, monitoring in less time the occupational risks to which workers are exposed, as well as revolutionizing the way of carrying out studies within the ergonomic field, optimizing the technician's time when collecting information and reducing the cost of the work in the field of health. time it takes to submit an analysis report per job, applying AI in an appropriate way, many advantages are obtained, including the reduction of time when applying ergonomic evaluations and allowing the application of improvements in the workplaces in a timely and fast manner, generating comfort in the worker based on the application of industrial safety and occupational health, using the prevention of occupational risks and allowing Industries minimize the prolonged exposure of workers to repetitive tasks, inappropriate postures, adequate management in occupational risk prevention with leads to minimize the development of occupational diseases, the relocation of jobs and with it the reduction of work absenteeism that would be reflected in production rates.

Industry 4.0 known as the fourth revolution was born in Germany in 2011 and was made official by the German government in 2013 as a strategy of the German government (Berenice, 2017), which was implemented in the different industries that began to adopt intelligent technologies, such as robotics, nanotechnology, artificial intelligence are some of the technologies of the 4.0 era. which has made it possible to generate a compact system of production, management customer supplier, integrated, automated, optimized, complementing productive development by improving efficiency between man and machine. Industry 4.0 has spread both globally, nationally and locally, focusing on the process of transformation of production processes, even more so in a world of total change, the presence of new technologies that bring innovation to processes Organizational changes generate that industries of all types of businesses, services, and manufacturing make improvements to all the lines that involve their processes to continue at the pace of technological progress. The industry that does not acquire the changes generated by industrialization 4.0 is exposed to being left out of a competitive market.

In this sense, the present research is related to the application of artificial intelligence as a tool for the reduction of analysis times of analytical methods of ergonomic risks.

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las valoraciones ergonómicas son fundamentales para crear espacios de trabajo más saludables, pero hacerlo sin la ayuda de herramientas avanzadas, como la inteligencia artificial, presenta una serie de retos como es la subjetividad en la evaluación ergonómica uno de los mayores problemas al realizar valoraciones ergonómicas sin IA es la subjetividad (percepción humana) las personas que hacen estas evaluaciones pueden interpretar los mismos datos de forma diferente.

Esto puede llevar a resultados inconsistentes o erróneos, sobre todo si los evaluadores no están completamente capacitados en todos los aspectos de la ergonomía teniendo distintos resultados incluso aplicando el mismo método y técnica.

Seguidamente se tiene que al realizar una valoración sin ayuda de IA se emplea mucho tiempo y recursos involucrados, el proceso de evaluar de forma manual es muy demandante para analizar cada puesto de trabajo, se necesita tiempo para observar, medir y entrevistar a los empleados todo esto lleva a un uso ineficiente de los recursos además, los datos obtenidos deben analizarse, aplicando las valoraciones y angulaciones que aplique en cada análisis ergonómico lo cual puede ser un trabajo largo y tedioso que podría ocasionar confusión y estrés en el técnico evaluador.

Por otra parte, la dificultad para manejar grandes volúmenes de datos en trabajos con muchas áreas o puestos, la recopilación y análisis de datos puede ser un desafío si tienes que evaluar múltiples factores de cada puesto, como la postura, la repetitividad de los movimientos o el tipo de herramientas utilizadas, manejar todo ese volumen de información manualmente se vuelve poco práctico es fácil que detalles importantes se pasen por alto, lo que podría resultar en evaluaciones incompletas o incorrectas.

Con lo antes mencionado como una introducción del análisis ergonómico de manera tradicional o manual se detalla que aplicar IA a las valoraciones ergonómicas proporciona una solución eficiente a estos análisis, sino que además ofrece muchas ventajas que mejoran la eficiencia y la seguridad laboral.

La transición a la inteligencia artificial en las valoraciones ergonómicas ofrece un cambio significativo si bien las evaluaciones tradicionales tienen su valor, la IA puede mejorar la precisión, minimizar costos y reducir el tiempo invertido al realizar las valoraciones ergonómicas convirtiéndolo mucho más eficaz al incorporar IA, las empresas no solo optimizan los recursos, sino que también crean ambientes de trabajo más saludables y seguros, contribuyendo a una mayor satisfacción y productividad de los empleados.

Aplicar tecnología avanzada en este campo no es solo una ventaja competitiva, sino una inversión en el bienestar de las personas que forman la columna vertebral de cualquier organización y con este estudio se va analizar las ventajas de usar IA en análisis ergonómicos.

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo General

Optimizar el tiempo del evaluador en el uso del método ergonómico por puesto de trabajo mejorando la apreciación humana de las condiciones laborales.

1.1.2. Objetivos Específicos

Analizar los métodos tradicionales (apreciación humana) en la valoración ergonómica en entornos laborales con énfasis en el tiempo utilizado por el técnico en la evaluación por puesto laboral.

Investigar las aplicaciones actuales de inteligencia artificial que permita la optimización de tiempo en la valoración ergonómica.

Analizar el beneficio que se tiene en relación al tiempo empleado de una valoración ergonómicas mediante la aplicación de IA.

1.2. Metodología del proyecto

El procedimiento del técnico de calibración implica varios pasos esenciales:

Primero se identifica el equipo a calibrar, anotando detalles como el código, denominación y número de serie, así como el certificado de calibración y la fecha correspondiente.

Segundo, se procede a realizar las mediciones necesarias, comparando los valores obtenidos con los equipos patrones de referencia para determinar la precisión del equipo.

Finalmente, se generan informes de calibración que documentan los resultados y cualquier ajuste necesario.

Seguidamente desarrolla la actividad administrativa que corresponde la digitalización de los datos obtenidos en el proceso de calibración mediante una aplicación instalada en el teléfono celular, continuando con el archivo del registro fotográfico, impresión de informes en el caso que lo amerite o por lo contrarios se genera el informe final de la calibración del equipo y se archiva la información en una nube que será compartida con el cliente final.

Es importante que los técnicos sigan los procedimientos detallados para garantizar la exactitud de las calibraciones, con las actividades detalladas se observa que el personal técnico realiza una parte operativa que la realiza de pie dependiendo los equipos que se tenga que calibrar en el día la jornada de trabajo de pie variable y otra parte de la jornada lo realiza en procesos administrativos que abarca el uso de equipos tecnológicos en el que debe realizar la emisión de los certificados que se entrega por cada equipo realizado, de esta manera completa su jornada laboral de 8 horas por otra parte hay ocasiones en que se debe extender la jornada laboral a una jornada de 12 horas esto se debe estrictamente a trabajos extras que se realizan saliendo de la planificación y órdenes de trabajo destinados en la jornada laboral.

Bajo esta síntesis es importante identificar las condiciones de trabajo y los factores de riesgo ergonómico al que está expuesto el personal técnico, administrativo del laboratorio de calibraciones, el personal estará propenso a desarrollar trastornos musculo esquelético, en este sentido se determina que aplicando de manera preventiva una adecuada evaluación al puesto de trabajo, identificar los riesgos de forma temprana, personalizar el área laboral y proporcionar una retroalimentación al diseño del puesto laboral, con la ayuda de IA que son tecnologías que contribuye significativamente a la prevención de trastornos musculoesqueléticos y la mejora de la ergonomía en diversos sectores laborales.

Finalmente, se recogen los resultados de la evaluación ergonómica desarrollado por el software que permita realizar la valoración ergonómica al técnico en el lugar de trabajo y aplicar las intervenciones según la prioridad detectada por la IA.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

La cuarta revolución industrial ha dado a conocer un gran avance en tecnologías digitales, que tienen como fin dar un cambio completo a la forma de fabricación tradicional sin embargo estas tienen un gran desafío de adaptación por sus brechas de habilidades, financiamiento y operatividad por lo cual es necesario contar con un sistema de entrega de industria 4.0 adecuado (Geraldine, 2021).

Por su parte, el world economic forum (Forum, 2024) se adhiere a esta idea de una cuarta revolución industrial y añade los adelantos en la genética, la nanotecnología y la biotecnología, entre otros. Además, afirma que los sistemas inteligentes (casas, fábricas, granjas, redes y ciudades) permitirán afrontar un amplio abanico de problemas que van desde la gestión de las cadenas de suministro hasta el cambio climático.

La página web elternativa (Elternativa, s.f.) complemento un breve resumen de los inicios de la inteligencia artificial además de ello da dos tiempos que tiene muy marcados el desarrollo de lA conocidos como los inviernos de las IA marcadas entre el año 1973 donde se recortó los presupuestos para estudios de IA esto fue hasta el año 1980, posterior se retoma los desarrollos de lA teniendo un segundo invierno en 1987 al surgir alternativas más económicas y las empresas dejaron de invertir en el desarrollo de sistemas expertos, hasta que en 1997 donde la IA se atribuyó el triunfo de un juego de ajedrez al campeón de ajedrez humano.

Por otro lado, en la misma página (Elternativa, s.f.) proporciona información que la IA había sido experimentada ya hace muchos años atrás como por ejemplo en 1950, el matemático Alan Turing se hizo una pregunta ¿Pueden pensar las máquinas? de hecho, esta simple pregunta transformaría el mundo.

El artículo de Alan Turing computing machinery and intelligence y el consiguiente test de turing sentaron las bases de la inteligencia artificial, su visión y sus objetivos, de hecho, la inteligencia artificial pretende responder afirmativamente a la pregunta de Alan Turing su objetivo es replicar o simular la inteligencia humana en las máquinas se trata de un objetivo ambicioso, que también plantea muchos interrogantes y suscita el debate por ello, aún no existe una definición única de inteligencia artificial la descripción de «máquinas inteligentes» no explica qué es realmente la inteligencia artificial ni qué hace que una máquina sea inteligente en un intento de remediar este problema, Stuart Russell y Peter Norvig publicaron el libro Artificial Intelligence a modern approach (Elternativa, s.f.).

La IA es una herramienta que simula las capacidades del humano en el campo del aprendizaje, la resolución, el razonamiento y que llega para revolucionar la forma en que trabajamos e interactuamos entre los hombres y las máquinas (Raúl Darío, 2019) los análisis ergonómicos son estudios que permiten realizar acciones de prevención y velar por la seguridad y salud de las personas que trabajan en los centros laborales, principalmente en aquellas actividades que implican un mayor riesgo, como es el caso de personal que realiza actividades laborales de esfuerzo y actividad repetitiva obligando a tener posturas forzadas por periodos de tiempos prolongados.

La actividad de manipulación manual de carga, que consiste en transportarla, colocarla y acomodarla de manera que se encuentre estable y ocupe el menor espacio está en muchas oportunidades que requiere la realización de un sobresfuerzo por el trabajador, por el tamaño y peso de la misma existen diferentes formas de realizar este trabajo,

según su tamaño y naturaleza de la carga se puede analizar la implementación de carretes para el traslado de cargas, sin embargo, se observa que aún se realiza en forma manual; lo cual conlleva a adoptar posturas inadecuadas o forzadas, causando con el transcurso de los años trastornos musculo esqueléticos y alteraciones posturales que afectan la mecánica postural de las personas dedicadas a esta labor (INSHT, 2011).

Las condiciones de trabajo se entienden como cualquier aspecto del trabajo con posibles consecuencias negativas para la salud de los trabajadores, incluyendo además de los aspectos ambientales y tecnológicos, las cuestiones de organización y ordenación del trabajo, dentro de la aplicación de tecnología podemos utilizarla a favor de la prevención para detectar movimientos realizados por el personal en las diferentes áreas laborales así como la reducción de tiempo invertido en la evaluación de riesgos ergonómicos como se detalla en algunos temas relacionados con el tema de investigación (INSHT, 2011).

Lo menciona la ergoibv.com, la inteligencia artificial aplicada a la empresa está transformando la manera en que las empresas abordan los desafíos en el lugar de trabajo uno de los ámbitos en los que la IA está teniendo un impacto significativo es en la detección de riesgos ergonómicos que se enfoca en la relación entre el trabajo y la salud de los empleados, con la capacidad de la IA para analizar grandes cantidades de datos, las empresas pueden detectar y prevenir los riesgos ergonómicos antes de que causen lesiones a sus empleados mediante la implementación de la inteligencia artificial en el trabajo para la evaluación de riesgos ergonómicos ofrece una solución objetiva, precisa y eficiente para mejorar la salud y seguridad de los empleados en el lugar de trabajo (Ergoia, 2024).

Haciendo referencia en la misma web ergoibv.com, se refiere a la Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son una de las principales causas de baja laboral o enfermedad profesional a nivel mundial, suponiendo un coste de entre 2,6 y 3,8% del PIB en la unión europea por otro lado, la evaluación ergonómica de posturas forzadas se realiza mediante métodos de observación y aplicación de metodologías como REBA, OWAS, etc., que implica un elevado coste en tiempo y una dependencia alta de la experiencia de la persona que realiza el análisis, permitiendo cierto grado de subjetividad (Ergoia, 2024).

Por otro lado, se cuenta con la investigación realizada por la universidad europea de canarias Inteligencia artificial en la evaluación de riesgos ergonómicos en puestos de trabajo, un enfoque innovador realizada por la estudiante Claudia García en Barcelona en el año 2024, en el que involucra la mayoría de métodos ergonómicos que ya están siendo aplicados por IA, el aporte que se logra obtener con esta investigación que el análisis mediante IA lleva ventaja sobre el análisis aplicado con metodología tradicional, que depende mucho de la experiencia del evaluador (Claudia, 2024).

A nivel local de Ecuador se ha realizado varias investigaciones de IA, como el desarrollo del software ergo-analizer propuesto por la investigación de titulación de la ESPOCH con el tema desarrollo de un sistema para la prevención de posturas inadecuadas fundamentado en el método owas utilizando técnicas de inteligencia artificial para el procesamiento de imágenes en la empresa arboriente S.A, en la ciudad del Puyo en esta investigación realizaron una comparación con el software desarrollado por ergonautas ergoiza, en el que se llegó a la conclusión que deben implementar la métrica de visibilidad (factores de interpretación del técnico), y las distancias (metros recorridos al realizar el movimiento de cargas) (Bermudez, 2022).

Continuando con las investigaciones a nivel local en ecuador en la ciudad de guayaquil, el estudio realizado por la estudiante Diana Roque en el año 2024 con el tema estudio

ergonómico de los conductores en la empresa de servicio de transporte aplicación de owas (Ovako Working Analysis System) y la inteligencia artificial, el aporte principal de la investigación es que se determinó dos factores posturas forzadas y los trastornos musculoesqueléticos se derivan de la larga jornada laboral (8 horas) sedentarismos y la ausencia de pausa activas, así mismo se resalta la ventaja de la aplicación de IA en análisis de estudios ergonómicos (Roque Castro, 2024)

Universidad europea de canarias, las evaluaciones de puesto de trabajo con la interacción de la Inteligencia Artificial pueden llegar a reducir hasta en un 70% el tiempo invertido en la evaluación de los riesgos ergonómicos por parte de los profesionales encargados, teniendo en cuenta que la mayor dificultad se presenta en la recopilación y codificación de la información (Claudia, 2024) por tanto, los factores de riesgo son los elementos o conjunto de elementos que, estando presentes en las condiciones de trabajo, pueden desencadenar una disminución en la salud del trabajador.

A continuación con los antecedentes descritos de los beneficios y oportunidades de mejora que con lleva la aplicación de la IA en la mejora de posturas musculoesqueléticas se determina que uno de los problemas que pueden afectar la salud de los trabajadores técnicos y administrativos del laboratorio de calibración de instrumentos son los trastornos musculo esqueléticos y su desarrollo dependerá del tiempo de exposición a los factores de riesgo, siendo los más relevantes las actividades repetitivas, postura prolongadas, factores ambientales y factores psicosociales.

El sobreesfuerzo causado por periodos largos, asociado con posturas inadecuadas o forzadas, es un factor predisponente para la aparición de trastornos musculo esqueléticos; afectando su salud y son los responsables de un considerable incremento del costo de las empresas y de la sociedad en general. Todos los sectores de la economía se ven afectados en mayor o menor medida, en especial aquellos que realizan trabajos manuales.

2.1. Marco Conceptual

2.2. Ergonomía

Según la (Confederación, pág. 3) la ergonomía es una disciplina científico-técnica y de diseño que estudia la relación entre el entorno de trabajo (lugar de trabajo), y quienes realizan el trabajo (los trabajadores) por ello, la ergonomía estudia el espacio físico de trabajo, ambiente térmico, ruidos, vibraciones, posturas de trabajo, desgaste energético, carga mental, fatiga nerviosa, carga de trabajo, y todo aquello que pueda poner en peligro la salud del trabajador y su equilibrio psicológico y nervioso en definitiva, se ocupa del confort del individuo en su trabajo.

En el reglamento de SST decreto ejecutivo 255 (Ministerio, 2024) señala en su Artículo 45.- De los riesgos ergonómicos.- Los riesgos ergonómicos son los causados por un esfuerzo físico excesivo, movimientos repetitivos o posturas poco naturales durante el desempeño de un trabajo que pueden provocar cansancio, errores, accidentes, enfermedades profesionales o trastornos músculo-esqueléticos como consecuencia de un diseño inadecuado de las instalaciones, las máquinas, los equipos, las herramientas o los puestos de trabajo.

2.3. Industria 4.0

Según la página web IBM, la industria 4.0 (www.ibm.com, s.f.), sinónimo de fabricación inteligente, es la materialización de la transformación digital del sector, que ofrece toma de decisiones en tiempo real, mayor productividad, flexibilidad y agilidad para

revolucionar la forma en que las empresas fabrican, mejoran y distribuyen sus productos.

Por lo otra parte la página web deloitte (Deloitte, 2018) menciona esta revolución está marcada por la aparición de nuevas tecnologías como la robótica, la analítica, la inteligencia artificial, las tecnologías cognitivas, la nanotecnología y el Internet of Things (IoT) o Internet de las Cosas, entre otros.

2.4. Inteligencia Artificial

La página datascientest (Datascientes, s.f.) recalca lo difícil que es definir a la inteligencia artificial sin embargo menciona la inteligencia artificial es una tecnología tan amplia y revolucionaria que es difícil dar una definición precisa puede considerarse una rama del campo de la informática, cuyo objetivo es crear máquinas capaces de realizar tareas que tradicionalmente requerían inteligencia humana.

Por otro lado la enciclopedia web wikipedia da un concepto, en 2019 la comisión mundial de ética del conocimiento científico y la tecnología (COMEST) de la UNESCO definió la inteligencia artificial como un campo que implica máquinas capaces de imitar determinadas funcionalidades de la inteligencia humana, incluidas características como la percepción, el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas, la interacción lingüística e incluso la producción de trabajos creativos.

2.5. Enfermedades profesionales

La web del IESS en el ecuador los define como, afecciones crónicas, causadas de una manera directa por el ejercicio de la profesión u ocupación que realiza el trabajador y como resultado de la exposición a factores de riesgo, que producen o no incapacidad laboral a lo antes mencionado se puede citar la apreciación de la página web salud laboral y discapacidad de España, una enfermedad profesional es aquélla contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena o propia en las actividades que se especifiquen en el cuadro de enfermedades profesionales (IESS, 2018).

También está la regulación interna en SST de ecuador el acuerdo 255 que nos señala en su Artículo 70.- Enfermedades profesionales, aquellas que se encuentren determinadas en la lista de la organización internacional del trabajo (OIT), el código del trabajo y aquellas determinadas por las entidades del sistema nacional de seguridad social (OIT, 2005).

2.6. Condiciones de Trabajo

En la normativa de SST (Ministerio, 2024) decreto ejecutivo 255 menciona, son aquellos agentes o factores de riesgo que tienen influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores;

a) Las características generales de los locales, instalaciones, máquinas, equipos, herramientas, productos y demás útiles existentes en el lugar y/o centro de trabajo;
b) La naturaleza de los agentes biológicos, físicos y químicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia;
c) Los procedimientos para la utilización de los agentes citados en el numeral anterior, que influyan en la generación de riesgos para los trabajadores; y,
d) La organización y ordenamiento de las labores, incluidos los factores de riesgo ergonómicos y psicosociales.

A parte de lo mencionado se toma en consideración la definición de la página web personio.es, según la ley de prevención de riesgos laborales (España), la definición de condición de trabajo es la siguiente: cualquier característica del mismo que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador, las condiciones de trabajo, por lo tanto, están muy relacionadas con la salud laboral, con el bienestar de los empleados de la compañía y con la prevención de riesgos laborales (Personio.es, 2025).

2.7. Análisis de puesto de trabajo

Es el proceso de investigación en los casos de presunción de enfermedades profesionales que efectúa la entidad del sistema nacional de seguridad social respecto de un puesto de trabajo, para determinar que actividades, responsabilidades y riesgos laborales existen (Ministerio, 2024).

2.8. Evaluación de riesgos laborales

Es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos de la actividad laboral que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empleador esté en condiciones de tomar una decisión sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas (Ministerio, 2024).

2.9. Factor de riesgo

Es el elemento agresor o conjunto de ellos que, estando presente en las condiciones de trabajo, puede aumentar la probabilidad de ocurrencia de un accidente, incidente de trabajo o enfermedad profesional (Ministerio, 2024).

2.10. Identificación de factores de riesgo

Es el proceso sistemático que permite determinar los peligros presentes en el entorno de trabajo con el propósito de valorarlos para una posterior acción de control (Ministerio, 2024).

2.11. Medidas de prevención

Son acciones que se adoptan con el fin de evitar o disminuir los riesgos laborales, dirigidas a proteger la salud y seguridad de los trabajadores dentro del ejercicio de su jornada (Ministerio, 2024).

2.12. Puesto de Trabajo

Es el conjunto de actividades inherentes al cargo desarrollado por el trabajador, en el lugar y/o centro de trabajo (Ministerio, 2024).

2.13. Servicio Integral de Salud en el Trabajo – SISAT

Es el servicio de promoción, prevención, vigilancia, diagnóstico y manejo de patologías relacionadas con el trabajo, que busca brindar una atención integral dirigida a la recuperación y rehabilitación de la salud de los trabajadores con pertinencia intercultural y enfoque de género, a través de la gestión de los recursos humanos, administrativos y econom1cos, mediante la participación de trabajadores y empleadores para el abordaje integral de la salud (Ministerio, 2024).

2.14. Sistema Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo

Es el conjunto de elementos interrelacionados o interactivos que tienen por objeto establecer una política y objetivos de seguridad y salud en el trabajo, y los mecanismos y acciones necesarios para alcanzar dichos objetivos, estando íntimamente relacionado con el concepto de responsabilidad empresarial, en el orden de crear conciencia sobre el ofrecimiento de buenas condiciones laborales a los trabajadores, mejorando de este modo la calidad de vida de los mismos, así como promoviendo la competitividad de las empresas en el mercado (Según la Decisión Nro. 584 del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores, 2004).

2.15. Registro de Enfermedades Profesionales y Accidentes de Trabajo, o en Actos de Servicio

Es el proceso sistemático que consolida los datos e índices de accidentes de trabajo o en actos de servicio y enfem1edades profesionales, registrados por los entes del sistema nacional de seguridad social, cuyo desarrollo y actualización estará a cargo del ente rector del trabajo (Ministerio, 2024).

2.16. Trabajador

Es toda persona que se obliga a la prestación del servicio o a la ejecución de la obra y puede ser empleado u obrero, además que desempeña una actividad laboral por cuenta ajena remunerada, incluidos los trabajadores independientes, o por cuenta propia y los trabajadores y servidores de las instituciones públicas, incluyendo a las fuerzas armadas, policía nacional, y a las entidades de seguridad ciudadana y orden público (Ministerio, 2024).

2.17. Tipos de inteligencias tecnológicas 4ta revolución industrial

(UNIR, 2025) Indudablemente la revista de unir de España comparte, la industria 4.0 o cuarta revolución industrial se caracteriza por la aplicación de la tecnología más avanzada en los procesos productivos.

2.18. Big Data

(UNIR, 2025) Esta tecnología posibilita el procesamiento y análisis de grandes conjuntos de datos con el fin de extraer información y patrones relevantes para cada industria en particular.

2.19. Inteligencia Artificial

(UNIR, 2025) La inteligencia artificial (IA) utiliza algoritmos matemáticos y modelos de aprendizaje automático para otorgar a las máquinas la capacidad de aprender y tomar decisiones de forma similar a cómo lo hacen las personas.

CAPÍTULO 3

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño metodológico

La tesis de investigación es un estudio práctico no experimental en el cual se aplicará técnicas de levantamiento de información a través de toma de videos aplicados al puesto de trabajo que permitirá tener información cualitativa ya que el propósito es medir y analizar el grado de relación que existe entre las variables causales y el problema a resolver mediante la aplicación del software de inteligencia artificial ergoIA que nos dará las valoraciones ergonómicas por puesto de trabajo.

El diseño metodológico, es una guía de procesos, estrategias de análisis que permita alcanzar los objetivos de investigación; de acuerdo con Campos (2010), que es citado por (NAVAL, 2016) es llevar a la práctica los pasos generales del método científico, al planificar las actividades sucesivas y organizadas donde se encuentran las pruebas que se han de realizar y las técnicas para recabar y analizar los datos.

3.2. Teoría

(Identidad, 2024) La aplicación de la IA en análisis de riesgos ergonómicos minimiza el tiempo que lleva al técnico realizar las valoraciones por puesto de trabajo.

3.3. Método

(Identidad, 2024) Se aplicará el método experimental exploratorio, descriptivo que permite analizar los datos recabados por la IA en análisis ergonómicos por puesto de trabajo.

3.4. Técnica

(Identidad, 2024) Para el análisis de los riesgos ergonómicos se aplicó las técnicas de campo observación, seguido de la investigación documental en archivo digital que permite la valoración ergonómica con la aplicación del software ergoIA.

3.5. Aplicación de la inteligencia artificial en la seguridad y salud ocupacional

Ergonomía aplicada a los puestos de trabajo dentro del libro de ergonomía 1 fundamentos, (P. Barrau, 1999) la ergonomía en los últimos años ha suscitado el interés de un gran número de especialistas de todas las ramas de la ciencia: ingeniería, medicina, psicología, sociología, arquitectura, diseño, etc., la aplicación científica de los conocimientos que aporta se ha revelado como un elemento importante para la reducción de accidentes y de lesiones, en el incremento de la productividad y de la calidad de vida.

En el mismo libro nos da un interesante resumen de la ergonomía y como ha ido evolucionando, (P. Barrau, 1999) Los profesionales de la ergonomía utilizan diferentes definiciones que pretenden enmarcar el quehacer cotidiano que debería realizar un profesional de esta disciplina; evidentemente estas definiciones han evolucionado en el tiempo.

Realizando un enfoque diferente se menciona, (P. Barrau, 1999) una primera aproximación a la ergonomía colocaría a ésta en la posición de estudio del ser humano en su ambiente laboral, lo que permitiría pensar en la ergonomía como en una técnica de aplicación, en la fase de conceptualización y corporificarían de proyectos (ergonomía de concepción o preventiva), o como una técnica de rediseño para la mejora y optimización (ergonomía correctiva).

Una segunda visión de la ergonomía recogería la idea de que, en realidad, ésta debe ser una disciplina eminentemente prescriptiva, que debe proporcionar a los responsables de los proyectos los límites de actuación de los usuarios para de este modo adecuar las realizaciones artificiales a las limitaciones humanas.

Por último, en un tercer enfoque, un poco más ambicioso que los anteriores, entendería esta ciencia como un campo de estudio interdisciplinar donde se debaten los problemas relativos a qué proyectar y cómo articular la secuencia de posibles interacciones del usuario con el producto, con los servicios, o incluso con otros usuarios.

Esta forma de presentar la ergonomía sugiere una perspectiva ecológica en la que el significado de cualquier elemento debe ser visto como algo creado de forma continua por las interdependencias con las fuerzas con las que está relacionado así, el carácter de la ergonomía configura y a la vez es configurado por sus relaciones externas con las perspectivas del conocimiento y las prácticas en otros campos de conocimiento: ingeniería, medicina, psicología, economía, diseño, fisiología, etc (P. Barrau, 1999).

En la lectura del mismo libro se determina una taxonomía de la ergonomía que vendría a dar un enfoque de distribución y organización de análisis según el caso de ergonomía que sea a analizado (P. Barrau, 1999).

A continuación, en la tabla 1 se relaciona con la taxonomía o el ordenamiento de la ergonomía en sus distintas jerarquías sistemáticas agrupando según la actividad a ser analizada en cada de las facetas en las que interviene la ergonomía.

Tabla 1
Diferentes enfoques de la clasificación de la ergonomía

TAXONOMÍA	
Ergonomía	PUESTO DE TRABAJO Persona-Máquina
	SISTEMAS Puestos Persona-Movimientos Máquina
Ergonomía	PREVENTIVA Diseño - Concepción
	CORRECTIVA Análisis de errores y rediseño
Ergonomía	GEOMÉTRICA Postural, movimientos, entornos

	AMBIENTAL Iluminación, sonido, calor
Ergonomía	TEMPORAL Ritmos, pausas, horarios
	TRABAJO FÍSICO TRABAJO MENTAL

Fuente: (P. Barrau, 1999)

3.6. Enfermedades causadas por agentes físicos

Deterioro de la audición causada por ruido.

Enfermedades causadas por vibraciones (trastornos de músculos, tendones, huesos, articulaciones, vasos sanguíneos periféricos o nervios periféricos).

Enfermedades causadas por aire comprimido o descomprimido enfermedades causadas por radiaciones ionizantes.

Enfermedades causadas por radiaciones ópticas (ultravioleta, de luz visible, infrarroja), incluido el láser.

Enfermedades causadas por exposición a temperaturas extremas.

Enfermedades causadas por otros agentes físicos en el trabajo no mencionados en los puntos anteriores cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales, un vínculo directo entre la exposición a dichos agentes físicos que resulte de las actividades laborales y la(s) enfermedad(es) contraída(s) por el trabajador (OTI, 2010).

3.7. Enfermedades profesionales según el órgano o sistema afectado

Entre las que se clasifica enfermedades por sistema respiratorio, de la piel, trastorno mental y del comportamiento dentro del tema de estudio de investigación como es sistema osteomuscular (OTI, 2010).

3.8. Enfermedades del sistema osteomuscular

(OTI, 2010) Tenosinovitis de la estiloides radial debida a movimientos repetitivos, esfuerzos intensos y posturas extremas de la muñeca.

Tenosinovitis crónica de la mano y la muñeca debida a movimientos repetitivos, esfuerzos intensos y posturas extremas de la muñeca.

Bursitis del olécranon debida a presión prolongada en la región del codo Bursitis prerrotuliana debida a estancia prolongada en posición de rodillas.

Epicondilitis debida a trabajo intenso y repetitivo.

Lesiones de menisco consecutivas a períodos prolongados de trabajo en posición de rodillas o en cuclillas.

Síndrome del túnel carpiano debido a períodos prolongados de trabajo intenso y repetitivo, trabajo que entrañe vibraciones, posturas extremas de la muñeca, o una combinación de estos tres factores.

Otros trastornos del sistema osteomuscular no mencionados en los puntos anteriores cuando se haya establecido, científicamente o por métodos adecuados a las condiciones y la práctica nacionales, un vínculo directo entre la exposición a factores de riesgo que resulte de las actividades laborales.

En el mismo apartado indica los criterios generales para ser considerada una enfermedad profesional (OTI, 2010) La relación causal se establece sobre la base de datos clínicos y patológicos; información básica sobre la ocupación y un análisis del empleo; identificación y evaluación de los factores de riesgo de la ocupación considerada, y el papel que desempeñan otros factores de riesgo.

Los datos epidemiológicos y toxicológicos son útiles para determinar la relación causal que existe entre una enfermedad profesional específica y la exposición correspondiente en un entorno de trabajo o actividad laboral específicos por regla general, los síntomas no son lo suficientemente característicos para permitir el diagnóstico de una enfermedad profesional si no se conocen los cambios patológicos provocados por los factores físicos, químicos, biológicos o de otro tipo a que están expuestos los trabajadores en el ejercicio de una ocupación por lo tanto, es normal que cuanto mejor se conozcan los mecanismos de acción de los factores mencionados, el aumento constante del número de sustancias utilizadas, y las características y variedad de los agentes de los que se sospecha, más fácil resultará hacer un diagnóstico preciso, y al mismo tiempo ampliar la lista reconocida de enfermedades de origen profesional.

El reconocimiento de una enfermedad como profesional es un ejemplo concreto de toma de decisión en materia de medicina clínica o de epidemiología clínica aplicada. Decidir sobre el origen de una enfermedad no es una ciencia exacta, sino una cuestión de criterio basada en un examen crítico de todas las evidencias disponibles, entre las que se deben incluir las siguientes:

3.9. Intensidad de la asociación

Cuanto mayor sean los efectos de la exposición en la frecuencia o el desarrollo de una enfermedad, mayores serán las probabilidades de que exista una relación causal entre la exposición y ese desarrollo o frecuencia (OTI, 2010).

3.10. Concordancia

Diferentes informes de investigación que desembocan en resultados y conclusiones similares en términos generales (OTI, 2010).

3.11. Especificidad

La exposición a un factor de riesgo específico se traduce en un patrón claramente definido de la enfermedad o las enfermedades (OTI, 2010).

3.12. Relación o secuencia temporal

Entre la exposición considerada y la aparición de la enfermedad transcurre un período de tiempo compatible con cualquier mecanismo biológico propuesto (OTI, 2010).

3.13. Gradiente biológico

Cuanto mayor sean el nivel y la duración de la exposición, mayor será la gravedad de las enfermedades o su incidencia (OTI, 2010).

3.14. Plausibilidad biológica

De acuerdo con los conocimientos que hoy se tienen sobre las propiedades toxicológicas y químicas y otras características físicas del riesgo o peligro estudiado, es racional afirmar, desde el punto de vista biológico, que la exposición conduce al desarrollo de la enfermedad (OTI, 2010).

3.15. Coherencia

Se logra cuando a partir de una síntesis de todas las evidencias (por ejemplo, estudios de epidemiología humana y animal) se deduce la existencia de una relación causal en el sentido amplio y según el sentido común (OTI, 2010).

3.16. Estudios de intervención

En algunos casos, una prueba preventiva básica permite verificar si la supresión de un peligro determinado o la reducción de un riesgo concreto del entorno de trabajo o de la actividad laboral impide el desarrollo de una enfermedad específica o reduce su incidencia (OTI, 2010).

De la misma manera se tiene comunicados de la OIT/OMS en el que se menciona que el número de accidentes en la página web ilo.org (OIT, 2005), frente al aumento de muertes, heridas y enfermedades relacionadas con el trabajo es necesario desarrollar en todo el mundo una cultura de seguridad preventiva.

Por otro lado, se tiene un análisis en sus últimas estimaciones, la OIT descubrió que además de las muertes relacionadas con el trabajo, cada año los trabajadores son víctima de unos 268 millones de accidentes no mortales que causan ausencias de al menos tres días del trabajo y unos 160 millones de nuevos casos de enfermedades profesionales anteriormente, la OIT había calculado que los accidentes y las enfermedades profesionales son responsables de que alrededor del 4 por ciento del PIB mundial se pierda en concepto de pago de compensaciones y ausencias del trabajo.

Cabe mencionar que se tiene un cambio de matriz productiva en donde las personas buscan nuevas oportunidades de empleo con relación con los empleadores que busca mano de obra barata ocasionando un incremento en relación a enfermedades y accidentes laborales como lo menciona la página web ilo.org esta situación se debe a que en los países de reciente desarrollo los trabajadores a menudo proceden de zonas rurales, y disponen de escasas calificaciones y poca formación en prácticas de trabajo seguras", dijo Jukka Takala, Director del Programa Safework de la OIT (Trabajo, 2002).

La mayoría de ellos nunca ha trabajado con maquinaria pesada, y algunos tienen poca o ninguna experiencia en peligros industriales como la electricidad, de forma que desconocen lo peligrosos que éstos pueden ser, sin embargo, son elementos que

forman parte de los tipos de trabajo que están disponibles para los trabajadores con escasas calificaciones en los países en vías de rápida industrialización.

Por último la misma página hace referencia a las principales enfermedades profesionales catalogada como la primera el cáncer por exposición a sustancias químicas, como segundo lugar lo coloca a las enfermedades musculoesqueléticas que es el tema de estudio de esta investigación lo que se refleja la importancia de implementar planes preventivos con el objetivo de minimizar estas afecciones a la salud de la población laboral activa, por tercer lugar se ubica la enfermedades físicas, y por último lugar las enfermedades trasmisible por agentes patógenos (OTI, 2010).

Lo que se desencadena en la importancia de realizar cambios en los sistemas de prevención que, a pesar de las importantes mejoras registradas en la seguridad y la salud en muchas partes del mundo en los últimos decenios, el reto global de proporcionar seguridad y salud a los trabajadores es hoy día mayor que nunca, dijo la doctora Kerstin Leitner, subdirectora general, desarrollo sostenible y ambientes saludables de la OMS, se podrían obtener mejoras de la salud importantes y duraderas si se hiciera hincapié en la adopción de políticas y programas efectivos de prevención primaria (OIT, 2005).

Continuando con las cifras de los registros de enfermedades y accidentes de trabajo se analizó a latinoamérica y el caribe que también tiene datos importantes en la gestión de seguridad y salud ocupacional como es el citado en la página web dialnet las condiciones de trabajo se han visto seriamente afectadas, en los últimos 20 años, por los procesos de modernización, cambios tecnológicos y flexibilización laboral en datos recientes, la OMS estimaba que los accidentes de trabajo (AT) eran alrededor del 8% de todos los accidentes ocurridos en el mundo y que estos AT causaban 312,000 muertes de acuerdo a JukkaTakala, en su informe para la organización panamericana de la salud (OPS) del año 2004, existieron en latino américa y el caribe (LAC) 147,600 muertes por motivo del trabajo, de estas, 108,200 se debieron a enfermedades laborales, 39,400 a accidentes de trabajo y 28,500 fueron causadas por sustancias peligrosas se estima que 10,000 estuvieron relacionadas con la exposición a asbesto, la tasa de accidentes de trabajo fatales en LAC fue 2.5 veces más alta que en Canadá y EUA (Universidad, 2011).

Es ante este panorama de la Salud Ocupacional en la globalización económica que la investigación científica y la formación de especialistas en salud ocupacional es indispensable para la construcción de una respuesta organizada a los nuevos perfiles de riesgo del trabajador latinoamericano, si se pretende avanzar en el conocimiento de la problemática de salud que enfrentamos los trabajadores, ir más allá de la atención del daño y establecer acciones que mejoren las condiciones laborales, se requiere en primera instancia contar con herramientas que proporciones la información estratégica necesaria para una adecuada toma de decisiones (https://www.scielo.sa.cr/, 2021).

En materia de investigación científica en salud ocupacional una revisión de artículos relacionados con el tema, realizada en el área de Latinoamérica y el Caribe (LAC), obtenidos a través de la búsqueda en bases de datos médicas (Pubmed, Proquest y SienceDirect) y algunas entrevistas a personajes que son líderes e investigadores en LAC, se encontró que predominan trabajos que utilizan métodos cuantitativos en relación a exposición química; enfermedades ocupacionales muy conocidas y análisis ergonómico; y solamente hay unos pocos trabajos sobre sistemas organizacionales, factores psicosociales; siendo aún más escasos los trabajos sobre indicadores positivos de salud, métodos de investigación en ST, economía informal y trabajo de menores y de la mujer (Universidad, 2011).

En la misma cita de la página de dialnet trae a colación unos factores que seria los detonantes de las enfermedades y accidentes laborales los principales problemas de salud y seguridad en el trabajo (SST) en LAC incluyen: falta de atención generalizada en relación a la importancia de un medio ambiente seguro y saludable; falta información sobre los accidentes: las enfermedades y muertes de trabajo están subestimadas; faltan sistemas de vigilancia epidemiológica; poca vigilancia en el cumplimiento de las normas de SST; necesidad de profesionales en salud en el trabajo que estén bien entrenados; falta de mecanismos políticos para traducir hallazgos científicos en políticas de prevención efectivas; falta de capacidad institucional y de la infraestructura necesaria para desarrollar un ambiente seguro y saludable; otras causas que contribuyen a mayores riesgos de trabajo, se deben a unas elevadas tasas de desempleo y subempleo crónicas las decenas de millones de trabajadores de LAC que mantienen un trabajo, están más preocupadas en conservarlo que en los posibles efectos a la salud relacionados con la exposición laboral, además de estar colocados en un nivel tal de "indefensión" legal y social, que frecuentemente son víctimas de abusos que no pueden ser denunciados el terreno de la salud laboral en américa latina, es un espacio donde los trabajadores parecen haber perdido la iniciativa hoy en día, el discurso neoliberal ha conducido la discusión de los aspectos laborales al tema predominante de la productividad y competitividad en los últimos años poco se ha avanzado para garantizar mejores condiciones laborales para los trabajadores los recursos de las Instituciones gubernamentales para dar vigilancia al cumplimiento de la legislación laboral en esta materia, son ridículamente escasos la normatividad en materia de seguridad e higiene se ha desarrollado tímidamente, es casi inexistente para los aspectos psicosociales y en la seguridad social, no va más allá de la reparación del daño (https://www.scielo.sa.cr/, 2021).

La revista oshaeuropa.eu menciona Muchos tipos de enfermedades, incluidos el cáncer, los trastornos respiratorios, las enfermedades cardiovasculares, las enfermedades de la piel, los trastornos musculoesqueléticos y los trastornos mentales, pueden tener su origen en el trabajo o verse agravados por él aunque las causas subyacentes de estas enfermedades sean complejas, se sabe que algunas exposiciones en el trabajo contribuyen al desarrollo o al progreso de una enfermedad (Agencia, 2024).

En cuanto a cifras a nivel del ecuador se tiene la siguiente información, las lesiones más representativas son: Traumatismos superficiales (31,7%), Otras heridas (20,1%), Fracturas (18,6%), Torceduras y esguinces (8,9%), Contusiones y aplastamientos (8,3%) (IESS, 2018).

Por otro lado, en cuanto a enfermedades profesionales, las más reportadas en el 2012 fueron las del sistema óseo-muscular relacionadas con la tensión. Estas enfermedades pueden estar relacionadas con: El diseño del lugar de trabajo, Las malas posturas, Herramientas y lugares de trabajo mal diseñados o inadecuados (IESS, 2018).

Cinco enfermedades más comunes en el trabajo

Por años, las afecciones laborales relacionadas con la exposición a químicos, del aparato respiratorio o auditivas causadas por el ruido, eran las más comunes en el Ecuador, el uso intensivo de nuevas tecnologías en las empresas cambió este cuadro en el país.

verificando los datos de la dirección de riesgos de trabajo del instituto ecuatoriano de seguridad social (IESS) y que datan del 2012, las afecciones profesionales que más se reportaron fueron las del sistema óseo-muscular relacionadas con la tensión, se puede evidenciar que ya en años anteriores se van presentado los tipos de enfermedades ocupacionales de sistema óseo para lo cual no se ha realizado análisis o estudios que

permitan minimizar o trabajar en prevención en la raíz del problema sino que se a llevado solo el tema como una mera estadística que se ve el bajo compromiso por mejorar las condiciones laborales de la población (Comercio, 2014).

El mismo diario hace mención que se realizó una entrevista a personal del IESS Pamela Herrera, jefa médica de esta área, explica que estas enfermedades se relacionan con el diseño del lugar de trabajo y las malas posturas, tanto en las áreas operativas como administrativas de las empresas, sobre todo en las que se desarrollan frente a un computador son lumbalgia crónica (dolor en la espalda baja), hernia discal (dolencias de la columna vertebral), síndrome del túnel carpiano (presión sobre los nervios que se transmiten a la muñeca), lumbalgia y hombro doloroso (uno de los casos de tendinitis) juntas sumaron el 69% del total de enfermedades reportadas el 2012 otra causa de estas lesiones son las herramientas y lugares de trabajo mal diseñados o inadecuados. Esto incluye la iluminación, el diseño de herramientas, asientos, mesas, el no hacer pausas y eliminar el trabajo por turnos, entre otros elementos (Comercio, 2014).

Continuando con la investigación el mismo medio de comunicación indica una versión a una funcionaria de una empresa Lorena Sánchez es secretaria en una empresa privada y trabaja entre seis y ocho horas seguidas frente al computador hace cuatro años sufrió de molestias en la muñeca derecha al principio no se preocupó, pero con el paso de los meses el dolor se hizo cada vez más intenso. “Recuerdo que me dijeron que, si la terapia no funcionaba, debería hacerme una cirugía, menos mal no me operaron y me recuperé, aunque todavía me molesta”, dice estas lesiones, según la OIT, se desarrollan lentamente a lo largo de meses o años adicional a ello presenta una estadística que se ve reflejado en la baja gestión de prevención que se realiza en las empresas ecuatorianas y obtienen calificaciones muy bajas en auditorias de gestión en SSO llegan a obtener 2 sobre 10 en seguridad ocupacional (Comercio, 2014).

Lesiones y accidentes afectan al trabajador los derrames cerebrales ahora afectan a personas más jóvenes, Herrera explica que un problema en el país es la falta de reporte de enfermedades profesionales por parte de trabajadores o empleadores según cálculos del IESS, al año en el país se registran unas 14 000 enfermedades ocupacionales, pero menos del 3% de ellas se reporta. En el 2012 se reportaron 240 afecciones ocupacionales al IESS, un 35% más de enfermedades que el 2011, otra enfermedad que comienza a ser cada vez más común es la tendinitis de Quervain (irritación e inflamación de los tendones que se encuentran en el borde del pulgar de la muñeca) por el uso del celular. En el 2011 representó el 0,6% y para el 2012, subió al 3% en tanto, otras enfermedades tradicionales como las respiratorias ocupan el puesto 13 y auditivas el 16. Estas representan el 1,25 y 0,8% de las enfermedades profesionales (IESS, 2018).

Aunque no existe un tiempo exacto, en promedio, estas enfermedades pueden aparecer a los 10 años de exponerse a una misma actividad cuando el empresario no ha realizado programas de prevención”, dice Herrera el IESS y el ministerio de relaciones laborales (mrl) buscan corregir estos índices para ello empezaron auditorías sobre la salud y seguridad ocupacional en las empresas del país, según el IESS, las empresas ecuatorianas solo tienen 20 sobre 100 puntos en el índice de salud y seguridad ocupacional. La OIT recomienda que alcancen, al menos, 80 puntos las auditorías realizadas en el año 2012 empezaron en 144 empresas en el mes de junio hasta llegar a 1 700 empresas a finales del 2013, explicó Carlos Marx Carrasco, titular del MRL las firmas tienen 90 días para elevar su puntaje, caso contrario empezarán las sanciones que pueden llegar hasta 20 remuneraciones básicas unificadas (Comercio, 2014).

Aunque no existen estadísticas de los costos en el país, la OIT calcula que los riesgos laborales (accidentes y enfermedades laborales) en países en desarrollo puede llegar a

costar hasta el 10% del Producto Interno Bruto (PIB) las enfermedades laborales o profesionales son aquellas que se contraen en el puesto del trabajo y surgen como consecuencia de las condiciones de este en determinados países estas dolencias están incluidas en una lista elaborada por el ministerio del trabajo (Comercio, 2014).

En la tabla 2 se realiza un resumen de las estimaciones realizadas por la OIT en los análisis de accidentes no mortales y el desarrollo de las enfermedades profesionales, además de un porcentaje que afecta al PIB de los países en compensaciones a los trabajadores por los accidentes o enfermedades.

Tabla 2
Accidentes Laborales

	Millones Accidentes
Accidentes No mortales	268
Nuevos Casos de Enfermedades	160
PIB/ Pago Compensaciones	4%
Motivo de Accidentes	Sin Capacitación / Sin experiencia / Precariedad laboral

Fuente: (Trabajo, 2002)

En la tabla 3 se presenta un resumen de accidentes laborales según la OMS en el mundo y de la OPS en datos recopilados por Latinoamérica y el Caribe LAC.

Tabla 3
Accidentes Ocurridos en El Mundo OMS

Del total de accidentes en el mundo	8%	A. Laborales
1er lugar	Cáncer	Asbestos
2do lugar	TME	
Accidentes de Trabajo	312000	Muertes
OPS/LAC	147600	Muertes
Enfermedades Profesionales	108200	
Accidentes de Trabajo	39400	
Sustancias Químicas	28500	
Asbestos	10000	

Fuente: (Universidad, 2011)

A continuación, en la tabla 4 se resumen factores que seria los detonantes de las enfermedades y accidentes laborales en Latinoamérica y el Caribe.

Tabla 4
Principales Problemas de Salud y Seguridad en LAC

1	Falta de atención generalizada en relación a la importancia de un medio ambiente seguro y saludable
2	Falta información sobre los accidentes laborales no son reportados las enfermedades y muertes de trabajo están subestimadas
3	Faltan sistemas de vigilancia epidemiológica, poca vigilancia en el cumplimiento de las normas de SST
4	Necesidad de profesionales en salud en el trabajo que estén bien entrenados la falta de mecanismos políticos para traducir hallazgos científicos en políticas de prevención efectivas

5	Falta de capacidad institucional y de la infraestructura necesaria para desarrollar un ambiente seguro y saludable

Fuente: (https://www.scielo.sa.cr/, 2021)

La grafica de la figura 3.1 que se presenta a continuación está basada en datos del reporte anual de IESS 2018 en el que se reportan los datos de las enfermedades más representativas en el Ecuador.

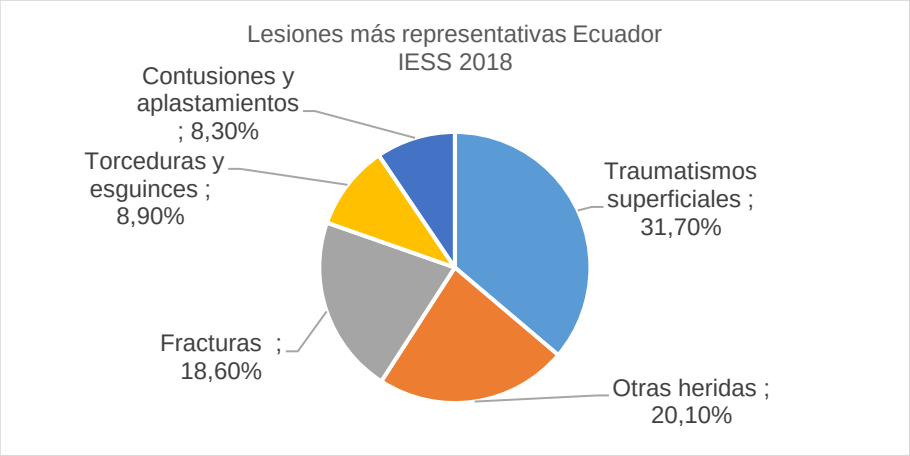

Figura 3.1 Lesiones IESS 2018

Fuente: (IESS, 2018)

El cuadro de la tabla 5, se presenta a continuación está en base a los datos de la investigaciones y reportes de los organismos que manejan las estadísticas de reportes de enfermedades y accidentes laborales se presenta un resumen de los casos más reportados.

Tabla 5
Comparativa datos LAC – IESS Ecuador

Tipos de enfermedades registradas en Latino América y el Caribe		Lesiones más representativas en Ecuador (IESS, 2018)	
Cáncer		Traumatismos superficiales	31,70%
Trastornos respiratorios		Otras heridas	20,10%
Enfermedades cardiovasculares	VS	Fracturas	18,60%
Enfermedades de la piel		Torceduras y esguinces	8,90%
Trastornos musculoesqueléticos		Contusiones y aplastamientos	8,30%

Fuente: (IESS, 2018); (Agencia, 2024)

La tabla 6 presenta información de la relación en el desarrollo de enfermedades profesionales con un indicador como el diseño del puesto de trabajo.

Tabla 6
Relación enfermedades profesionales

Relación de las enfermedades	
Diseño del lugar de trabajo y las malas posturas operativas como	Lumbalgia crónica (dolor en la espalda baja), hernia discal (dolencias de la columna vertebral), síndrome del túnel carpiano

administrativas de las empresas, sobre todo en las que se desarrollan frente a un computador	(presión sobre los nervios que se transmiten a la muñeca), lumbalgia y hombro doloroso (uno de los casos de tendinitis)
	Los reportes juntos sumaron el 69% del total de enfermedades reportadas el 2012

Fuente: (Comercio, 2014)

El resumen que se analiza a continuación en la tabla 7 está relacionada a las enfermedades profesionales según una aproximación del IES sería el total de casos que deberían llegar a las estadísticas de la base de datos del IESS sin embargo del total de 14000 casos solo el 3% es reportado es decir llega a la estadística unos 420 casos.

Tabla 7
Estimación de reportes IESS

Falta de Reportes Empleado Trabajador			Enfermedades Ocupacionales			
Enfermedades profesionales Según cálculos del IESS			Tendinitis de Quervain		2011	0.6% del reporte
Año	14000 menos del 3% es reportado del total				2012	Aumento a 3% del reporte
2012	240 afecciones ocupacionales al IESS		Enfermedades respiratorias	puesto 13	2011	1.25% del total
2011	Un 35% más que el 2012		Auditivas	Puesto 16	2011	0.8% del total

Fuente: (IESS, 2018)

CAPÍTULO 4

4. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO ERGONÓMICO CONVENCIONAL

4.1. Métodos de evaluaciones ergonómicas

Los métodos de evaluaciones ergonómicas sirven al técnico en seguridad industrial en la identificación y valoración de los factores de riesgo presentes en un puesto de trabajo o tarea, con los resultados o informes obtenidos podrá aplicar acciones que permita reducir los riesgos ergonómicos (ErgoIA, 2024).

4.1.1. Manipulación manual de cargas

El riesgo en tareas como levantamientos, transportes, empujes o arrastres de cargas transportar, levantar, empujar, bajar, arrastrar, colocar o estibar cargas de un peso mayor a 3 kg.

Evaluación de tareas repetitivas riesgo de lesión musculoesquelética en la zona del cuello-hombro y en la zona de la mano-muñeca (ErgoIA, 2024).

Antes de aplicar el método se debe tener en cuenta que:

Si existiera manipulación manual de cargas la primera medida a considerar debería ser la sustitución de la misma, mediante la automatización o mecanización de los procesos que la provocan o introduciendo en el puesto ayudas mecánicas que realicen el levantamiento.

El método está diseñado para la evaluación de puestos en los que el trabajador realiza la tarea ´"De pie". Sin embargo, a modo de orientación, propone como límite de peso para tareas realizadas en posición sentado, 5 Kg., indicando, en cualquier caso, que dicha posición de levantamiento conlleva un riesgo no tolerable y debería ser evitada.

Si existe levantamiento de carga (más de 3 Kg.), no es posible el rediseño ideal para su eliminación y el levantamiento se realiza en posición de pie, se procederá a realizar la evaluación del riesgo asociado al puesto (Diego, 2015).

4.1.2. Aplicación del método convencional

La aplicación del método GINSHT para la evaluación de un puesto de trabajo puede realizarse siguiendo los siguientes pasos:

Considerar la aplicabilidad del método al caso a evaluar debe establecerse si el caso que se pretende evaluar reúne las condiciones para aplicar el método GINSHT. Por ejemplo, debe existir que existe manipulación manual de cargas y que el peso de la carga es superior a 3 Kg.

Considerar posibilidades de mejora previas, por ejemplo, considerar la posibilidad de automatización o mecanización de procesos o la introducción de ayudas mecánicas.

Recopilar los datos necesarios sobre la manipulación de carga los datos que es necesario recoger respecto a la manipulación de la carga son:

Peso real de la carga manipulada por el trabajador, si el peso real de la carga es mayor que el peso aceptable el levantamiento conlleva riesgo y por tanto debería ser evitado o corregido (Diego, 2015).

El Peso Teórico depende de la posición de la carga respecto al cuerpo del trabajador, que a su vez depende de dos valores.

La Altura o Distancia Vertical (V) a la que se maneja la carga: distancia desde el suelo al punto en que las manos sujetan el objeto.

4.1.3. Puede tomar los valores

Altura de la vista, Encima del codo, Debajo del codo, Altura del muslo o Altura de la pantorrilla (Diego, 2015).

En la figura 4.1 se muestra gráficamente los intervalos correspondientes de la carga manipulada por el trabajador, la separación con respecto al cuerpo o distancia horizontal (H) de la carga al cuerpo puede tomar los valores: cerca del cuerpo o lejos del cuerpo.

Figura 4.1 Peso teórico en función de la zona de manipulación

Fuente: (Diego, 2015)

La tabla 8 permiten determinar el valor del peso teórico conocida la zona de manipulación de la carga si la manipulación de la carga se realiza en más de una zona se considerará aquella que resulte más desfavorable, es decir, aquella cuyo peso teórico sea menor cuando la manipulación se dé en la transición entre una zona y otra podrá considerarse un peso teórico medio entre los indicados para cada zona.

Tabla 8
Peso Teórico en kilogramos en función de la zona de manipulación

SEPARACIÓN		
ALTURA	**Cerca del cuerpo**	**Lejos del Cuerpo**
Altura de la vista	13	7
Por encima del codo	19	11
Por debajo del codo	25	13
Altura del muslo	20	12
Altura de la pantorrilla	14	8

Fuente: (Diego, 2015)

4.1.4. Cálculo del Peso Aceptable

El apartado siguiente muestra cómo calcular cada uno de los factores de corrección

PESO ACEPTABLE = PESO TEÓRICO * FP * FD * FG * FA * FF

4.1.5. Duración de la tarea

Tiempo total de manipulación de la carga y tiempo de descanso.

4.1.6. Posiciones de la carga con respecto al cuerpo

Altura y separación de la carga cuerpo desplazamiento vertical de la carga o altura hasta la que se eleva la carga, La distancia vertical es la distancia que recorre la carga desde que se inicia el levantamiento hasta que finaliza la manipulación.

En función de esta distancia el actor de distancia vertical tomará los valores indicados a continuación en la tabla 9.

Tabla 9
Factor de corrección de desplazamiento vertical de la carga

Desplazamiento vertical de la carga	Factor de corrección
Hasta 25 cm.	**1**
Hasta 50 cm.	**0.91**
Hasta 100 cm.	**0.87**
Hasta 175 cm.	**0.84**
Más de 175 cm.	**0**

Fuente: (Diego, 2015)

4.1.8. Giro del tronco

El Factor de giro mide la desviación del tronco respecto a la posición neutral su valor depende del ángulo medido en grados sexagesimales formado por la línea que une los hombros con la línea que une los tobillos, ambas proyectadas sobre el plano horizontal. La figura 4.2 se muestra la forma de medir este ángulo, conocido el ángulo la tabla 10 permite conocer el valor del factor de giro.

Figura 4.2 Medición del giro del tronco

Fuente: (Diego, 2015)

La tabla 10 indica un resumen del factor de giro en el que se mide la desviación del tronco respecto a la posición neutral su valor depende del ángulo medido en grados sexagesimales.

Tabla 10
Factor de corrección de giro del tronco

Giro del tronco	Factor de corrección
Sin giro	**1**
Poco girado (hasta 30º)	**0.9**
Girado (hasta 60º)	**0.8**
Muy girado (90º)	**0.7**

Fuente: (Diego, 2015)

4.1.9. Tipo de agarre de la carga

El factor de agarre mide la calidad del agarre de la carga, es decir, si la forma, el tamaño y la existencia de asas o agarraderas permite un buen asimiento el valor del factor de Agarre depende de la calidad del agarre, y se distinguen tres tipos.

En la figura 4.3 se grafica el agarre bueno y son los llevados a cabo con contenedores de diseño óptimo con asas o agarraderas, o aquellos sobre objetos sin contenedor que permitan una buena manipulación y en el que las manos pueden ser bien acomodadas alrededor del objeto.

Figura 4.3 Agarre bueno

Fuente: (Diego, 2015)

En la figura 4.4 se indica el agarre regular que es el llevado a cabo sobre contenedores con asas a agarraderas no óptimas por ser de tamaño inadecuado, o el realizado sujetando el objeto flexionando los dedos 90º.

Figura 4.4 Agarre regular

Fuente: (Diego, 2015)

En la figura 4.5 se interpreta el agarre malo que es el realizado sobre contenedores mal diseñados, objetos voluminosos a granel, irregulares o con aristas, y los realizados sin flexionar los dedos manteniendo el objeto presionando sobre sus laterales.

Figura 4.5 Agarre malo

Fuente: (Diego, 2015)

Conocido el tipo de agarre la se utiliza los datos que se detallan en la tabla 11.

Con los datos de la tabla 11 permite conocer el valor del factor de agarre.

Tabla 11
Factor de Corrección de Agarre

Tipo de agarre	Factor de corrección
Agarre bueno	**1**
Agarre regular	**0.95**
Agarre malo	**0.9**

Fuente: (Diego, 2015)

4.1.10. Duración de la manipulación

Frecuencia de la manipulación, el factor de frecuencia valora la frecuencia con la que se realiza la manipulación de la carga.

En la tabla 12 se determina el valor del factor se considera tanto la frecuencia de las manipulaciones como la duración de la tarea en la que se realizan las mismas.

Tabla 12
Factor de corrección de frecuencia de la manipulación

	Duración de la manipulación		
Frecuencia de manipulación	**Menos de 1 hora al día**	**Entre 1 y 2 horas al día**	**Entre 2 y 8 horas al día**
1 vez cada 5 minutos	1	0.95	0.85
1 vez por minuto	0.94	0.88	0.75
4 veces por minuto	0.84	0.72	0.45
9 veces por minuto	0.52	0.30	0.00
12 veces por minuto	0.37	0.00	0.00
Más de 15 veces por minuto	0.00	0.00	0.00

Fuente: (Diego, 2015)

4.1.11. Distancia de transporte de la carga

Identificar las condiciones ergonómicas del puesto que no cumplen con las recomendaciones para la manipulación segura de cargas.

Determinar si existen características propias o condiciones individuales del trabajador que condicionan la tarea de manipulación de carga.

Especificar el grado de protección requerido, es decir el porcentaje o tipo de población que se desea proteger al calcular el peso límite de referencia calcular el peso aceptable o peso límite de referencia (Diego, 2015).

PESO ACEPTABLE = PESO TEÓRICO * FP * FD * FG * FA * FF

4.1.12. Cálculo del peso aceptable

Para determinar el nivel de riesgo se compara el peso real de la carga manipulada por el trabajador con el peso aceptable obtenido.

A continuación, se tiene la tabla 13 para determinar el nivel de riesgo al que se encuentra expuesto el trabajador (Diego, 2015).

Tabla 13
Riesgo en función del peso real de la carga y del peso aceptable

Peso Real vs. Peso Aceptable	Riesgo	Medidas Correctivas
Peso Real ≤ Peso Aceptable	Tolerable	No son necesarias *
Peso Real > Peso Aceptable	No tolerable	Son necesarias

Fuente: (Diego, 2015)

(*) Aunque el nivel de riesgo sea tolerable la presencia de factores de corrección con valor menor a la unidad pueden hacer recomendable aplicar medidas correctivas que corrijan las desviaciones correspondientes.

Para el cálculo del peso aceptable será necesario, previamente, calcular el peso teórico en función de la zona de manipulación de la carga.

Calcular los factores de corrección del peso teórico correspondientes al grado de protección requerido y a los datos de manipulación registrados.

Comparar el peso real de la carga con el peso aceptable determinando el riesgo asociado al levantamiento (tolerable o no tolerable).

Calcular del peso total transportado, el peso total transportado diariamente (PTTD) se define como los kilos totales que transporta el trabajador diariamente, o lo que es lo mismo, durante la duración total de la manipulación manual de cargas (descontados los descansos) (Diego, 2015).

PTTD = Peso Real * Frecuencia de manipulación * Duración total de la tarea

4.1.13. Cálculo del peso total transportado diariamente

Se establecen límites en los kilogramos de carga trasportados cada día en función de la distancia recorrida.

En la tabla 14 se detallan los parámetros a considerar para realizar el cálculo del peso total transportado diariamente por el trabajador en su actividad diaria.

Tabla 14
Límites de carga transportada diariamente en un turno de 8 horas en función de la distancia de transporte

Distancia de transporte	Kilos/días transportados (máximos recomendados)
Hasta 10 metros	10.000 Kg.
Más de 10 metros	6.000 Kg.

Fuente: (Diego, 2015)

Comparando el peso total transportado diariamente con los valores de la tabla 15 es posible que se den las cuatro situaciones definidas.

La tabla 15 es utilizada para realizar la interpretación de la distancia en función de la carga transportada diariamente por el trabajador.

Tabla 15
Límites de carga transportada diariamente en un turno de 8 horas en función de la distancia de transporte

Distancia de transporte	Kilos/días transportados (máximos recomendados)	Riesgo
Hasta 10 metros	PTTD ≤ 10.000 Kg.	**Tolerable**
	PTTD > 10.000 Kg.	**No Tolerable**
Más de 10 metros	PTTD ≤ 6.000 Kg.	**Tolerable**
	PTTD > 6.000 Kg.	**No Tolerable**

Fuente: (Diego, 2015)

El valor calculado podrá modificar el nivel de riesgo obtenido anteriormente si supera los límites recomendados para el trasporte de cargas así pues, el riesgo podrá redefinirse como no tolerable aun siendo el peso real de la carga inferior al peso aceptable, analizar el resto de factores ergonómicos e individuales no incluidos en el cálculo del peso aceptable el criterio del evaluador determinará, para cada factor, si está presente en el puesto y si dicha circunstancia conlleva un riesgo para el trabajador (Diego, 2015).

Establecer medidas correctoras que corrijan el posible riesgo detectado.

Aplicar las medidas correctoras hasta alcanzar niveles aceptables de riesgo.

Se recomienda insistir en la mejora del puesto considerando todas las medidas preventivas sugeridas por el método, incluso aunque el nivel de riesgo sea tolerable tras aplicar sólo alguna de las medidas.

En caso de haber realizado correcciones en la tarea, se aplicará una nueva evaluación para comprobar su efectividad (Diego, 2015).

4.2. Módulo Ocra Multitarea

Metodología para analizar tareas repetitivas de los miembros superiores con ciclos de trabajo definido (ErgoIA, 2024).

Check List OCRA permite valorar el riesgo asociado al trabajo repetitivo el método mide el nivel de riesgo en función de la probabilidad de aparición de trastornos músculo-esqueléticos en un determinado tiempo, centrándose en la valoración del riesgo en los miembros superiores del cuerpo, muchos tipos de tareas, por ejemplo, las realizadas en cadena, obligan a los trabajadores a realizar movimientos repetitivos que, en ocasiones, pueden derivar en problemas para la salud el exceso por intensidad, duración o frecuencia de movimientos repetitivos produce efectos perjudiciales sobre la salud, que se ven agravados por el mantenimiento de posturas forzadas, la fuerza ejercida o la inexistencia de pausas que permitan la recuperación muscular (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015).

4.2.1. Aplicación del método

La aplicación del método persigue determinar el valor del Índice Check List OCRA (ICKL) y, a partir de este valor, clasificar el riesgo como Optimo, Aceptable, Muy Ligero, Ligero, Medio o Alto. El ICKL se calcula empleando la siguiente ecuación:

$$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) \cdot MD$$

Índices Check List OCRA (ICKL) el valor de ICKL es el resultado de la suma de cinco de factores, posteriormente multiplicados por el multiplicador de duración (MD) como paso previo al cálculo de cada factor y del multiplicador de duración, es necesario conocer, a partir de los datos organizativos del trabajo, el tiempo neto de trabajo repetitivo y el tiempo neto de ciclo de trabajo.

En los apartados siguientes se expondrá cómo calcular el tiempo neto de trabajo repetitivo (TNTR), el tiempo neto de ciclo (TNC) y cada uno de los factores y multiplicadores de la ecuación (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015).

- FR Factor de recuperación.
- FF Factor de frecuencia.
- FFz Factor de fuerza.
- FP Factor de posturas y movimientos.
- FC Factor de riesgos adicionales.
- MD Multiplicador de duración.

4.2.2. Cálculo del tiempo neto de trabajo repetitivo y tiempo neto de ciclo

Como paso previo al cálculo de los diferentes factores y multiplicadores para obtener el Índice Check List OCRA, es necesario calcular el Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) y el Tiempo Neto del Ciclo de trabajo (TNC).

El TNTR es el tiempo durante el que el trabajador está en el puesto realizando, exclusivamente, actividades repetitivas. Es decir, el tiempo o duración del turno de trabajo menos el tiempo en el que realiza actividades no repetitivas como el tiempo de las pausas, el tiempo en el que el trabajador realiza otras tareas no repetitivas, los periodos de descanso y otros tiempos de inactividad.

$$TNTR = DT - [TNR + P + A]$$

Tiempo neto de trabajo repetitivo (TNTR)

En esta ecuación, DT es la duración en minutos del turno o el tiempo que el trabajador ocupa el puesto en la jornada, TNR es el tiempo de trabajo no repetitivo en minutos este tiempo es el dedicado por el trabajador a tareas no repetitivas como limpiar, reponer, etc., P es la duración en minutos de las pausas que realiza el trabajador mientras ocupa el puesto, A es la duración del descanso para el almuerzo en minutos.

Una vez conocido el TNTR es posible calcular el tiempo neto del ciclo de trabajo el TNC podría definirse como el tiempo de ciclo de trabajo si sólo se consideraran las tareas repetitivas realizadas en el puesto.

$$TNC = 60 \cdot TNTR / NC$$

Tiempo Neto del Ciclo de trabajo (TNC)

El TNC vendrá expresado en segundos, y en esta ecuación, NC es el número de ciclos de trabajo que el trabajador realiza en el puesto el TNTR es el tiempo o duración del turno de trabajo en el puesto menos las pausas, las tareas no repetitivas que se realicen en el puesto, los periodos de descanso y otros tiempos de inactividad.

En el tiempo de las pausas debe considerarse tanto las pausas oficiales (aquellas reconocidas como tales por la empresa y a las que el trabajador tiene derecho) como las no oficiales (las no reconocidas oficialmente por la empresa y que el trabajador toma bajo su criterio) para conocer NC (número de ciclos de trabajo que el trabajador realiza en el puesto) puedes hacer lo siguiente:

Si en cada ciclo el trabajador realiza una pieza, NC será igual al número de piezas que realiza.

Si en cada ciclo el trabajador realiza x piezas, NC será igual al número de piezas que realiza dividido por x.

Una vez conocidos TNTR y TNC se procederá a calcular los factores y multiplicadores de la ecuación de cálculo del ICKL (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015).

4.2.3. Cálculo del factor de recuperación (FR)

La existencia de periodos de recuperación adecuados tras un periodo de actividad permite la recuperación de los tejidos óseos y musculares, si no existe suficiente tiempo de recuperación tras la actividad aumenta el riesgo de padecer trastornos de tipo músculo-esquelético, la frecuencia de los perdidos de recuperación y su duración y distribución a lo largo de la tarea repetitiva, determinarán el riesgo debido a la falta de reposo y por consecuencia al aumento de la fatiga para valorar los periodos de recuperación Check List OCRA mide la desviación de la situación real en el puesto respecto a una situación ideal se considera situación ideal a aquella en la que existe una interrupción de al menos 8/10 minutos cada hora (contando el descanso del almuerzo) o el periodo de recuperación está incluido en el ciclo de trabajo, es decir, la proporción entre trabajo repetitivo y recuperación es de 50 minutos de tarea repetitiva por cada 10 minutos de recuperación (la proporción entre trabajo repetitivo y periodo de recuperación es de 5:1) (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015).

En la tabla 16 se detalla los valores para calcular el valor del FR debe emplearse los valores correspondientes a los periodos de recuperación, debiendo escogerse la más parecida a la situación real del puesto.

Tabla 16
Puntuación del Factor de Recuperación (FR)

Situación de los periodos de recuperación	Puntuación
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- No existen pausas reales, excepto de unos poco minutos (menos de 5) en 7-8 horas de turno.	10

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

4.2.4. Cálculo del factor de frecuencia (FF)

La frecuencia con la que se realizan movimientos repetitivos influye en el riesgo que suponen sobre la salud del trabajador, así pues, un mayor número de acciones por unidad de tiempo, o un menor tiempo para realizar un número determinado de acciones, supone un incremento del riesgo.

Para determinar el valor del factor frecuencia es necesario identificar el tipo de las acciones técnicas realizadas en el puesto, se distinguen dos tipos de acciones técnicas: estáticas y dinámicas.

Las acciones técnicas estáticas se caracterizan por tener una mayor duración (contracción de los músculos continua y mantenida 5 segundos o más), deberán analizarse por separado los dos tipos de acción técnicas, además, se analizarán por separado las acciones realizadas por ambos brazos, debiendo realizar una evaluación diferente para cada brazo si es necesario (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015).

En la tabla 17 se detalla la puntuación que se puede asignar a la actividad en función de la velocidad en relación al tiempo con la que es ejecutada la actividad.

Tabla 17
Puntuación de acciones técnicas dinámicas (ATD)

Acciones técnicas dinámicas	ATD
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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015).

En la tabla 18 se detalla la puntuación que se puede asignar a la actividad en función de la velocidad en relación al tiempo con la que es ejecutada la actividad.

Tabla 18
Puntuación de acciones técnicas estáticas (ATE)

Acciones técnicas estáticas	ATE
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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

Conocidos los valores de ATD y ATE, la puntuación del factor FF se obtendrá como el máximo de los dos valores:

FF = Max (ATD ; ATE)

Factor Frecuencia (FF)

Aunque en la aplicación del Check List OCRA las acciones técnicas se identifican de forma general.

En la tabla 19 se recopila algunas acciones y técnicas habituales que puede servir de guía para su identificación.

Tabla 19
Tipos y definición de algunas acciones técnicas

Acción Técnica	Definición y criterios
MOVER	Transportar un objeto a un determinado sitio usando los miembros superiores (sin caminar). Mover un objeto debería considerarse como una acción exclusivamente cuando el objeto pese más de 2 kg (con el agarre de fuerza) o 1 kg (con la mano en pinza) y el brazo haga un amplio movimiento de hombro abarcando una distancia superior a 1 un metro.
ALCANZAR	Llevar la mano a un lugar preestablecido. Alcanzar un objeto debería considerase una acción sólo cuando el objeto está colocado más allá de la longitud de la extremidad superior extendida y no es alcanzable andando, por lo que el operador debe mover el tronco y los hombros para alcanzar el objeto. Si el lugar de trabajo es usado por hombres y mujeres, o sólo por mujeres, la medida de la longitud de la extremidad superior extendida corresponde a 50 cm (5 percentil de mujeres), y esta longitud debe usarse como referencia. Alternativamente, se considerará acción técnica cuando el objeto está situado fuera del alcance de los límites de la zona de trabajo (A2, B2, C2) especificados en la Norma ISO 14738:2002.
AGARRAR/TOMAR	Asir un objeto con la mano o los dedos para realizar una actividad o tarea.
TOMAR DE UNA MANO A LA OTRA	Las acciones de asir con una mano un objeto, pasarlo a la otra mano y asirlo de nuevo con ella, se considerarán dos acciones técnicas separadas: una para la mano derecha y otra para la mano izquierda.
COLOCAR	Posicionar un objeto o una herramienta en un punto preestablecido. SINÓNIMOS: posicionar, apoyar, poner, disponer, dejar, reposicionar, volver a poner.
INTRODUCIR/SACAR	La acción de introducir o sacar debe considerarse como una acción técnica cuando se requiere el uso de fuerza. SINÓNIMOS: Extraer, insertar.
EMPUJAR/TIRAR	Deben contarse como acciones pues resultan de la aplicación de fuerza, aunque sea poca, con la intención de obtener un resultado específico. SINÓNIMOS: Presionar, desconectar piezas.
PONER EN MARCHA	Debe considerarse una acción cuando la puesta en marcha de una herramienta requiere el uso de un botón o palanca por partes de la mano, o por uno o más dedos. Si la puesta en marcha se hace repetidamente sin cambiar la herramienta, considera una acción por cada puesta en marcha. SINÓNIMOS: presionar botón, bajar palanca.
TRANSPORTAR	Si un objeto que pesa 3 Kg o más es transportado al menos 1 metro, la extremidad superior que soporta el peso es la realiza la acción técnica de “transportar”. Un metro significa una verdadera acción de transporte (dos pasos).
ACCIONES ESPECÍFICAS	Acciones específicas que forman parte de un proceso determinado, por ejemplo: Doblar, plegar, curvar, desviar, estrujar, rotar, girar, ajustar, moldear, bajar, alcanzar, golpear, pasar la brocha (contar cada paso de la brocha sobre la parte a ser pintada), rallar (contar cada paso en la parte a ser rallada), alisar, pulir (contar cada paso en la parte a ser pulida), limpiar (contar cada paso en la parte a ser limpiada), martillar (contar cada uno de los golpes), arrojar, etc.

	Cada una de estas acciones debe ser descrita y contada una vez por cada repetición, por ejemplo, girar dos veces = 2 acciones técnicas.
No son acciones técnicas	
SOLTAR	Si un objeto que ya no es necesario, simplemente se suelta abriendo la mano, o los dedos, entonces la acción no debe ser considerada una acción técnica (es una restitución pasiva, o un dejar caer).
ANDAR, CONTROL VISUAL	No deben ser considerados como acciones técnicas pues no implican ninguna actividad de la extremidad superior.

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

4.2.5. Cálculo del Factor de Fuerza (FFz)

Check List OCRA considera significativo este factor únicamente si se ejerce fuerza con los brazos y/o manos al menos una vez cada poco ciclo, además, la aplicación de dicha fuerza debe estar presente durante todo el movimiento repetitivo en caso contrario no será necesario calcular FFz, dándole el valor 0.

Empujar o tirar de palancas, pulsar botones, cerrar o abrir, manejar o apretar componentes, utilizar herramientas. elevar o sujetar objetos.

Identificadas las acciones que se realizan en el puesto y que requieren de aplicación de fuerza, se determinará el esfuerzo requerido para realizar cada una, para ello puede emplearse una equivalencia con la escala de esfuerzo percibido CR-10 de Borg, si no se percibe esfuerzo o éste es débil, no se considerará, si el esfuerzo es moderado (3 o 4 en la escala CR-10), se considerará fuerza moderada, si el esfuerzo percibido es fuerte o muy fuerte (de 5 a 7 en la escala CR-10), la fuerza se considerará Intensa, si el esfuerzo es mayor (más de 7 en la escala CR-10 de Borg), la fuerza se considerará Casi Máxima (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015).

A continuación, en la tabla 20 se detalla la puntuación para cada una de las acciones detectadas en función de la intensidad del esfuerzo (moderado, intenso, casi máximo), y del porcentaje del tiempo del ciclo de trabajo en el que se realiza el esfuerzo.

Tabla 20
Puntuación de las acciones que requieren esfuerzo

Esfuerzo	Puntuación	OCRA FFz
Nulo	0	No se considera
Muy débil	1	
Débil	2	
Moderado	3	Fuerza moderada
	4	
Fuerte	5	Fuerza intensa

	6	
Muy fuerte	7	
Cercano al máximo	8	Fuerza casi máxima
	9	
	10	

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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

4.2.6. Cálculo del factor de posturas y movimientos (FP)

Check List OCRA considera, como factor que incrementa el riesgo, el mantenimiento de posturas forzadas y la realización de movimientos forzados en las extremidades superiores, en el análisis se incluyen el hombro, el codo, la muñeca y la mano. Además, se considera la existencia de movimientos que se repiten de forma idéntica dentro del ciclo de trabajo (movimientos estereotipados).

En la tabla 21 se indica las valoraciones con respecto al hombro, de acuerdo a la posición del brazo en cuanto a flexión, extensión y abducción.

Tabla 21
Puntuación del hombro (PHo)

Posturas y movimientos del hombro	PHo
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

(*) Si las manos permanecen por encima de la altura de la cabeza se duplicarán las puntuaciones.

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

A continuación, se presenta la tabla 22 del codo con los parámetros a ser valorados la flexión, la extensión y la pronosupinación.

Tabla 22
Puntuación del codo (PCo)

Posturas y movimientos del codo	PCo
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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

La tabla 23 permite valorar la existencia de posturas y movimientos forzados de la muñeca (flexiones, extensiones y desviaciones radio-cubitales), determinando la puntuación PMu.

Tabla 23
Puntuación de la muñeca (PMu)

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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

En la tabla 24 se presenta la valoración por el tipo de agarre que permite obtener la puntuación PMa. El agarre realizado se considerará cuando sea de alguno de estos tipos: agarre en pinza o pellizco, agarre en gancho o agarre palmar.

Tabla 24
Puntuación de la mano (PMa)

Duración del Agarre	PMa
Alrededor de 1/3 del tiempo	2

Más de la mitad del tiempo	4
Casi todo el tiempo.	8
(*) El agarre se considerará solo cuando sea de alguno de estos tipos: agarre en pinza o pellizco, agarre en gancho o agarre palmar.	

(Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

Esta puntuación depende del porcentaje del tiempo de ciclo que ocupan estos movimientos y de la duración del tiempo de ciclo, si no existen, o los movimientos estereotipados ocupan menos de 2/3 del tiempo de trabajo, la puntuación de PEs es 0.

Para valorar la existencia de movimientos estereotipados se emplea la tabla 25 mediante la que se obtiene la puntuación Pes, en función del tiempo empleado en las repeticiones.

Tabla 25
Puntuación de movimientos estereotipados (PEs)

Movimientos estereotipados	PEs
- 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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

Obtenidas las 5 puntuaciones anteriores se puede calcular el valor del factor de posturas y movimientos (FP). Para ello, a la mayor de las puntuaciones obtenidas para el hombro, el codo, la muñeca y la mano, se le sumará la puntuación obtenida para los factores estereotipados según la ecuación:

Factor Posturas y Movimientos (FP)

$$FP = Max (PHo ; PCo ; PMu ; PMa) + PEs$$

4.2.7. Cálculo del Factor de Riesgos Adicionales (FC)

Además de los factores de riesgo considerados hasta el momento, Check List OCRA considera otros posibles factores complementarios que pueden afectar al riesgo global dependiendo de su duración o frecuencia.

Los factores adicionales se engloban en dos tipos, los de tipo físico-mecánico y los derivados de aspectos socio-organizativos del trabajo.

En la tabla 27 se presentan las opciones para obtener la puntuación del factor de riesgos adicionales (FC) para obtener la puntuación Ffm de los factores físico-mecánicos y

posteriormente se buscará la opción adecuada para los factores socio-organizativos en la tabla 26 obteniendo la puntuación Fso, por último, se sumarán ambas puntuaciones para obtener FC (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015).

FC = Ffm + Fso

Factor de Riesgos Adicionales (*FC*)

En la tabla 26 se presentan las opciones para obtener la puntuación del factor de riesgos socio-organizativos (Fso).

Tabla 26
Puntuación de Factores socio-organizativos (Fso)

Factores socio-organizativos	Fso
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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

En la tabla 27 se presentan las opciones para obtener la puntuación del Factor de Riesgos Adicionales (FC) en función a los factores físico-mecánicos.

Tabla 27
Puntuación de Factores físico-mecánicos (Ffm)

Factores físico-mecánicos	Ffm
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 0º) 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.	

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

4.2.8. Cálculo del Multiplicador de Duración (MD)

En el cálculo de todos los factores anteriores se ha considerado un tiempo de exposición al riesgo de 8 horas, es decir, el riesgo se ha valorado para un turno de 8 horas en el puesto evaluado en el que todo el tiempo de ciclo de trabajo se dedica a trabajo repetitivo, sin embargo, el turno de trabajo puede tener una duración inferior a 8 horas y no todo el tiempo se dedica a trabajo repetitivo si existen pausas, descansos y trabajo no repetitivo (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015).

Para obtener el nivel de riesgo considerando el tiempo de exposición debe calcularse el multiplicador de duración (MD). A diferencia del resto de factores, que se suman, MD se multiplicará por el resultado de la suma del resto de factores.

En la tabla 28 se da los valores del MD para que se calcule, depende del valor del Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) calculado anteriormente. Como puede observarse en la tabla 28, si TNTR es igual a 480 minutos (8 horas) MD toma el valor 1. Si el Tiempo Neto del Trabajo Repetitivo es inferior a 480 minutos MD disminuye, por lo que el Índice Check List OCRA será menor, mientras que aumentará si TNTR es superior a 8 horas. Los valores de duración inferiores a 60 minutos que aparecen en la segunda parte de la tabla 28 se emplean en análisis multitarea en las que las tareas son breves (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015).

Tabla 28
Multiplicador de Duración (MD)

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
Tiempo Neto de Trabajo Repetitivo (TNTR) en minutos (Solo para análisis multitarea)	MD
≤1.87	0.01
1.88-3.75	0.02
3.73-7.5	0.05
7.6-15	0.1
15.1-30	0.2
31-59	0.35

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

4.2.9. Determinación del Nivel de Riesgo

Una vez calculados todos los factores y el multiplicador de duración es posible conocer el Índice Check List OCRA empleando la ecuación:

$$ICKL = (FR + FF + FFz + FP + FC) \cdot MD$$

Índice Check List OCRA (ICKL)

Con el valor calculado del Índice Check List OCRA puede obtenerse el Nivel de Riesgo y la Acción recomendada mediante la tabla 29.

En la tabla 29 se mencionan las valoraciones del riesgo que se encuentra expuesto el colaborador además de ello se indica las recomendaciones a implementar según se ale nivel del riesgo.

Tabla 29
Nivel del Riesgo, Acción Recomendada e Índice OCRA equivalente

Índice Check List OCRA	Nivel de Riesgo	Acción recomendada	Índice OCRA equivalente
≤ 5	Óptimo	No se requiere	≤ 1.5
5.1 - 7.5	Aceptable	No se requiere	1.6 - 2.2
7.6 - 11	Incierto	Se recomienda un nuevo análisis o mejora del puesto	2.3 - 3.5

Índice Check List OCRA	Nivel de Riesgo	Acción recomendada	Índice OCRA equivalente
11.1 - 14	Inaceptable Leve	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	3.6 - 4.5
14.1 - 22.5	Inaceptable Medio	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	4.6 - 9
> 22.5	Inaceptable Alto	Se recomienda mejora del puesto, supervisión médica y entrenamiento	> 9

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015., 2015)

4.3. Módulo de posturas (REBA)

Este módulo contiene el Método REBA (Rapid Entire Body Assessment) que es aplicable a una gran variedad de tareas. adoptan posturas inadecuadas de tronco, cuello, miembros superiores o inferiores, mediante la denominada puntuación REBA (ErgoIA, 2024).

4.3.1. Aplicación del método

El procedimiento para aplicar el método REBA puede resumirse en los siguientes pasos:

Se expone a continuación la forma de obtener las puntuaciones de cada miembro, las puntuaciones parciales y finales y el nivel de actuación (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.).

4.3.2. Evaluación del Grupo A

La puntuación del **Grupo** A se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Por ello, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro.

4.3.3. Puntuación del tronco

En la tabla 30 se precisa la puntuación del tronco y dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical.

Tabla 30
Puntuación del tronco

Posición	**Puntuación**
Tronco erguido	**1**
Flexión o extensión entre 0° y 20°	**2**

Flexión >20° y ≤60° o extensión >20°	**3**
Flexión >60°	**4**

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

En la tabla 31 se indica una condición en el caso que aplique para la valoración del tronco esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del tronco no se modifica.

Tabla 31
Modificación de la puntuación del tronco

Posición	**Puntuación**
Tronco con inclinación lateral o rotación	**+1**

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

4.3.4. Puntuación del cuello

En la tabla 32 se presenta la puntuación del cuello que se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco se consideran tres posibilidades: flexión de cuello menor de 20º, flexión mayor de 20º y extensión.

Tabla 32
Puntuación del cuello

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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

En la tabla 33 se indica la valoración para sumar un punto adicional en caso que el cuello tenga alguna de las características que indica en la tabla.

Tabla 33
Modificación de la puntuación del cuello

Posición	**Puntuación**
Cabeza rotada o con inclinación lateral	**+1**

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

4.3.5. Puntuación de las piernas

La puntuación de las piernas dependerá de la distribución del peso entre ellas y los apoyos existentes.

En la tabla 34 se presenta la puntuación de las piernas que aplica el método.

Tabla 34
Puntuación de las piernas

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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

En la tabla 35 se indica el aumento a la puntuación de las piernas que se incrementará si existe flexión de una o ambas rodillas el incremento podrá ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado no existe flexión y por tanto no se incrementará la puntuación de las piernas.

Tabla 35
Incremento de la puntuación de las piernas

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**

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

4.3.6. Evaluación del Grupo B

La puntuación del Grupo B se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Así pues, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro. Dado que el método evalúa sólo una parte del cuerpo (izquierda o derecha), los datos del Grupo B deben recogerse sólo de uno de los dos lados.

En la tabla 36 se aprecia la puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del brazo. Esta puntuación será aumentada en 1 punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido (separado del tronco en el plano sagital) o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo sobre el que descansa el brazo del trabajador mientras desarrolla la tarea la puntuación del brazo disminuye en un punto. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del brazo no se modifica.

Tabla 36
Puntuación del brazo

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**

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

Por otra parte, en la tabla 37 se detalla la circunstancia que disminuye el riesgo la existencia de puntos de apoyo para el brazo o que éste adopte una posición a favor de la gravedad, disminuyendo en tal caso la puntuación inicial del brazo.

Tabla 37
Modificación de la puntuación del brazo

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**

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

4.3.7. Puntuación del antebrazo

La puntuación del antebrazo no será modificada por otras circunstancias adicionales siento la obtenida por flexión la puntuación definitiva.

En la tabla 38 se indica la puntuación del antebrazo considerada por el método.

Tabla 38
Puntuación del antebrazo

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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

4.3.8. Puntuación de la muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medida desde la posición neutral.

En la tabla 39 se indica la puntuación que puede obtener la muñeca.

Tabla 39
Puntuación de la muñeca

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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión de la muñeca.

En la tabla 40 se establece la puntuación que se aumentará en un punto si existe desviación radial o cubital de la muñeca o presenta torsión.

Tabla 40
Modificación de la puntuación de la muñeca

Posición	**Puntuación**
Torsión o Desviación radial o cubital	**+1**

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

4.3.9. Puntuación de los Grupos A y B

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman los Grupos A y B se calculará las puntuaciones globales de cada Grupo.

En la tabla 41 se da las valoraciones para obtener la puntuación del Grupo A de acuerdo a las valoraciones recolectadas en los pasos anteriores.

Tabla 41
Puntuación del Grupo A

	Cuello		
	1	**2**	**3**
	Piernas	**Piernas**	**Piernas**

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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

En la tabla 42 se da las valoraciones para obtener la puntuación del Grupo B de acuerdo a las valoraciones obtenidas en los pasos anteriores.

Tabla 42
Puntuación del Grupo B

	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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

4.3.10. Puntuaciones parciales

Las puntuaciones globales de los Grupos A y B consideran la postura del trabajador. A continuación, se valorarán las fuerzas ejercidas durante su adopción para modificar la puntuación del Grupo A, y el tipo de agarre de objetos para modificar la puntuación del Grupo B.

La carga manejada o la fuerza aplicada modificará la puntuación asignada al Grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 kilogramos de peso, caso en el que no se incrementará la puntuación.

La tabla 43 muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga, además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad más a la puntuación anterior (tabla 43). En adelante la puntuación del Grupo A, incrementada por la carga o fuerza, se denominará Puntuación A.

Tabla 43
Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas

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**

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

La calidad del agarre de objetos con la mano aumentará la puntuación del Grupo B, excepto en el caso de que la calidad del agarre sea buena o no existan agarres.

En la tabla 44 se muestra los incrementos a aplicar según la calidad del agarre, la puntuación del Grupo B modificada por la calidad del agarre se denominará Puntuación B.

Tabla 44
Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.

Carga o fuerza	**Puntuación**
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	**+1**

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

La tabla 45 se indican las puntuaciones a ser aumentadas en condiciones de un mal agarre en las actividades desarrolladas por el trabajador.

Tabla 45
Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre

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**

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

4.3.11. Puntuación final

Las puntuaciones de los Grupos A y B han sido modificadas dando lugar a la Puntuación A y a la Puntuación B respectivamente.

Empleando la tabla 46 con las dos puntuaciones se obtendrá la Puntuación C.

Tabla 46
Puntuación C

	Puntuación B											
Puntuación A	**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

	Puntuación B											
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

Finalmente, para obtener la Puntuación Final, la Puntuación C recién obtenida se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea, los tres tipos de actividad considerados por el método no son excluyentes y por tanto la Puntuación Final podría ser superior a la Puntuación C hasta en 3 unidades (Tabla 46) (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.).

En la tabla 47 se menciona los puntos que se puede aumentar adicional a los valores ya obtenidos como Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular.

Tabla 47
Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular

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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

4.3.12. Nivel de Actuación

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

La tabla 48 muestra los Niveles de Actuación según la puntuación final obtenidas en todas las valoraciones aplicadas por el método.

Tabla 48
Niveles de actuación según la puntuación final obtenida

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

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

Finalmente, la figura 4.6 es el resume del proceso de obtención del nivel de actuación en el método Reba.

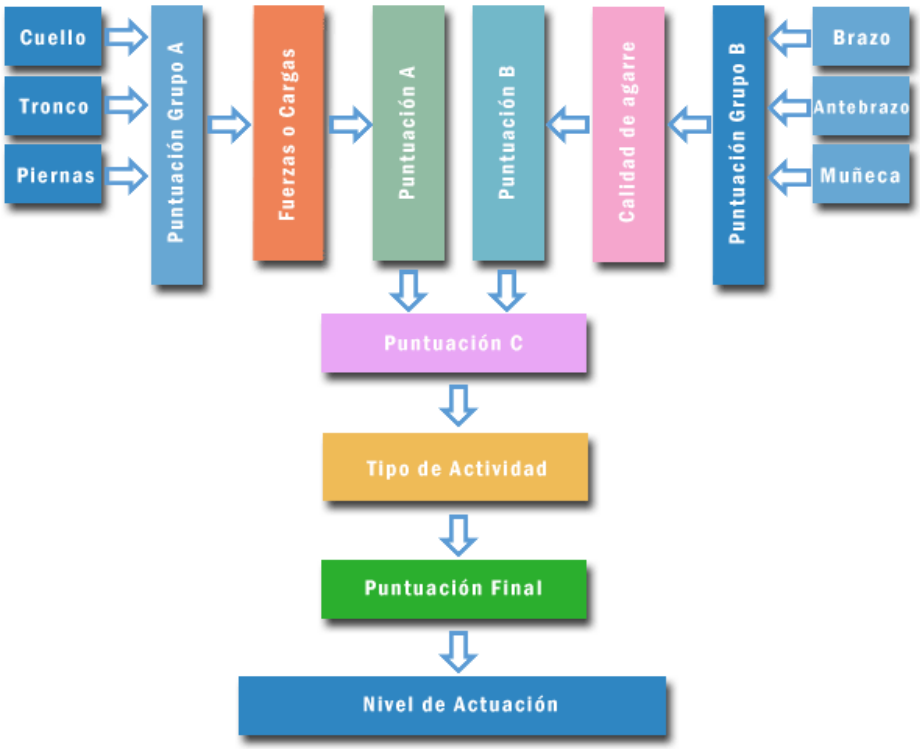

Figura 4.6 Esquema de puntuaciones

Fuente: (Diego-Mas, Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015, s.f.)

CAPÍTULO 5

5. APLICACIÓN PRÁCTICA DEL MÉTODO ERGONÓMICO UTILIZACIÓN SOFTWARE ERGOIA

5.1. Módulo de posturas (REBA)

Este módulo contiene el método REBA (Rapid Entire Body Assessment) que es aplicable a una gran variedad de tareas. adoptan posturas inadecuadas de tronco, cuello, miembros superiores o inferiores, mediante la denominada puntuación REBA (ErgoIA, 2024).

5.2. Presentación pestañas de navegación del software ergoIA

En este apartado se presenta la interface de navegación con sus pestañas inicio la pantalla principal, valoraciones en este apartado se revisan los informes realizados o se mantiene un histórico de todas las actividades realizadas e informes completos, incompletos rechazados, fallidos, nueva valoración pestaña que recibe toda la información según el método a ser analizado y ayuda en esta pestaña se obtiene videos de soporte para el manejo del software.

La figura 5.1 permite conocer las opciones de navegación que cuenta el software ergo-ia, dando la opción de inicio, valoraciones, nuevas valoraciones y una opción de ayuda que permite conocer de una manera amigable el manejo de software ergo-ia.

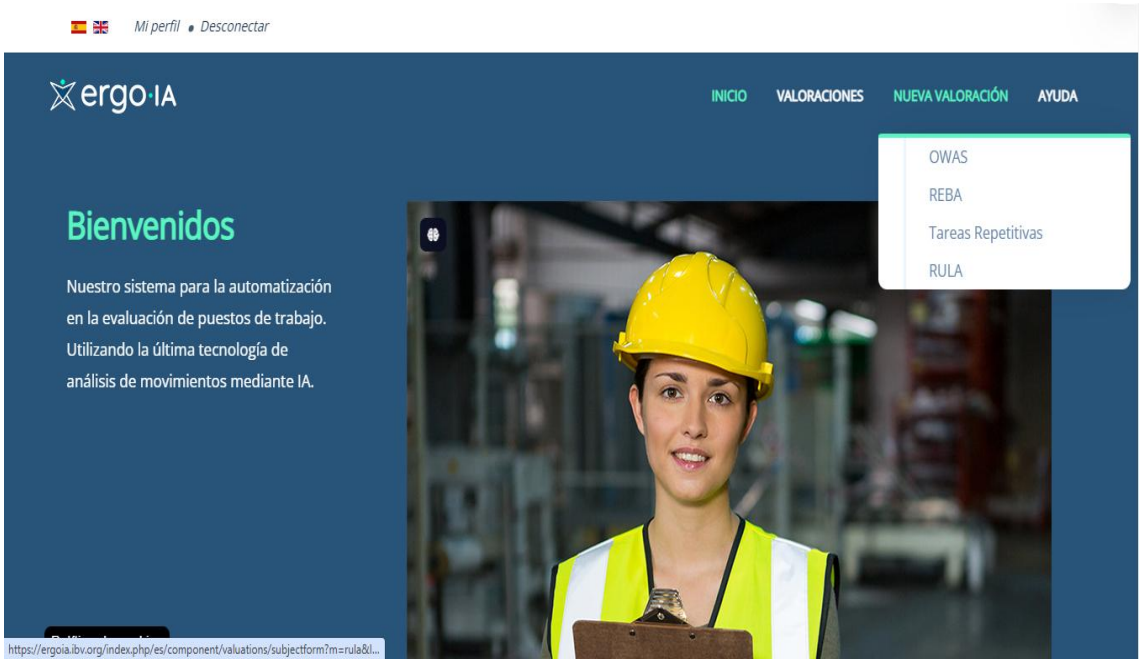

Figura 5.1 Interface de la plataforma ErgoIA

Fuente: (ErgoIA, 2024)

En la figura 5.2 se observa la interface de las opciones con la que cuenta el software ergo-ia, en esta opción el software almacena los registros realizados.

Figura 5.2 Valoraciones ErgoIA

Fuente: (ErgoIA, 2024)

En la figura 5.3 se tiene la pestaña de nueva valoración en el cual se llena los datos del puesto, datos del trabajador y datos del evaluador.

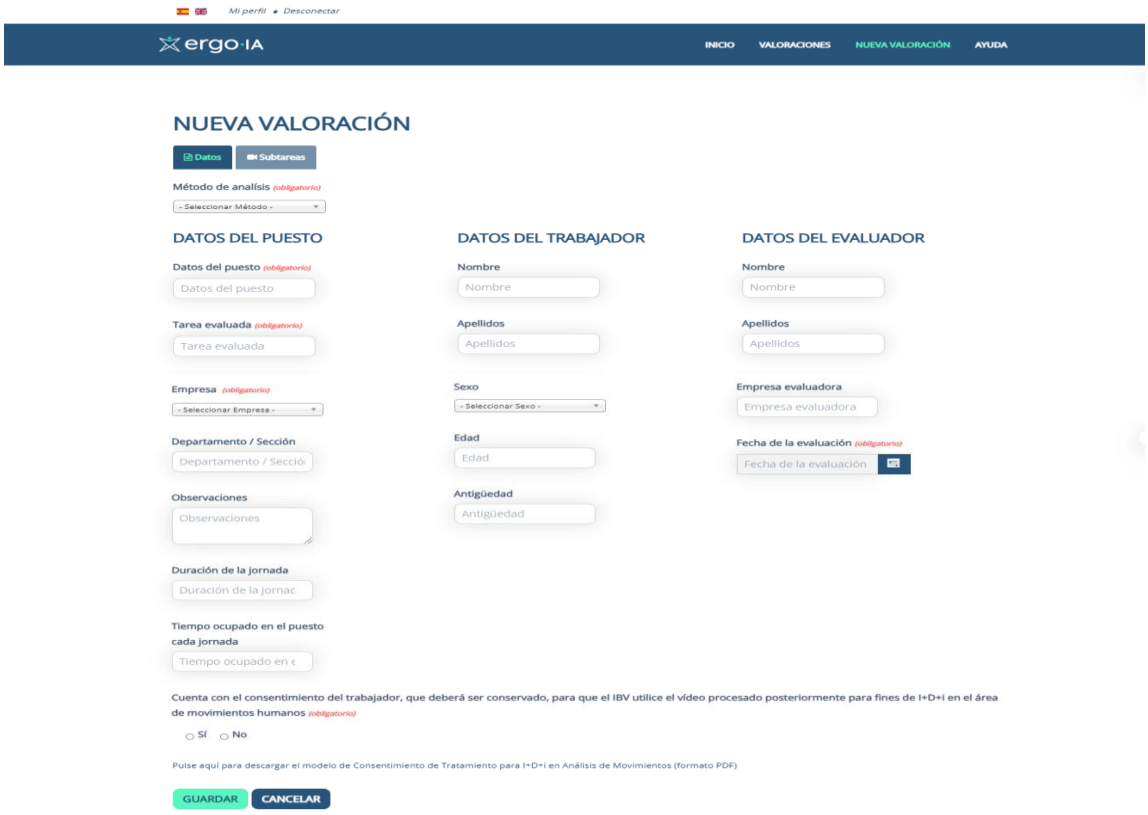

Figura 5.3 Datos de valoración y datos personales

Fuente: (ErgoIA, 2024)

5.3. Presentación infográfica del método REBA con el software ergoIA

En este apartado se presenta la figura 5.4 con la que es analizada la actividad a realizar por el técnico en calibración de equipos metrológicos.

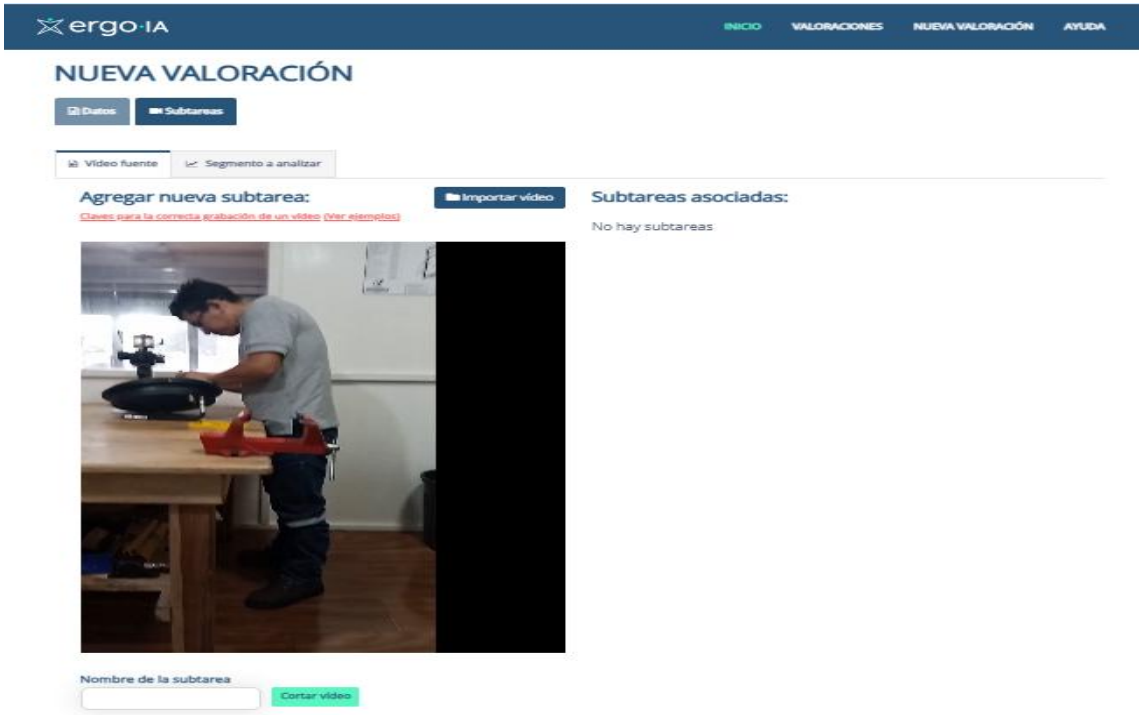

Figura 5.4 Preparación de Instrumento de calibración

Fuente: (ErgoIA, 2024)

Se realiza el corte del video en la figura 5.5 según corresponda a la actividad que requiere ser analizada por el software ergo-ia aplicando el metodo REBA.

Figura 5.5 Corte de video a ser analizado

Fuente: (ErgoIA, 2024)

A continuación, en la figura 5.6 se muestra los resultados de la valoración del método ergonómico REBA analizado por el software ErgoIA analizando la tarea y posturas inadecuadas de tronco, cuello, miembros superiores o inferiores.

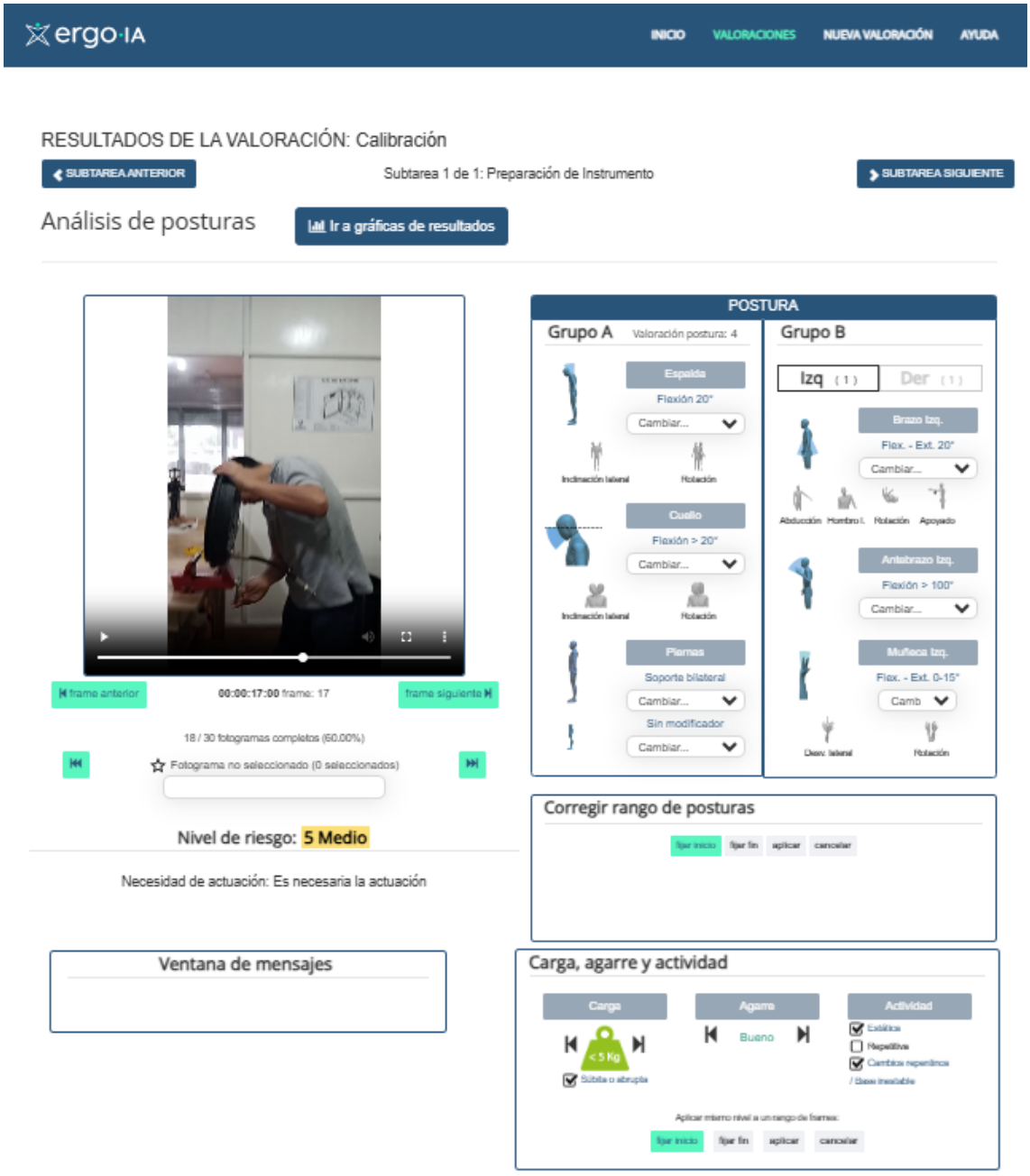

Figura 5.6 Resultado del método REBA

Fuente: (ErgoIA, 2024)

Por otro lado, se evidencia en la figura 5.7 un resultado con error al momento de leer las gráficas en video el error se muestra por que la toma videográfica no fue correcta el técnico debe realizar la corrección en las angulaciones y posturas de la imagen presentada en el análisis de la tarea, se muestra los resultados de la valoración del método ergonómico REBA analizado por el software ErgoIA analizando la tarea y posturas inadecuadas de tronco, cuello, miembros superiores o inferiores.

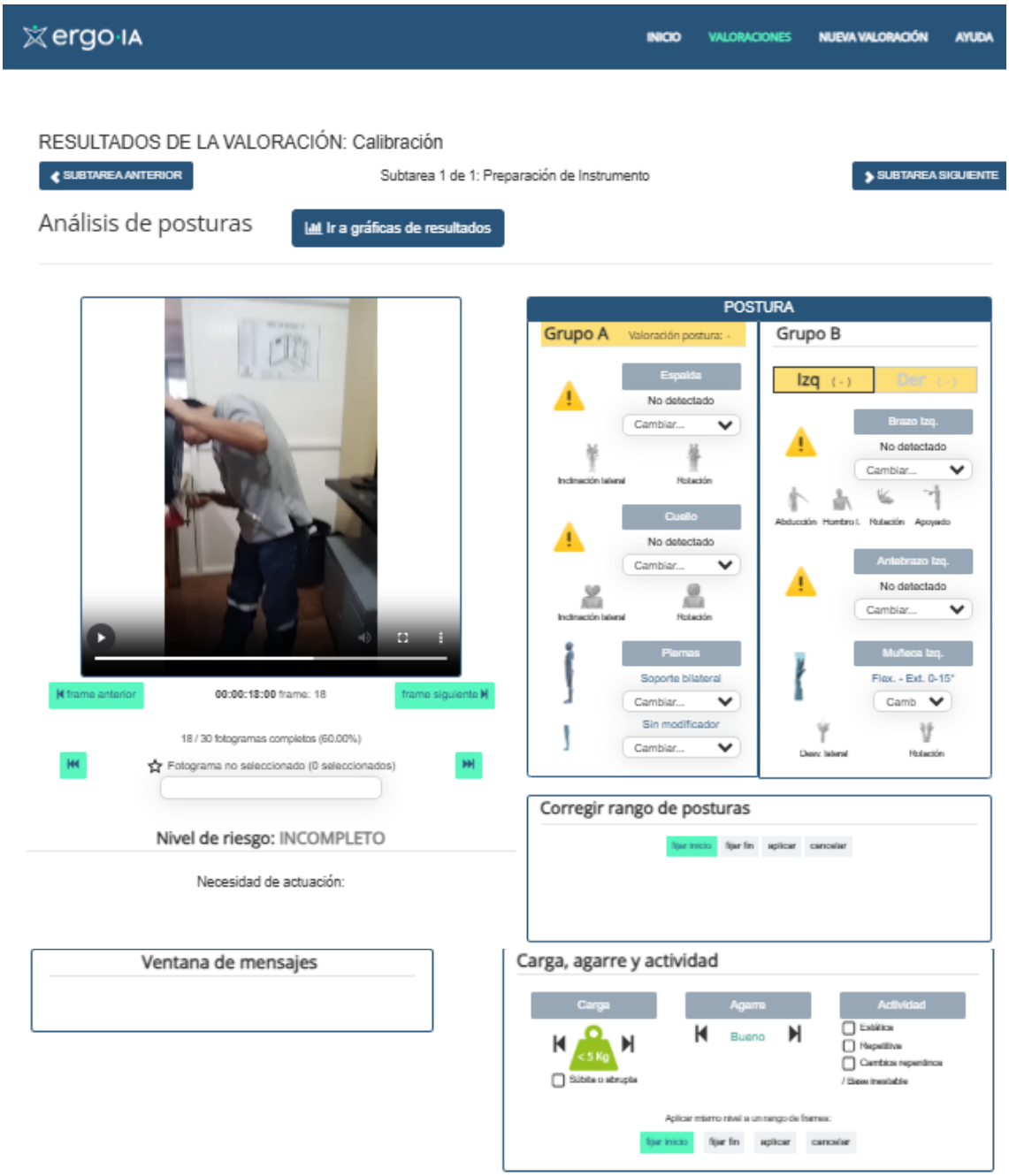

Figura 5.7 Error de lecturas en imagen videográfica

Fuente: (ErgoIA, 2024)

En la representación de la figura 5.8 se identifica un nivel riesgo de 8 y el software da como advertencia de prioridad inmediata en el análisis de la tarea, se muestra los resultados de la valoración del método ergonómico REBA analizado por el software ErgoIA analizando la tarea y posturas inadecuadas de tronco, cuello, miembros superiores o inferiores.

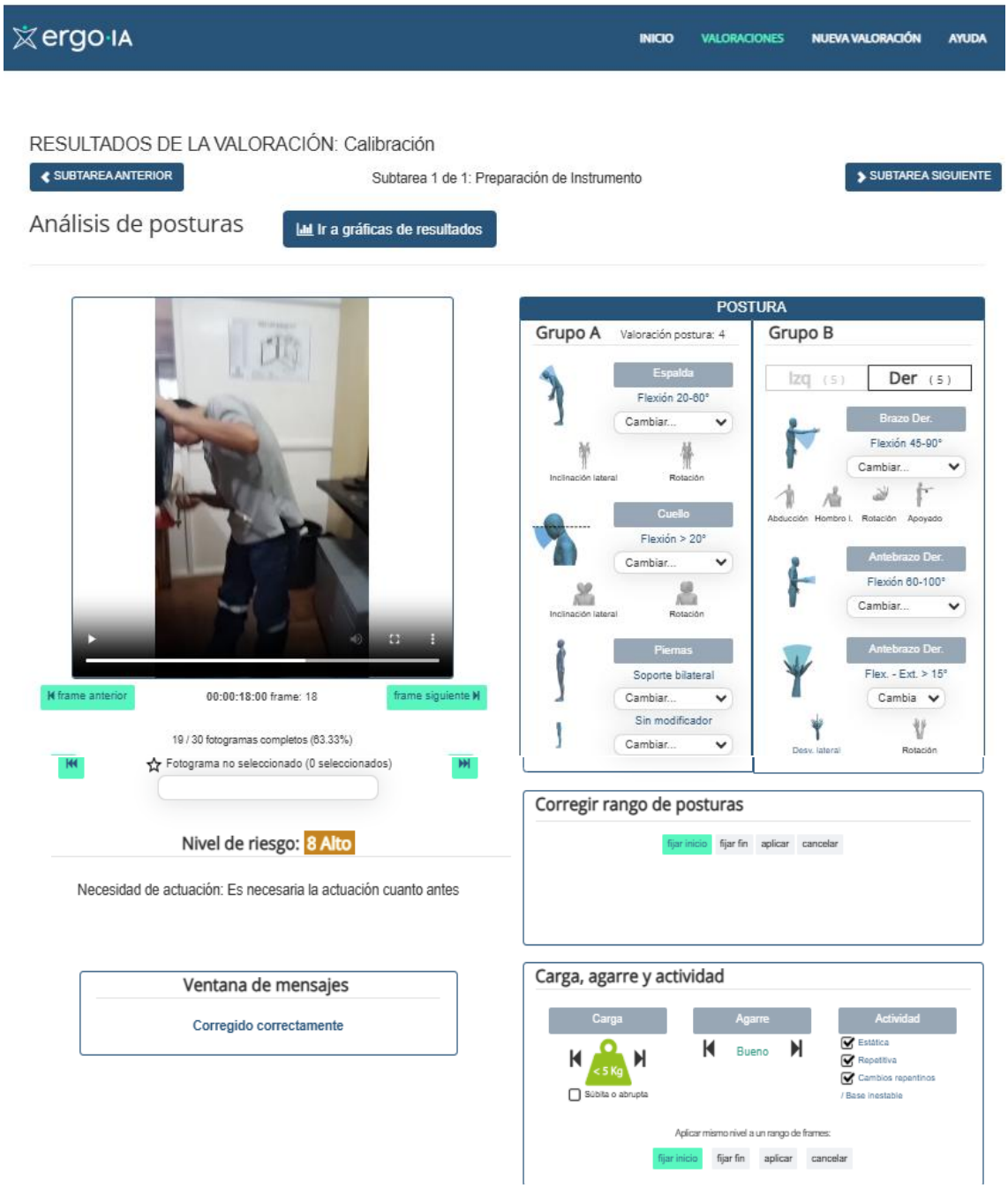

Figura 5.8 Corrección nivel de riesgo fotografía

Fuente: (ErgoIA, 2024)

En la representación de la figura 5.9 se presenta un resumen general de las valoraciones analizadas por la IA con el método ergonómico de la tarea y posturas inadecuadas de tronco, cuello, miembros superiores o inferiores.

Figura 5.9 Grafica de resultados método REBA software ErgoIA

Fuente: (ErgoIA, 2024)

Una comparativa de los tiempos empleados al realizar las evaluaciones con ambas herramientas (ergoIA y Ergo/IBV) indicando el ahorro en tiempo (en porcentaje) que ha

supuesto el uso de la inteligencia artificial aplicada a la empresa (IA) en la codificación de posturas para cada una de las metodologías aplicadas (OWAS y REBA), nos permite afirmar que, a nivel medio, el porcentaje de ahorro logrado por los evaluadores es del 70% en el caso de la metodología OWAS y del 60% en el caso de la metodología REBA.

La aplicación del método ergoIA permite la corrección de aquellas posturas que no se han identificado correctamente o que la inteligencia artificial aplicada a la empresa no ha sido capaz de codificar por algún motivo (por ejemplo, ocultación de alguno de los segmentos corporales por parte de la propia persona que está realizando la tarea laboral o por algún elemento del entorno) (Ergoia, 2024).

Resultados y beneficios de la inteligencia artificial aplicada ErgoIA
Tras analizar las siete tareas que presentan riesgos por posturas forzadas se obtienen los siguientes resultados, en cuanto a los niveles de riesgo obtenidos con la aplicación de ambos métodos, no se han encontrado diferencias al aplicar Inteligencia Artificial aplicada a la empresa ergoIA y Ergo/IBV; es decir, el nivel de riesgo según la metodología OWAS ha coincidido al utilizar los dos métodos descritos; y de forma idéntica ha ocurrido en el caso de las puntuaciones REBA obtenidas en las dos tareas evaluadas siguiendo esta metodología (ErgoIA, 2024).

A nivel medio, el porcentaje de ahorro logrado por los evaluadores es del 70% en el caso de la metodología OWAS y del 60% en el caso de la metodología REBA, la aplicación del método ergoIA permite la corrección de aquellas posturas que no se han identificado correctamente o que la inteligencia artificial aplicada a la empresa no ha sido capaz de codificar por algún motivo (por ejemplo, ocultación de alguno de los segmentos corporales por parte de la propia persona que está realizando la tarea laboral o por algún elemento del entorno) en ese caso es la persona que está evaluando la que debe codificar dicha postura de forma manual, lo que tiene impacto sobre el tiempo invertido, pero optimiza los resultados de la herramienta (ErgoIA, 2024).

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

6.1. Reducción de tiempo de valoración por puestos de trabajo con ergoIA

Entre los beneficios más destacados que aporta ErgoIA para mejorar la evaluación de los riesgos ergonómicos, destacan cuatro:

Ahorro considerablemente de tiempo, llegando a reducir hasta en un 75% el análisis del registro de vídeos por puesto de trabajo, imprescindible para hacer una evaluación de riesgos ergonómicos adecuada.

Reducción notable de costes en los análisis, asociados al descenso significativo del tiempo que se necesita para el procesamiento de los vídeos.

Elimina el error por sesgos (apreciación humana) en las valoraciones ergonómicas, viéndose reflejado claramente en los resultados del análisis realizado, reduciendo la subjetividad que se genera con la metodología clásica de evaluación.

Mayor simplicidad en el levantamiento o toma de datos, ya no es necesario disponer de instrumentación adicional, como por ejemplo el uso de equipos especializados de captura de vídeo para su posterior procesamiento, ni el uso de sensores o marcadores lo mejor de todo, permite grabar los videos desde cualquier dispositivo móvil con un adecuado posicionamiento del técnico al momento de levantar el registro digital para la posterior interpretación de la IA.

Todos estos beneficios se reflejan a la perfección en este software que emplea Inteligencia Artificial para analizar minuciosamente y de manera automática los movimientos y las posturas de los trabajadores en sus lugares de trabajo.

6.2. Recomendaciones en posibles líneas de investigación con IA

La IA como herramienta tecnológica de la era 4.0 se está adentrando a los procesos de producción, salud, educación, ambiente con el avance tecnológico se puede aplicar en varios temas que sean de un interés común en este caso se está observando que en la educación está calando muy a fondo la IA, con lo antes mencionado se podría tener una línea de investigación en el factor psicosocial que podría ocasionar en los estudiantes al utilizar herramientas asistidas con IA.

La aplicación de la IA en la valoración ergonómica es un avance significativo, aún hay un amplio campo de investigación por explorar, como se podría plantear a futuras investigaciones podrían enfocar cómo la IA contribuye de manera analítica a las posibles afecciones ambientales con una línea de investigación en cambio climático y sostenibilidad de recursos, apoyando el desarrollo de entornos de trabajo más saludables, inclusivos y sostenibles para toda la fuerza laboral.

Bibliografía

Agencia, E. p. (2024). *osha.europa.eu*. Obtenido de osha.europa.eu: https://osha.europa.eu/

Bermudez, J. C. (2022). Desarrollo de un sistema para la prevención de posturas inadecuadas. *Trabajo de titulación* . Puyo, Puyo, Ecuador .

Cerda, E. (s.f.). Fundamentos de la Ergonomía. En E. Cerda, *fundamentos de la Ergonomía* (pág. 33). Chile.

Claudia, E. G. (2024). Inteligencia artificial en la evaluación de riesgos. Barcelona , Madrid, Barcelona.

Comercio, e. (8 de junio de 2014). *www.elcomercio.com*. Obtenido de www.elcomercio.com: www.elcomercio.com

Confederación, R. d. (s.f.). Prevencion de Riesgos Ergonomicos. En d. S. Instituto, *Prevencion de Riesgos Ergonomicos* (pág. 11). España, Murcia.

Datascientes. (s.f.). *DataScientes*. Obtenido de DataScientes: https://datascientest.com/es/inteligencia-artificial-definicion

Deloitte, i. 4. (25 de Enero de 2018). *deloitte.com*. Obtenido de deloitte.com: https://www.deloitte.com/es/es/Industries/industrial-construction/analysis/que-es-la-industria-4-0.html

Diego, J. A. (2015). *Diego-Mas, Jose Antonio*. Obtenido de Evaluación de la manipulación manual de cargas mediante GINSHT: https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ginsht/ginsht-ayuda.php

Diego-Mas, J. A. (s.f.). *Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015*. Obtenido de Evaluación postural mediante el método RULA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015: https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php

Diego-Mas, J. A. (2015). *Evaluación del riesgo por movimientos repetitivos mediante el Check List Ocra. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015.* Obtenido de https://www.ergonautas.upv.es/metodos/ocra/ocra-ayuda.php

Diego-Mas, J. A. (2015). *Evaluación postural mediante el método OWAS. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015*. Obtenido de Evaluación postural mediante el método OWAS. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015: https://www.ergonautas.upv.es/metodos/owas/owas-ayuda.php

Diego-Mas, J. A. (s.f.). *Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015*. Obtenido de Evaluación postural mediante el método REBA. Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia, 2015: https://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php

Elternativa. (s.f.). *https://www.elternativa.com/*. Obtenido de https://www.elternativa.com/: https://www.elternativa.com/

ErgoIA. (2024). Inteligencia artificial aplicada a la empresa y ergonomía. España.

Ergoia, i. a. (abril de 2024). *https://www.ergoibv.com/*. Obtenido de https://www.ergoibv.com/: https://www.ergoibv.com/es/posts/ergoia-inteligencia-artificial-empresa/

Forum, W. E. (OCTUBRE de 2024). *https://es.weforum.org/*. Obtenido de https://es.weforum.org/: https://es.weforum.org/

Geraldine, F. M. (2021). La industria 4.0: un análisis comparado entre países Latinoamericanos países. Santiago de Cali.

https://www.scielo.sa.cr/. (20 de Octubre de 2021). Salud y seguridad en el trabajo en Latinoamérica: enfermedades y gasto público. Pamplona , Colombia, Colombia.

Identidad, D. (2024). *Técnicas y herramientas de investigación*. Obtenido de IDENTIDAD Y DESARROLLO: https://identidadydesarrollo.com/herramientas-de-investigacion-de-identidad-y-desarrollo/

IESS. (31 de DICIEMBRE de 2018). *www.iess.gob.ec*. Obtenido de www.iess.gob.ec: www.iess.gob.ec

INSHT. (15 de DICIEMBRE de 2011). MANIPULACION MANUAL DE CARGAS. ESPAÑA, ESPAÑA, ESPAÑA.

Ministerio, d. t. (02 de MAYO de 2024). DECRETO EJECCUTIVO 255. OLON, SANTA ELENA, ECUADOR.

NAVAL, U. (24 de AGISTO de 2016). METODOLIGIA DE INVESTIGACIÓN . MEXICO, MEXICO , MEXICO.

OIT, O. (28 de ABRIL de 2005). *ILO.ORG*. Obtenido de ILO,ORG: https://www.ilo.org/es/resource/news/comunicado-conjunto-oitoms-el-numero-de-accidentes-y-enfermedades#1

OTI. (2010). *Lista de enfermedades profesionales .* Ginebra.

P. Barrau, P. M. (1999). *Libro ergonomia 1 fundamnetos .* Barcelona : Alfaomega.

Personio.es. (2025). *Condiciones de trabajo en la empresa*. Obtenido de personio.es: https://www.personio.es/glosario/condiciones-de-trabajo/

Raúl Darío, M. P. (2019). La llegada de la inteligencia artificial a la educación. En M. P. Raúl Darío, *La llegada de la inteligencia artificial a la educación* (pág. 11). Pereira.

Roque Castro, D. (septiembre de 2024). ESTUDIO ERGONÓMICO DE CONDUCTORES EN. Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Según la Decisión Nro. 584 del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores, e. e. (15 de 11 de 2004). Según la Decisión Nro. 584 del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores, es el conjunto de elementos interrelacionados o interactivos que tienen por objeto establecer una política y objetivos de seguridad y salud en el trabajo, y los mecanismo. Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

Trabajo, C. I. (2002). El trabajo decente. Ginebra, Suiza.

UNIR. (15 de 01 de 2025). Las claves de las tecnologías de la Industria 4.0. ESPAÑA, ESPAÑA, ESPAÑA.

Universidad, L. (2011). *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*. Obtenido de Revista Colombiana de Salud Ocupacional: Dialnet-SaludOcupacionalEnLatinoamerica-7890085.pdf

www.ibm.com. (s.f.). *www.ibm.com*. Obtenido de www.ibm.com: https://www.ibm.com/es-es/topics/industry-4-0