



Propuesta de intervención ergonómica del área de pintura electrostática en una
empresa del sector metalmecánico

Lireny Margarita Gómez Guzmán
Cindy Lorena Moreno Alvarez

Trabajo de grado presentado para optar al título de Especialista en Ergonomía

Asesor

Soledad Cristina Gómez Restrepo, Especialista (Esp) en SST y Ergonomia

Universidad de Antioquia
Facultad Nacional de Salud Pública Héctor Abad Gómez
Especialización en Ergonomía
Medellín, Antioquia, Colombia
2025

Cita	Gómez Guzmán y Moreno Alvarez (1)
Referencia	(1) Gómez Guzmán LM, Moreno Alvarez CL. Propuesta de intervención ergonómica del área de pintura electrostática en una empresa del sector metalmeccánico [Trabajo de grado especialización]. Medellín, Colombia. Universidad de Antioquia; 2025.
Estilo Vancouver/ICMJE (2018)	



Especialización en Ergonomía, Cohorte IX



Biblioteca Carlos Gaviria Díaz

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen.....	5
Introducción	7
1 Objetivos	12
1.1 Objetivo general.....	12
1.2 Objetivos específicos	12
2 Metodología.....	13
2.1 Mapa del cuerpo	15
2.2 Método evaluación del riesgo individual (ERIN)	16
3 Resultados.....	17
3.1 Resultados mapa del cuerpo	17
3.2 Resultados ERIN.....	20
3.3 Propuesta de Intervención Ergonómica para el Proceso de Pintura Electrostática	22
3.3.1 Cabina.....	22
3.3.2 Instalación de ganchos giratorios 360°	22
3.3.3 Instalacion de cortinas	22
3.3.4 Altura de la polea para la pistola de la pintura	23
3.3.5 Altura de la pistola de la pintura.....	23
3.3.6 Sustitución de la pistola de recubrimiento en polvo	23
3.3.7 Alfombras antifatiga	23
3.3.8 Sistema de recuperación de pintura: Ciclón	24
4 Discusión	31
5 Consideraciones éticas	33
6 Conclusiones.....	34

7 Referencias 35

Resumen

El trabajo aborda los trastornos musculo esqueléticos (TME) en el sector metalmecánico, específicamente en la pintura electrostática, donde las condiciones laborales, como posturas mantenidas, movimientos repetitivos y el uso de herramientas pesadas, generan riesgos ergonómicos. Estos factores están vinculados con un aumento de síntomas osteomusculares, como molestias en hombros, brazos, muñecas y espalda, que afectan la salud y productividad de los trabajadores.

Con el objetivo de mejorar las condiciones laborales, se realizó un análisis ergonómico utilizando herramientas como el método ERIN y el mapa corporal. Este análisis identificó los segmentos corporales más afectados y los riesgos asociados a las tareas. A partir de los resultados, se diseñó una intervención centrada en el rediseño del entorno de trabajo e implementación de equipos ergonómicos, como pistolas más livianas y ganchos giratorios.

El análisis mostró una correlación entre los síntomas reportados y el ausentismo laboral, destacando la necesidad de adoptar medidas preventivas. Se concluye que las estrategias propuestas reducirán los riesgos ergonómicos, mejorarán la salud de los trabajadores y optimizarán la productividad. Estas medidas son replicables, lo que facilita su implementación en otros entornos industriales, contribuyendo al bienestar y eficiencia operativa de la empresa.

Palabras clave: Pintura electrostática, Intervención, Sistemas de trabajo, Ergonomía, Trastornos musculo esqueléticos.

Abstract

The work addresses musculoskeletal disorders (MSDs) in the metalworking sector, specifically in electrostatic painting, where working conditions, such as maintained postures, repetitive movements and the use of heavy tools, generate ergonomic risks. These factors are linked to an increase in musculoskeletal symptoms, such as discomfort in the shoulders, arms, wrists and back, which affect the health and productivity of workers.

With the aim of improving working conditions, an ergonomic analysis was carried out using tools such as the ERIN method and the body map. This analysis identified the most affected body segments and the risks associated with the tasks. Based on the results, an intervention was designed focused on redesigning the work environment and implementing ergonomic equipment, such as lighter guns and rotating hooks.

The analysis showed a correlation between reported symptoms and work absenteeism, highlighting the need to adopt preventive measures. It is concluded that the proposed strategies will reduce ergonomic risks, improve workers' health and optimize productivity. These measures are replicable, which facilitates their implementation in other industrial environments, contributing to the well-being and operational efficiency of the company.

Keywords: Electrostatic painting, Intervention, Work systems, Ergonomics, musculoskeletal disorders.

Introducción

Los desórdenes osteomusculares han cobrado especial relevancia en los últimos años, dada la alta carga de morbilidad que generan, especialmente en la población laboral. Estos desórdenes incluyen patologías que afectan los músculos, tendones, ligamentos y articulaciones del miembro superior, particularmente el hombro, el codo y la muñeca. Los TME son uno de los grupos de enfermedades más comunes relacionadas con el trabajo. La ausencia de diagnósticos accesibles y la demostración etiológica de causa y efecto son probablemente razones importantes para la falta de datos de evidencia sobre estas patologías. Sin embargo, constituyen una de las principales causas de morbilidad y atención sanitaria (1).

Los TME suelen ser de aparición lenta y aparentemente de carácter inofensivo, por lo que la sintomatología puede hacerse crónica. Constituyen una de las primeras causas de ausencias del trabajo por razones de salud. De hecho, según el proyecto Global Burden of Diseases, los TME son una de las causas más importantes de reducción de la esperanza de vida libre de discapacidad. Los principales TME del miembro superior pueden clasificarse en función del tejido al cual afecta o agruparse en relación a su patogenia, destacando los que afectan a tendones y los síndromes por compresión nerviosa. Su aparición está asociada a tareas que requieren esfuerzos repetidos, movimientos rápidos, grandes esfuerzos, compresión localizada, posturas extremas, vibraciones y/o temperaturas bajas o altas (confort térmico); todas ellas sin haber incluido el tiempo de recuperación o pausas necesarias para evitar que el tejido corporal llegue al límite de su capacidad sin dañarse. (3)

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), 1710 millones de personas en todo el mundo padecen de TME; su alta prevalencia en las diferentes etapas de la vida contribuye significativamente a mayores años vividos con discapacidad (AVD) a nivel mundial, dado que estos causan limitaciones de las estructuras osteo mioarticulares y las capacidades funcionales, así mismo, restricción en la participación de las actividades laborales. (4)

Cabe señalar que el origen de los TME es multifactorial y hace parte de próximamente 150 afecciones que involucra músculos, tendones, articulaciones, nervios, ligamentos, huesos, y vasos sanguíneos, que por lo general puede llegar afectar a estructuras como espalda, cuello hombros, extremidades superiores e inferiores, estas últimas con menor frecuencia. Algunos estudiosos,

denominan la alta prevalencia de los TME como la nueva epidemia de las enfermedades crónicas no transmisibles en el mundo. (6)

Si bien, los TME han sido estudiados por diferentes áreas de la salud, en la última década en el marco de la seguridad y la salud en el trabajo la Organización Internacional del Trabajo OIT, insta a las naciones al desarrollo de políticas públicas orientadas a la prevención de estos, pues, se sitúan como uno de los problemas ocupacionales con mayor impacto económico para las familias, las organizaciones y la sociedad. Pues, en consonancia con las OMS, la OIT reporta alrededor de 160 millones de nuevos casos de enfermedades laborales no mortales ocasionando pérdidas del 4 % de producto interno bruto, casi 2,8 billones de dólares en costos directos e indirectos. El gran impacto económico de estas lesiones está asociado a los días de ausentismo que genera y su acelerada tendencia a la cronicidad y sus numerosas recaídas; dificultando que los trabajadores se reincorporen a sus puestos de trabajo. (7)

En contexto con lo anterior, la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, indica que los TME constituyen el problema de salud de origen laboral más frecuente y significativo en Europa y los países industrializados, una de las primeras causas de ausentismo, con importancia creciente de manera exponencial en las últimas décadas, afectando a trabajadores de todos los sectores de actividad y ocupaciones independientemente de la edad y el género. (8)

Mientras tanto en Colombia, en el informe llevado a cabo por el Centro de Estudios Sociales y Laborales (CESLA) de la ANDI, sobre el fenómeno del ausentismo laboral y las incapacidades médicas en Colombia para el período comprendido entre 2017 y 2022 muestra una tendencia descendente del ausentismo en los últimos años, siendo Antioquia la región más destacada por su alta tasa de casos por trabajador de 2.36 con una duración promedio de 9.31 días por trabajador. Los costos asociados al ausentismo son notables, representando un 7,63% del total. Además, cuenta con una proporción considerable de trabajadores reubicados 6,30 por cada 1000 y con restricciones médicas 35.46 por cada 1000. (9).

Registrado lo anterior, podría inferirse que, si bien se han realizado esfuerzos significativos por parte de los actores del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (SG-SST), aún es necesaria la implementación de medidas adicionales por parte de las empresas para prevenir y mitigar los riesgos laborales osteomusculares. En Colombia y a nivel global, la academia y los entes territoriales unen esfuerzos enfocados en identificar no solo la exposición a la carga física de trabajo, sino también a la carga cognitiva y organizacional a la que los trabajadores se enfrentan en su día a día laboral. Estos factores influyen en la aparición de los TME.

Es oportuno describir la problemática identificada en la IV Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSHT) de España ha identificado varios problemas significativos en las pequeñas y medianas empresas (PYME). Entre los aspectos más molestos señalados por los trabajadores se encuentran la falta de autonomía 9.9%, el ritmo de trabajo 15.8%, el control por parte de los mandos 10.6%, los horarios 15.8%, la monotonía 17.1%, la comunicación 5.8%, el esfuerzo físico 11.7%, las posturas 16.6%, la iluminación 8.0%, el ruido 12.7%, la humedad 18.2% y los riesgos de accidentes 15.8%. (10)

Es importante resaltar que uno de los puntajes más altos en la encuesta corresponde a las posturas 16.6%. Este dato pone de manifiesto la necesidad de abordar urgentemente este aspecto en las políticas de prevención de riesgos laborales.

La identificación de estos problemas sugiere que, a pesar de los avances en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, las PYME todavía enfrentan desafíos considerables. La alta incidencia de molestias relacionadas con las posturas indica que es fundamental implementar medidas ergonómicas eficaces para reducir la aparición de TME.

Las evaluaciones ergonómicas de los puestos de trabajo tienen como propósito determinar el nivel de riesgo ergonómico al que se expone el trabajador en su entorno laboral. Es fundamental conocer y aplicar los procedimientos adecuados para llevar a cabo dicha evaluación, asegurando así la identificación y mitigación de riesgos que puedan afectar la salud y el bienestar de los empleados.

En este contexto, se utilizó el procedimiento de intervención ergonómica el cual proporciona una guía clara para identificar, analizar y abordar los factores ergonómicos que pueden influir en la comodidad y productividad de los trabajadores. (11) tal como se describe a continuación:

PROCEDIMIENTO DE INTERVENCIÓN ERGONÓMICA

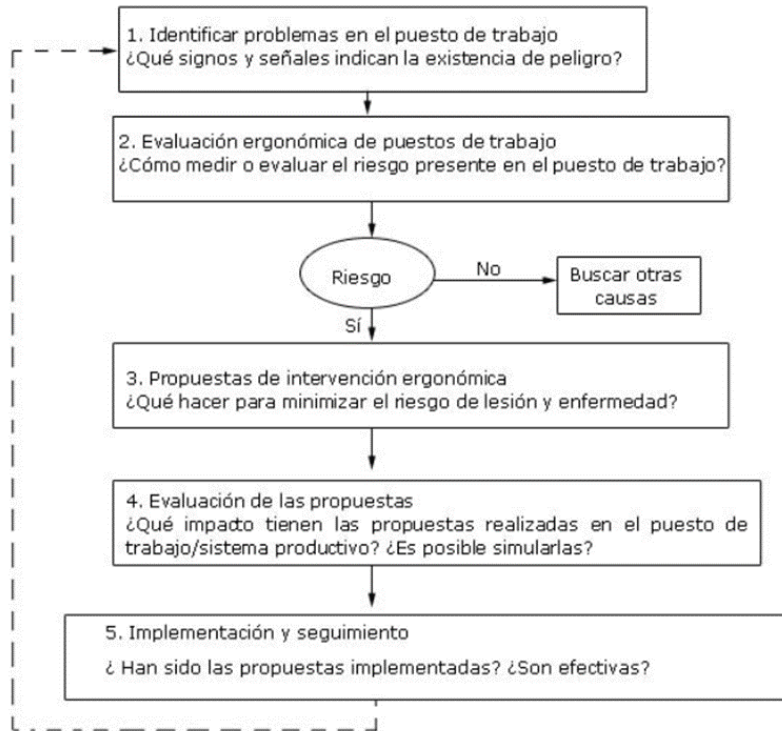


Figura 1. Procedimiento para realizar intervenciones ergonómicas (11)

Acerca de las evaluaciones ergonómicas, también es necesario diferenciar dos niveles de evaluación; nivel básico que incluye metodologías cuantitativas que no requieren máxima complejidad y el nivel avanzado aplicado en mayor de los casos por ergónomos a través de metodologías cuantitativas en puestos de trabajo que requieren tareas complejas.

El principal problema identificado en esta empresa del sector metalmecánico es la exposición de los trabajadores a riesgos ergonómicos durante el proceso de pintura electrostática, donde interactúan tres operarios masculinos. Las condiciones laborales actuales se caracterizan por tareas repetitivas, posturas mantenidas, movimientos forzados y el uso continuo de herramientas pesadas, como la pistola electrostática de 2,5 kg, en jornadas de 10,5 horas diarias sin pausas activas suficientes. Esta situación afecta segmentos corporales como el hombro, brazo, codo, antebrazo, muñeca y tronco, según lo evidencian reportes de ausentismo por enfermedad general y encuestas en las que los trabajadores manifiestan dolor relacionado con su labor. Aunque no se han registrado enfermedades laborales calificadas ni procesos pendientes, esta realidad demanda una intervención preventiva para mejorar las condiciones actuales y evitar la aparición de TME.

Abordar los riesgos ergonómicos en este contexto tendría un impacto significativo en la salud y productividad de los trabajadores dado que la implementación de medidas preventivas disminuiría el ausentismo laboral, mejoraría la calidad de vida al prevenir los TME y optimizaría el desempeño laboral, asegurando el cumplimiento de metas productivas. Asimismo, reduciría costos relacionados con incapacidades médicas y evitaría la cronicidad de estas afecciones, fortaleciendo la estabilidad laboral.

En nuestro caso, la evaluación ergonómica se realizó a través de la metodología ergonómica ERIN que evalúa la postura de tronco, brazo, muñeca y cuello y la interacción de estas con su frecuencia de movimiento; el ritmo dado por la interacción entre la velocidad de trabajo y la duración efectiva de la tarea; la intensidad del esfuerzo, resultado de la interacción del esfuerzo percibido por el evaluador/evaluado y su frecuencia, y la autovaloración -percepción del sujeto sobre la tarea que realiza. (12)

1 Objetivos

1.1 Objetivo general

Realizar análisis ergonómico y definir estrategias de intervención del sistema de trabajo del área de pintura electrostática en una empresa del sector metalmecánico.

1.2 Objetivos específicos

Determinar la presencia de síntomas osteomusculares y segmento corporal con mayor compromiso.

Evaluar los factores de riesgo musculo esqueléticos utilizando la herramienta ERIN para evaluación ergonómica.

Rediseñar el puesto de trabajo de pintura electrostática de acuerdo a los hallazgos, con el fin de mejorar las condiciones actuales en las cuales se ejecutan las tareas.

2 Metodología

Modalidad de trabajo: La modalidad de este trabajo de grado consiste en realizar un análisis ergonómico del área de pintura electrostática y en base a los resultados se diseña y proponen acciones de mejora que permitan aportar en el confort al ejecutar la tarea e impactar positivamente en la salud de los trabajadores. Para ello, se elaborarán propuestas específicas que abordarán los riesgos ergonómicos a los que estarán expuestos, utilizando herramientas como el mapa cuerpo y la Evaluación de Riesgo Individual (ERIN).

Objeto de estudio: En el área de pintura electrostática de una empresa del sector metalmecánico trabajan tres empleados masculinos, quienes desempeñan roles definidos como dos pintores y un auxiliar de pintura. La actividad principal del equipo consiste en el horneado y pintura de piezas fabricadas con aleaciones de hierro y aluminio, un proceso altamente repetitivo que se ejecuta de forma continua durante toda la jornada laboral. Este trabajo requiere una coordinación precisa y una dedicación constante, dado que las metas productivas son estrictas y las tareas están determinadas por características técnicas específicas.

El proceso comienza con el conteo y lavado de las piezas, un paso inicial en el que se verifica la cantidad de piezas necesarias según el tamaño y peso del producto. Posteriormente, estas piezas son enganchadas manualmente en unas cortinas especiales que facilitan su manejo. Una vez preparadas, los trabajadores transportan las cortinas al horno de secado. Al finalizar este paso, las piezas se trasladan a la cabina de pintura, donde los pintores aplican la pintura utilizando una pistola electrostática que pesa aproximadamente 2,5 kg. Este instrumento, aunque esencial para lograr la calidad del recubrimiento, representa un desafío físico importante debido a su peso y a la necesidad de manipularlo continuamente durante largas horas de trabajo.

Cada pintor tiene como meta diaria alcanzar la pintura de 1.500 piezas. Para cumplir con este objetivo, se requiere que los trabajadores mantengan posturas prolongadas de pie, ejecuten movimientos repetitivos con el brazo y la mano derecha, y realicen inclinaciones constantes del tronco para alcanzar las piezas ubicadas en la parte inferior de cada cortina. Este procedimiento debe repetirse para ambos lados de la cortina, aumentando la exigencia física del trabajo. Una vez que las piezas han sido pintadas y sometidas a un nuevo secado en el horno, el auxiliar de pintura se encarga de desengancharlas y transportarlas hacia la siguiente área de la línea de producción, donde se ensamblan y empaquetan para su posterior comercialización y distribución a nivel nacional.

La jornada laboral en esta área es de 10,5 horas diarias de lunes a viernes, y aunque se contemplan pausas para la alimentación, estas están limitadas a 60 minutos divididos en dos momentos. Sin embargo, no se realizan pausas activas ni descansos adicionales que permitan la recuperación muscular o reduzcan la fatiga

derivada de la alta exigencia física de las tareas. Además, debido a la experiencia requerida en el desarrollo del proceso, no existe rotación de personal, por lo que los trabajadores están expuestos continuamente a las mismas condiciones ergonómicas adversas, sin oportunidad de variar sus movimientos ni reducir la sobrecarga física.

Estas condiciones laborales generan una carga física significativa en segmentos corporales como los hombros, brazos, codos, antebrazos, manos y muñecas. Este impacto ha sido evidente en los reportes de ausentismo laboral por enfermedad general, así como en las encuestas realizadas, donde los trabajadores manifiestan la presencia recurrente de dolores y molestias directamente relacionadas con la actividad que desempeñan.

La falta de pausas activas, la inexistencia de rotación de tareas y la manipulación constante de herramientas pesadas como la pistola electrostática son factores que incrementan el riesgo de desarrollar TME, afectando no solo la salud de los trabajadores, sino también la productividad de la empresa. La ausencia de estrategias preventivas y correctivas en este entorno laboral podría agravar estas problemáticas, llevando a una mayor incidencia de enfermedades laborales, ausentismo prolongado y, en el peor de los casos, incapacidad laboral crónica.

A continuación, se ilustra el desarrollo del proceso:



Lavado de piezas: proceso en el cual las piezas son sumergidas en jabón desengrasante y posteriormente en agua limpia para su enjuague.



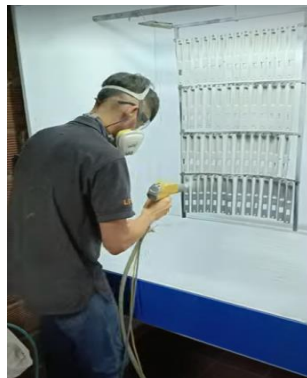
Enganche de piezas: proceso en el cual las piezas son ubicadas en las cortinas para ser introducidas al horno y garantizar un precalentamiento para garantizar mayor adherencia de pintura.



Proceso de pintura: aplicación de pintura electrostática en cada pieza para posteriormente ser curado en el horno de acuerdo a los tiempos definidos.



Proceso de pintura: aplicación de pintura electrostática en cada pieza para posteriormente ser curado en el horno de acuerdo a los tiempos definidos.



Proceso de pintura: aplicación de pintura electrostática en cada pieza para posteriormente ser curado en el horno de acuerdo a los tiempos definidos.



Proceso de pintura: aplicación de pintura electrostática en cada pieza para posteriormente ser curado en el horno de acuerdo a los tiempos definidos.

Muestra y muestreo: Para este estudio no hay muestra toda vez que corresponde al total de la población mencionada como objeto de estudio.

Métodos, herramientas y/o equipamiento: Para el desarrollo de los objetivos de este proyecto, se utilizaron las siguientes herramientas:

2.1 Mapa del cuerpo

Se basa en la imagen de la silueta de un cuerpo humano, visto de frente y de espaldas. En un ejercicio colectivo, las personas señalan en estas siluetas, los lugares en los que sienten dolores y molestias mientras

realizan su trabajo. Una vez concluido el proceso, ambas siluetas muestran las tendencias en los síntomas de la plantilla. (13)

Un mapa corporal es un gráfico que muestra la vista frontal y posterior de un cuerpo. Los trabajadores pueden registrar, en forma de imágenes, sus problemas de TME en estos gráficos. Los trabajadores simplemente marcan en estos mapas corporales dónde experimentan problemas de TME. No tienen que escribir nada, todo es gráfico y se trata de marcar casillas. De esta manera, el mapeo corporal puede ser una forma de identificar patrones comunes de problemas de salud entre los trabajadores en un lugar de trabajo en particular, que normalmente realizan el mismo trabajo o uno similar. El mapeo corporal es una excelente herramienta para ayudar a resaltar áreas para la acción directa o para una mayor investigación. Especialmente cuando lo realiza un grupo de trabajadores, los mapas corporales son útiles para evaluar las condiciones de trabajo. Los trabajadores comparten su conocimiento de los problemas de TME, se sienten involucrados y comienzan a pensar y hablar sobre soluciones a los problemas de salud relacionados con el trabajo. El mapeo corporal es un enfoque participativo que prioriza a los trabajadores (14)

2.2 Método evaluación del riesgo individual (ERIN)

Para la evaluación de la exposición a los factores de riesgo musculo esqueléticos, se empleó el método Evaluación del Riesgo Individual (ERIN). ERIN es un Método observacional desarrollado para evaluar individuos expuestos a factores de riesgo de desórdenes musculo esqueléticos (DMES) de origen laboral. El método evalúa la postura de cuatro regiones corporales (tronco, brazo, muñeca y cuello) y la interacción de estas con su frecuencia de movimiento; el ritmo, dado por la interacción entre la velocidad de trabajo y la duración efectiva de la tarea; la intensidad del esfuerzo, resultado de la interacción del esfuerzo percibido por el evaluador/evaluado y su frecuencia, y la autovaloración -percepción del sujeto sobre la tarea que realiza. (12).

Se utilizó la metodología ERIN dado que las partes del cuerpo utilizadas en el desarrollo de la tarea de pintura electrostática, se ajustan a la evaluación propuesta por la metodología. Con el fin de llevar a cabo la evaluación del puesto de trabajo, se siguieron los pasos propuestos por la misma metodología, en relación a la observación directa de la ejecución del ciclo de trabajo, además, se realizarán videos de la ejecución de la tarea desde varios ángulos con el fin de analizar detalladamente las posturas críticas que requieran intervención durante el desarrollo del rediseño. (12).

3 Resultados

La metodología de mapa del cuerpo fue aplicada de manera exhaustiva, con la participación del 100% de los trabajadores del área de pintura electrostática (3 trabajadores). Los resultados obtenidos reflejan una clara correlación entre la sintomatología reportada y el ausentismo laboral registrado hasta el momento. En particular, se evidencia que las molestias se concentran mayoritariamente en la mano dominante (derecha).

A continuación, se detallan los resultados de cada una de las evaluaciones realizadas, proporcionando un análisis pormenorizado de las áreas afectadas y los niveles de dolor reportados.

3.1 Resultados mapa del cuerpo

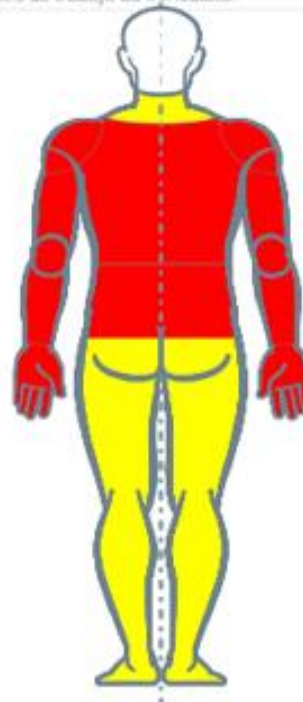
Trabajador 1

Información de la evaluación	Resultado de la evaluación
#: 0018	Evaluador: Liencia S2019060049508
Fecha: 23-10-2024	Método: Mapa del cuerpo
Empresa: DISTRIBUCIONES JFEL	Valor de riesgo: 2.67
Área: PRODUCCION	Nivel de riesgo: Alto

Puesto de trabajo: Pintura electrostatica

Acción recomendada: Se reportan niveles elevados de dolor en varias partes del cuerpo. Realice una evaluación detallada de las condiciones de trabajo de inmediato.

		Dolor promedio
Cuello		2.0
Hombro	Derecho	3.0
	Izquierdo	3.0
Espalda alta		3.0
Espalda baja		3.0
Brazo	Derecho	3.0
	Izquierdo	3.0
Codo	Derecho	3.0
	Izquierdo	3.0
Antebrazo	Derecho	3.0
	Izquierdo	3.0
Mano / Muñeca	Derecha	3.0
	Izquierda	3.0
Muslo	Derecho	2.0
	Izquierdo	2.0
Rodilla	Derecha	2.0
	Izquierda	2.0
Pantorrilla	Derecha	2.0
	Izquierda	2.0
Tobillos / Pies	Derecho	2.0
	Izquierdo	2.0
Dolor general		2.0



Trabajador - identificación	Sexo	Peso(kg)	Estatura(cm)	Fecha de nacimiento	Mano dominante
Wilfran Serna - 1000758092	Masculino	63.0	175.0	25-04-2002	Derecha

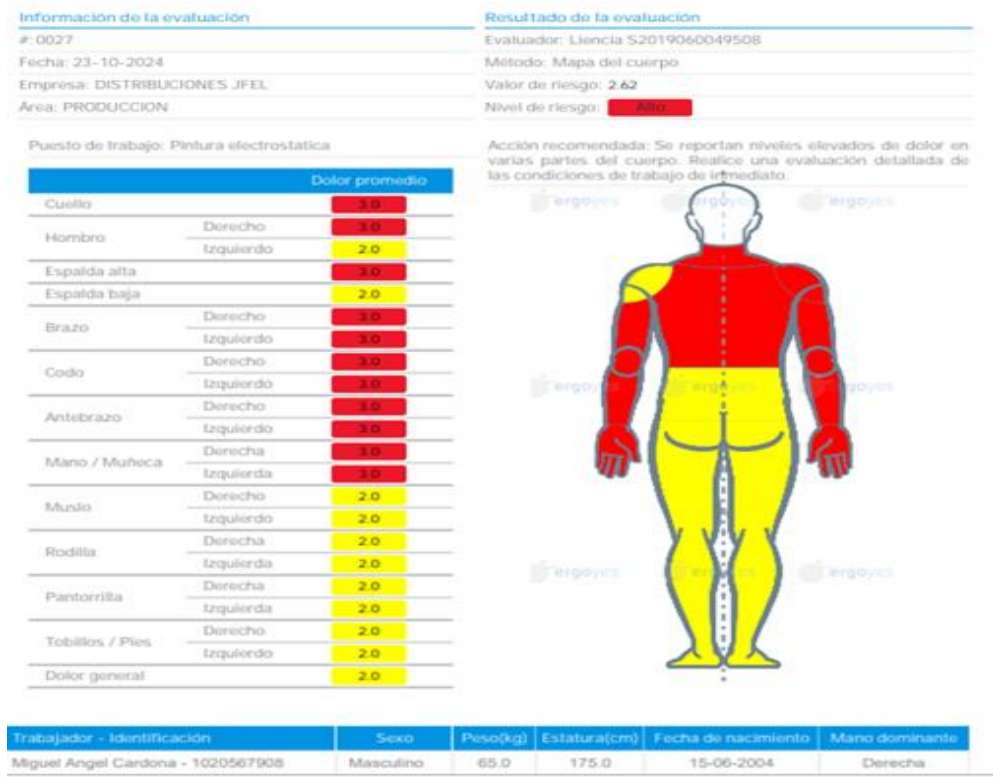
Fuente Elaborada a partir de la evaluación ergonómica realizada en la plataforma de Ergoyes (www.ergoyes.com).

El mapa del cuerpo muestra niveles elevados de dolor en diversas partes del cuerpo, especialmente en las extremidades superiores, la espalda y las piernas. Los hombros, brazos, codos, antebrazos y manos presentan un dolor promedio de 3.0 en ambos lados, lo cual sugiere un desgaste significativo en estas zonas. La espalda alta también muestra un nivel de dolor de 3.0, indicando una carga considerable, posiblemente causada por la inclinación frecuente del tronco para alcanzar piezas ubicadas en posiciones bajas.

La espalda baja también registra un nivel alto de dolor (3.0), probablemente asociado con la inclinación constante. En las extremidades inferiores, aunque con menor intensidad, se reporta dolor en los muslos, rodillas y pantorrillas, con un nivel de 2.0 en cada una. Este dolor en las piernas puede estar relacionado con la exigencia de permanecer de pie durante largas jornadas, sin pausas adecuadas para el descanso.

Adicionalmente, se observa un dolor moderado (2.0) en el cuello y un dolor general similar, lo que sugiere que, aunque estas zonas no están tan afectadas como las extremidades superiores y la espalda, también resienten el impacto de las condiciones laborales.

Trabajador 2

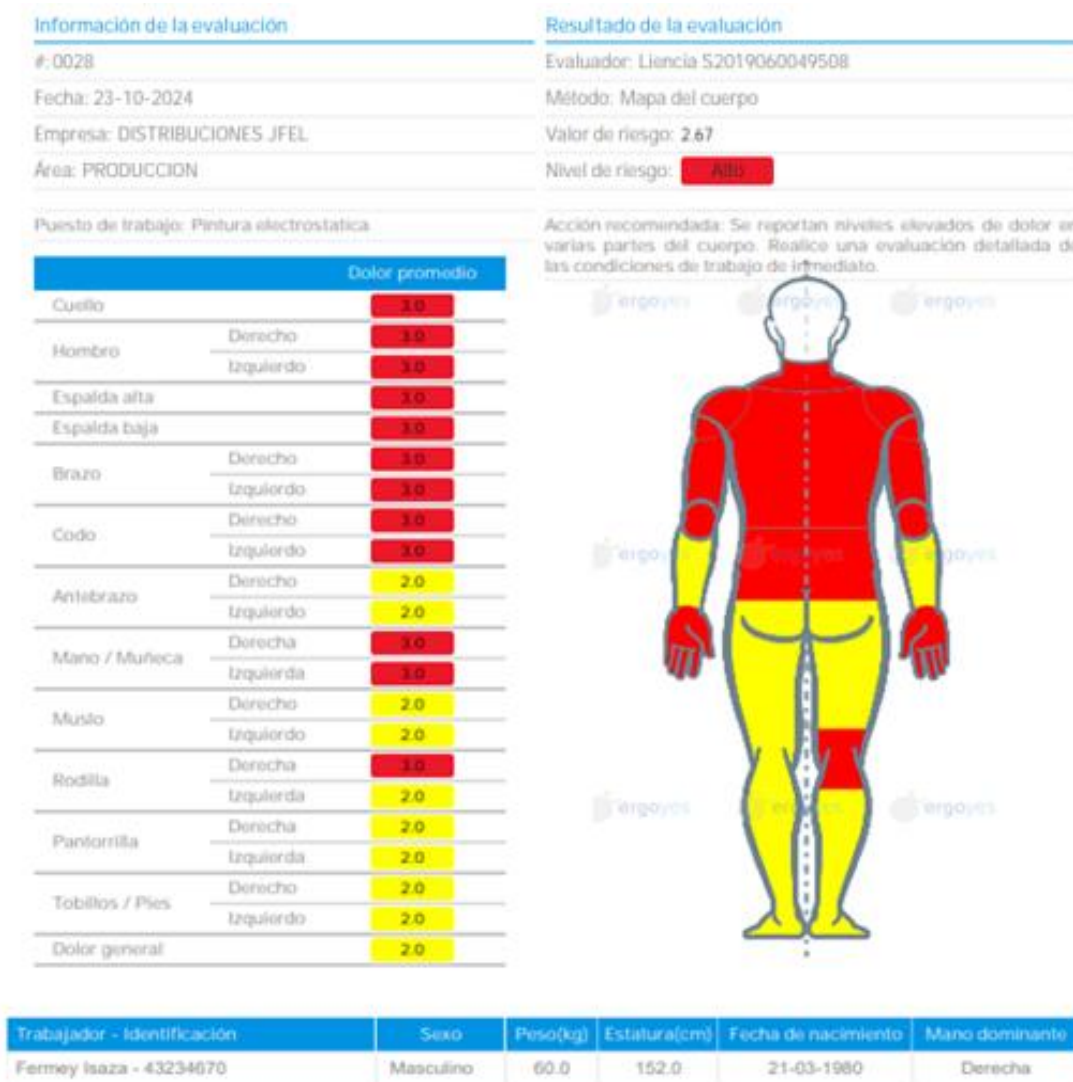


Fuente: Elaborada a partir de la evaluación ergonómica realizada en la plataforma de Ergoyes (www.ergoyes.com).

La evaluación del mapa del cuerpo refleja un nivel de riesgo alto, con un valor de 2.62. Los niveles de dolor más elevados (3.0) se concentran en el cuello, hombros, espalda alta, brazos, codos, antebrazos y muñecas, tanto en el lado derecho como en el izquierdo. La espalda baja también presenta dolor, aunque a un nivel moderado (2.0). En las extremidades inferiores, el trabajador reporta dolor moderado en muslos, rodillas y pantorrillas (2.0), posiblemente relacionado con la postura de pie durante largas horas sin descansos adecuados.

En general, el trabajador manifiesta dolor en casi todo el cuerpo, con un impacto mayor en las extremidades superiores y en la espalda.

Trabajador 3



Fuente: Elaborada a partir de la evaluación ergonómica realizada en la plataforma de Ergoyes (www.ergoyes.com).

La evaluación del mapa del cuerpo revela un nivel de riesgo alto, con un valor de 2.67, muestra niveles elevados de dolor (3.0) en varias áreas del cuerpo, incluyendo el cuello, hombros, espalda alta, brazos, codos y muñecas en ambos lados. Esto sugiere una fuerte sobrecarga en las extremidades superiores y en la espalda, probablemente provocada por el uso continuo de la pistola de pintura y las posturas prolongadas y repetitivas requeridas en esta tarea.

La espalda baja y los antebrazos presentan un nivel de dolor moderado (2.0), lo cual podría estar asociado con las inclinaciones frecuentes y los movimientos repetitivos necesarios para alcanzar piezas en diferentes posiciones. En las extremidades inferiores, se observa dolor moderado en los muslos, rodillas y pantorrillas (2.0 en la mayoría), probablemente vinculado a la postura de pie mantenida durante largos períodos sin pausas adecuadas.

En general, las evaluaciones realizadas reflejan la manifestación de dolor en las áreas corporales más expuestas durante la ejecución de la tarea, como el hombro, el antebrazo, la espalda baja y la muñeca derecha.

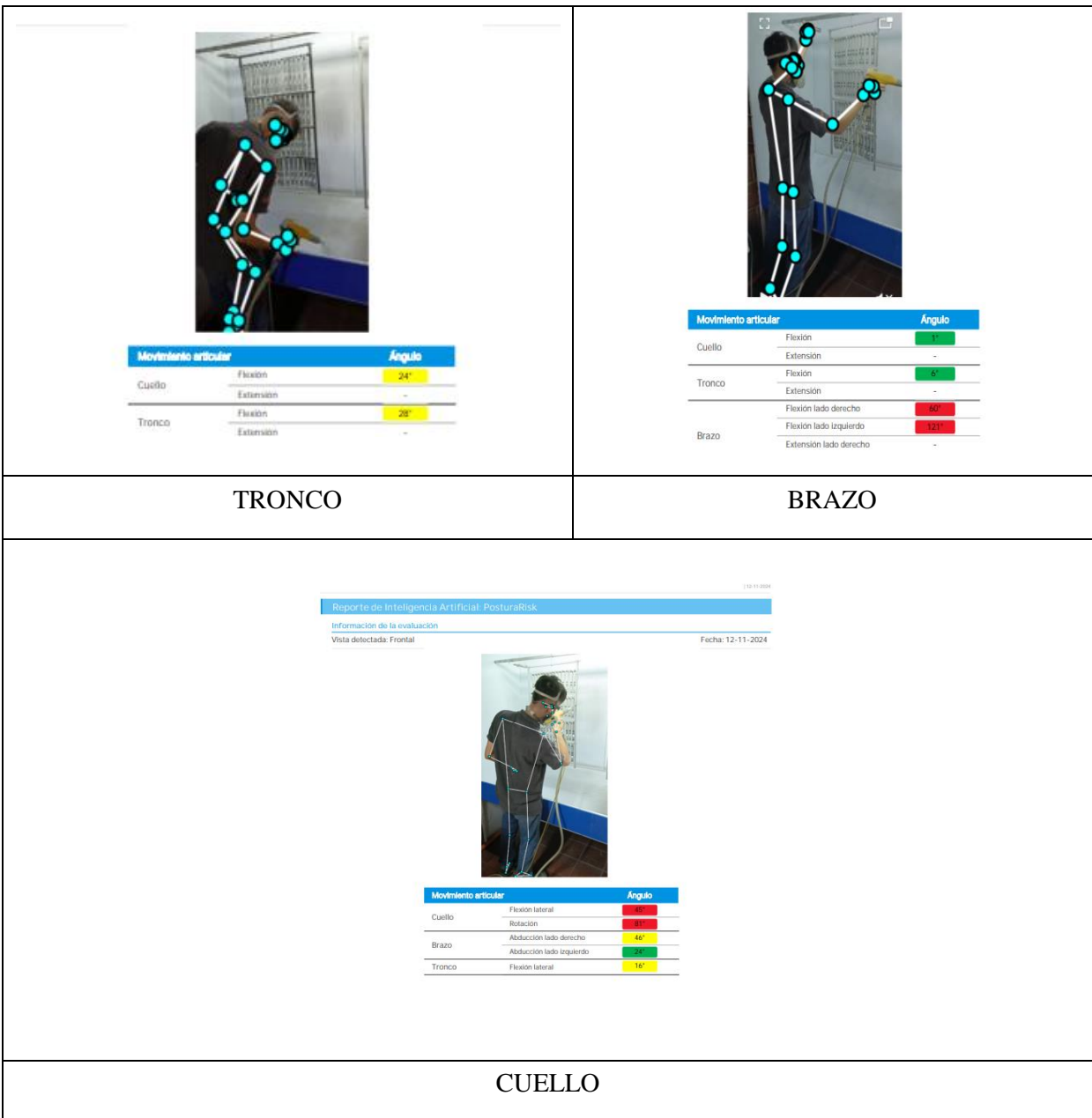
3.2 Resultados ERIN

Reporte de la evaluación ergonómica
DISTRIBUCIONES JFEL | 05-11-2024

REPORTE DE LA EVALUACIÓN ERGONÓMICA		
Información de la evaluación		Resultado de la evaluación
#: 0034		Trabajador: Wilfran Serna
Fecha: 05-11-2024		Evaluador: Liencia S2019060049508
Empresa: DISTRIBUCIONES JFEL		Método: ERIN
Área: PRODUCCION		Valor de riesgo: 28.0
Puesto de trabajo: Pintura electrostatica		Nivel de riesgo: Alto
Tarea: Pintura de piezas		Acción recomendada: Se requiere realizar cambios en un breve periodo de tiempo.
Resultado detallado de la evaluación		
Variable	Descripción	Valor
Tronco	Postura: Flexión moderada (20-60°) o sentado mal apoyado o sin apoyo Frecuencia de movimiento: Poco frecuente 5 veces/ min Ajuste: El Tronco está girado y/o inclinado	3
Brazo	Postura: Flexión severa 90° Frecuencia de movimiento: Frecuente (movimientos regulares con pausas) Ajuste: El Brazo está separado del tronco (abducido) Lado: Izquierdo	9
Muñeca	Postura: Flexión o extensión severa 45° Frecuencia de movimiento: Muy frecuente > 20 veces/ min Ajuste: La Muñeca está desviada y/o girada Ajuste: La mano sostiene un objeto más del 50 % del tiempo total de ciclo Lado: Derecho	6
Cuello	Postura: Flexión severa 20° Frecuencia de movimiento: Algunas veces	2
Ritmo	Velocidad de trabajo: Normal (velocidad normal de movimiento) Duración: 8 min Duración efectiva: < 2 horas	1
Esfuerzo	Esfuerzo percibido: Algo pesado [3] (esfuerzo claro-perceptible-) Frecuencia: > 10 esfuerzos/min	6
Autovaloración	Un poco estresante	1

Fuente: Elaborada a partir de la evaluación ergonómica realizada en la plataforma de Ergoyes

(www.ergoyes.com).



Se muestra los resultados de la evaluación de un trabajador del área de pintura electroestática (hombre), obteniendo un nivel de riesgo alto (valor de riesgo = 27) según ERIN. La variable que mayor aporte tuvo al riesgo fue la postura y frecuencia de movimiento del brazo derecho y la muñeca, seguido del segmento corporal Troco.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se propone generar rediseño de los elementos utilizados en el sistema de trabajo de tal manera que la interacción con ellos no vaya en detrimento del estado de salud del personal implícito en el proceso de pintura.

3.3 Propuesta de Intervención Ergonómica para el Proceso de Pintura Electrostática

La propuesta tiene como objetivo optimizar las condiciones laborales en el área de pintura electrostática mediante el rediseño del entorno de trabajo y la implementación de herramientas y equipos ergonómicos. Esto reducirá el esfuerzo físico de los trabajadores, mejorará su bienestar y aumentará la eficiencia operativa. A continuación, se describen en detalle las medidas sugeridas, con especificaciones técnicas y justificación basada en medidas antropométricas.

3.3.1 Cabina

La cabina, con una altura de 2.0 metros y un ancho de 3 metros, tiene capacidad para albergar dos cortinas, lo que permite que dos pintores trabajen de manera simultánea. Además, la cantidad total de piezas de cada cortina varía según el tamaño de las mismas, lo que facilita ajustar su configuración para adaptarse a las necesidades específicas de cada tarea.

3.3.2 Instalación de ganchos giratorios 360°

La altura de los ganchos giratorios debe situarse entre 1.80 m y 1.90 m desde el suelo, lo que los posiciona por encima de la cabeza de los trabajadores. Este rango asegura que las cortinas cuelguen a la altura de los hombros, aproximadamente entre 1.50 m y 1.60 m, de acuerdo con las medidas antropométricas del percentil 95 para hombres colombianos de entre 20 y 39 años, según ACOPLA 95.

Ubicar los ganchos giratorios a esta altura permite que las cortinas queden suspendidas a una posición ergonómica, facilitando la manipulación de las piezas por parte de los trabajadores. Esto elimina la necesidad de estirarse o elevar excesivamente los brazos, reduciendo el riesgo de posturas incómodas y lesiones musculoesqueléticas.

Además, el rango propuesto toma en cuenta las dimensiones del percentil 95, que representa a los trabajadores más altos. Según las referencias de ACOPLA 95, la altura promedio de los hombros en el percentil 95 para hombres colombianos de esta edad es de aproximadamente 1.60 m. Esto asegura que el diseño sea inclusivo para trabajadores de diferentes estaturas, garantizando comodidad y seguridad.

3.3.3 Instalación de cortinas

La instalación de las cortinas debe realizarse a una altura de 1.50 m a 1.60 m desde el suelo, para que las piezas suspendidas queden a la altura de los hombros de los trabajadores. Esta recomendación se basa en los datos de la ACOPLA 95, que indican que, para hombres de 20 a 39 años, la altura promedio del hombro

se encuentra entre 1.50 m y 1.60 m. Colocar las cortinas en este rango de altura asegura que los trabajadores puedan manipular las piezas de manera cómoda, sin necesidad de realizar movimientos forzados, inclinaciones o extensiones excesivas de los brazos. Este diseño facilita el acceso a las piezas, promoviendo una postura ergonómica y reduciendo el riesgo de trastornos musculoesqueléticos, lo que mejora la eficiencia y el bienestar de los operarios.

3.3.4 Altura de la polea para la pistola de la pintura

La polea para la pistola de pintura debe ser instalada a 2.0 metros desde el suelo. Esta altura asegura que los trabajadores puedan operar la pistola de pintura a la altura del codo, lo que evita la sobrecarga de los hombros y los brazos. Según ACOPLA 95, la altura del codo para hombres colombianos de 20 a 39 años es aproximadamente de 1.05 m, lo que permite que la pistola se coloque en una posición ergonómica. De esta manera, los trabajadores pueden manipular la pistola sin tener que elevar excesivamente los brazos, reduciendo la fatiga muscular y el riesgo de trastornos musculoesqueléticos asociados con el trabajo repetitivo y la fatiga postural.

3.3.5 Altura de la pistola de la pintura

La pistola de pintura debe ser suspendida a una altura ajustable de entre 1.00 m y 1.10 m desde el suelo, lo que corresponde a la altura promedio del codo de los trabajadores. Según los datos de ACOPLA 95, la altura del codo en bipedestación de hombres colombianos de 20 a 39 años es de aproximadamente 1.05 m. Colocar la pistola dentro de este rango garantiza que los trabajadores puedan operar la herramienta sin tener que elevar los brazos más allá de lo necesario, lo que ayuda a reducir el esfuerzo físico y la fatiga. Además, esta altura minimiza el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y mejora la eficiencia durante el proceso de pintura, favoreciendo una postura más relajada y cómoda.

3.3.6 Sustitución de la pistola de recubrimiento en polvo

Para minimizar la fatiga en las extremidades superiores, se sugiere sustituir la pistola de recubrimiento en polvo actual por un modelo más liviano y ligero de aproximadamente 490 gramos complementado con un sistema de suspensión por poleas. Este diseño ergonómico permitirá que el trabajador dirija la pistola hacia las piezas sin levantar los brazos ni mantener posiciones forzadas, disminuyendo significativamente la carga física en brazos, muñecas y hombros. Además, la pistola contará con un agarre cómodo y un sistema de activación a distancia, facilitando un funcionamiento rápido y flexible que mejorará la productividad.

3.3.7 Alfombras antifatiga

Permanecer de pie sobre superficies duras durante largos periodos de tiempo puede derivar en diferentes problemas. En primer lugar, el estar de pie hace que los músculos se contraigan, lo que reduce el flujo sanguíneo. Como consecuencia los músculos y las articulaciones duelen y la sangre se estanca. (16).

Las alfombras anti-fatiga se han diseñado para que el cuerpo se balancee de forma natural e imperceptible, lo que fomenta un leve movimiento de los músculos de las piernas y las pantorrillas. Esto facilita el flujo sanguíneo y evita que la sangre se estanque en las venas, lo que provocaría que los trabajadores se sintieran cansados” (16).

A continuación, se describen sus beneficios:

El efecto acolchado de una alfombra anti fatiga, proporciona micro movimientos en los pies, lo que minimiza el estancamiento de la sangre en las piernas.

Alivian la presión de los pies, estimulan la circulación sanguínea y ayudan a disminuir el estrés en la parte baja de la espalda, las articulaciones de las piernas y los principales grupos musculares.

3.3.8 Sistema de recuperación de pintura: Ciclón

La recuperación ciclónica está diseñada para brindar a las industrias de pintura en polvo la operación de cambio de color más flexible, debido a la eficiencia superior de la limpieza y recolección del exceso de rociado.

La unidad de ciclón se conecta directamente a la cabina, minimizando las necesidades de espacio y disminuyendo los posibles problemas de contaminación. Funciona eficazmente para operaciones de pulverización manual y automática. (17).





A continuación, se describen sus beneficios:

Cambio de color fácil y rápido: los cambios de color se aceleran porque la cabina se puede limpiar mucho más rápida y fácilmente. El impacto mínimo en la interrupción de la producción aumenta en gran medida la eficiencia de la producción.

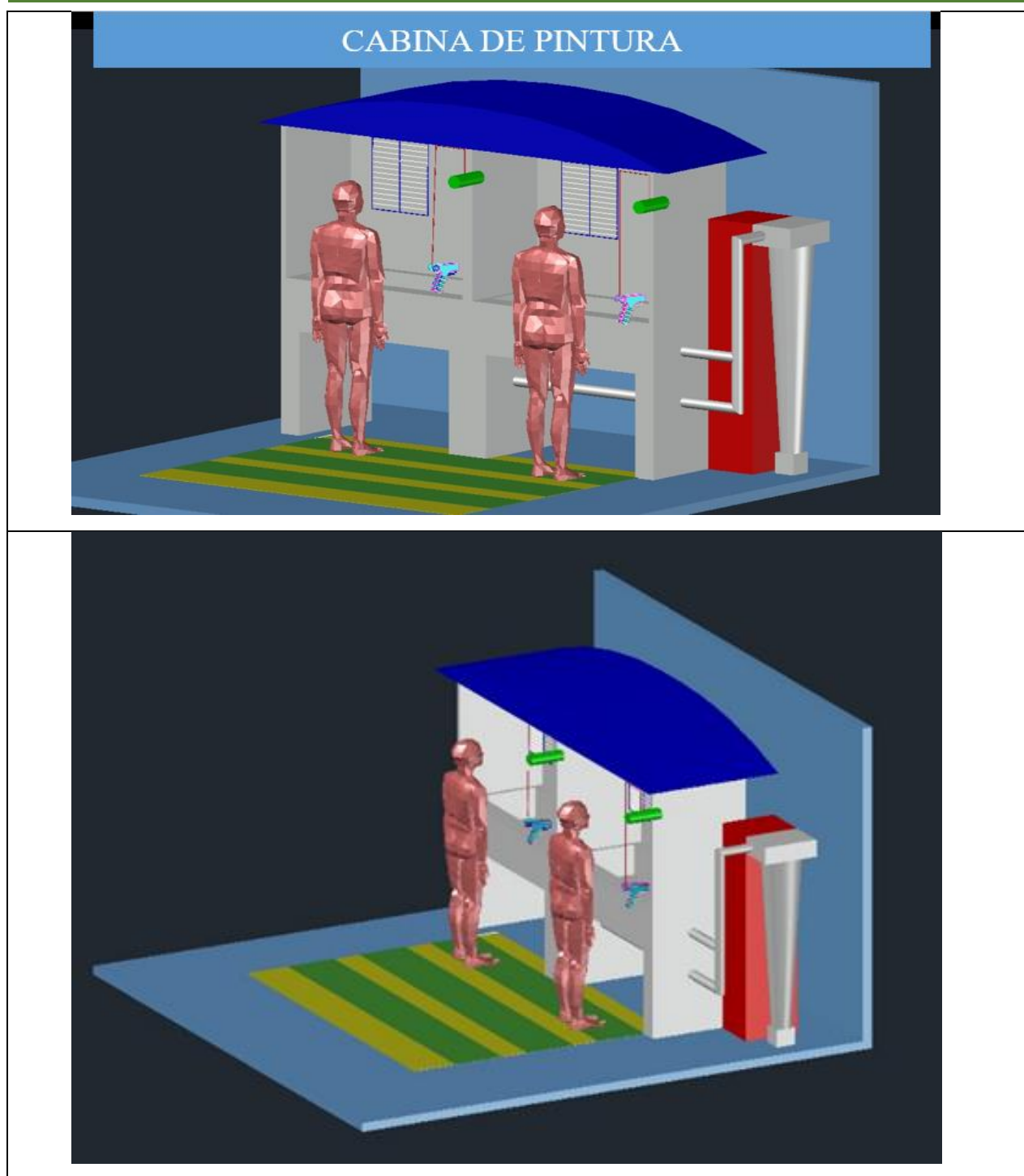
Ahorro de polvo: A medida que se acumula menos polvo en la pared y las partículas de depósito se pueden eliminar fácilmente, se recuperan y reutilizan más polvos rociados en lugar de rociarlos.

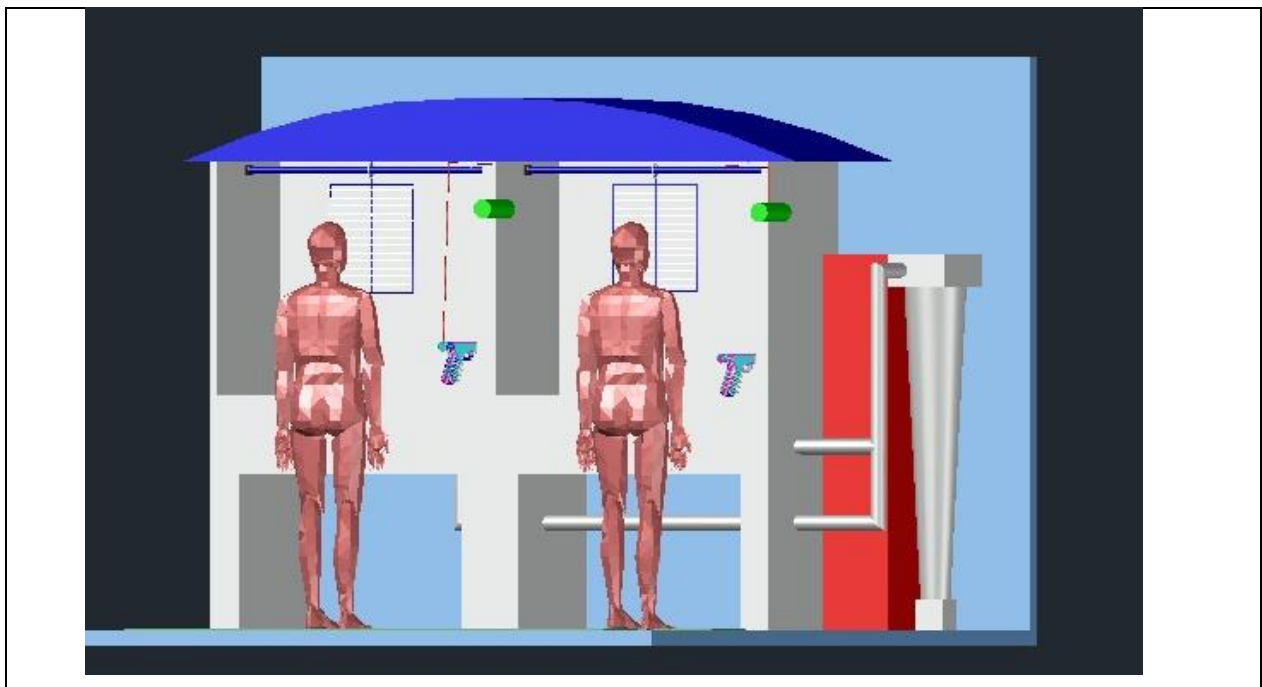
Condiciones de trabajo más limpias: Durante el cambio de color, el operador no necesita eliminar capas gruesas de polvo dentro de la cabina. La salud del operador está mucho mejor protegida y se minimiza el riesgo de que el polvo se escape y contamine el medio ambiente.

A continuación, se presenta gráficamente la propuesta de intervención:

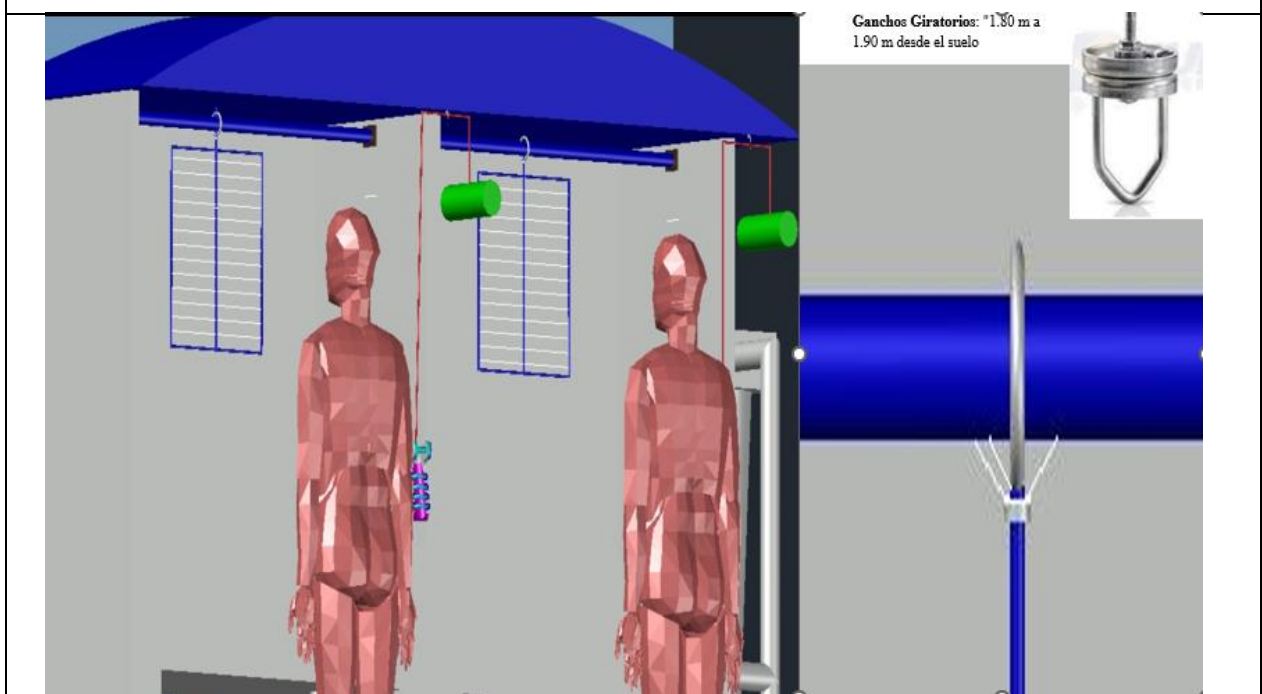
	
<p>Gancho giratorio</p>	<p>Pistola</p>
	
<p>Alfombra antifatiga</p>	<p>Sistema de recuperación de polvo: ciclón</p>

--

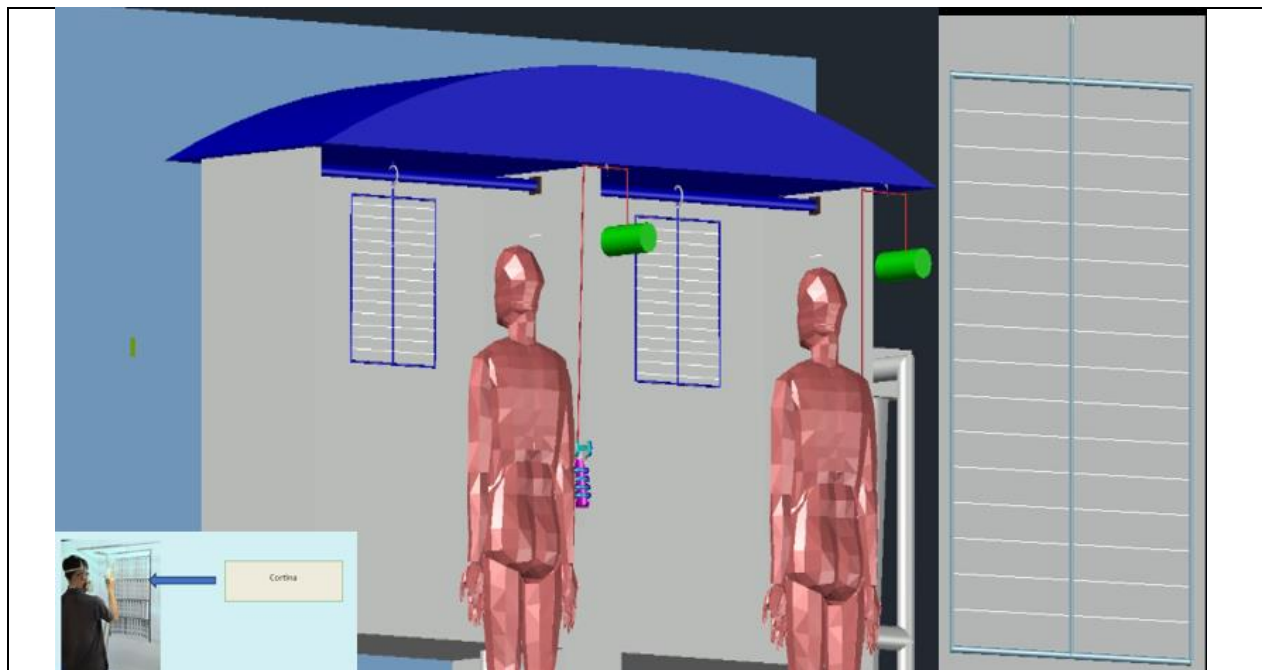




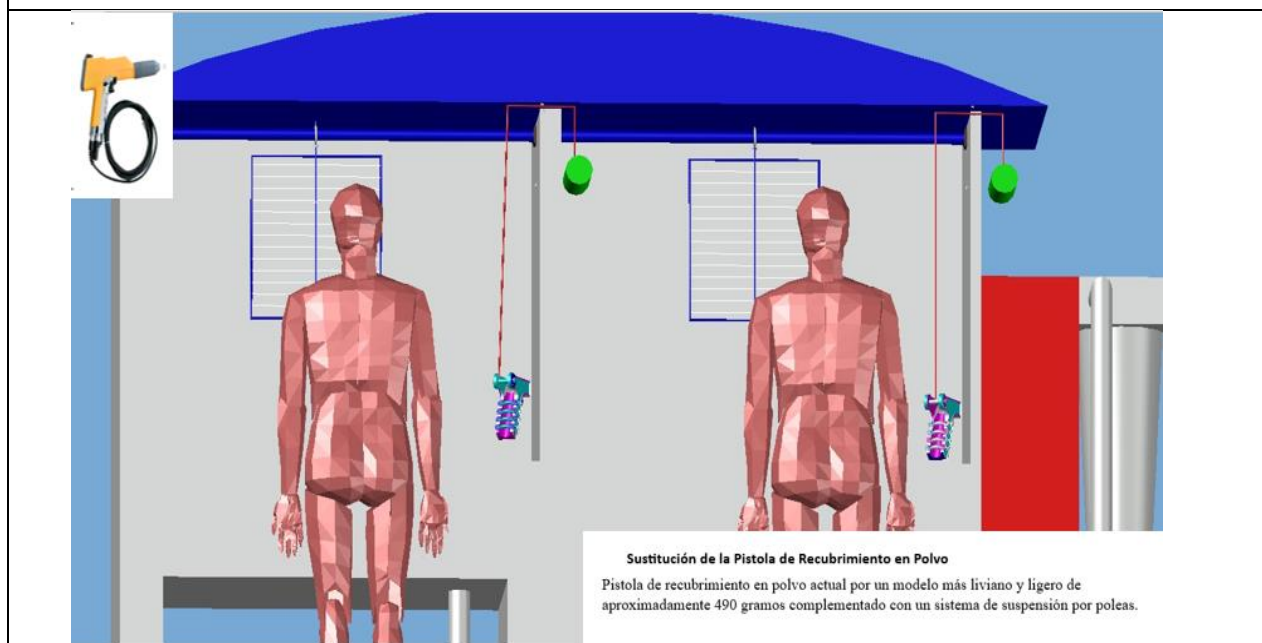
Cabina de pintura



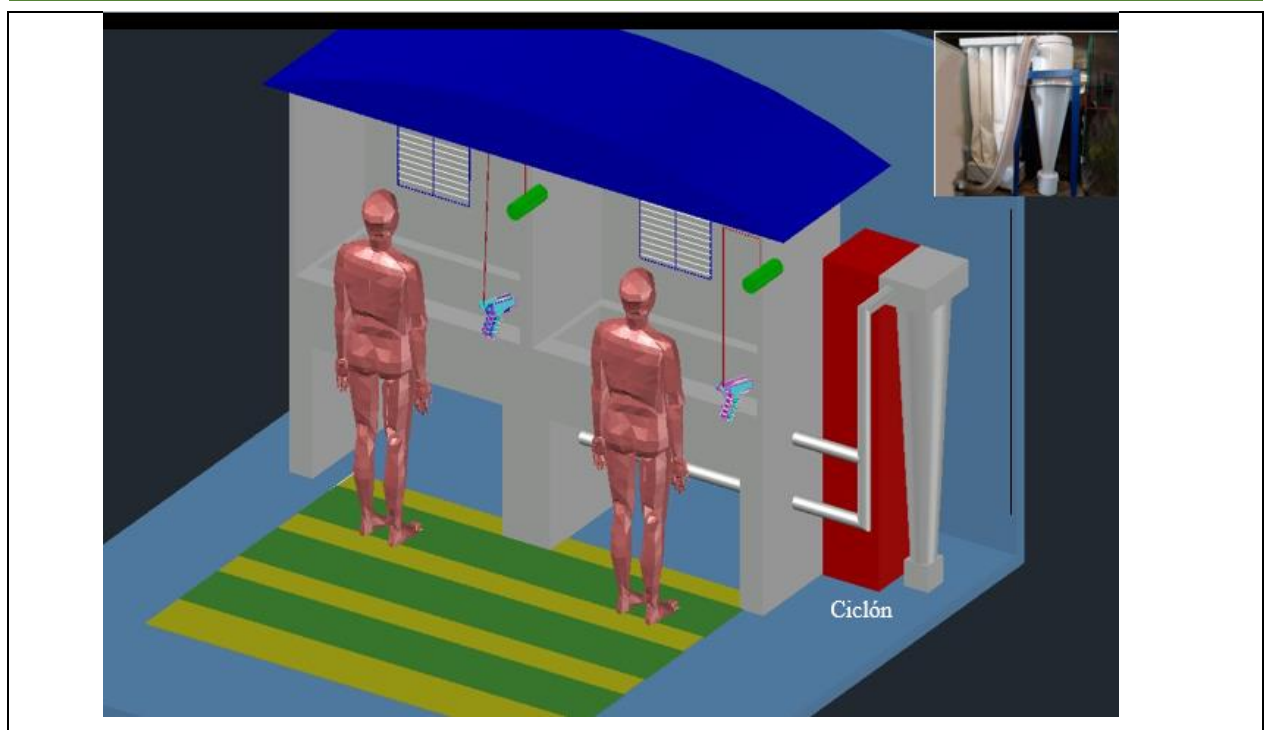
Ganchos giratorios



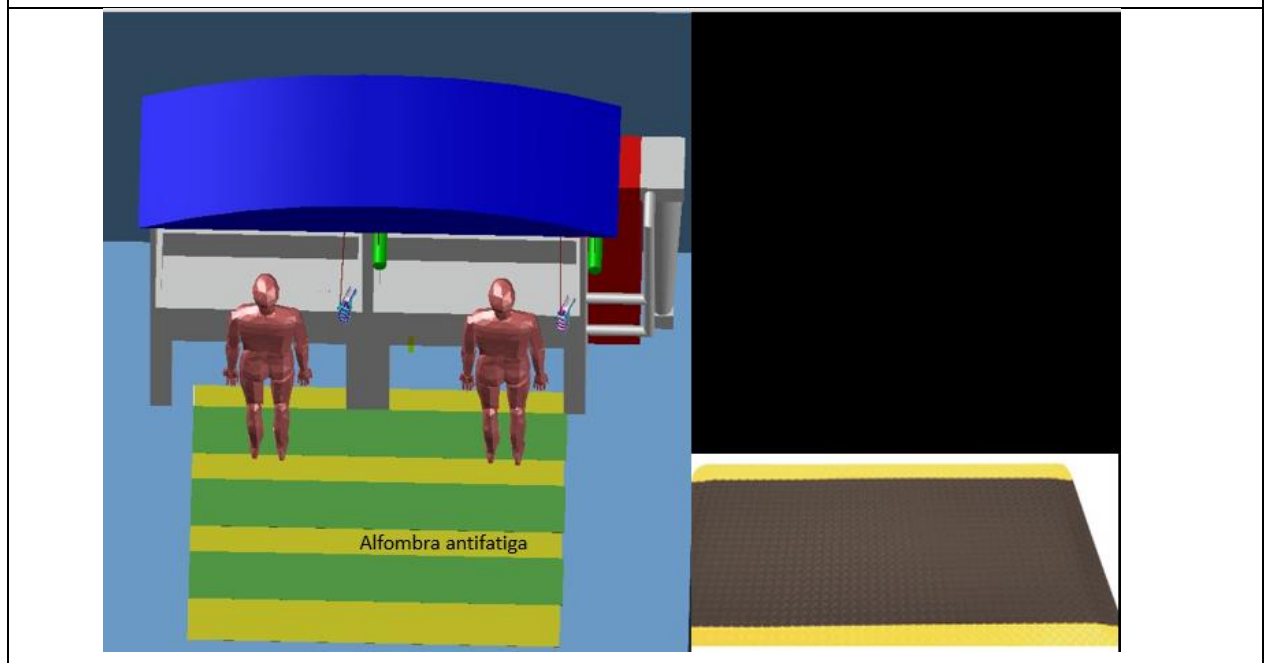
Cortina



Pistola



Ciclón



Alfombra antifatiga

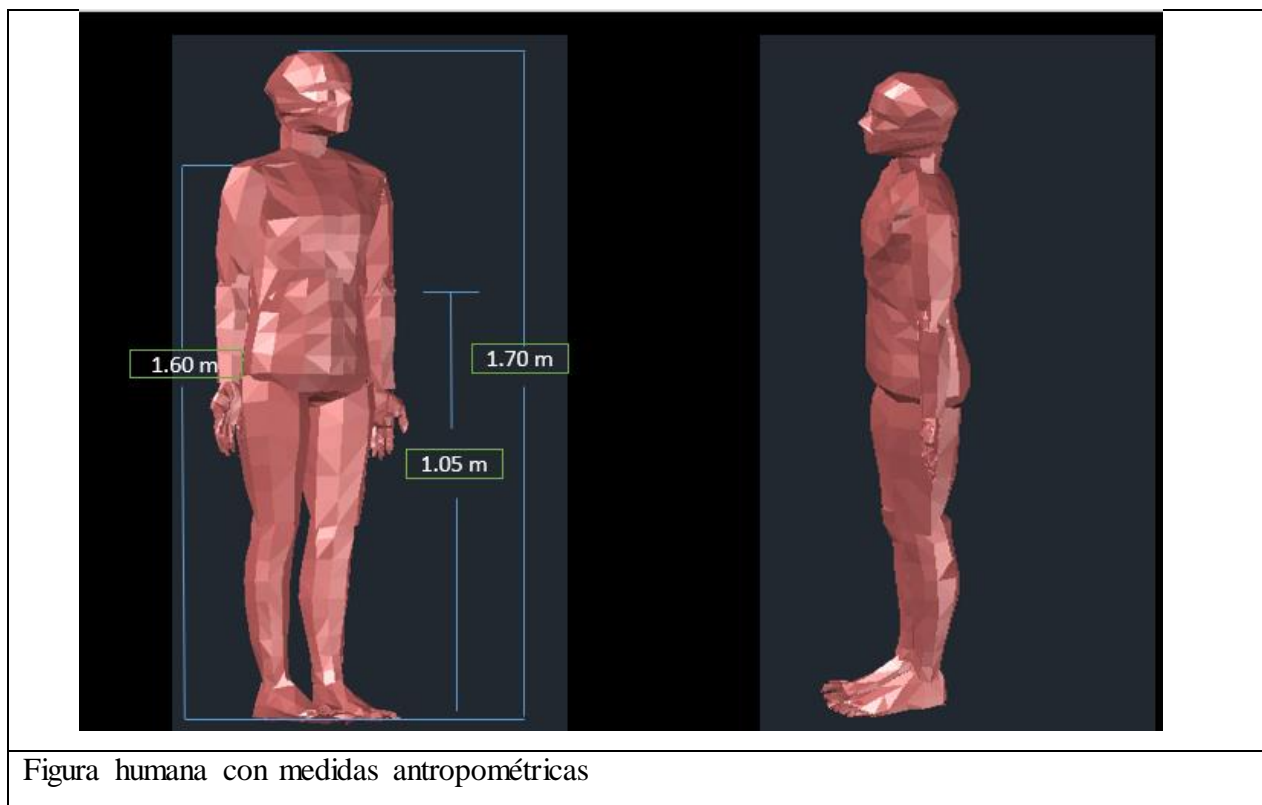


Figura humana con medidas antropométricas

4 Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio revelan una alta prevalencia de dolor en las extremidades superiores, particularmente en hombros, brazos, codos, muñecas, así como en la espalda alta. Estas molestias se relacionan directamente con la adopción de posturas inadecuadas mantenidas durante largos períodos, el uso constante de herramientas pesadas como la pistola de pintura de 2,5 kg y la ausencia de pausas adecuadas para la recuperación muscular. Estos factores representan un riesgo significativo para la salud de los trabajadores y evidencian la necesidad de intervenciones ergonómicas inmediatas que reduzcan la carga física asociada a estas tareas.

El impacto de estas condiciones laborales trasciende las molestias inmediatas, ya que el desgaste físico acumulado puede derivar en patologías crónicas si no se implementan soluciones oportunas. Entre las posibles afecciones relacionadas destacan la tendinitis, lesiones en el manguito rotador, epicondilitis y síndrome del túnel carpiano, todas ellas incluidas en el grupo de TME. Estas enfermedades no solo deterioran la calidad de vida de los trabajadores, sino que también representan un desafío para las empresas, ya que el tratamiento y manejo de estas condiciones puede traducirse en ausentismo laboral prolongado, disminución de la productividad y aumento de los costos operativos relacionados con incapacidades temporales o permanentes.

Desde una perspectiva ergonómica, optimizar las condiciones laborales en el área de pintura electrostática no solo tendría beneficios directos en la salud de los empleados, sino que también generaría un impacto positivo en la eficiencia operativa de la empresa. Medidas como la sustitución de la pistola de pintura por un modelo más liviano y ergonómico, acompañado de un sistema de suspensión que reduzca el esfuerzo físico requerido, podrían minimizar significativamente el dolor en las extremidades superiores y la espalda. Estas mejoras permitirían a los trabajadores mantener un ritmo de trabajo constante y sostenible, disminuyendo la fatiga física y mejorando la calidad del acabado de las piezas pintadas.

Desde una perspectiva económica, estas intervenciones beneficiarían tanto a los trabajadores como a la empresa. La reducción en el ausentismo laboral derivado de molestias físicas no solo mejoraría la calidad de vida del personal, sino que también optimizaría los recursos de la empresa al disminuir los costos asociados a bajas médicas y tratamientos prolongados. Un entorno laboral ergonómicamente adaptado no solo prevendría lesiones, sino que también fomentaría un desempeño más eficiente y seguro, garantizando una producción sostenida y de alta calidad.

Sin embargo, es importante destacar que esta intervención se basó en una muestra pequeña de tres trabajadores, lo que limita la generalización directa de los resultados a otras empresas del sector. Aunque esta muestra proporciona una representación valiosa de las condiciones reales en el área de pintura

electrostática, es necesario replicar este análisis en contextos similares para validar los hallazgos y confirmar los beneficios de las medidas propuestas. La ampliación de la muestra y la incorporación de datos de empresas con procesos similares podrían aportar una visión más completa de la problemática y fortalecer las recomendaciones para el sector metalmeccánico en general.

A pesar de esta limitación, los datos obtenidos en este estudio ofrecen un marco relevante para orientar futuras mejoras en las condiciones laborales del sector. Además, destacan la necesidad de priorizar la ergonomía como un componente esencial en la gestión de la salud y la productividad en ambientes de trabajo altamente exigentes. La implementación de medidas como las mencionadas no solo podría prevenir TME, sino también mejorar la percepción del entorno laboral por parte de los empleados, incrementando su motivación y satisfacción en el trabajo.

En conclusión, los hallazgos de este estudio subrayan la importancia de intervenir de manera proactiva para mitigar los riesgos ergonómicos en el área de pintura electrostática. Las soluciones propuestas no solo abordan los problemas inmediatos de dolor y desgaste físico, sino que también tienen el potencial de generar beneficios sostenibles para los trabajadores y la empresa. En un sector tan competitivo como el metalmeccánico, priorizar la seguridad y salud en el trabajo y la ergonomía no debe ser visto como un costo adicional, sino como una inversión estratégica que fortalece tanto la productividad como el bienestar laboral.

5 Consideraciones éticas

Se declaran las consideraciones éticas involucradas en el estudio, según los principios establecidos en la reglamentación nacional (resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia) e internacional (declaración de Helsinki). Por tal razón, la información suministrada por la empresa y por los trabajadores participantes del proyecto, serán utilizadas exclusivamente con fines académicos, por tal motivo, no se revela su identidad ni la de la empresa.

La autonomía de los participantes se respeta mediante su libre voluntad de participar. Si alguno decide retirarse, su decisión será respetada sin cuestionamientos. La imparcialidad en los instrumentos y formas de evaluación se aplicará de igual manera a todos los individuos, otorgándoles el mismo trato y respetando por igual su decisión sobre el manejo de los datos obtenidos. Finalmente, la empresa se beneficiará con el suministro de los resultados del método y del estudio general, con el fin de contribuir a mejorar la percepción del riesgo en el lugar de trabajo.

6 Conclusiones

La implementación de las metodologías utilizadas en la evaluación del proceso de pintura electrostática, como el método ERIN y el mapa corporal, permitió identificar un riesgo ergonómico alto en los segmentos corporales más afectados durante la ejecución de las tareas, incluyendo hombros, brazos, codos, antebrazos, manos y muñecas, particularmente del lado derecho. Estos hallazgos evidencian la necesidad de rediseñar las herramientas y ajustar el entorno laboral para reducir la carga física.

La ejecución de las medidas propuestas, como la sustitución de herramientas pesadas por modelos más livianos y la suspensión por medio de ganchos giratorios para evitar que el trabajador la sostenga, reducirá significativamente la exposición a factores de riesgo ergonómicos. Estas acciones no solo mejorarán el bienestar físico de los trabajadores, sino que también optimizarán la productividad y disminuirán el ausentismo laboral.

Las estrategias planteadas tienen un potencial replicable en otras áreas y empresas del sector metalmeccánico, fomentando la estandarización de prácticas ergonómicas que prioricen la salud y seguridad en el trabajo. Esto no solo contribuirá al cumplimiento de metas productivas, sino que también posicionará a las empresas como referentes en la gestión de riesgos laborales y el bienestar laboral.

7 Referencias

1. Punnett L, Wegman DH. Work-related musculoskeletal disorders: the epidemiologic evidence and the debate. *J Electromyogr Kinesiol*. 2004 Feb;14(1):13-23.
2. WHO. Musculoskeletal conditions [Internet]. 2019 [cited 2024 Jun 5]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
3. Vos T, Allen C, Arora M, Barber RM, Bhutta ZA, Brown A, et al. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990-2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet*. 2016 Oct 8;388(10053):1545-1602.
4. World Health Organization. Musculoskeletal conditions [Internet]. 2023 [citado 10 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
5. Zambrano JVG, editor. Desórdenes músculo esqueléticos (DME) y su incidencia en la salud de los trabajadores de la construcción [Internet]. 2019. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rsan/v1n31/2528-7907-rsan-1-31-00118.pdf>
6. Sierra-Aparicio CH, Guerrero-Millán DA, Muñoz-Hernández JA. Factores asociados con el riesgo de padecer lesiones osteomusculares en trabajadores de la construcción. *Rev UIS Salud* [Internet]. 2018 [citado 10 de junio de 2024];50(1):19-26. Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/6194/6517>
7. Exyge. Prevención de los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral [Internet]. 2013 [citado 2024 Jun 10]. Disponible en: https://www.exyge.eu/blog/wp-content/uploads/2013/11/Magazine_3
8. Centro de Estudios Sociales y Laborales (CESLA) de la Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI). Informe sobre el fenómeno del ausentismo laboral y las incapacidades médicas en Colombia en el año 2022 [Internet]. Bogotá: ANDI; 2022 [citado el 09 de junio 2024]. Disponible en: <https://www.andi.com.co/Uploads/Informe%20sobre%20ausentismo%20laboral%20e%20incapacidades%20m%C3%A9dicas%202022.pdf>
9. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST). Evaluación de riesgos laborales en las PYME [Internet]. Madrid: INSST; 2019 [citado 10 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.insst.es/documents/94886/96076/evaluacionriesgospyme.pdf/391f8fb1-d5dd-4a59-af90-b52d15d32633?t=1551307836337>

10. C. Yordán Rodríguez Ruíz MEPM, editor. Procedimiento ergonómico para la prevención de enfermedades en el contexto ocupacional [Internet]. 2014. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=50103>
11. Rodríguez Y, Martínez J, Gómez S, Cuesta E, López M, Landaeta J, et al. ERIN: un método práctico para evaluar el riesgo de desórdenes musculoesqueléticos. [Internet]. [09 junio 2024]; Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Yordan-Rodriguez-3/publication/359221007_ERIN_un_metodo_practico_para_evaluar_el_riesgo_de_desordenes_musculoesqueleticos/links/622f7f108180de5a3df62381/ERIN-un-metodo-practico-para-evaluar-el-riesgo-de-desordenes-musculoesqueleticos.pdf
12. Gobierno de Colombia. Decreto 1072/2015: Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo [Internet]. 2015 [citado 10 de junio de 2024]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>
13. Europa.eu. [citado el 11 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://osha.europa.eu/sites/default/files/ES%20Body%20and%20hazard%20mapping%20WEB%20TE0320203ESN.pdf>
14. Hazard mapping and MSDs [Internet]. Europa.eu. [citado el 11 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/hazard-mapping-and-msds>
15. Medicina Laboral de Venezuela. **ACOPLA 95**: Referencias antropométricas para la población colombiana de 20 a 39 años. [Internet]. 1995 [citado 2025 enero 6]. Disponible en: https://www.medicinalaboraldevenezuela.com.ve/archivo/doc_ergo_higiene/acopla95.pdf
16. Trafic Bienestar. Catálogo N° 8 - Alfombras Ergonómicas y Seguridad. 2020 [citado 2025 enero 6]. Disponible en: <https://www.trafic-bienestar.com/wp-content/uploads/2020/03/Cat%C3%A1logo-n%C2%BA-8-Alfombras-Ergon%C3%B3micas-y-Seguridad.pdf>
17. Colopowdercoating. Cabina de Pintura Electrostática Automática con Ciclón [Internet]. [citado 6 de enero de 2025]. Disponible en: <https://es.colopowdercoating.com/Cabina-de-Pintura-Electrost%C3%A1tica-Autom%C3%A1tica-con-Cicl%C3%B3n-pd599549298.html>