

Diseño de un sistema de detección de posturas inadecuadas mediante inteligencia artificial para simulaciones en el área de soldadura del Gad Municipal De Santo Domingo
Design of an inappropriate posture detection system using artificial intelligence for simulations in the welding area of the Municipal Gad Of Santo Domingo

Denis Damián Moreira Mera, Joann Israel Villarreal Sánchez, Luis Paul Nuñez Naranjo

PUNTO CIENCIA

Julio - diciembre, V°6 - N°2; 2025

Recibido: 25-07-2025

Aceptado: 06-08-2025

Publicado: 30-12-2025

PAIS

- Ecuador, Santo Domingo
- Ecuador, Santo Domingo
- Ecuador, Santo Domingo

INSTITUCION

- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila
- Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila

CORREO:

- ✉ denismoreiramera@tsachila.edu.ec
- ✉ villarreal@tsachila.edu.ec
- ✉ luisnunez@tsachila.edu.ec

ORCID:

- 🌐 <https://orcid.org/0009-0000-8715-4691>
- 🌐 <https://orcid.org/0009-0009-1150-7820>
- 🌐 <https://orcid.org/0000-0002-6768-0341>

FORMATO DE CITA APA.

Moreira, D. Villarreal, J. & Núñez, L. (2025). *Diseño de un sistema de detección de posturas inadecuadas mediante inteligencia artificial para simulaciones en el área de soldadura del Gad Municipal De Santo Domingo*. Revista G-ner@ndo, V°6 (N°2). p. 802 - 812.

Resumen

La presente investigación denominada Diseño de un sistema de detección de posturas inadecuadas mediante inteligencia artificial para simulaciones en el área de soldadura del GAD municipal de Santo Domingo, tuvo el propósito de ejecutar una evaluación de posturas de los colaboradores que trabajan como soldadores en el municipio. La metodología aplicada para esta investigación fue de tipo no experimental, enfoque mixto y descriptiva. Para llevar adelante el procedimiento, se invitó a un trabajador municipal que es parte del área de Soldadura y que tiene el cargo de mecánico, con el que se realizó el procedimiento dictado por el método OWAS, y con la ayuda de pythom para realizar la simulación de la evaluación. Los resultados obtenidos indicaron que el mayor riesgo de afectación se encuentra en los brazos, un riesgo medio en la espalda y un riesgo leve en las piernas. Se concluye que la inteligencia artificial es una aplicación que puede realizar evaluaciones de personal y ayudar al bienestar integral de los colaboradores del GAD municipal, como parte de una herramienta potente que ayuda y aporta al desempeño y de prevención de riesgos laborales.

Palabras Clave: riesgos, musculoesqueléticos, soldadura, OWA, inteligencia artificial.

Abstract

This research, entitled "Design of an Inappropriate Posture Detection System Using Artificial Intelligence for Simulations in the Welding Department of the Santo Domingo Municipal Autonomous Government (GAD), aimed to conduct a posture assessment of employees working as welders in the municipality. The methodology applied for this research was not experimental, mixed, and descriptive. To carry out the procedure, a municipal worker from the Welding Department and a mechanic was invited. The procedure dictated by the OWAS method was used, and the evaluation simulation was carried out using Python. The results indicated that the greatest risk of injury was in the arms, with a medium risk in the back, and a slight risk in the legs. It is concluded that artificial intelligence is an application that can perform personnel assessments and contribute to the overall well-being of employees at the municipal GAD, as part of a powerful tool that supports and contributes to performance and occupational risk prevention.

Keywords: risks, musculoskeletal, welding, OWA, artificial intelligence.

Introducción

La Organización internacional del Trabajo (OIT) (ILO, 2025) afirma que la seguridad en los ambientes laborales es un aspecto fundamental que exige una constante actualización de los métodos de la formación y de la prevención de riesgos. Las tecnologías portátiles en el lugar de trabajo y las soluciones para trabajadores conectados proporcionan información contextual y apoyo en la toma de decisiones permiten una visibilidad en tiempo real sobre los trabajadores en primera línea, el entorno laboral, los activos distribuidos, la eficiencia de la fuerza laboral y el cumplimiento de la seguridad (Vishal Patel y Legner, 2022).

En los últimos años la tecnología ha abierto nuevas posibilidades para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje en áreas tan sensibles como la seguridad laboral. En actividades como la soldadura, una postura que sea inadecuada puede generar problemas ergonómicos que deriven lesiones musculoesqueléticas a corto y largo plazo. El GAD Municipal de Santo Domingo cuenta con personal técnico para realizar trabajos de soldadura, y es fundamental garantizar condiciones ergonómicas seguras. La detección automática de posturas inadecuadas mediante Inteligencia Artificial representa una solución tecnológica innovadora para prevenir estos riesgos (Ergo IBV, 2025).

La propuesta de esta tesis se ha desarrollado en base al planteamiento del diseño de un sistema que permitirá la identificación además de simular posturas de riesgos en entornos virtuales orientado a la prevención y formación del personal que labora en el GAD Municipal de Santo Domingo en el área de soldadura. La investigación se dispondrá en capítulos, se tendrá la experiencia de la temática abordada; los objetivos de la investigación; la justificación e importancia; antecedentes de la investigación; metodología aplicados en el estudio, resultados y discusión derivados de la experiencia que se desarrolló y conclusiones y recomendaciones sobre el trabajo que se realizó

La presente propuesta aborda el Diseño de un sistema de detección de posturas inadecuadas mediante Inteligencia Artificial para simulaciones en el área de soldadura del GAD Municipal de Santo Domingo. Este proyecto surge en el contexto del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chilas, en el cual cuenta con la carrera de Seguridad y Prevención de Riesgos Laborales que se ha consolidado como un espacio innovador para la formación técnica y profesional.

El GAD Municipal de Santo Domingo (2023) es una institución descentralizada con autonomía política administrativa y financiera. Es el encargado de gestionar los asuntos políticos del cantón de Santo Domingo, cumpliendo funciones legislativas, ejecutivas y de control, gestionar los asuntos locales del cantón, incluyendo la planificación, construcción y mantenimiento de infraestructuras, la gestión de servicios públicos la promoción del desarrollo económico y social. Como parte de su infraestructura cuenta con varias áreas de ámbito laboral, como el área de Soldadura para la construcción y mantenimiento de infraestructuras de los servicios públicos (ILO, 1997). El uso de la Inteligencia Artificial posibilita que gracias a su uso se pueda realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana (Gobierno de España, 2023), como el proceso de aprender, razonar, supervisar y tomar decisiones. El ambiente de trabajo en el área de soldadura se convierte en un espacio ideal para el diseño de un sistema de detección de posturas inadecuadas, que no solo mejorará el aprendizaje a los estudiantes, sino que también contribuirá a la formación de profesionales más capacitados y conscientes de los riesgos en sus áreas de trabajo.

El personal de mantenimiento durante sus diversas tareas tiene en cuenta las normas de seguridad industrial y salud ocupacional (OHSAS 1800) para garantizar la integridad física, mental, y emocional de sus empleados, asimismo lograr preservar la salud y el bienestar de los trabajadores dentro de su entorno laboral, es una de las ventajas que ayuda a tener una programación de actividades, que garantiza la uniformidad de la carga de trabajo del personal de mantenimiento (CIP, 2007).

La seguridad de un puesto de trabajo está directamente relacionada con el mantenimiento, existiendo probabilidades de que ocurra un accidente según el alcance de los puntos comprobados, la frecuencia con que se realiza el mantenimiento, si se realiza por avería o por revisión preventiva, la finalidad de diseñar e implementar un mantenimiento adecuado es asegurar la eficiencia de la maquinaria y la seguridad del personal, el mantenimiento debe adaptarse a las características únicas de cada equipo de trabajo de acuerdo a la función de uso, ritmo de trabajo y entorno de trabajo (López, 2013). Los soldadores están expuestos constantemente a posturas forzadas, movimientos repetitivos y condiciones de trabajo desfavorables, lo que incrementan el riesgo ergonómico y afecta su salud musculoesquelética (Reyes et al., 2025). En actividades como la soldadura, los riesgos ergonómicos se intensifican debido a la adopción de posturas inadecuadas durante largos periodos, lo que hace fundamental la aplicación de medidas preventivas (Carrasco et al., 2023).

Diseñar un sistema de detección de posturas inadecuadas mediante Inteligencia Artificial para simulaciones en el área de soldadura del GAD Municipal de Santo Domingo.

- Identificar las posturas críticas en actividades de soldadura que pueden causar lesiones.
- Aplicar un simulador basado en IA que reconozca posturas inadecuadas.
- Validar la efectividad del sistema a través de pruebas con personal de área de soldadura

Métodos y Materiales

Este proyecto se llevó a cabo en el GAD Municipal de Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. El GAD Municipal de Santo Domingo cuenta con el área de trabajo de soldadura, en un periodo de 5 meses. Se utilizó un enfoque no experimental, ya que, permitió obtener una comprensión más completa y enriquecedora del fenómeno estudiado para el estudio sobre el diseño de un sistema de detección de posturas inadecuadas mediante Inteligencia Artificial. El nivel investigativo fue de carácter descriptivo. Mediante este enfoque, se buscó determinar el grado de relación existente entre las variables, no desde una perspectiva

causal, sino enfocándonos en describir la interacción entre ellas. Y se centró en el desarrollo y la evaluación de un sistema de Inteligencia Artificial para detectar posturas inadecuadas en el contexto de simulaciones de soldadura.

La presente propuesta se la realizó en el GAD Municipal de Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. El GAD Municipal de Santo Domingo cuenta con el área de trabajo de soldadura, en un periodo de 5 meses. La investigación de campo generalmente implica una combinación del método de observación de participante, entrevistas y análisis. Las grandes corporaciones pueden tener su propio departamento de marketing o investigación para recopilar datos de fuentes primarias. Sin embargo, la mayor parte de la investigación de campo se contrata a terceros que realizan encuestas, grupos focales y entrevistas a nombre de la compañía (QuestionPro, 2025).

En este sentido, se hizo la observación de campo para evaluar las posturas de los colaboradores, en un ambiente de actividades diarias, sin perjudicar su entorno natural y laboral, a fin de que la evaluación sea apegada a la realidad en la que se desempeñan. La encuesta es un método de investigación en el cual se emplean varias técnicas e instrumentos de recolección de datos, como son la entrevista y el cuestionario. La encuesta puede realizarse por medio de entrevistas personales (o telefónicas) breves y estructuradas, donde el entrevistador formula las mismas preguntas a todos los entrevistados y las respuestas se limitan a unas pocas categorías o por medio de un cuestionario con las mismas características (Universidad Veracruzana, 2025).

El principal objetivo de la metodología OWAS en ergonomía es evaluar la carga física asociada a las posturas forzadas adoptadas durante el trabajo. Como su propio nombre indica, se trata de un método observacional, es decir, que toma como base la observación de las distintas posturas adoptadas por los trabajadores analizados en un ciclo de trabajo. Según la posición de la espalda, brazos y piernas se pueden dar 252 posibles combinaciones, que tendrán diferentes magnitudes en función de la carga manipulada durante la realización de la postura. Mediante la asignación de un código y posterior nivel de riesgo a cada una de estas posturas, se

obtiene el riesgo global para cada persona analizada. Su enfoque global permite identificar las posturas y posiciones más críticas, lo que facilita aplicar acciones correctivas.

Análisis de Resultados

La encuesta fue aplicada a 19 colaboradores del GAD de Santo Domingo de los Tsáchilas. Las respuestas se muestran a continuación, para la pregunta al respecto de la frecuencia con la que adopta posturas encorvadas (figura 6), el 42.1% de ellos indico que frecuentemente, un 31.6% dijo que rara vez, mientras que un 15.8% dijo que raramente adopta estas posturas.

Tabla 1

Criterios del OWAS para el tronco

Clasificación	Inclinación del tronco	Código OWAS	Riesgo
1	Espalda recta (0° a 20°)	1	Sin riesgo
2	Tronco ligeramente inclinado (20° a 60°)	2	Riesgo medio
3	Tronco fuertemente inclinado (más de 60°)	3	Riesgo alto

Fuente: autores

Dado que los ángulos están medidos respecto a la vertical (180° es completamente recto), restaremos los valores de 180 para obtener la inclinación real del tronco.

1. Calcular la inclinación del tronco.
2. Clasificar la postura según OWAS.
3. Agregar la columna de riesgo al DataFrame.

Se aplicó el análisis OWAS aquí está el resumen del procedimiento:

- Se calculó la **inclinación real del tronco** como $180^\circ - \text{Ángulo}$.
- Luego, se aplicó la clasificación **OWAS**:

- **1 - Sin riesgo:** inclinación entre 0° y 20°.
- **2 - Riesgo medio:** entre 21° y 60°.
- **3 - Riesgo alto:** más de 60°.

Medición OGA

Tabla 2

Ángulo (°)	Clasificación de postura	Código OWAS (Pierna)
160° a 180°	De pie (recto)	1
100° a 159°	Piernas dobladas	2
< 100°	En cuclillas o sentado	3

Cargas excesivas laborales

Fuente: Empleador y Trabajadores de las empresas atuneras de Manta

Para cada fila del Excel:

- Si el ángulo es 165°, se clasifica como “**De pie**” → código **1**.
- Si el ángulo es 145°, se clasifica como “**Piernas dobladas**” → código **2**.
- Si el ángulo es 90°, se clasifica como “**En cuclillas**” → código **3**.

Conclusiones

Posteriormente a la aplicación del software de evaluación de posturas inadecuadas, se han cumplido los objetivos inicialmente planteados, dando las siguientes conclusiones. Para el objetivo uno, que fue la identificación de las posturas críticas en actividades de soldadura que pueden causar lesiones, se logró establecer que las mayores afectaciones provocadas por el trabajo de soldadura se encuentran en brazo, piernas y espalda.

La posición en la que el cuerpo del soldador permanece fuerza los músculos de la espalda, en el que se midió el factor de riesgo con carga y sin carga, considerando las actividades que el

soldador realiza a diario. Entre otras posturas inadecuadas se encuentran los miembros superiores específicamente los brazos, considerando que el uso de herramientas hace que la posición de los mismos pueda causar afectaciones futuras.

En cuanto al objetivo dos, se desarrolló un modelo de inteligencia artificial que reconoció posturas inadecuadas en los colaboradores del área de soldadura del GAD municipal. Para ello se utilizó la aplicación de OWAS que es uno de los softwares más versátiles para este tipo de evaluación, ya que considera tablas de riesgos y establece ponderaciones según los tiempos y los ángulos de referencia en los que el individuo permanece. El método como tal, es uno de los sistemas de evaluación postural más completos para analizar los riesgos derivados de posturas forzadas en el puesto de trabajo, ya que considera de forma global todas las posturas adoptadas en la ejecución de una tarea y no únicamente posturas individuales. Por ello, es una herramienta clave para mejorar la seguridad de los trabajadores, prevenir lesiones y garantizar un ambiente de trabajo saludable. Finalmente, se logró el objetivo tres, en las que se llegó a establecer que el riesgo para piernas se considera leve donde se recomienda mejorar la postura a largo plazo, para los brazos, el nivel de riesgo es muy alto considerando el tiempo y la postura en la que se encuentran los mismos mientras que para la espalda el riesgo fue medio.

Referencias bibliográficas

- Boesch, G. (2023). Estimación de la postura humana: todo lo que necesita saber.
<https://viso.ai/deep-learning/pose-estimation-ultimate-overview/>
- Carrasco, J., López, A., y Barreno, A. (2023). Riesgos ergonómicos y su influencia en el desempeño. 4(2). <https://doi.org/https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/836>
- Carrasco, J., López, A., y Barreno, A. (2023). Riesgos ergonómicos y su influencia en el desempeño laboral. LATAM VI, 4(2).
<https://doi.org/https://latam.redilat.org/index.php/lt/article/view/836>
- CENEA. (2024). ¿Qué son los riesgos ergonómicos? – Guía definitiva.
<https://www.cenea.eu/riesgos-ergonomicos/>
- CIP. (2007). Norma OHSAS 18001.
<https://doi.org/https://www.cip.org.ec/attachments/article/111/OHSAS-18001.pdf>
- CTAIMA. (2024). ¿Qué es un Riesgo Laboral? Definición y Concepto.
<https://www.ctaima.com/blog/que-es-un-riesgo-laboral-definicion-y-concepto/>
- Cuesta, A. (2025). El impacto de la inteligencia artificial en la prevención de riesgos laborales desde una perspectiva de género. Lan Harremanak - Revista De Relaciones Laborales.
https://doi.org/https://ojs.ehu.eus/index.php/Lan_Harremanak/article/view/27145
- Ergo IBV. (2024). Aplicación del Método OWAS en la evaluación de riesgos laborales.
<https://www.ergoibv.com/es/evaluaciones-ergonomicas/metodo-owas/>
- Ergo IBV. (2025). Cómo aprovechar la inteligencia artificial aplicada a ergonomía.
<https://www.ergoibv.com/es/posts/ia-aplicada-ergonomia/>
- ERGO/IBV. (2025). Factores de riesgo ergonómicos: qué son y cómo prevenirlos.
<https://www.ergoibv.com/es/posts/factores-de-riesgo-ergonomicos/>
- GAD Santo Domingo. (2023). RESOLUCION GADWISD-R-WEA-2023-1117.
<https://www.santodomingo.gob.ec/docs/transparencia/2023/12-Diciembre/Anexo/Planificaci%C3%B3n/RESOLUCI%C3%93N%20GADMSD-R-WEA-2023-1117.pdf>
- García, C. (2024). Inteligencia artificial en la evaluación de riesgos ergonómicos en puestos de trabajo, un enfoque innovador.
https://doi.org/https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/9148/TFM_ClaudiaGarciaGalindo_Memoria_MUPRL.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gobierno de España. (2023). Qué es la Inteligencia Artificial.
<https://planderecuperacion.gob.es/noticias/que-es-inteligencia-artificial-ia-prtr>
-

- ILO. (1997). Seguridad, salud y bienestar. https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/instructionalmaterial/wcms_218620.pdf
- ILO. (2025). ¿Cómo gestionar la seguridad y salud en el trabajo? <https://www.ilo.org/es/temas/administracion-e-inspeccion-del-trabajo/biblioteca-de-recursos/la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo-guia-para-inspectores-del-trabajo-y/como-gestionar-la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo>
- INSST. (2025). Ambiente térmico. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/ambiente-termico>
- INSST. (2025). ERGONOMÍA Y PSICOSOCIOLOGÍA APLICADA. <https://www.insst.es/documents/94886/4155701/Parte+4.+Ergonom%C3%ADa+y+psicosociolog%C3%ADa+aplicada+FINAL.pdf>
- INSST. (2025). Iluminación. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/iluminacion>
- INSST. (2025). Manipulación manual de cargas. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/manipulacion-manual-de-cargas>
- INSST. (2025). Posturas de trabajo. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/posturas-de-trabajo>
- INSST. (2025). Riesgos Ergonómicos en el trabajo. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos>
- INSST. (2025). Trabajos repetitivos. <https://www.insst.es/materias/riesgos/riesgos-ergonomicos/trabajos-repetitivos>
- Kukill. (2023). Desarrollo de un sistema de detección y alerta de mala postura corporal mediante el seguimiento corporal de MediaPipe. <https://learnopencv.com/building-a-body-posture-analysis-system-using-mediapipe/>
- León, J., Martínez, G., y Olea, J. (2021). Sistema automatizado de análisis de movimiento para la detección del factor de riesgo ergonómico en la industria de la construcción. *Información tecnológica*, 32(6). https://doi.org/https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642021000600213
- López, S. (2013). Mantenimiento: exposición y consecuencias. <https://www.insst.es/documents/94886/96076/mentenimiento+consecuencias/dce81c62-e95b-4f64-9130-c3703c70d911>
-

- Macías, M. (2022). La inteligencia artificial para el entorno laboral. Un enfoque en la predicción de accidentes. <https://revistascientificas.us.es/index.php/erips/article/view/20330/18548>
- Molina, C., y Arango, C. (2025). Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en salud y seguridad en el trabajo: una revisión sistemática. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 33(4). https://doi.org/https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S3020-11602024000400010
- Nirmala, K. (2022). Sistema de detección de postura basado en sensores. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214785321066049>
- QuestionPro. (2025). Que es la investigación de campo. <https://www.questionpro.com/es/investigacion-de-campo.html>
- Quironprevencion. (2018). Movimientos Repetidos en el ámbito laboral. <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/movimientos-repetidos-ambito-laboral>
- Reyes, A., Acosta, J., y García, J. (2025). Análisis ergonómico postural de los soldadores del taller de mantenimiento EMPERCAP. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 9(16). <https://doi.org/https://revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsytr/article/download/916/976>
- Smart OHS. (2025). Cómo la Inteligencia Artificial está transformando la seguridad y salud laboral. <https://www.smartosh.com/como-la-inteligencia-artificial-esta-transformando-la-seguridad-y-salud-laboral/>
- SynergBot. (2025). Inteligencia artificial en soldadura. <https://www.synerbotwelding.com/como-la-inteligencia-artificial-esta-revolucionando-la-soldadura-robotizada-una-mirada-al-futuro/#:~:text=La%20AI%20en%20soldadura%20robotizada%20permite%20a%20los%20robots%20aprender,precisi%C3%B3n%20que%20antes%20era%20im>
- Universidad Veracruzana. (2025). La encuesta. <https://www.uv.mx/apps/bdh/investigacion/unidad3/encuesta.html>
- Vishal Patel, A., y Legner, C. (2022). Trends in Workplace Wearable Technologies and Connected-Worker Solutions for Next-Generation Occupational Safety, Health, and Productivity. <https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/aisy.202100099>
-