

Estado de la publicación: El preprint no ha sido enviado para publicación

ERGONOMÍA Y PRODUCTIVIDAD EN LA ANCHOVETA EVISCERADA: ESTUDIO BASADO EN EL MÉTODO ERA EN LA INDUSTRIA PESQUERA

José Alexander Silva Borja, Piero Alexander Pantoja Corpus, Edcel Antonio Córdova Acosta

<https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.14047>

Enviado en: 2025-11-10

Postado en: 2025-11-12 (versión 1)

(AAAA-MM-DD)

ERGONOMÍA Y PRODUCTIVIDAD EN EL EVISCERADO DE ANCHOVETA: ESTUDIO BASADO EN EL MÉTODO ERAI EN LA INDUSTRIA PESQUERA

Piero Alexander Pantoja Corpus¹

<https://orcid.org/0000-0001-6173-6474>

Universidad César Vallejo, Ingeniería Industrial, Chimbote, Perú

José Alexander Silva Borja²

<https://orcid.org/0000-0001-9290-1217>

Universidad César Vallejo, Ingeniería Industrial, Chimbote, Perú

Edcel Antonio Córdova Acosta³

<https://orcid.org/0000-0003-4243-9866>

Universidad César Vallejo, Ingeniería Industrial, Chimbote, Perú

RESUMEN.

Esta investigación evaluó cómo la ergonomía influye en la productividad del proceso de eviscerado de anchoveta en Chimbote durante el año 2025. Se trabajó con un diseño preexperimental cuantitativo que involucró a 40 trabajadores, aplicando el método ERAI para medir las condiciones ergonómicas y usando indicadores de eficiencia y eficacia para calcular la productividad. Los hallazgos mostraron que después de implementar mejoras ergonómicas, el nivel de riesgo crítico bajó del 77.5% al 5%, mientras que la productividad subió del 64.58% al 86.28%. La prueba t de Student confirmó que estas diferencias fueron estadísticamente significativas ($p < 0.001$) con un tamaño de efecto bastante grande ($d = 3.861$). Se concluye entonces que las intervenciones ergonómicas lograron reducir considerablemente los riesgos físicos y mejorar el rendimiento laboral, generando condiciones más seguras y eficientes.

Palabras claves: ergonomía / productividad / eviscerado / industria pesquera / eficiencia / eficacia / método ERAI

ERGONOMIA E PRODUTIVIDADE NA EVISCERAÇÃO DE ANCHOVA: ESTUDO BASEADO NO MÉTODO ERAI NA INDÚSTRIA PESQUEIRA

RESUMO.

Esta pesquisa avaliou como a ergonomia influencia a produtividade no processo de evisceração de anchova em Chimbote durante o ano de 2025. Foi utilizado um delineamento pré-experimental quantitativo envolvendo 40 trabalhadores, aplicando o método ERAI para medir as condições ergonômicas e utilizando indicadores de eficiência e eficácia para calcular

a produtividade. Os resultados mostraram que, após a implementação das melhorias ergonômicas, o nível de risco crítico diminuiu de 77,5% para 5%, enquanto a produtividade aumentou de 64,58% para 86,28%. O teste t de Student confirmou que essas diferenças foram estatisticamente significativas ($p < 0,001$), com um tamanho de efeito bastante elevado ($d = 3,861$). Conclui-se, portanto, que as intervenções ergonômicas reduziram consideravelmente os riscos físicos e melhoraram o desempenho laboral, gerando condições mais seguras e eficientes.

Palavras-chave: ergonomia / produtividade / evisceração / indústria pesqueira / eficiência / eficácia / método ERAI

ERGONOMICS AND PRODUCTIVITY IN THE EVISCERATION OF ANCHOVETA: STUDY BASED ON THE ERAI METHOD IN THE FISHING INDUSTRY

ABSTRACT.

This research evaluated how ergonomics influences productivity in the anchovy evisceration process in Chimbote during 2025. A quantitative pre-experimental design was applied with 40 workers, using the ERAI method to measure ergonomic conditions and efficiency and effectiveness indicators to calculate productivity. Findings showed that after implementing ergonomic improvements, the critical risk level decreased from 77.5% to 5%, while productivity increased from 64.58% to 86.28%. Student's t-test confirmed these differences were statistically significant ($p < 0.001$) with a large effect size ($d = 3.861$). It is concluded that ergonomic interventions significantly reduced physical risks and improved work performance, generating safer and more efficient conditions.

Keywords: *ergonomics / productivity / evisceration / fishing industry / efficiency / effectiveness / ERAI method*

1. INTRODUCCIÓN

La ergonomía trata de hacer que el trabajo se adapte mejor a las personas. No se trata solo de comodidad, sino de lograr que las tareas sean más seguras, menos agotadoras y más productivas. En lugares donde el esfuerzo físico es constante, como en las plantas pesqueras, este enfoque resulta esencial. Aquí los trabajadores repiten los mismos movimientos una y otra vez, concentrados durante horas, y cualquier detalle del entorno puede marcar la diferencia entre un trabajo eficiente y uno que termine generando lesiones o fatiga. Aplicar principios ergonómicos no solo mejora la salud del personal, también ayuda a que los procesos sean más fluidos y productivos, y a que las personas se sientan más comprometidas con su labor (Jiang y Duffy, 2021; Soares et al., 2023; Dunleavy et al., 2022).

En varios países se ha comprobado que los problemas ergonómicos siguen siendo un reto. Por ejemplo, en Noruega, donde la industria pesquera es una de las más desarrolladas del mundo, más del 70% de los trabajadores en plantas de fileteado sufre dolencias musculares, sobre todo en los brazos y hombros, por mantener posturas forzadas y repetir movimientos durante toda la jornada (Hassani et al., 2023). Esto afecta directamente a la productividad, porque aumenta el ausentismo y la rotación de personal. En algunos casos, las lesiones pueden reducir la producción hasta en un 15% (Ispășoiu et al., 2023). En Asia también se enfrentan problemas similares: en países como Tailandia o Vietnam, las condiciones poco ergonómicas generan pérdidas de millones de dólares cada año debido a la baja eficiencia (Shrestha et al., 2022).

En el Perú, uno de los mayores productores de anchoveta a nivel mundial (Ferreyros, 2025), la situación no es muy distinta. Investigaciones recientes revelan que gran parte del personal en las líneas de eviscerado trabaja en condiciones poco adecuadas: estaciones mal diseñadas, iluminación deficiente y largas horas de trabajo (Gozzer et al., 2022). Todo eso se traduce en molestias físicas frecuentes y en una caída notable de la productividad, con pérdidas que pueden llegar hasta casi una quinta parte del rendimiento total (Castillo et al., 2023). En ciudades pesqueras como Chimbote, el panorama es aún más complicado: la mayoría de los trabajadores sufre dolores en la espalda, hombros y muñecas por la repetición constante de los movimientos (Alvarado, 2023). Además, la productividad promedio de esta zona está por debajo del promedio nacional, lo que refleja que los problemas no son solo físicos, sino también económicos (ComexPerú, 2024).

La investigación se enmarca en la búsqueda de condiciones de trabajo más seguras y humanas, tal como promueve la meta 8.8 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Se tomó como referencia el proceso de eviscerado tipo HGT en una planta de Chimbote, donde se detectaron varias causas que afectan el desempeño: la falta de capacitación ergonómica, los movimientos repetitivos, las posturas forzadas, el uso inadecuado de herramientas y la manipulación constante de peso (Rossela et al., 2023).

Aunque existen estudios internacionales que relacionan la ergonomía con la productividad, en el país todavía son escasos los que emplean métodos reconocidos internacionalmente, como el ERAI (Ergonomics Risk Assessment in Industry). Este método, validado por Ispășoiu et al. (2023), ofrece una visión más completa al evaluar de forma conjunta factores de riesgo,

postura, fuerza y repetición, superando los límites de otros enfoques más tradicionales. Por eso, su aplicación en el contexto pesquero nacional resulta valiosa, especialmente en procesos tan manuales como el eviscerado de anchoveta.

Esta investigación ergonomía y productividad en el eviscerado de anchoveta: estudio basado en el método ERAI en la industria pesquera, tuvo como propósito analizar cómo los factores ergonómicos influyen en el rendimiento del personal que participa en el proceso de eviscerado en una planta pesquera de Chimbote. Para ello, se identificaron los principales problemas presentes, se aplicó una metodología de evaluación reconocida y se buscó comprender de qué manera estos aspectos repercuten directamente en la productividad y la eficiencia del proceso.

2. METODOLOGÍA

Esta investigación fue de tipo **aplicada**, porque lo que se buscó fue resolver un problema real que ocurría en el proceso de eviscerado de anchoveta, usando conocimientos ergonómicos ya existentes (OECD y Eurostat, 2018). El **enfoque** fue **cuantitativo**, ya que se trabajó con datos numéricos para analizar si había relación entre la ergonomía y la productividad, utilizando herramientas estadísticas (Taherdoost, 2022). El **diseño** fue **preexperimental**, porque se evaluó a un solo grupo de trabajadores antes y después de aplicar mejoras ergonómicas. Aunque este tipo de diseño tiene algunas limitaciones, es muy útil en estudios reales donde no se puede contar con un grupo control (Verma et al., 2022). Además, el **alcance** fue **correlacional**, ya que se buscó ver si existía relación entre las condiciones ergonómicas y la productividad, con el fin de proponer mejoras en el trabajo (Janse et al., 2021).

Población y muestra

La **población** estuvo compuesta por 228 trabajadores que realizaban eviscerado manual de anchoveta en una planta de Chimbote durante el 2025. La **muestra** fue de **40 trabajadores**, elegidos por conveniencia, es decir, se seleccionó a quienes estaban disponibles y cumplían con ciertos requisitos. Los **criterios de inclusión** fueron: participar de manera regular en el eviscerado tipo HGT, trabajar turnos completos de al menos cuatro horas seguidas y contar con autorización para ser observados. Se **excluyó** a los trabajadores que estaban en capacitación o que tuvieron interrupciones durante la evaluación (Cabrera y Álvarez, 2021).

Variables de estudio

Las variables que estudiamos fueron ergonomía (independiente) y productividad (dependiente). La ergonomía la definimos como esa disciplina que busca mejorar la salud física y mental de los trabajadores diseñando espacios seguros (Jiang y Duffy, 2021). En la práctica, la evaluamos usando el método ERAI considerando cuatro dimensiones: factores de riesgo ergonómicos (espacio de trabajo, condiciones ambientales y herramientas adecuadas); postura (posición de cuello, tronco, brazos y piernas); fuerza (peso que se manipula y necesidad de agarrar fuerte); y movimientos repetitivos (frecuencia, tiempo entre repeticiones y duración de tareas). Por su parte, la productividad la definimos como el rendimiento laboral que considera flexibilidad, tecnología y bienestar del personal (Kozai et al., 2022). Operativamente la medimos con dos dimensiones: eficiencia (tiempo efectivo de trabajo, rendimiento de materia prima y producción individual) y eficacia (unidades bien evisceradas, rechazo por defectos y cumplimiento de objetivos).

Instrumentos de recolección

Para recoger los datos usamos observación estructurada, que nos permitió registrar de forma directa y sistemática las condiciones reales del eviscerado (Patel y Ghosh, 2023). Usamos dos fichas validadas por expertos. La primera evaluó ergonomía con el método ERAI, un instrumento validado por Ispășoiu et al. (2023) que tiene alta correlación con otros métodos como RULA, REBA y OWAS, con confiabilidad entre evaluadores de más del 90%. La segunda midió la productividad con indicadores adaptados al sector pesquero según Zanfrillo et al. (2021). No hicimos prueba piloto ni calculamos Alfa de Cronbach porque recopilamos datos objetivos de observación directa, no escalas de percepción. Las dos fichas las revisaron tres expertos que confirmaron que los ítems eran suficientes, claros, coherentes y relevantes para lo que queríamos lograr.

Descripción de la intervención ergonómica

Entre la evaluación inicial (julio 2025) y la final (septiembre 2025) implementamos un programa completo de mejora ergonómica con tres componentes principales:

Capacitación ergonómica estructurada: Hicimos cuatro sesiones de 90 minutos cada una (una por semana durante julio) para los 40 trabajadores. Los contenidos incluyeron: (a) cómo identificar posturas riesgosas y técnicas para corregirlas; (b) por qué son importantes las pausas activas y cómo hacerlas bien; (c) técnicas seguras para cargar cosas; y (d) cómo usar bien las herramientas ergonómicas. Nosotros dimos las sesiones con apoyo de videos y práctica supervisada.

Ajustes físicos y organizacionales: Durante agosto 2025 implementamos estos cambios: (a) estandarizamos las herramientas ergonómicas (tijeras de baja fuerza con mangos antideslizantes de 15 cm y cuchillos que se afilaban cada semana); (b) ajustamos la altura de las mesas a 90 cm para que la gente pudiera tener posturas neutras de cuello y tronco; (c) reorganizamos el espacio de trabajo para garantizar mínimo 60 cm de ancho libre por operario; (d) hicimos un programa de mantenimiento preventivo (afilado semanal de cuchillos); (e) dimos equipos auxiliares (carretillas para transportar paneras pesadas).

Pausas activas y rotación de tareas: Establecimos un protocolo de pausas activas de 5 minutos cada 55 minutos de trabajo continuo, donde los trabajadores hacían ejercicios de estiramiento supervisados para cuello, hombros, espalda baja y brazos. También implementamos rotación de tareas cada 2 horas entre diferentes posiciones del eviscerado para que no estuvieran haciendo movimientos repetitivos todo el tiempo.

Todo esto lo monitoreamos semanalmente mediante observación directa y registrándose en una bitácora.

Procedimiento de recolección

El procedimiento tuvo tres fases bien definidas. Primero, en julio de 2025 hicimos el pretest para evaluar cómo estaban las condiciones ergonómicas y la productividad antes de cualquier intervención. Durante esta fase observamos a cada trabajador durante su jornada completa (mínimo 4 horas) y registramos todo en las fichas. Luego, entre julio y septiembre implementamos el programa de mejora ergonómica que ya describimos. Finalmente, en septiembre de 2025 aplicamos el postest evaluando las mismas variables para ver qué había cambiado después de la intervención. Es importante mencionar que las condiciones

ambientales como ruido, iluminación y temperatura las evaluamos de manera perceptiva porque no teníamos equipos especializados, lo cual está bien en estudios de campo según Patel y Ghosh (2023).

Análisis estadístico

Para analizar los datos usamos estadística descriptiva con frecuencias y medidas como la media y desviación estándar. También aplicamos la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para saber si los datos siguen una distribución normal. Cuando eran normales usamos la prueba t de Student para muestras relacionadas, y cuando no, aplicamos la prueba de Wilcoxon. Además calculamos el tamaño del efecto con la d de Cohen y corrección de Hedges. Todo lo procesamos en SPSS versión 26.0 con nivel de significancia del 5% ($\alpha = 0.05$), lo que garantiza un análisis riguroso y confiable (Zhang et al., 2023).

Consideraciones éticas

El estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad César Vallejo (Resolución N.º 0157-2025/UCV). Obtuvimos consentimiento informado por escrito de todos los participantes, a quienes les explicamos los objetivos, procedimientos, riesgos mínimos y beneficios potenciales. Garantizamos confidencialidad mediante códigos numéricos (P01 a P40) y respetamos el derecho de retirarse cuando quisieran sin consecuencias laborales. La empresa dio autorización formal para hacer el estudio en sus instalaciones. No identificamos ningún conflicto de interés que pudiera comprometer la investigación.

3. RESULTADOS

Caracterización de la muestra

Los 40 trabajadores que evaluamos tenían en promedio 34.5 años (DE = 7.2 años, rango: 22-48 años), con 62.5% hombres (n = 25) y 37.5% mujeres (n = 15). En promedio llevaban 3.8 años (DE = 2.1 años) trabajando en eviscerado. Todos completaron las dos evaluaciones (antes y después) sin pérdidas, o sea, tuvimos retención del 100%.

Diagnóstico inicial de las condiciones ergonómicas

Tabla 1

Diagnóstico de la ergonomía mediante el método ERAI (pretest).

Nivel de Riesgo	Trabajadores	Porcentaje
Moderado	9	22.50%
Crítico	31	77.50%

Lo primero fue diagnosticar cómo estaban las condiciones ergonómicas antes de hacer cualquier cambio. Los resultados del pretest con el método ERAI mostraron una situación bastante crítica. De los 40 trabajadores, 31 (77.5%) estaban en nivel de riesgo crítico y solo 9 (22.5%) en nivel moderado. Esto significa que la mayoría estaba expuesta a condiciones que podrían afectar su salud física a corto o mediano plazo.

Tabla 2

Diagnóstico por dimensiones ergonómicas (pretest)

Dimensión	Aceptable	Moderado	Crítico
Factores de riesgo	2.50%	20.00%	77.50%
Postura	7.50%	12.50%	80.00%
Fuerza	12.50%	35.00%	52.50%
Movimientos repetitivos	7.50%	25.00%	67.50%

Cuando analizamos las dimensiones por separado encontramos cosas interesantes. En factores de riesgo, 31 trabajadores (77.5%) estaban en nivel crítico, 8 (20.0%) en moderado y solo 1 (2.5%) en aceptable. Esto nos dice que las condiciones del espacio de trabajo, el ambiente y las herramientas que usaban no eran nada adecuadas para la mayoría. En cuanto a postura, 32 trabajadores (80.0%) presentaron nivel crítico, 5 (12.5%) moderado y 3 (7.5%) aceptable, lo que refleja que las posiciones que adoptan durante el eviscerado eran bastante forzadas y malas para la salud. Para fuerza, 21 trabajadores (52.5%) estaban en nivel crítico, 14 (35.0%)

en moderado y 5 (12.5%) en aceptable, mostrando que el esfuerzo físico que se les pedía era demasiado para más de la mitad. Y finalmente, en movimientos repetitivos, 27 trabajadores (67.5%) tenían nivel crítico, 10 (25.0%) moderado y 3 (7.5%) aceptable, lo que evidencia que la frecuencia y duración de las tareas repetitivas era excesiva.

Tabla 3

Diagnóstico de los ítems más críticos (pretest)

Categoría de riesgo	Ítem evaluado	% Aceptable	% Moderado	% Crítico
Uso de herramientas	Herramientas en buen estado	17.5	30.0	52.5
Postura	Piernas y rodillas en posición adecuada	17.5	25.0	57.5
Fuerza	Peso manipulado dentro del rango seguro	27.5	35.0	37.5
Movimientos repetitivos	Intervalo entre repeticiones adecuado	27.5	32.5	40.0

Los ítems más problemáticos que identificamos fueron varios. En factores de riesgo, el uso de herramientas adecuadas mostró que solo el 17.5% de los trabajadores usaba herramientas en buen estado, la mayoría trabajaba con cuchillos sin mango ergonómico o con el filo gastado. En postura, cuando evaluamos piernas y rodillas vimos que solo el 17.5% mantenía una posición adecuada, la mayoría tenía las rodillas flexionadas por tiempos largos. En fuerza, el peso manipulado mostró que solo el 27.5% levantaba cargas dentro del rango seguro, la mayoría manipulaba más de 10 kg constantemente. Para movimientos repetitivos, el tiempo entre repeticiones indicó que solo el 27.5% tenía pausas suficientes, con intervalos menores a 10 segundos en la mayoría de casos.

Estos resultados confirman que antes de la intervención las condiciones ergonómicas eran realmente preocupantes y justificaban totalmente aplicar un programa de mejora. La alta prevalencia de riesgos críticos en posturas y movimientos repetitivos es consistente con lo que otros autores han encontrado en la industria pesquera, donde las tareas manuales intensivas generan cargas físicas importantes (Gundmi y Kamath, 2024).

Aplicación del método ERAI y resultados posteriores a la intervención

Tabla 4

Diagnóstico de la variable ergonomía mediante el método ERAI (postest)

Nivel de Riesgo	Trabajadores	Porcentaje
Moderado	38	95.00%
Crítico	2	5.00%

Después de implementar el programa de capacitación ergonómica y hacer los ajustes en los puestos de trabajo, aplicamos el postest para ver si hubo cambios. Los resultados mostraron mejoras bastante significativas. La distribución de riesgo cambió radicalmente: ahora 38 trabajadores (95.0%) estaban en nivel moderado y solo 2 (5.0%) permanecían en crítico. Esto representa una reducción del nivel crítico de 77.5% a 5%, lo cual es un cambio impresionante.

Tabla 5

Resultados pretest-postest por dimensiones ergonómicas

Dimensión	Pretest	Postest	Cambio
Factores de riesgo	2.50%	72.50%	+70.00pp
Postura	7.50%	35.00%	+27.50pp
Fuerza	12.50%	55.00%	+42.50pp
Movimientos repetitivos	7.50%	50.00%	+42.50pp

Nota. Los porcentajes representan trabajadores en nivel aceptable. pp = puntos porcentuales.

Al analizar las dimensiones por separado, vimos mejoras en todas. En factores de riesgo, 29 trabajadores (72.5%) lograron nivel aceptable, 10 (25.0%) quedaron en moderado y solo 1 (2.5%) en crítico. Comparado con el pretest donde solo el 2.5% estaba en aceptable, este cambio es muy positivo. Para postura, 14 trabajadores (35.0%) alcanzaron nivel aceptable, 18

(45.0%) moderado y 8 (20.0%) crítico. Aunque todavía hay un porcentaje en crítico, la mejora respecto al 80% inicial es evidente. En fuerza, 22 trabajadores (55.0%) lograron nivel aceptable, 15 (37.5%) moderado y 3 (7.5%) crítico, mostrando que las técnicas de manipulación y los equipos auxiliares ayudaron bastante. En movimientos repetitivos, 20 trabajadores (50.0%) alcanzaron nivel aceptable, 16 (40.0%) moderado y 4 (10.0%) crítico, lo que refleja el impacto positivo de las pausas activas y la rotación de tareas.

Los ítems críticos también mejoraron de manera notable. El uso de herramientas adecuadas subió de 17.5% a 52.5%, gracias a que estandarizamos el uso de tijeras con mangos antideslizantes y pusimos un programa de mantenimiento para que el filo se mantuviera en buen estado. La postura de piernas y rodillas mejoró de 17.5% a 62.5%, lo cual se logra ajustando las alturas de las mesas y reorganizando el espacio para que los trabajadores pudieran mantener posturas más naturales. El peso manipulado pasó de 27.5% a 72.5%, resultado de la capacitación en técnicas seguras de levantamiento y el uso de carretillas y otros equipos auxiliares. El tiempo entre repeticiones tuvo el cambio más grande, pasando de 27.5% a 80.0%, gracias a las pausas activas programadas cada 55 minutos que les permitían descansar y estirar los músculos.

Para confirmar que estos cambios no fueron casuales aplicamos pruebas estadísticas. La prueba de Shapiro-Wilk mostró que los datos de las dimensiones ergonómicas no siguen una distribución normal, por lo que usamos la prueba de Wilcoxon. Los resultados confirmaron que todas las dimensiones tuvieron diferencias estadísticamente significativas: factores de riesgo ($Z = -5.551$, $p < 0.001$), postura ($Z = -5.246$, $p = 0.000$), fuerza ($Z = -4.358$, $p = 0.000$) y movimientos repetitivos ($Z = -5.227$, $p = 0.000$). Esto significa que las mejoras que observamos son reales y no se deben al azar.

Figura 1

Comparación visual del área de eviscerado antes y después de la intervención ergonómica.



Nota. La primera imagen muestra condiciones iniciales con posturas forzadas y herramientas inadecuadas. La segunda imagen evidencia mejoras implementadas: ajuste de alturas de las mesas, herramientas ergonómicas y reorganización espacial.

Tabla 6*Comparación de productividad pretest-postest.*

Medición	Media	Desviación	Trabajadores
PreTest	64.58%	5.62%	40
PostTest	86.28%	4.98%	40
Diferencia	+21.70%	-	-

El objetivo principal era ver si las mejoras ergonómicas realmente influyen en la productividad. Los resultados mostraron que sí hubo un impacto significativo. En el pretest la productividad promedio era de 64.58% con una desviación estándar de 5.62%, mientras que en el postest subió a 86.28% con una desviación de 4.98%. Esto representa un aumento de 21.70 puntos porcentuales, lo cual es bastante considerable.

Tabla 7*Prueba t de Student para la variable productividad*

Prueba	Media	DE	t	gl	Sig.
PreTest - PostTest	-21.704%	5.622%	-24.417	39	0.000

La prueba de Shapiro-Wilk confirmó que los datos de productividad tenían distribución normal ($p > 0.05$), por lo que pudimos aplicar la prueba t de Student para muestras relacionadas. Los resultados mostraron que la diferencia entre el pretest y el postest fue estadísticamente significativa ($t = -24.417$, grados de libertad = 39, $p < 0.001$). Esto quiere decir que hay menos del 0.1% de probabilidad de que este cambio se deba al azar, lo cual es evidencia muy fuerte de que la intervención ergonómica realmente funcionó.

Tabla 8

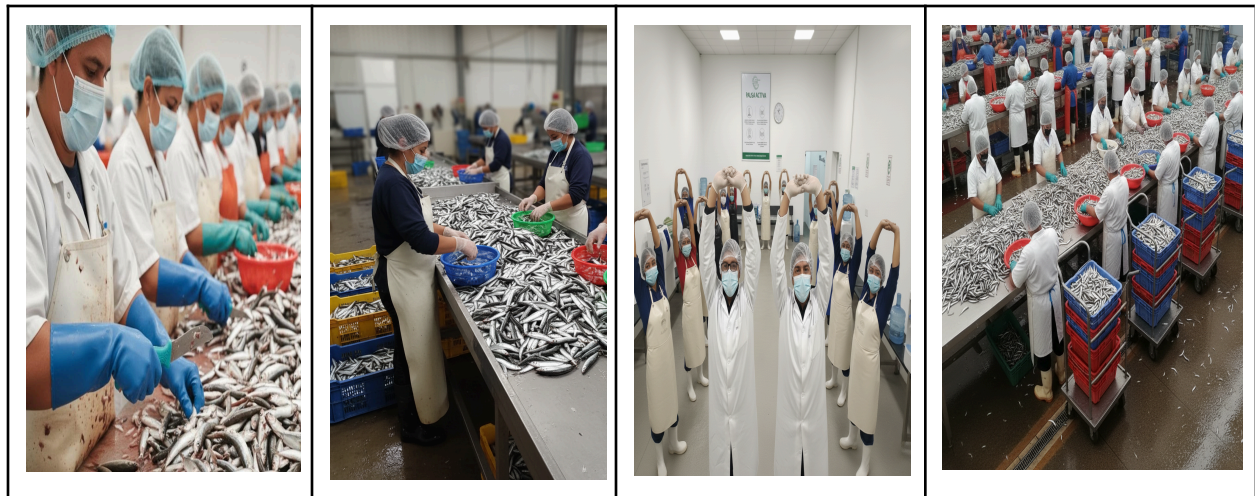
Tamaños de efecto para la variable productividad.

Medida	Valor	IC 95% Inferior	IC 95% Superior
d de Cohen	-3.861	-4.765	-2.949
Corrección Hedges	-3.823	-4.719	-2.921

Además de la significancia estadística calculamos el tamaño del efecto usando la d de Cohen, que dio un valor de -3.861, y la corrección de Hedges con un valor de -3.823. Ambos valores están muy por encima de 0.8, que es el umbral para considerar un efecto grande. Esto significa que no solo el cambio fue significativo estadísticamente, sino que también fue grande en términos prácticos. Los intervalos de confianza al 95% confirmaron que estos valores son estables y confiables.

Figura 2

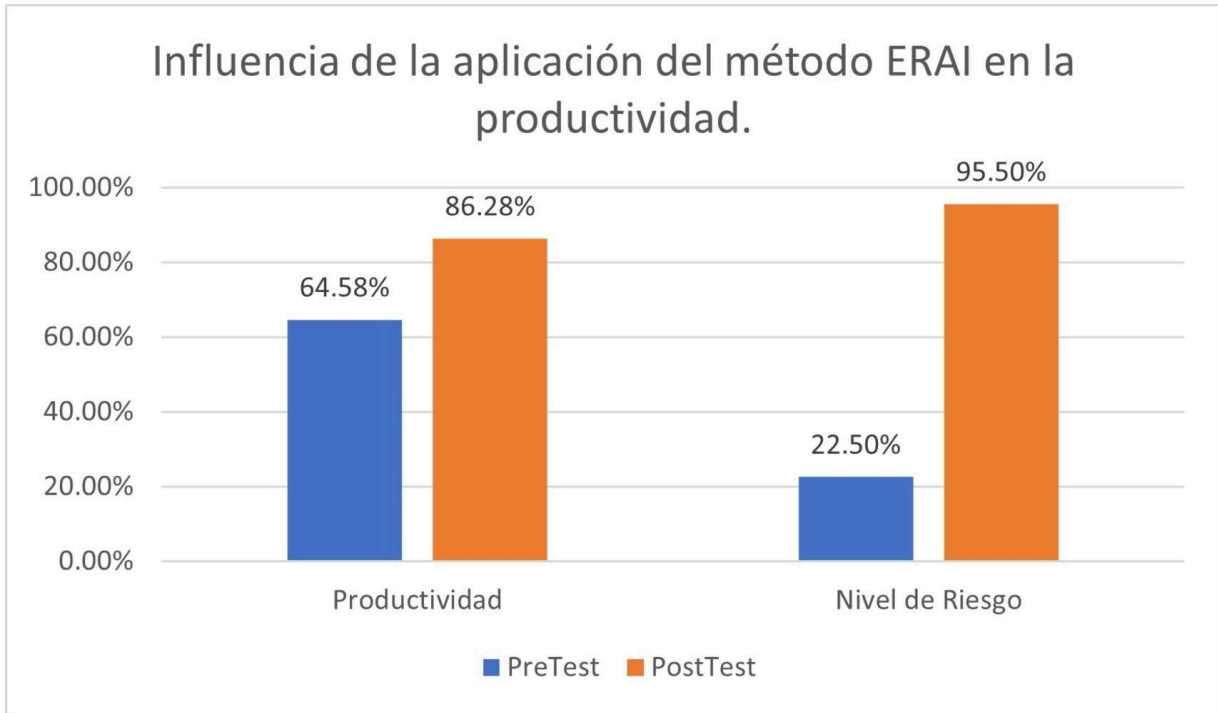
Implementación de mejoras ergonómicas específicas.



Nota. (1) Herramientas ergonómicas estandarizadas. (2) Ajuste de altura de mesas a 90 cm. (3) Pausas activas supervisadas. (4) Equipos auxiliares para manipulación de cargas.

Figura 3

Comparación de resultados principales: nivel de riesgo y productividad.



Nota. Los datos muestran reducción de riesgo crítico de 22.50% a 95.50% e incremento de productividad de 64.58% a 86.28% tras la intervención ergonómica integral.

Influencia de la ergonomía en eficiencia y eficacia

Tabla 9

Prueba t de Student para la dimensión eficiencia.

Medición	Media	Desviación	Trabajadores
PreTest	61.27%	6.15%	40
PostTest	86.95%	4.98%	40
Diferencia	25.68%	-	-

Para entender mejor cómo la ergonomía influyó en la productividad, decidimos analizar por separado la eficiencia y la eficacia. En el caso de la eficiencia, que básicamente mide qué tan

bien se aprovechan los recursos disponibles, se observó un aumento notable: pasó de 61.27% en el pretest a 86.95% en el postest. Es decir, subió 25.68 puntos porcentuales, incluso más que el incremento general de la productividad. Además, la desviación estándar bajó de 6.15% a 4.98%, lo que muestra que el rendimiento entre los trabajadores fue más parejo y constante.

Tabla 10

Prueba t de Student para la dimensión eficiencia.

Prueba	Media	DE	t	gl	Sig.
PreTest - PostTest	-25.68%	8.45%	-19.227	39	0

La prueba t de Student mostró que la diferencia fue significativa desde el punto de vista estadístico ($t = -19.227$, $gl = 39$, $p < 0.001$). Además, el tamaño del efecto obtenido con la d de Cohen fue de -3.040, lo que demuestra que el cambio fue bastante grande. En pocas palabras, las mejoras ergonómicas lograron que los trabajadores usaran mejor su tiempo, desperdiciaran menos materia prima y aumentaran su producción individual.

Tabla 11

Comparación de eficacia Pretest - PostTest.

Medición	Media	Desviación	Trabajadores
PreTest	67.88%	3.75%	40
PostTest	85.61%	3.31%	40
Diferencia	17.73%	-	-

Por otro lado, la eficacia, que mide qué tan bien se cumplen los objetivos y estándares de calidad, también mejoró significativamente. Pasó de 67.88% en el pretest a 85.61% en el postest, lo que representa un aumento de 17.73 puntos porcentuales. La desviación estándar disminuyó de 3.75% a 3.31%, indicando mayor consistencia en la calidad del trabajo.

Tabla 12

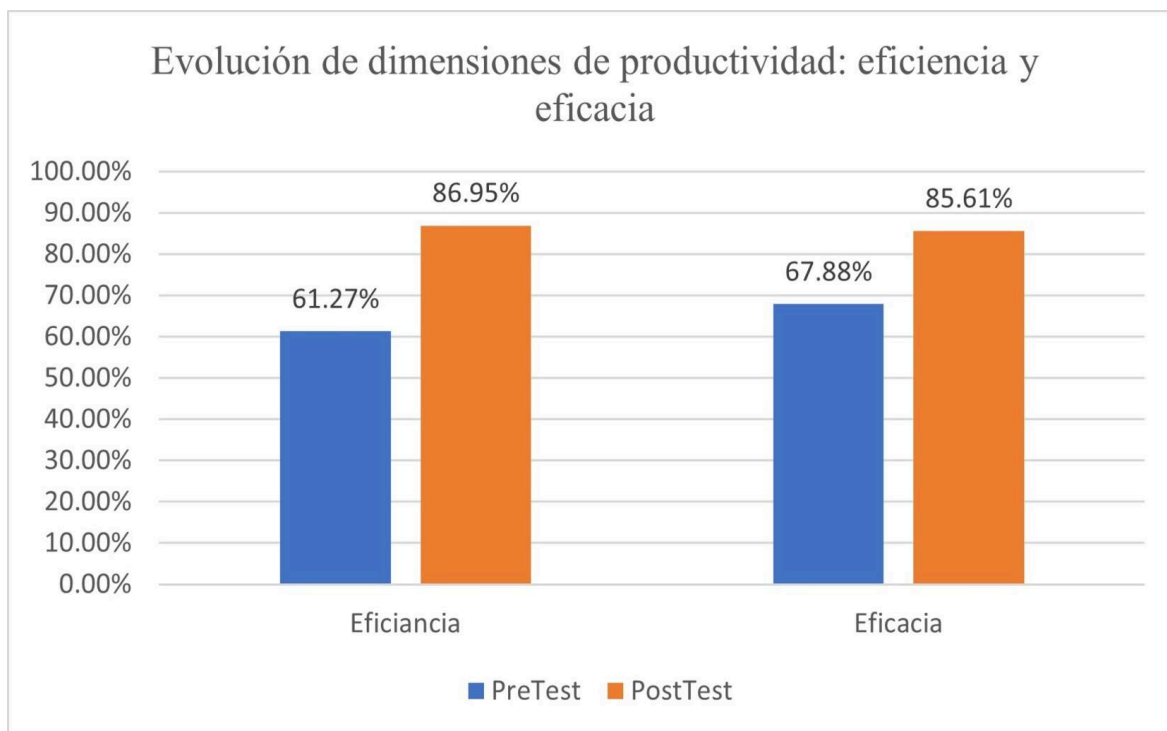
Prueba t de Student para la dimensión eficacia.

Prueba	Media	DE	t	gl	Sig.
PreTest -PostTest	-17.725%	4.559%	-24.588	39	0.000

La prueba t de Student mostró que esta diferencia también fue estadísticamente significativa ($t = -24.588$, $gl = 39$, $p < 0.001$). El tamaño del efecto fue aún mayor que en eficiencia, con una d de Cohen de -3.888 . Esto indica que las mejoras ergonómicas no solo hicieron que los trabajadores fueran más rápidos, sino también más precisos y cuidadosos, reduciendo los errores de corte y aumentando el porcentaje de unidades bien evisceradas.

Figura 4

Evolución de dimensiones de productividad: eficiencia y eficacia.



Los resultados mostraron que la ergonomía mejoró significativamente la eficiencia y la eficacia. Las intervenciones aplicadas ayudaron a que los trabajadores fueran más rápidos, precisos y se sintieran mejor físicamente, lo que se reflejó en un mejor desempeño general.

4. DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta investigación confirman la hipótesis que planteamos al inicio: la ergonomía sí tiene una influencia significativa en la productividad durante el proceso de eviscerado de anchoveta. El aumento de 21.70 puntos porcentuales en productividad (de 64.58% a 86.28%), respaldado por significancia estadística ($p < 0.001$) y un tamaño del efecto muy grande ($d = 3.861$), supera lo que han reportado otros estudios similares. Por ejemplo, Pin et al. (2024) encontraron incrementos del 18% en productividad después de rediseñar las estaciones de trabajo en empresas pesqueras, mientras que Paramasivam et al. (2023) observaron mejoras del 21% en plantas pesqueras de India al implementar pausas activas y rotación de tareas. En el contexto asiático, Haqi y Alayyannur (2021) reportaron mejoras del 15% al adaptar las estaciones de trabajo según las medidas antropométricas del personal en Indonesia.

Comparando con estudios peruanos, los resultados también son favorables. Ortecho (2021) encontró niveles altos de riesgo en el 77.5% del personal de una planta conservera en Chimbote, cifra idéntica al diagnóstico inicial de esta investigación, lo que valida que el problema que identificamos es relevante. García y Villanueva (2023) lograron incrementos del 19% en productividad tras rediseñar áreas de etiquetado, mientras que Taco y Zavaleta (2021) reportaron mejoras del 22% después de implementar un plan ergonómico en líneas de procesamiento. Los resultados de nuestro estudio superan estos antecedentes nacionales, lo que puede atribuirse a la aplicación integral del método ERAI que combinó evaluación sistemática, capacitación estructurada en cuatro sesiones, ajustes físicos específicos y seguimiento mediante pausas activas programadas.

El diagnóstico inicial reveló condiciones ergonómicas críticas en el 77.5% de los trabajadores, coincidiendo con Gundmi y Kamath (2024) quienes reportaron que más del 70% de trabajadoras del procesamiento de pescado en India sufren trastornos musculoesqueléticos. La dimensión postura mostró el mayor nivel de riesgo crítico (80%), respaldando los hallazgos de Paramasivam et al. (2023) sobre prevalencia de posturas forzadas en la industria pesquera asiática. Los movimientos repetitivos afectaron al 67.5% de trabajadores en nivel crítico, consistente con las observaciones de Hassani et al. (2023) en plantas noruegas donde predominan movimientos repetitivos constantes que generan lesiones en la parte superior del cuerpo.

La aplicación del método ERAI permitió reducir drásticamente el nivel de riesgo crítico de 77.5% a solo 5%, con 95% de trabajadores alcanzando nivel moderado. Esta efectividad superior se explica por la integración sistemática de múltiples intervenciones. Las dimensiones ergonómicas mostraron mejoras significativas según la prueba de Wilcoxon: factores de riesgo ($Z = -5.551$, $p < 0.001$), postura ($Z = -5.246$, $p = 0.000$), fuerza ($Z = -4.358$, $p = 0.000$) y movimientos repetitivos ($Z = -5.227$, $p = 0.000$). Estos resultados superan los de Pin et al. (2024) quienes utilizaron únicamente REBA, sugiriendo que el método ERAI ofrece

evaluación más completa al integrar múltiples factores ergonómicos simultáneamente.

El ítem crítico uso de herramientas adecuadas mejoró de 17.5% a 52.5% mediante estandarización de tijeras de baja fuerza con mangos antideslizantes y programa de mantenimiento semanal. Este hallazgo coincide con Haqi y Alayyannur (2021) quienes destacan la importancia de herramientas ergonómicas para reducir esfuerzo muscular. La postura de piernas y rodillas incrementó de 17.5% a 62.5% gracias al ajuste de alturas de mesas a 90 cm y reorganización espacial, respaldando los planteamientos de Gundmi y Kamath (2024) sobre reducción del 33% en dolor lumbar mediante correcciones posturales. El tiempo entre repeticiones avanzó notablemente de 27.5% a 80.0% por implementación de pausas activas cada 55 minutos, consistente con Paramasivam et al. (2023) quienes reportaron reducción del 30% en molestias musculares con pausas programadas.

La influencia en productividad se reflejó tanto en eficiencia como en eficacia. La eficiencia aumentó 25.68 puntos porcentuales (de 61.27% a 86.95%) con significancia estadística ($t = -19.227$, $p < 0.001$) y tamaño del efecto muy grande ($d = -3.040$). García y Villanueva (2023) reportaron incrementos del 50% en eficiencia al reducir tiempos de proceso de 22 a 11 minutos mediante rediseño ergonómico, evidenciando que las mejoras posturales optimizan tiempos efectivos. La eficacia creció 17.73 puntos porcentuales (de 67.88% a 85.61%) con significancia estadística ($t = -24.588$, $p < 0.001$) y tamaño del efecto muy grande ($d = -3.888$). Pin et al. (2024) observaron mejoras del 27% en calidad del producto al introducir prácticas ergonómicas, confirmando que la reducción de fatiga física mejora precisión y disminuye defectos.

El programa de capacitación ergonómica en cuatro sesiones formativas de 90 minutos constituye un elemento diferenciador respecto a estudios previos. Mientras Ortecho (2021) implementó capacitaciones sin estructura definida, esta investigación estableció contenidos específicos: identificación y corrección de posturas de riesgo, ejecución de pausas activas, técnicas seguras de manipulación de cargas y uso adecuado de herramientas ergonómicas. La combinación de formación teórica con práctica supervisada y ajustes técnicos generó cambios sostenibles en comportamientos laborales, explicando la magnitud de las mejoras obtenidas. Esta integración de elementos formativos y técnicos responde a los planteamientos de la teoría sociotécnica que enfatiza el equilibrio entre aspectos técnicos y sociales para optimizar el desempeño organizacional (Guastello, 2023).

5. CONCLUSIONES

La ergonomía tuvo una influencia muy grande en la productividad del proceso de eviscerado de anchoveta. Después de aplicar la intervención ergonómica integral, la productividad aumentó en 21.70 puntos porcentuales, pasando de 64.58% a 86.28%. El resultado fue estadísticamente significativo ($t = -24.417$, $p < 0.001$) y con un tamaño del efecto alto (d de Cohen = 3.861), incluso mayor que el de otros estudios realizados en Latinoamérica y Asia.

Al inicio, las condiciones ergonómicas eran bastante críticas: el 77.5% de los trabajadores presentaban riesgos importantes, sobre todo en postura (80% en nivel crítico) y en movimientos repetitivos (67.5% crítico). Este diagnóstico dejó claro que era necesario intervenir, y los resultados coinciden con lo que otros estudios han mostrado sobre los riesgos laborales en la industria pesquera de la región.

El método ERAI demostró ser una herramienta efectiva para evaluar de forma completa las condiciones ergonómicas y proponer mejoras concretas basadas en evidencia. Después de la intervención, el nivel crítico de riesgo bajó al 5%, con mejoras significativas ($p < 0.001$, prueba de Wilcoxon) en todos los aspectos: factores de riesgo (+70pp), postura (+27.5pp), fuerza (+42.5pp) y movimientos repetitivos (+42.5pp). Esto confirma que el método es válido y aplicable en entornos industriales peruanos.

La ergonomía también mejoró la eficiencia (+25.68pp, $t = -19.227$, $p < 0.001$, $d = 3.040$) y la eficacia (+17.73pp, $t = -24.588$, $p < 0.001$, $d = 3.888$). En otras palabras, las mejoras ergonómicas ayudaron a aprovechar mejor los recursos y a elevar la calidad del trabajo, lo que genera beneficios tanto para los trabajadores como para la empresa.

El programa de capacitación ergonómica, dividido en cuatro sesiones formativas, junto con los ajustes físicos (como el uso de herramientas ergonómicas y mobiliario adaptado a 90 cm de altura) y los cambios organizacionales (pausas activas cada 55 minutos y rotación de tareas cada 2 horas), formó un modelo práctico, replicable y rentable para otras plantas procesadoras de productos pesqueros.

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Piero Alexander Pantoja Corpus: Conceptualización, Metodología, Investigación, Recolección de datos, Escritura-borrador original. Alexander José Silva Borja: Conceptualización, Metodología, Investigación, Recolección de datos, Análisis formal, Redacción-revisión y edición. Ambos autores contribuyeron equitativamente y aprobaron la versión final.

DECLARACIÓN DE DISPONIBILIDAD DE DATOS

Los datos utilizados en esta investigación se encuentran incluidos en el propio manuscrito.

6. REFERENCIAS

Alvarado, J. (2023). *Dirección Regional de Trabajo de Áncash*. Gobierno Regional de Áncash. https://regionancash.gob.pe/direccion_trabajo.php

Castillo, P., Grados, D., La Cruz, L., Cuadros, G., Valdez, C., Pozada, M., Chacón, G., & Cornejo, R. (2023). Abundancia de anchoveta (*Engraulis ringens*) y otras especies pelágicas en el ecosistema marino peruano determinados por acústica en 2021. *Boletín Instituto del Mar del Perú*, 38(1), 131-166. <https://doi.org/10.53554/boletin.v38i1.385>

ComexPerú. (2024). *Productividad laboral: 17 de 24 departamentos no se recuperan de la pandemia*. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/productividad-laboral-17-de-24-departamentos-no-se-recuperan-de-la-pandemia>

Dunleavy, K., Kane, A., Coffman, A., Reidy, J., & Bishop, M. (2022). Outcomes of participatory ergonomics and self-management in commercial clam farmers with chronic low back pain: A feasibility study. *Journal of Agromedicine*, 27(2), 217-231. <https://doi.org/10.1080/1059924X.2021.2004961>

Ferreiros, E. (2025). *Entre Pisco y Nasca*. Sociedad Nacional de Pesquería. <https://www.snp.org.pe>

García, I., & Villanueva, G. (2023). Mejora del diseño del área de etiquetado para reducir el riesgo ergonómico en la empresa pesquera JADA S.A., Chimbote 2023 [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/145518>

Gozzer, R., Sueiro, J., & Nuñez, J. (2022). Desafiando la tradición de país harinero: Una mirada económica de la actividad pesquera de Piura, Perú. *Investigaciones Sociales*, 35, 263-286. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8809004>

Gundmi, R., & Kamath, V. (2024). Factores de riesgo ergonómico asociados con el dolor lumbar en mujeres trabajadoras del procesamiento de pescado en India. *Indian Journal of Community Medicine*, 49(2), 285-292. https://doi.org/10.4103/ijcm.ijcm_123_23

Haqi, D., & Alayyannur, P. (2021). Diseño ergonómico de estación de trabajo para trabajadoras del ahumado de pescado en el área costera de Surabaya. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 15(2), 2185-2191.

<https://doi.org/10.37506/ijfmt.v15i2.14697>

Hassani, M., Kabiesz, P., Hesampour, R., Ezbarami, S., & Bartnicka, J. (2023). Prevalence of musculoskeletal disorders, working conditions, and related risk factors in the meat processing industry: Comparative analysis of Iran-Poland. *Work*, 74(1), 309-325. <https://doi.org/10.3233/WOR-211362>

Ispășoiu, A., Milosan, I., Gabor, C., & Oancea, G. (2023). A new methodology for validation of the ergonomics risk assessment in industry. *Processes*, 11(12), 3261. <https://doi.org/10.3390/pr11123261>

Janse, R., Hoekstra, T., Jager, K., Zoccali, C., Tripepi, G., Dekker, F., & Van Diepen, M. (2021). Conducting correlation analysis: Important limitations and pitfalls. *Clinical Kidney Journal*, 14(11), 2332-2337. <https://doi.org/10.1093/ckj/sfab085>

Kozai, T., Uraisami, K., Kai, K., & Hayashi, E. (2022). Productivity. En *Plant factory basics, applications and advances* (pp. 197-216). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-85152-7.00009-4>

OECD, & Eurostat. (2018). *Oslo manual 2018: Guidelines for collecting, reporting and using data on innovation* (4^a ed.). OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264304604-en>

Ortecho, Y. (2021). Plan de mejora ergonómico para disminuir los riesgos disergonómicos en la empresa de conservas de pescado Pesquera Karsol S.A.C., Chimbote 2021 [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/88803>

Paramasivam, P., Thirumoorthi, A., & Ravi, S. (2023). Análisis factorial del dolor lumbar en mujeres de la industria de procesamiento de mariscos. *Indian Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 27(3), 260-264. https://doi.org/10.4103/ijoem.ijoem_237_21

Patel, J., & Ghosh, T. (2023). Evaluación ergonómica de la prevalencia de trastornos musculoesqueléticos entre trabajadores del procesamiento de pescado de Suri. *Biomedicine*, 43(1), 21-25. <https://doi.org/10.51248/.v43i1.2565>

Pin, M., Rangel, L., & Bermeo, J. (2024). Evaluación ergonómica de los puestos de trabajo en el área de enlatado de una empresa pesquera. *Revista Científica y Arbitrada del Observatorio Territorial, Artes y Arquitectura: FINIBUS*, 7(14), 107-118. <https://doi.org/10.56124/finibus.v7i14.011>

Rossela, D., Nur, M., & Saputra, S. (2023). Problemas musculoesqueléticos en pescadores para mejorar la economía comunitaria en la aldea Bahuluang, Kep. Selayar, South Sulawesi. *Engagement: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(2), 487-503.

<https://doi.org/10.29062/engagement.v7i2.1526>

Shrestha, S., Shrestha, B., Bygvraa, D., & Jensen, O. (2022). Evaluación de riesgos en pesquerías artesanales en países en desarrollo: Una revisión sistemática. *American Journal of Preventive Medicine*, 62(4), e255-e264. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2021.08.031>

Soares, E., Ferreira, F., & Barbosa, P. (2023). Análisis ergonómico aplicado en acuicultura. *Revista de Gestão e Secretariado*, 14(11), 19283-19296. <https://doi.org/10.7769/gesec.v14i11.3112>

Taco, K., & Zavaleta, J. (2021). Implementación del SGSST basado en la Ley 29783 para reducir la accidentabilidad en la empresa Satrinsa, Arequipa 2021 [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/82653>

Taherdoost, H. (2022). ¿Cuáles son los diferentes enfoques de investigación? Revisión integral de métodos cualitativos, cuantitativos y mixtos, sus aplicaciones, tipos y limitaciones. *Journal of Management Science & Engineering Research*, 5(1), 53-63. <https://doi.org/10.30564/jmser.v5i1.4538>

Verma, B., Kumar, M., Swati, S., Tanwar, K., & Kiran, S. (2022). Estudio pre-experimental para evaluar la efectividad de un programa de enseñanza planificada sobre conocimientos y prácticas expresadas respecto a emergencias obstétricas seleccionadas entre enfermeras en hospitales del distrito de Shimla, Himachal Pradesh. *Cureus*, 14(10), e29811. <https://doi.org/10.7759/cureus.29811>

Zanfrillo, A., Leuci, V., Mortara, V., & Tabone, L. (2021). Sostenibilidad y productividad en la zafra de anchoíta. *Núcleo de Estudios y Documentación en Economía Pesquera, Universidad Nacional de Mar del Plata*. <https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/3935/1/zanfrillo-et-al-2021.pdf>

Zhang, M., Li, H., & Tian, S. (2023). Visual analysis of machine learning methods in the field of ergonomics—Based on CiteSpace V. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 93, 103395. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2022.103395>

Este preprint fue presentado bajo las siguientes condiciones:

- Los autores declaran que se obtuvieron los términos necesarios del consentimiento libre e informado de los participantes o pacientes en la investigación y se describen en el manuscrito, cuando corresponde.
- Los autores declaran que la preparación del manuscrito siguió las normas éticas de comunicación científica.
- Los autores declaran que son conscientes de que son los únicos responsables del contenido del preprint y que el depósito en SciELO Preprints no significa ningún compromiso por parte de SciELO, excepto su preservación y difusión.
- Los autores declaran que los datos, las aplicaciones y otros contenidos subyacentes al manuscrito están referenciados.
- El manuscrito depositado está en formato PDF.
- Los autores declaran que la investigación que dio origen al manuscrito siguió buenas prácticas éticas y que las aprobaciones necesarias de los comités de ética de investigación, cuando corresponda, se describen en el manuscrito.
- Los autores declaran que una vez que un manuscrito es postado en el servidor SciELO Preprints, sólo puede ser retirado mediante solicitud a la Secretaría Editorial deSciELO Preprints, que publicará un aviso de retracción en su lugar.
- Los autores aceptan que el manuscrito aprobado esté disponible bajo licencia [Creative Commons CC-BY](#).
- El autor que presenta el manuscrito declara que las contribuciones de todos los autores y la declaración de conflicto de intereses se incluyen explícitamente y en secciones específicas del manuscrito.
- Los autores declaran que el manuscrito no fue depositado y/o previamente puesto a disposición en otro servidor de preprints o publicado en una revista.
- Si el manuscrito está siendo evaluado o siendo preparando para su publicación pero aún no ha sido publicado por una revista, los autores declaran que han recibido autorización de la revista para hacer este depósito.
- El autor que envía el manuscrito declara que todos los autores del mismo están de acuerdo con el envío a SciELO Preprints.