

Los riesgos ergonómicos derivados de las condiciones subestándar en la instalación de piso de porcelanato

Ergonomic risks derived from substandard conditions in porcelain floor installation

DOI: 10.46932/sfjdv5n3-024

Received on: February 05th, 2024

Accepted on: March 11th, 2024

Vanessa Reinoso-Calle

Maestrante in Construcciones, Mención en Administración de la Construcción Sustentable

Institución: Universidad Católica de Cuenca

Dirección: Av. De las Américas y Humboldt, Cuenca, Ecuador

Correo electrónico: vreinosoc57@est.ucacue.edu.ec

Paulo Gárate-Rodríguez

Magíster en Derecho Laboral y Seguridad Social

Institución: Universidad Católica de Cuenca

Dirección: Av. De las Américas y Humboldt, Cuenca, Ecuador

Correo electrónico: pgarate@ucacue.edu.ec

RESUMEN

La instalación de piso de porcelanato es una práctica común en la construcción y renovación de espacios interiores. A pesar de su popularidad, existe una falta de atención significativa en la literatura científica hacia las condiciones subestándar y los riesgos ergonómicos asociados con esta actividad. Este artículo tiene como objetivo evaluar los riesgos ergonómicos y las condiciones subestándar presentes en la instalación de piso de porcelanato en construcciones civiles mediante la observación directa y la aplicación del método OWAS, orientado a la adopción de estrategias sobre la gestión de riesgos laborales. La investigación se basa en un estudio de campo aplicado en el proceso constructivo de un centro comercial en la ciudad de Guayaquil. Los resultados revelan que el personal responsable de la instalación de piso de porcelanato, está expuesto a una serie de factores de riesgo ergonómico, incluyendo posturas incómodas y movimientos forzados con una frecuencia significativa, lo que puede dar lugar a trastornos musculoesqueléticos y enfermedades profesionales. Esta investigación determinó que, en la instalación de piso de porcelanato, en la fase de montaje de la pieza, se experimenta un nivel importante de riesgo ergonómico, recomendándose adoptar medidas correctivas lo antes posible. Se evidencia también que, las condiciones subestándares más frecuentemente encontradas en los lugares de trabajo son: el diseño de la estación de trabajo (21,3%), el orden y limpieza en el área (17,2%), la señalización de seguridad y emergencia (16,4%), el uso de equipos de protección personal (12,3%) y los procedimientos y métodos de trabajo (12,3%). Además, se identifican otras variables incidentes en los trastornos músculo-esqueléticos de los trabajadores como: la limitada capacitación, la planificación de los períodos de descanso durante la jornada, la ventilación y la iluminación en el área de trabajo. Estas deficiencias exigen la adopción de medidas correctivas oportunas en el proceso constructivo, con el fin de evitar el impacto negativo en la salud de los trabajadores, en la productividad de la industria de la construcción y en la calidad del proyecto.

Palabras clave: riesgo ergonómico, condición insegura, industria, construcción, porcelanato.

ABSTRACT

Porcelain tile flooring installation is a common practice in the construction and renovation of interior spaces. Despite its popularity, there is a significant lack of attention in the scientific literature to the substandard conditions and ergonomic hazards associated with this activity. This article aims to assess the ergonomic risks and substandard conditions present in the installation of porcelain tile flooring in civil constructions through direct observation and the application of the OWAS method, oriented to the adoption of strategies on occupational risk management. The research is based on a field study applied in the construction process of a shopping mall in the city of Guayaquil. The results reveal that the personnel responsible for installing porcelain tile flooring are exposed to a series of ergonomic risk factors, including awkward postures and forced movements with significant frequency, which can lead to musculoskeletal disorders and occupational diseases. This research determined that, in the installation of porcelain tile flooring, in the assembly phase of the piece, a significant level of ergonomic risk is experienced, recommending the adoption of corrective measures as soon as possible. It is also evident that the most frequently found substandard conditions in the workplace are: workstation design (21.3%), order and cleanliness in the area (17.2%), safety and emergency signage (16.4%), use of personal protective equipment (12.3%) and work procedures and methods (12.3%). In addition, other variables were identified as having an impact on workers' musculoskeletal disorders, such as: limited training, planning of rest periods during the workday, ventilation and lighting in the work area. These deficiencies require the adoption of timely corrective measures in the construction process, in order to avoid the negative impact on workers' health, on the productivity of the construction industry and on the quality of the project.

Keywords: ergonomic risk, unsafe condition, industry, construction, porcelain tile.

1 INTRODUCCIÓN

La instalación de pisos cerámicos o porcelanato en el proceso constructivo involucra un conjunto de riesgos ergonómicos que pueden afectar la salud de los trabajadores involucrados en dicha tarea. Estos riesgos ergonómicos se asocian a condiciones laborales y tareas que pueden causar fatiga, estrés físico y lesiones musculoesqueléticas, debido a la interacción entre los trabajadores y su entorno de trabajo (Wilhelmus & Johansson, 2018). Por esta razón, la presente investigación tiene como objetivo evaluar los riesgos ergonómicos y las condiciones subestándar presentes en la instalación de piso de porcelanato en construcciones civiles, mediante la observación directa y la aplicación del método OWAS, con el ánimo de delinear acciones de mejora en materia de la gestión de riesgos laborales, si el caso lo amerita. Esta investigación de alcance descriptivo, se aplica al proceso constructivo de instalación de piso de porcelanato, de un centro comercial en la ciudad de Guayaquil, mediante la observación directa, filmaciones y registros fotográficos, como método e instrumentos para la captura de información de campo y para la evaluación de los riesgos ergonómicos presentes en la actividad descrita, utilizando el método OWAS.

Uno de los principales riesgos ergonómicos asociados a la instalación de pisos es el manejo de materiales frágiles y voluminosos que deben ser colocados a nivel de piso, lo que obliga al operario

adoptar posturas forzadas en espalda, brazos y piernas (Sacco et al., 2023). Además, la instalación de pisos a menudo implica trabajar en posiciones incómodas o forzadas durante largos períodos de tiempo, los trabajadores deben arrodillarse, agacharse o estirarse repetidamente, lo que obliga a ejercer presión sobre las articulaciones y los músculos (Nussbaum et al., 2009). Estas posturas prolongadas pueden provocar fatiga y dolor muscular, así como aumentar el riesgo de lesiones musculoesqueléticas, como la lumbalgia, las lesiones en las rodillas y las muñecas. La realización de tareas repetitivas también puede contribuir a los riesgos ergonómicos. Por ejemplo, cortar y colocar los revestimientos de manera repetitiva, puede generar esfuerzo y tensión en los músculos y tendones, aumentando la probabilidad de desarrollar trastornos musculoesqueléticos, como tendinitis y síndrome del túnel carpiano (Michaloski et al., 2020). Otro factor importante a considerar es la falta de herramientas y equipos ergonómicos adecuados. La ausencia de rodilleras acolchadas, herramientas de corte ergonómicas, herramientas mal diseñadas, puestos de trabajo mal diseñados, entre otros, puede incrementar el riesgo de lesiones y contribuir al estrés físico de los trabajadores (Torrecillas et al., 2022), (Condori, 2020). Las vibraciones generadas por ciertas herramientas eléctricas o neumáticas también generan problemas de salud a largo plazo, como trastornos musculoesqueléticos y vasculares (Campos et al., 2017). Para mitigar estos riesgos, es esencial proporcionar a los trabajadores herramientas ergonómicas que se adapten a sus necesidades y capacidades físicas. Además, se deben implementar controles técnicos, como sistemas antivibración en las herramientas, para reducir la exposición (Rodríguez, 2022).

Este proceso constructivo que involucra peligros y riesgos ergonómicos que amenazan la salud y la seguridad de los trabajadores involucrados, ameritan ser identificados y evaluados, con el fin de controlarlos para garantizar un entorno laboral seguro y saludable (Shewchuk et al., 2017). En este sentido, es relevante citar algunas normas y estándares que respaldan la importancia de evaluar los riesgos ergonómicos en la construcción como son: la Norma ISO 11228-1:2003 "Ergonomics – Manual handling – Part 1: Lifting and carrying" establece las pautas para la evaluación y control de los riesgos ergonómicos relacionados con el levantamiento y transporte manual de cargas; la Norma ISO 11228-2:2007 "Ergonomics – Manual handling — Part 2: Pushing and pulling" se centra en los riesgos ergonómicos asociados al empuje y arrastre de cargas y; la Norma ISO 11226:2000 "Ergonomics – Evaluation of static working postures" brinda directrices para la evaluación de las posturas de trabajo estáticas (ISO, 2000; ISO 2007); (Condori, 2020); (Lovén et al., 2023).

Conjuntamente, las posturas incómodas y prolongadas, la manipulación inadecuada de herramientas y equipos, herramientas pesadas o mal diseñadas son factores de riesgo ergonómico importante que puede causar fatiga, dolores musculares y lesiones por esfuerzo repetitivo. (Michaloski et al., 2020), (Nussbaum et al., 2009), (Singh & Singhal, 2016).

En conclusión, la evaluación de los riesgos ergonómicos asociados al proceso constructivo de la instalación de pisos de porcelanato es fundamental para garantizar la seguridad y bienestar de los trabajadores. Identificar y abordar estos riesgos permite implementar medidas preventivas y correctivas adecuadas (Stecanella et al., 2021). De esta manera, se promueve un entorno de trabajo saludable y se reduce la probabilidad de lesiones y enfermedades ocupacionales (Cardenas Henry & Barrionuevo, 2021).

2 MARCO TEÓRICO

Dos términos intensamente utilizados en la seguridad y salud laboral son: el peligro y el riesgo. El peligro pasa a ser una condición presente que no necesariamente podría producir un daño a las personas, a los bienes y/o procesos, si no media un nexo o probabilidad de ocurrencia; en tanto que, riesgo se refiere ya a la probabilidad evaluada de que el peligro se materialice en pérdida, ya sea ésta sobre las personas por la posible consecuencia de lesiones o enfermedades; y/o, en la propiedad o procesos productivos, por los daños y perjuicios que se pueden generar. Dentro del sector de la construcción, existen una diversidad de riesgos que, dadas ciertas condiciones, pueden materializarse en accidentes. La adopción de posturas forzadas o posturas estáticas extendidas en el tiempo, provocan una carga postural que, en caso de ser dominante, es uno de los factores de riesgo que se relaciona frecuentemente con la aparición de trastornos músculo esqueléticos. Así pues, la evaluación de la carga postural o carga estática y su mitigación, en caso necesario, es una de las medidas esenciales a adoptar en las estaciones de trabajo.

2.1 LA ERGONOMÍA Y LOS RIESGOS ERGONÓMICOS

La ergonomía, es una ciencia cuyo objetivo central es la optimización integral de los sistemas hombre-máquina (Cárdenas Henry & Barrionuevo, 2021). Sin embargo, aún quedan muchas empresas a nivel mundial que no consideran a la ergonomía como una de sus prioridades, y esto puede deberse a varios factores como: la situación económica de la organización, el limitado conocimiento del personal, el compromiso gerencial con la seguridad, entre otras. Además, varias de estas organizaciones se limitan a gestionar sus riesgos solamente con el fin de cumplir con la legislación vigente (Shakerian et al., 2023).

Los riesgos ergonómicos asociados al proceso constructivo en la instalación de pisos de cerámicos, laminados o de porcelanato, se basan en los principios de la ergonomía, que como ya se refirió anteriormente, es el estudio de las interacciones entre los seres humanos y su entorno de trabajo (Stecanella et al., 2021).

2.2 EL MÉTODO OWAS Y SU APLICACIÓN

El método OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) es una herramienta ergonómica ampliamente utilizada para evaluar y analizar las posturas de trabajo y sus posibles efectos en la salud y seguridad de los trabajadores. Fue desarrollado por el Instituto de Investigación de Trabajo de Ovako en Finlandia y se utiliza para identificar y clasificar las posturas de trabajo que pueden generar riesgos ergonómicos (Singh & Singhal, 2016). El proceso de aplicación del método OWAS involucra los siguientes pasos:

1. **Observación y registro:** Un observador capacitado realiza una observación directa de las posturas de trabajo de los trabajadores durante un período de tiempo determinado. Se registran las posturas adoptadas y se anotan los códigos correspondientes. **Codificación de las posturas:** Las posturas observadas se codifican utilizando una matriz de codificación del método OWAS. Cada postura se clasifica en función de la inclinación del tronco, la inclinación del brazo y la rotación del brazo.
2. **Evaluación y clasificación:** Una vez que se han codificado las posturas, se realiza una evaluación de la carga física y el riesgo ergonómico asociado a cada una de ellas. Estos valores se utilizan para clasificar las posturas en diferentes categorías de riesgo, que van desde las más aceptables hasta las más inaceptables.
3. **Acciones correctivas:** A partir de los resultados de la evaluación, se identifican las posturas de trabajo problemáticas que presentan un mayor riesgo ergonómico. Las medidas correctivas tomadas se orientan a mejorar la ergonomía, como cambiar los métodos de trabajo, rediseñar los puestos de trabajo o proporcionar herramientas y equipos ergonómicos adecuados (Olson et al., 2023).

El método OWAS ofrece ventajas significativas en la evaluación ergonómica de las posturas de trabajo, ya que proporciona una evaluación rápida y objetiva (Michaloski et al., 2020). Permite identificar y priorizar las posturas de trabajo que necesitan intervención para reducir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y mejorar las condiciones de trabajo. Es preciso subrayar que el método OWAS es una herramienta complementaria que debe ser utilizada en conjunto con otras técnicas de evaluación ergonómica y teniendo en cuenta las características específicas de cada tarea y entorno laboral. Además, se recomienda capacitar adecuadamente a los observadores para garantizar la precisión y consistencia en la aplicación del método (Torrecilhas et al., 2022).

El método OWAS analiza como variables: posición general de trabajo (7 posturas); condición del tronco o columna (4 supuestos); posición de los brazos (3 posibilidades) y la carga o fuerza realizada (3 posibilidades). A partir de esta clasificación, las posturas observadas se pueden clasificar en 252 posibles combinaciones ($4 \times 3 \times 7 \times 3$). A cada postura se le determina un código a partir del cual se obtiene una

valoración del riesgo asignándole una categoría de riesgo a cada una de las posturas individualmente (Palikhe et al., 2022).

El método OWAS es una herramienta ergonómica que puede ser útil en la instalación de pisos porcelanato para evaluar y mejorar las posturas de trabajo de los operarios (Michaloski et al., 2020). Este método fue desarrollado para analizar y clasificar las posturas de trabajo en función de la carga física y, el riesgo ergonómico se determina mediante observación directa de las posturas de trabajo, utilizando un sistema de codificación que permite evaluar y clasificar las diferentes posturas; además, permite identificar aquellas posturas que presentan mayor riesgo de lesiones musculoesqueléticas y ayuda a diseñar medidas preventivas para minimizar dichos riesgos (Qzay et al., 2020); (Palikhe et al., 2022).

Una vez que se han identificado las posturas problemáticas, se pueden implementar diferentes estrategias para reducir el riesgo ergonómico: 1) Diseño de puestos de trabajo adecuados (Rodríguez-Blanes et al., 2019); 2) Capacitación en técnicas adecuadas de trabajo seguro (Caballero, 2011); 3) Programas de rotación de tareas (Cárdenas Henry & Barrionuevo, 2021); 4) Eliminación o mitigación de posturas de trabajo forzadas como: agacharse, arrodillarse o estirarse repetidamente (Campos et al., 2017); 5) Sustitución de tareas repetitivas por medios automatizados y el uso o diseño de herramientas y equipos ergonómicos (Conrodi, 2020).

El inicio del proceso metodológico de OWAS implica observar la tarea realizada por el trabajador. En caso de que se identifiquen diversas actividades a lo largo del período de observación, se procederá a establecer una subdivisión en distintas etapas de trabajo. Esta segmentación resulta útil cuando las actividades ejecutadas por el trabajador varían considerablemente en diferentes momentos de su labor (Rodríguez-Blanes et al., 2019). Así pues, si la tarea ejecutada por el trabajador es uniforme y constante, la evaluación será simple, por el contrario, si la tarea desplegada por el trabajador no es homogénea y puede descomponerse en varias actividades o fases, la evaluación será multifase. En el caso de haberse identificado y establecido fases, la evaluación se realizará separadamente para cada fase (Palikhe et al., 2022).

Además, se establecerá el periodo de observación necesario para el registro de posturas considerando que la muestra de posturas recogidas debe ser representativa del total de posturas adoptadas por el trabajador. Esto implica que, en puestos de ciclo de trabajo corto, en los que las actividades se repiten un periodo breve, será necesario un tiempo de observación menor que en puestos de tareas muy diversas y sin ciclos definidos; en general, serán necesarios entre 20 y 40 minutos de observación (Golabchi et al., 2018). Seguidamente, es necesario definir la frecuencia de muestreo que permitirá registrar la información relativa a las posturas adoptadas por el trabajador. Las informaciones de las posturas deben recogerse a intervalos regulares de tiempo, regularmente entre 30 y 60 segundos (Regina Celi Dias Ferreira Barkokébas, 2022). Esta frecuencia de observación obedecerá al tiempo y variedad de las posturas adoptados por el trabajador. En general, a mayor repetición de cambio y diversidad de posturas, será

necesaria una mayor frecuencia de muestreo y registro. En todo escenario, es importante tener en cuenta que la cantidad de observaciones efectuadas debe ser adecuada, ya que esto afectará directamente la exactitud de la evaluación obtenida. (Li et al., 2019); (Qzay et al., 2020). Investigaciones previas han indicado que el margen de error superior (con un 95 % de confianza) al realizar 100 observaciones es del 10 %. Los márgenes de error correspondientes a 200, 300 y 400 observaciones son del 7 %, 6 % y 5 % respectivamente. Una vez definidas las fases, el período de observación y la frecuencia de muestreo, se procederá a observar la tarea durante el período establecido y se registrarán las posturas de acuerdo con la frecuencia de muestreo. Esta observación puede llevarse a cabo mediante la presencia directa del observador en el lugar de trabajo, el análisis de fotografías o la revisión de videos previamente grabados de la actividad. (Torrecilhas et al., 2022).

Sintetizando, el método OWAS puede ser una herramienta eficaz para evaluar y mejorar la ergonomía en la instalación de pisos porcelanato. Al identificar y abordar las posturas de trabajo problemáticas, se pueden implementar medidas preventivas adecuadas para reducir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas y generar un entorno de trabajo más seguro y saludable (Condori, 2020).

2.3 LAS CONDICIONES SUBESTÁNDARES

Las causas ambientales de los accidentes laborales se las conoce como condiciones subestándares, e involucran todas aquellas situaciones que, advierten la presencia de riesgos en el ambiente de trabajo y que pueden conducir a un accidente, derivada de los aparatos, máquinas, herramientas, instalaciones, procesos, etc. De manera general, las condiciones subestándar involucran: a) insuficiente orden y limpieza en el área de trabajo; b) agentes físicos presentes en el ambiente; c) diseño, construcción, condiciones de operación, organización, mantenimiento, reparación y limpieza de instalaciones de servicio o protección inadecuados; d) ausencia o limitación en la señalización de seguridad; e) deficiencia en el sistema de alarma o de emergencia; f) deficiencias en guardas de seguridad en máquinas y equipos; g) limitaciones en equipos de protección personal y colectiva; h) procedimientos y métodos de trabajo inadecuados; i) almacenamiento incorrecto de materiales, apilamiento inseguro, obstrucción de pasillos y rutas de emergencia; j) instalaciones eléctricas sin conexión a tierra; k) pisos resbaladizos; l) equipos de levantamiento de cargas en mal estado; m) exposición a la radiación; n) iluminación y ventilación inadecuada, entre otras (Ministerio del Trabajo, s/f) . Para la identificación de condiciones subestándar es usual aplicar formatos específicos o listas de chequeo que facilitan la localización de la actividad, la fecha y, la condición observada, como mínimo.

2.4 EL PISO DE PORCELANATO Y LA INSTALACIÓN

Los pisos de porcelanato han emergido como una opción elegante y duradera en el mundo de la arquitectura y el diseño de interiores. Su popularidad se debe a una combinación única de estética atractiva, resistencia excepcional y versatilidad en la aplicación. Las características distintivas de los pisos de porcelanato y los beneficios que ofrecen, destacando su papel fundamental en la creación de espacios habitables tanto funcionales como estéticamente agradables. El porcelanato es un tipo de cerámica fabricada a partir de una mezcla de arcillas finas y otros materiales, que se cuece a temperaturas muy altas. Este proceso de fabricación confiere al porcelanato una serie de características notables que lo diferencian de otros tipos de revestimientos para pisos como son: durabilidad sobresaliente, impermeabilidad, amplia variedad de diseños, fácil mantenimiento, resistencia a productos químicos, entre otros. Los beneficios significativos de elegir pisos de porcelanato se reflejan en la calidad de vida de los habitantes, el valor estético de los espacios habitables, la longevidad y retorno de la inversión, la adaptabilidad a diversos ambientes, la contribución al diseño interior, y la sostenibilidad.

La instalación de piso de porcelanato se requiere cumplir con un conjunto de etapas que comprende: 1) preparación del área (limpia y libre de polvo); 2) verificar la nivelación del piso (si es necesario corregir desnivel); 3) medición del área de instalación (para cuantificar el material necesario); 4) adquisición del porcelanato y del adhesivo adecuado (recomendado por el fabricante del porcelanato); 5) preparación del adhesivo (según instrucciones del fabricante); 6) Aplicar uniformemente la capa de adhesivo en la superficie (utilizando una lana dentada apropiada); 7) colocar las piezas de porcelanato (desde una esquina interior hacia afuera, presionando y golpeando hasta nivelar); 8) aplicar cuñas de separación (entre placas y superficie); 9) juntado y rejuntado (aplicar material de rejunte especificado por el fabricante; 10) limpieza (una vez completada la instalación).

3 METODOLOGIA

Esta investigación tiene un enfoque cuali cuantitativo (Singh & Singhal, 2016)., de alcance descriptivo, aplicado al proceso constructivo de instalación de piso de porcelanato en un centro comercial de la ciudad de Guayaquil. Se ejecutó 50 observaciones a trabajadores en tres diferentes áreas de trabajo. El estudio se realizó de acuerdo a cuatro etapas:

Etapa 1. Contextualización y conceptualización, se realizó a partir de la revisión bibliográfica de publicaciones relacionadas al objeto de estudio, mediante rastreo en las bases de datos científicas y utilizando un gestor bibliográfico gratuito.

Etapa 2. Identificación de las condiciones subestándar en las áreas de instalación, mediante la aplicación de la técnica de observación, el registro en formato video y fotografías y la aplicación de una lista de chequeo que permita determinar la incidencia de cada condición presente.

Tabla 1. Lista de chequeo de condiciones subestándar en instalación de piso

Fecha	Obra	Área	Condición subestándar a verificar												
			OLA	DET	SSE	SAA	GSP	EPP	PMT	AAM	PRE	LET	PRA	IYV	
Porcentaje															

Fuente: Elaboración propia

Nota: OLA= orden y limpieza en el área de trabajo; DET= diseño de la estación de trabajo; SSE= señalización de seguridad y emergencia; SAA= sistema de aviso o de alarma; GSP= guardas de seguridad y protección de máquinas/equipos/instalaciones; EPP= equipos de protección personal y colectiva; PMT= procedimientos y métodos de trabajo; AAM= almacenamiento o apilamiento de materiales; PRE= pasillos y rutas de evacuación; LET= líneas eléctricas sin conexión a tierra; PRA= pisos resbaladizos o con aceite; IYV= iluminación y ventilación.

Etapa 3. Determinación de la percepción de los instaladores sobre los trastornos musculoesqueléticos y las condiciones subestándar, mediante una encuesta, y como instrumento un cuestionario estructurado con 12 preguntas de opción múltiple que involucra: edad, género, experiencia en el cargo, entrenamiento recibido, problemas ergonómicos experimentados en el desempeño de la tarea, manifestación de los problemas ergonómicos en el día a día, influencia del diseño de herramientas en los riesgos ergonómicos, medidas preventivas tomadas en el lugar de trabajo, efectividad de las medidas ergonómicas, condiciones de ventilación y temperatura en el lugar de trabajo, horas de trabajo al día y, tiempo asignado a descanso.

Etapa 4. Evaluación del nivel de riesgo ergonómico a través de la aplicación del método OWAS a una muestra de operarios en el desempeño de la tarea. Esta etapa involucró los siguientes pasos: 1) determinación del número de fases en la tarea, para ello se analizó la distribución de la carga laboral entre operario y ayudante; 2) determinación del tiempo total de observación de la tarea; 3) determinar la frecuencia de observación o muestreo; 4) observación y registro de posturas; 5) asignación de código a cada postura de cuatro dígitos; 7) cálculo de la categoría de riesgo de cada postura; 8) identificación de acciones correctivas y de rediseño necesarias.

La organización de los datos y su tratamiento se logró a través de la aplicación de conceptos de la estadística descriptiva, aplicando para el efecto distribuciones de frecuencia, medidas de localización y gráficas que muestran el comportamiento de los datos. Para el análisis y determinación de los niveles de riesgo se aplicó tablas estandarizadas sobre categorías de riesgos y códigos de posturas. La redacción del documento se logró mediante el uso de un procesador de textos.

4 RESULTADOS

Luego de haber analizado un grupo de publicaciones relacionadas al objeto de estudio, se ha identificado que la actividad de instalación de piso de porcelanato, reviste un nivel de riesgo considerable. Los resultados se presentan en tres partes: la primera parte permitió identificar las condiciones subestándares, la segunda recogió las versiones de los operarios mediante una encuesta y, la tercera, evaluó el nivel de riesgo ergonómico aplicando el método OWAS.

4.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES SUBESTÁNDAR

La aplicación de la lista de chequeo de la Tabla 1 permitió identificar las condiciones subestándar presentes en el sitio de trabajo y generó la Tabla 2.

Tabla 2. Condiciones subestándar identificadas en obras.


Obs. N°	Área	Condición subestándar a verificar										
		OLA	DET	SSE	GSP	EPP	PMT	AAM	PRE	LET	PRA	IYV
1	Superm.	X	X	X		X						X
2	Superm.	X	X	X						X		
3	Superm.	X	X	X	X		X					
4	Superm.	X	X	X				X		X	X	
5	Superm.	X	X			X	X				X	
6	Superm.	X		X	X	X		X	X	X		
7	Superm.	X	X			X	X					
8	Superm.			X								
9	L.TCL			X								
10	L.TCL						X					
11	L.TCL						X					
12	L.TCL					X						
13	L.TCL					X						
14	L.TCL	X	X			X	X					
15	L.TCL					X	X			X		
16	L.TCL					X				X		
17	L.TCL	X	X			X	X					
18	L.TCL	X	X			X	X					
19	L.TCL	X	X			X	X			X		
20	L.TCL			X								
21	L.TCL			X								
22	L.TCL			X								
23	L.TCL					X	X					
24	L.TCL		X									
25	L.TCL					X						





26	L.TCL	X				X	X					
27	L.TCL			X								
28	L.TCL			X								
29	L.TCL							X				
30	L.TCL	X		X								
31	L.TCL			X								
32	L.TCL			X								
33	L. B. Shop	X		X								
34	L. B. Shop			X								
35	L. B. Shop			X								
36	L. B. Shop			X								
37	L. B. Shop	X		X								
38	L. B. Shop			X								
39	L. B. Shop			X								
40	L. B. Shop	X		X								
41	L. B. Shop			X								
42	L. B. Shop			X								
43	L. B. Shop	X	X	X			X	X		X		
44	L. B. Shop			X								
45	L. B. Shop	X					X	X	X			
46	L. B. Shop			X								X
47	L. B. Shop			X								
48	L. B. Shop	X	X	X				X	X			
49	L. B. Shop	X	X	X				X	X			
50	L. B. Shop	X		X				X	X			
	Sumatoria	21	26	20	2	15	15	7	5	7	2	2
	Porcentaje	17,2%	21,3%	16,4%	1,6%	12,3%	12,3%	5,7%	4,1%	5,7%	1,6%	1,6%

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 2 se desprenden 122 condiciones subestándar identificadas en las 50 observaciones; de ellas cinco condiciones muestran frecuencias significativas: DET (21,3%), OLA (17,2%), SSE (16,4%), EPP (12,3%) y PMT (12,3%). La condición subestándar más frecuente es la DET. Una muestra de las condiciones subestándar más frecuentes se presenta en la colección fotográfica de la Tabla 3.

Tabla 3. Condiciones subestándar más frecuentes en la obra.

Condición insegura	Frecuencia relativa porcentual	Imagen referencial
DET	21,3%	

LA	17,2%	
SSE	16,4%	
EPP	12,3%	
PMT	12,3%	

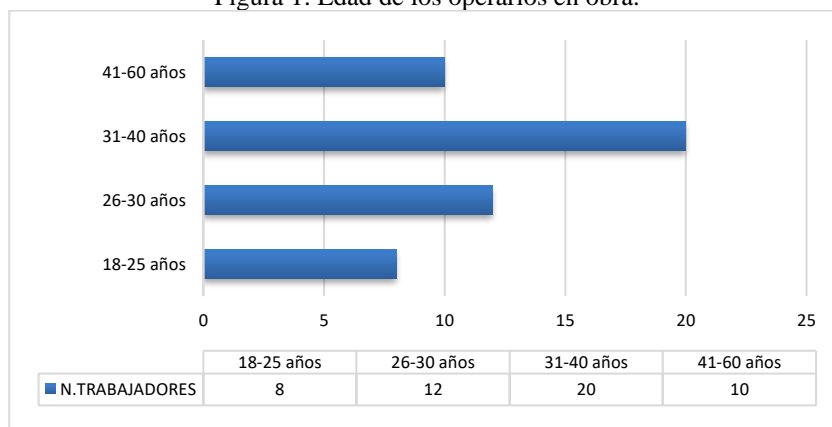
Fuente: Elaboración propia

4.2 PERCEPCIÓN DE LOS TRABAJADORES EN OBRA

La percepción de los trastornos musculoesqueléticos y las condiciones subestándar, mediante la técnica de la encuesta mostraron los siguientes datos:

1. Edad: La mayoría de los operarios tiene una edad comprendida entre 31-40 años (40%).

Figura 1. Edad de los operarios en obra.

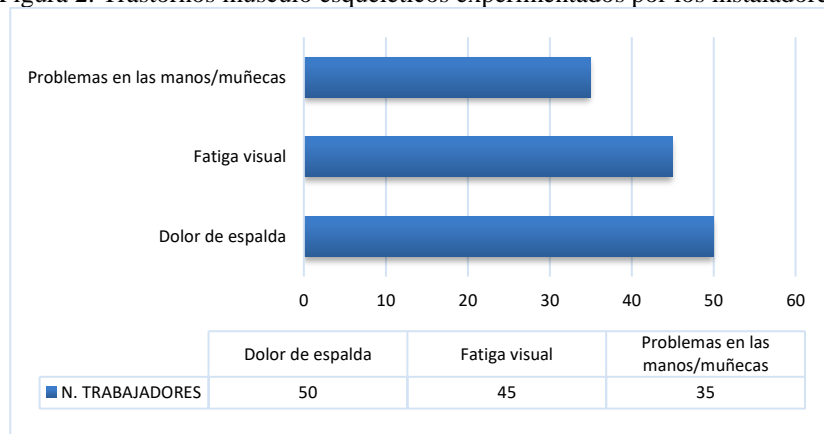


Fuente: Elaboración propia

2. Género: Los datos reflejan que la mayoría masculino (70%), femenino (25%), otros (5%).
3. Experiencia en la instalación de piso porcelanato: La mayoría tiene 5 años de experiencia en el cargo (60%).

4. Entrenamiento en ergonomía: Solo el 30% ha recibido entrenamiento en ergonomía.
5. Problemas ergonómicos experimentados: De los datos se desprende que los instaladores sufren de: dolor de espalda (80%), fatiga visual (45%), problemas en las manos/muñecas (35%).

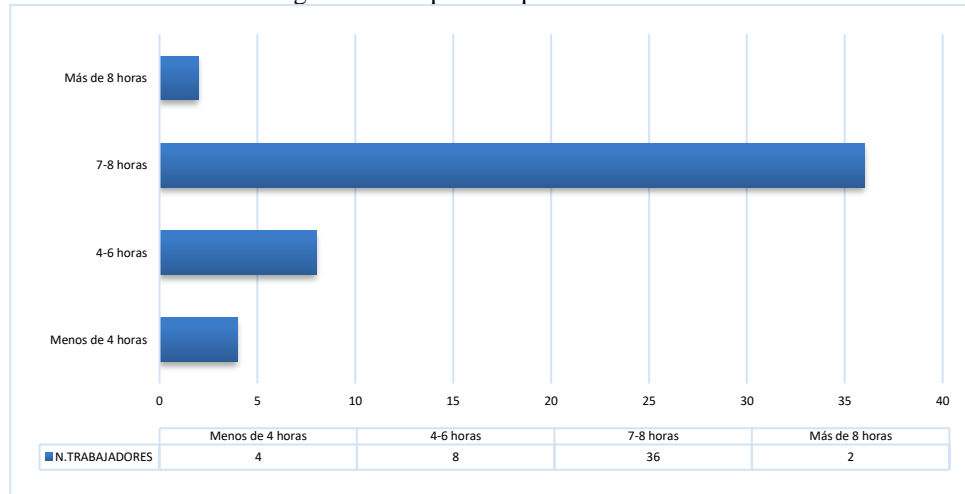
Figura 2. Trastornos músculo esqueléticos experimentados por los instaladores.



Fuente: Elaboración propia

6. Manifestación de problemas ergonómicos: La mayoría reporta afectación en el rendimiento diario (51,5%) y calidad del trabajo, (48,5%).
7. Influencia del diseño de herramientas y equipos: El 75% de los instaladores cree que el diseño influye en la ocurrencia de riesgos ergonómicos.
8. Existencia de medidas preventivas: El 50% de los encuestados afirma que hay medidas preventivas en el lugar de trabajo, el 40% cree que no y el 10% dice no estar seguro.
9. Efectividad de las medidas preventivas: La percepción sobre su efectividad varía: muy efectivas (20%), efectivas (30%), poco efectivas (25%).
10. Sugerencias para mejorar medidas preventivas: Se destacan recomendaciones para más capacitación y mejor diseño de herramientas.
11. Ambiente de trabajo: La mayoría considera el ambiente agradable (60%), el 36% considera que es aceptable y el 4% que es incómodo.
12. Horas de trabajo diarias: Mayoría trabaja de 7 a 8 horas diarias (35%).

Figura 3. Tiempo de exposición a la tarea.







Fuente: Elaboración propia

13. Suficiencia de tiempo para descansos: El 60% siente que el tiempo asignado para descansos no es suficiente.
14. Comentarios Adicionales: Se recibieron sugerencias para mejorar la iluminación y ventilación en los lugares de trabajo.

4.3 EVALUACIÓN DEL NIVEL DE RIESGO ERGONÓMICO A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO OWAS

En primer lugar, se identificó que la tarea es de evaluación multi fase compuesta de cuatro etapas claramente definidas sobre la tarea desarrollada sólo por el instalador, tal como se muestra en la Figura 4.

Figura 4. Proceso de instalación del piso de porcelanato.

Fase 1: Aplicar adhesivo	Fase 2: Rasquetear adhesivo	Fase 3: Montar pieza	Fase 4: Nivelar pieza
			
Tiempo: 0,5 min.	Tiempo: 0,58 min.	Tiempo: 0,50 min.	Tiempo: 0,66 min.
Tiempo de proceso: 2,24 minutos			
Fuente: Elaboración propia			

La observación de la tarea se realizó durante aproximadamente 480 minutos. El tiempo del proceso de montaje de una pieza de 40 x 60 centímetros de porcelanato es de 2,24 minutos distribuido según la tabla anterior. Se observó durante 8 horas de trabajo a dos instaladores (aproximadamente 4 horas a cada uno); esto es 50 ciclos a cada uno, dando un total de 100 ciclos estudiados. El desarrollo de la tarea se registró mediante fragmentos de video de 10 minutos cada uno. Para la evaluación de las fases se analizó en primer lugar la posición de la espalda, luego brazos, posterior las piernas y finalmente la carga y fuerza soportada, siguiendo las referencias del método OWAS.

Figura 5. Codificación de la posición de la espalda en cada fase.









Fase 1: Aplicar adhesivo	Fase 2: Rasquetear adhesivo	Fase 3: Montar pieza	Fase 4: Nivelar pieza
			
Espalda con giro	Espalda doblada	Espalda doblada	Espalda derecha
 Código: 3	 Código: 2	 Código: 2	 Código: 1
Fuente: Elaboración propia			

Figura 6. Codificación de la posición de los brazos en cada fase.

























Fase 1: Aplicar adhesivo	Fase 2: Rasquetear adhesivo	Fase 3: Montar pieza	Fase 4: Nivelar pieza
			
Los dos brazos bajos	Los dos brazos bajos	Un brazo bajo y otro elevado	Los dos brazos bajos
 Código: 1	 Código: 1	 Código: 2	 Código: 1
Fuente: Elaboración propia			

Figura 7. Codificación de la posición de las piernas en cada fase.

Fase 1: Aplicar adhesivo	Fase 2: Rasquetear adhesivo	Fase 3: Montar pieza	Fase 4: Nivelar pieza
			
Arrodillado	De pie/cuclillas con dos piernas flexionadas y el peso equilibrado	Arrodillado	Arrodillado
 Código: 6	 Código: 4	 Código: 6	 Código: 6

Fuente: Elaboración propia





Figura 8. Codificación de la carga y fuerza soportada en cada fase.

Fase 1: Aplicar adhesivo	Fase 2: Rasquetear adhesivo	Fase 3: Montar pieza	Fase 4: Nivelar pieza
			
Menos de 10 kg.	Menos de 10 kg.	Menos de 10 kg.	Menos de 10 kg.
 Código: 1	 Código: 1	 Código: 1	 Código: 1

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 9 se codifica las posturas observadas en cada fase, asignando a cada posición (espalda, brazos, piernas) y carga los valores de los dígitos que configuran su “código de postura”.

Figura 9. Codificación de la postura en cada fase.

	Fase 1: Aplicar adhesivo	Fase 2: Rasquetear adhesivo	Fase 3: Montar pieza	Fase 4: Nivelar pieza
Parte del cuerpo				
Espalda	3	2	2	1
Brazos	1	1	2	1
Piernas	6	4	6	6
Carga	1	1	1	1

Fuente: Elaboración propia

A partir de la codificación de cuatro dígitos de las posturas se calculó la categoría el riesgo en cada una de ellas, con valores entre 1 y 4 respecto de su efecto sobre el sistema músculo-esquelético. Para conocer a qué categoría de riesgo corresponde cada postura se empleó la Tabla 5; en esta tabla se ubica el código de cuatro dígitos que se definió en la Tabla 4 y de esta manera se indica la categoría de riesgo a la que pertenece la postura.

A partir de la categoría de riesgo identificada en la Figura 9 para la postura en cada Fase, se definió el efecto de la postura en el sistema músculo esquelético y las posibles acciones correctivas. De la aplicación en la Tabla 4 y al cruzar con la información de la Tabla 5 se desprendió que:

1. Fase 1: Aplicar adhesivo, de código de postura 3161, tiene una categoría de riesgo de 1.
2. Fase 2: Rasquetear adhesivo, de código de postura 2141, tiene una categoría de riesgo de 3.
3. Fase 3: Montar pieza, de código de postura 2261, tiene una categoría de riesgo de 3.
4. Fase 4: Nivelar pieza, de código 1161, tiene una categoría de riesgo de 1.

Tabla 4. Categorías de riesgo por códigos de postura.

	Piernas	1			2			3			4			5			6			7					
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Espalda	Brazos																								
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
		2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
2	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1	2	2
		1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	3
		2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	3	3	3	4	2	3	4	4	4
3	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	1	
		2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	1	
4	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	1	1	
		1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	
		2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	
4	3	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	4	
		3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	
		3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	

Fuente: Método OWAS

Tabla 5. Categorías de riesgos y acciones correctivas.

Fase	Código de postura	Categoría de riesgo	Efecto de la postura	Acción requerida
1. Aplicar adhesivo	3161	1	Postura normal y natural sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción.
4. Nivelar pieza	1161			
2. Rasquetear adhesivo	2141	2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requiere acciones correctivas en un futuro cercano.
3. Montar pieza	2261			
		3	Postura con efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	Se requiere acciones correctivas lo antes posible.
		4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Fuente: Método OWAS

Una vez identificadas las acciones correctivas asociadas a las categorías de riesgos se determinó las frecuencias relativas de cada posición (espalda, brazos y piernas), la categoría del riesgo y la acción requerida, utilizando la Tabla 6:

Tabla 6. Categorías de riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa

		Frecuencia Relativa									
		≤10%	≤20%	≤30%	≤40%	≤50%	≤60%	≤70%	≤80%	≤90%	≤100%
ESPALDA	Espalda derecha	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Espalda doblada	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Espalda con giro	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Espalda doblada con giro	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
BRAZOS	Dos brazos bajos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Un brazo bajo y el otro elevado	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Dos brazos elevados	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
PIERNAS	Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	De pie	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	Sobre una pierna recta	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	Sobre rodillas flexionadas	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Sobre una rodilla flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	Arrodillado	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	Andando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2

Fuente: Método OWAS

La Tabla 7 permite calcular las frecuencias relativas de las posiciones de cada parte del cuerpo, según la posición, la fase; además deja ver la categoría del riesgo y la acción requerida.

Tabla 7. Frecuencias relativas de las posiciones.

Parte del cuerpo	Cód.	Posición	Fase 1	Fase 2	Fase 3	Fase 4	%	Categoría del riesgo	Acción requerida
Espalda	1	Derecha				X	25%	1	No
	2	Doblada		X	X		50%	2	A futuro
	3	Con giro	X				25%	2	A futuro
	4	Doblada con giro					0%	1	No
Brazos	1	Los dos brazos bajos	X	X		X	75%	1	No
	2	Un brazo bajo y el otro elevado				X	25%	1	No
	3	Los dos brazos elevados					0%	1	No
Piernas	1	Sentado					0%	1	No
	2	De pie con las dos piernas rectas					0%	1	No
	3	De pie con una pierna recta y la otra flexionada					0%	1	No
	4	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso equilibrado entre ambas		X			25%	1	No
	5	De pie o en cuclillas con las dos piernas flexionadas y el peso desequilibrado					0%	1	No
	6	Arrodillado	X		X	X	75%	3	Lo antes posible
	7	Andando					0%	1	No

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 7 se desprende que en el nivel 6 “Arrodillado” es la mayor categoría de riesgo, debiendo adoptarse medidas correctivas lo antes posible.

5 DISCUSIÓN

De los 11 criterios seleccionados para identificar la repetitividad de las condiciones subestándar en 50 observaciones realizadas al área de trabajo se encontró que, de las 122 condiciones subestándar identificadas, la mayor proporción de condiciones subestándar correspondió al DET (21,3%), seguido de OLA (17,2%), SSE (16,4%), EPP (12,3%) y PMT (12,3%); esto significa que cerca del 80% de las condiciones inseguras se centra en 5 criterios; así mismo se identificó que, sólo el 30% de los trabajadores investigados han recibido capacitación sobre ergonomía. Según la investigación de González et al. (2016) sobre las causas y efectos de los accidentes laborales experimentados en dos proyectos de construcción, se identificó que, de 117 accidentes laborales analizados, la causa más relevante se asoció a la falta de control, destacándose dentro de ésta a la falta de análisis y procedimientos de trabajo, observaciones planeadas del trabajo y entrenamiento de los trabajadores; de las 248 causas básicas identificadas, 136 (55%) correspondieron a factores personales y 112 (45%) a factores del trabajo o condiciones inseguras. Para Mantari & Lozano (2022), una de las estrategias para la prevención de accidentes en el sector de construcción, derivados de actos o condiciones inseguras, es la observación total.

Esta investigación detectó qué, dentro de los problemas ergonómicos experimentados por el personal de instalación de piso, el 80% sufren de dolor de espalda, el 45% sufren de fatiga visual y el 35% padecen de dolencias en manos/muñecas. Para García (2019), el 92% de los trabajadores de la construcción adoptan posturas inadecuadas, lo cual desencadena en desórdenes músculo esqueléticos y, en buena medida, estas afectaciones se deben a las exigencias propias de la tarea, en las medidas administrativas y procedimientos adoptados por los administradores y, por otro lado, la sensibilidad en las condiciones de vida de muchos de estos trabajadores García (2015). Según la versión de los trabajadores abordados, los efectos de la materialización de los riesgos ergonómicos se traducen en una disminución en el rendimiento diario (51,5%) y calidad del trabajo, (48,5%). En esta misma línea, Quintana et al. (2016) sostienen que la gestión de riesgos ergonómicos en la industria de la construcción es muy pobre en todas las actividades evaluadas, destacándose que el 66% presentan un riesgo alto atribuible al diseño inadecuado de las tareas principalmente. Según este estudio, el 75% de los encuestados cree que el diseño de herramientas, equipos y estaciones de trabajo influye de manera significativa en la materialización de los riesgos ergonómicos, esta situación es compartida por los resultados de la investigación de Muñoz y Thomas (2019) y Marrugo et al (2018). Así mismo, los instaladores investigados opinan que, es necesario adoptar medidas preventivas en el lugar del trabajo (50%) aunque, la percepción sobre la efectividad de estas medidas varía, para el 20% son muy efectivas, el 30% cree que son efectivas y el 25% que son poco efectivas.

Entre las recomendaciones de los trabajadores para mejorar la prevención están: la capacitación y el mejor diseño de herramientas, la iluminación y la ventilación en los lugares de trabajo. En términos del ambiente laboral, la mayoría (60%) considera que el ambiente es agradable, el 36% considera que es aceptable y el 4% que es incómodo; sin embargo, otro factor que influye en la satisfacción del trabajador es el tiempo de descanso asignado a lo largo de la jornada; es por ello que, el 60% siente que el tiempo asignado para descansos no es suficiente, lo que se alinea con los resultados de la investigación de Guapulema & Estrella (2022).

La investigación de Sánchez et al. (2017) evidencia también la frecuencia y magnitud de los riesgos de tipo músculo-esqueléticos y las limitaciones para controlarlos desde la administración de las obras; es por ello que, Carrasco et al. (2023) enfatiza en la adopción de estrategias de prevención y mitigación de los riesgos ergonómicos y las lesiones musculoesqueléticas en el entorno laboral, recomendando la evaluación ergonómica en los puestos de trabajo y la concientización como punto de partida para mitigarlos. Es por ello que, esta investigación, aplicó una evaluación ergonómica multifase a la actividad de instalación de piso de porcelanato a través del método OWAS, identificándose que la fase 3 “montar pieza” representan el mayor nivel de riesgo “3”, debiendo adoptarse medidas correctivas “lo antes posible” en esta fase. La efectividad del método OWAS en la valoración de la carga física derivada de las posturas adoptadas durante el trabajo en el sector de la construcción, es confirmada por investigaciones de autores como Alarcón (2022) y Condori, et al. (2022).

6 CONCLUSIÓN

La contextualización y la información teórica disponible permitió corroborar que la presencia de riesgos ergonómicos y condiciones subestándar en los procesos constructivos de los proyectos arquitectónicos es motivo de preocupación para los trabajadores del sector de la construcción, debido a las implicaciones presentes en la salud y seguridad de los involucrados en esta actividad económica.

La investigación descriptiva permitió evaluar los riesgos ergonómicos e identificar las condiciones subestándar presentes en la instalación de piso de porcelanato en construcciones civiles, mediante métodos como la observación directa, la encuesta, el método OWAS e instrumentos para la captura de datos de las condiciones laborales.

Finalmente, las piernas de los operarios dedicados a la instalación del piso de porcelanato son las partes del cuerpo que revisten mayor riesgo y que ameritan la adopción de estrategias que permitan mitigar el riesgo de padecer trastornos músculo-esqueléticos y enfermedades profesionales.

Como aporte, esta investigación alerta a la dirección de los proyectos arquitectónicos que, en las actividades de instalación de piso de porcelanato y similares, en las condiciones descritas en el estudio,

se adopten medidas “inmediatas” que prevengan o atenúen el trabajo en la postura “arrodillado” y que, se consideren acciones preventivas y correctivas a futuro en lo relacionado a trabajos con la espalda doblada y/o con giro. Las estrategias a diseñarse para generar un plan de respuesta ante el riesgo de sufrir trastornos músculo esqueléticos, deberían obedecer a la siguiente lógica: en primer lugar, evitar o eliminar el riesgo¹; en segundo lugar, reducir o mitigar; luego transferir o compartir, y finalmente; aceptar el riesgo. Por otro lado, si la decisión es modificar el nivel del riesgo ergonómico, corresponde decidir la secuencia de las intervenciones, así: 1) eliminar (anular físicamente el peligro); 2) sustituir (reemplazar el peligro); 3) aplicar controles de ingeniería (aislar a los trabajadores del peligro); 4) controles a nivel administrativo (modificar la manera de trabajar) y; 5) dotación del EPP (proteger al operario). Entre las estrategias o acciones a adoptar para prevenir trastornos músculo esqueléticos a nivel de piernas y espalda serían: información sobre riesgos presentes; educación y capacitación (riesgos y consecuencias), rotación en la tarea, pausas programadas, orden y limpieza del área, uso de herramientas adecuadas, dotación de almohadillas y/o plataformas giratorias, diseño y dotación de un sistema mecánico para dosificación del adhesivo, diseño y dotación de ayudas mecánicas regulables que den soporte al cuerpo, finalmente la dotación del EPP. La vigilancia periódica de la salud del trabajador permitiría evaluar la eficacia de las acciones adoptadas.

AGRADECIMIENTOS

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

¹ Considerando al riesgo como el producto entre la probabilidad de ocurrencia y la consecuencia, las estrategias se orientarían a influir en una de estas variables o en las dos al mismo tiempo.

REFERENCIAS

- Alarcón Calderón, M. F. (2022). Relación entre los factores de riesgos disergonómicos y los trastornos músculo esqueléticos en obreros de construcción civil de la Constructora Esmar 777 SCRL Cusco-2021.
- Caballero, I. (2011). Metodología para evaluar los riesgos en la construcción. *IT S*.
- Campos, Y. Y., Vásquez Larriba, G. E., Gómez García, A. R., & Vásquez Zamora, L. G. (2017). Percepción de la pérdida auditiva en trabajadores del sector de la construcción, ciudad Quito. *INNOVA Research Journal*, 2(11). <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n11.2017.290>
- Cardenas Henry, & Barrionuevo, G. (2021). Posturas forzadas y trastornos musculo esqueleticos en los electricistas de la seccion construcciones de empresa electrica Ambato regional centro norte S.A. *Universidad Internacional SEK*, 3974800.
- Carrasco, J., Asqui, A. I. L., & Gadway, A. D. B. (2023). Riesgos ergonómicos y su influencia en el desempeño laboral: Ergonomic risks and their influence on work performance. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(2), 3294-3306.
- Condori-Espinoza, M. M., Mestas-Tola, R. L., Pari-Mamani, V. H., & Apaza-Porto, H. R. (2022). Evaluación de riesgo ergonómico en trabajadores de construcción civil: Ergonomic risk assessment in civil construction workers. *Peruvian Journal of Health Care and Global Health*, 6(2), 60-68.
- Condori, Povich, D. A. (2020). Evaluación de riesgos ergonómicos en los trabajadores de construcción civil del puente Irapitari-Kimbiri-Cusco, 2020. *Universidad Nacional Del Centro Del Centro De Posgrado*.
- García Zambrano, J. V. (2019). Desórdenes músculo esqueléticos (DME) y su incidencia en la salud de los trabajadores de la construcción. *Revista San Gregorio*, 1(31), 118-129.
- Golabchi, A., Han, S. U., & AbouRizk, S. (2018). A simulation and visualizationbased framework of labor efficiency and safety analysis for prevention through design and planning. *Automation in Construction*, 96. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.10.001>
- González, A., Bonilla, J., Quintero, M., Reyes, C., & Chavarro, A. (2016). Análisis de las causas y consecuencias de los accidentes laborales ocurridos en dos proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 31(1), 05-16.
- Guapulema, E. I. B., & Estrella, M. Á. E. (2022). Gestión de riesgos ergonómicos por levantamiento manual de cargas en la Empresa JC Termosolar Energía Renovable de la ciudad de Riobamba. *Polo del Conocimiento*, 7(10), 239-268.
- Lovén, K., Gudmundsson, A., Assarsson, E., Kåredal, M., Wierzbicka, A., Dahlqvist, C., Nordander, C., Xu, Y., & Isaxon, C. (2023). Effects of cleaning spray use on eyes, airways, and ergonomic load. *BMC Public Health*, 23(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14954-4>
- Quintana, D. S. Z., Vega, N. E. M., & Contreras, L. E. V. (2016). Gestión de riesgos ergonómicos en la industria de la construcción. *Produção em foco*, 6(1).
- Mantari, E. Y. H., & Lozano, R. R. (2022). Prevención de accidentes en el sector de construcción: a través de la observación total. *Revista Científica Guacamaya*, 6(2), 166-175.

- Marrugo, E. A. B., Giraldo, I. C. O., Henao, C. T., Suarez, K. R., & Fuentes, E. A. E. (2018). Determinación de la carga física como factor de riesgo de desórdenes osteomusculares. *Espacios*, 39(6).
- Michaloski, A. O., Stradioto, J. P., & de Paula Xavier, A. A. (2020). Ergonomics study in the productive process in civil construction in the external plastering activity. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 970. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20145-6_24
- Ministerio del Trabajo (s/f). Formato plan integral de prevención de riesgos laborales para empleadores con 1 a 10 trabajadores.
- Muñoz, V. Z., Petz, M., & THOMAS, M. S. A. (2019). Análisis de factores de riesgo ergonómico con enfoque multi-metodológico: evaluando actividades de trabajadores en construcción de edificios. *DYNA*, 94(3), 338-344.
- Nussbaum, M. A., Shewchuk, J. P., Kim, S., Seol, H., & Guo, C. (2009). Development of a decision support system for residential construction using panellised walls: Approach and preliminary results. *Ergonomics*, 52(1). <https://doi.org/10.1080/00140130802480869>
- Olson, R., Hess, J. A., Turk, D., Marino, M., Greenspan, L., Alley, L., Donovan, C., & Rice, S. P. M. (2023). COMMunity of Practice and Safety Support for Navigating Pain (COMPASS-NP): study protocol for a randomized controlled trial with home care workers. *Trials*, 24(1), 264. <https://doi.org/10.1186/s13063-023-07149-8>
- Palikhe, S., Lee, J. Y., Kim, B., Yirong, M., & Lee, D. E. (2022). Ergonomic Risk Assessment of Aluminum Form Workers' Musculoskeletal Disorder at Construction Workstations Using Simulation. *Sustainability (Switzerland)*, 14(7). <https://doi.org/10.3390/su14074356>
- Qzay, M., Oguzhan, C., Rustu, U., & Aysenur, G. (2020). Application of RULA and NIOSH Ergonomic Risk Assessment Methods: A Case Study in Construction Industry in Turkey. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 9(09).
- Barkokébas, R. C. D. F. (2022). *Virtual Reality-based Human Factor Analyses for Ergonomic Improvements in Construction Manufacturing Facilities*. 8.5.2017.
- Rodríguez, Y. E. (2022). Manipulación manual de carga como principal factor de riesgo ergonómico desencadenante de trastornos lumbares en la industria de la construcción. *Revista Saluta*, 4. <https://doi.org/10.37594/saluta.v1i4.611>
- Rodríguez-Blanes, G. M., Lobato-Cañón, J. R., Sánchez-Payá, J., Ausó-Pérez, J. R., & Cardona- Llorens, A. F. J. (2019). Influencia de los requerimientos ergonómicos y recursos preventivos percibidos en el desarrollo de bajas laborales por patología no traumática del hombro. *Medicina y Seguridad Del Trabajo*, 65(255). <https://doi.org/10.4321/s0465-546x2019000200101>
- Sacco, G., Ben-Sadoun, G., Gautier, J., Simon, R., Goupil, M., Laureau, P., Terrien, J., & Annweiler, C. (2023). Comparison of spatio-temporal gait parameters between the GAITRite® platinum plus classic and the GAITRite® CIRFACE among older adults: a retrospective observational study. *BMC Geriatrics*, 23(1), 132. <https://doi.org/10.1186/s12877-023-03811-7>
- Sánchez-Aguilar Mónica, Pérez-Manriquez Gabriela, González Díaz Guadalupe & Peón-Escalante Ignacio (2017, ene./mar.). Enfermedades actuales asociadas a los factores de riesgo laborales de la industria de la construcción en México. ISSN 0465-546X 63(246), Madrid.

- Shakerian, M., Esmaeili, R., & Rismanchian, M. (2023). Association of ergonomics risk factors among Iranian calico crafts-men and musculoskeletal discomforts: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12891-023-06219-x>
- Shewchuk, J. P., Nussbaum, M. A., Kim, S., & Sarkar, S. (2017). Simulation Modeling and Ergonomic Assessment of Complex Multiworker Physical Processes. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, 47(6). <https://doi.org/10.1109/THMS.2016.2628771>
- Singh, B., & Singhal, P. (2016). Work related musculoskeletal disorders (WMSDs) risk assessment for different welding positions and processes. *14th International Conference on Humanizing Work and Work Environment, December*.
- Stecanella, V. B. de L., Correia, B. de S., Peinado, H. S., & Mori, L. M. de. (2021). Análise da percepção de riscos dos intervenientes na construção de edificações verticais. *XI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO*, 12. <https://doi.org/10.46421/sibragec.v11i00.73>
- Torrecilhas, A. R., Vedovatte, R. M., Santos, K. T. dos, Caviglione, G. T., Chiavelli, H. G. R., & Kanashiro, R. O. (2022). Improvement of the Preliminary Risk Analysis (PRA) integrated to the Ishikawa Diagram for risk prevention in civil construction. *Conjecturas*, 22(2). <https://doi.org/10.53660/conj-750-c04>
- Wilhelmus Johannes Andreas, G., & Johanssons, E. (2018). Observational Methods for Assessing Ergonomic Risks for Work-Related Musculoskeletal Disorders. A Scoping Review. *Revista Ciencias de La Salud*, 16(Special Issue), 8–38. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.6840>