



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

FACTORES DE RIESGO
DISERGONÓMICOS Y TRASTORNOS
MUSCULO-ESQUELÉTICOS EN
PESCADORES EN LOS ÚLTIMOS 12
AÑOS

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA
OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO
AMBIENTE

DIEGO JOSE DELGADO CALVO

LIMA - PERÚ

2025

ASESOR

DR JOHN MAXIMILIANO ASTETE CORNEJO

JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

MG. ISELLE LYNN SABASTIZAGAL VELA

PRESIDENTE

MG. JESÚS ARTURO SANTIANI ACOSTA

VOCAL

MG. RAUL ASTETE CORNEJO

SECRETARIO

DEDICATORIA

Agradezco a mi padre por su constante apoyo y por permitirme cumplir mis objetivos personales, gracias por siempre estar para mí.

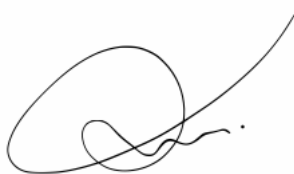
AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi casa de estudios, a mis maestros y mentores que me enseñaron el arte de la medicina, y un especial agradecimiento a mi asesor por su dedicación, acompañamiento y tiempo brindado.

FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Trabajo de investigación autofinanciado.

DECLARACIÓN DE AUTOR			
FECHA	30	ENERO	2026
APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO	DELGADO CALVO DIEGO JOSE		
PROGRAMA DE POSGRADO	MAESTRIA DE MEDICINA OCUPACIONAL Y DEL MEDIO AMBIENTE		
AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS	2024		
TITULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO	FACTORES DE RIESGO DISERGONÓMICOS Y TRASTORNOS MUSCULO-ESQUELÉTICOS EN PESCADORES EN LOS ÚLTIMOS 12 AÑOS		
MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO	TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TIPO REVISION NARRATIVA		
Declaración del Autor El presente Trabajo de Grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
Teléfono de contacto (fijo / móvil)	968065421		
E-mail	diego.delgado.c@upch.pe		



Firma del Egresado

DNI 74134790

ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS.....	5
III.	DESARROLLO DEL ESTUDIO	18
	1.1. Factores de riesgo disergonómicos en pescadores	
	2.1 Trastornos musculoesqueléticos en pescadores	
	3.1 Prevalencia y patrones epidemiológicos	
	4.1 Descripción de la relación entre los factores de riesgo disergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos en pescadores	
	5.1 Medidas de prevención y control	
	6.1 Normativa y regulaciones en seguridad ocupacional	
	7.1 Desafíos y perspectivas futuras	
IV.	CONCLUSIONES.....	61
V.	REFERENCIAS.....	70
VI.	ANEXOS.....	

RESUMEN

Esta revisión narrativa aborda en profundidad cómo los pescadores tanto en flotas industriales como en comunidades artesanales, están continuamente expuestos a factores de riesgo disergonómicos como posturas forzadas al izar y descargar redes, movimientos repetitivos durante la clasificación del pescado y la manipulación de cargas pesadas al transportar contenedores y cómo estas exigencias biomecánicas explican la alta incidencia de trastornos musculoesqueléticos (TME) en este grupo ocupacional. Los estudios analizados reportan prevalencias de lumbalgia que oscilan entre el 50% y el 93% según el tipo de pesca y las condiciones operativas, mientras que el síndrome del túnel carpiano afecta al 20–35% de los pescadores y más del 30 % presenta tendinopatías de hombro, con impacto directo en su calidad de vida y en la productividad de la actividad pesquera. El objetivo fue describir la relación entre estos factores de riesgo y la aparición de TME en pescadores durante los últimos 12 años.

Se realizó una revisión narrativa de la literatura científica, utilizando bases de datos como Scopus, PubMed y SciELO. Se incluyeron 73 estudios seleccionados mediante criterios PRISMA adaptados al enfoque cualitativo. Los hallazgos revelan que la prevalencia de TME en pescadores puede alcanzar hasta el 93%, destacando condiciones como lumbalgia, síndrome del túnel carpiano y tendinopatías de hombro. Ante este panorama, se propone un enfoque integral que combine la creación de un sistema de vigilancia epidemiológica estandarizado, programas de capacitación continua y certificada, incentivos financieros para la adquisición de equipamiento ergonómico y la investigación y desarrollo de tecnologías emergentes

como gemelos digitales y sensores in vivo, con el fin de generar intervenciones más precisas y sostenibles que permitan prevenir eficazmente los TME en los pescadores.

PALABRAS CLAVE

PESCADORES - TRASTORNOS MUSCULOESQUELÉTICOS – FACTORES
DE RIESGO ERGONÓMICO - MEDICINA OCUPACIONAL

ABSTRACT

This narrative review thoroughly examines how fishermen, both in industrial fleets and artisanal communities, are continuously exposed to disergonomic risk factors such as forced postures when lifting and unloading nets, repetitive movements during fish sorting, and the handling of heavy loads when transporting containers. These biomechanical demands largely explain the high incidence of work-related musculoskeletal disorders (WMSDs) in this occupational group. The studies analyzed report lumbar pain prevalence ranging from 50% to 93%, depending on the type of fishing and operational conditions. Carpal tunnel syndrome affects 20–35% of fishermen, and over 30% present with shoulder tendinopathies, significantly impacting their quality of life and the productivity of fishing activities. The objective was to describe the relationship between these risk factors and the occurrence of WMSDs in fishermen over the last 12 years. A narrative literature review was conducted using databases such as Scopus, PubMed, and SciELO. Seventy-three studies were included, selected following PRISMA criteria adapted to a qualitative review. The findings reveal that WMSD prevalence among fishermen may reach up to 93%, with conditions such as low back pain, carpal tunnel syndrome, and shoulder tendinopathies being most frequent. In response to this scenario, an integrated approach is proposed combining the development of a standardized epidemiological surveillance system, continuous certified training programs, financial incentives for acquiring ergonomic equipment, and the promotion of research and development of emerging

technologies such as digital twins and *in vivo* sensors to support more precise and sustainable interventions for the effective prevention of WMSDs in fishermen.

KEYWORDS

FISHERMEN - MUSCULOSKELETAL DISORDERS – ERGONOMICS RISK
FACTOR - OCCUPATIONAL MEDICINE

I. INTRODUCCIÓN

Planteamiento del problema

La pesca es una de las actividades económicas extractivas más importantes en diversas regiones costeras del Perú, siendo fuente de empleo y sustento para 200,000 personas, entre pescadores artesanales, industriales y trabajadores indirectos del sector según estimaciones oficiales del ministerio de producción (PRODUCE) (70). Sin embargo, los pescadores están expuestos a condiciones laborales adversas que pueden afectar su salud, en particular el sistema músculo-esquelético especialmente por factores disergonómicos como posturas forzadas al izar redes, movimientos repetitivos durante la clasificación del pescado y la manipulación de cargas pesadas. Factores como posturas forzadas, movimientos repetitivos, manipulación de cargas pesadas contribuyen al desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (TME) (1,2). En Brasil, se han reportado prevalencias superiores al 90% en pescadores artesanales; en Dinamarca, el 40% de los pescadores ha requerido atención hospitalaria por TME, y en Tailandia, más del 70% refiere dolor musculoesquelético, principalmente lumbar, hombros y muñecas (1,15,33). Estos TME incluyen lumbalgia, tendinopatías, síndrome del túnel carpiano y lesiones del manguito rotador, afecciones que generan dolor crónico, discapacidad funcional y pérdida de productividad. A pesar de la alta prevalencia de estos trastornos, existe una falta de normativas específicas que aborden los factores de riesgo disergonómicos en pescadores, lo que agrava la situación y limita la implementación de estrategias de prevención efectivas (3).

Frente a este panorama, surge la necesidad de responder a la siguiente pregunta:
¿Cuál es la relación entre los factores de riesgo disergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos en pescadores, según la literatura científica publicada en los últimos 12 años?

Justificación

Práctica: Los trastornos musculoesqueléticos (TME) han sido documentados como una de las principales causas de morbilidad entre trabajadores expuestos a cargas físicas intensas, como los pescadores (1,15,31,33). A nivel internacional, estudios evidencian que la prevalencia de TME en este grupo ocupacional puede superar el 90%, afectando principalmente la región lumbar, los hombros y las extremidades superiores (15,33).

Esta revisión narrativa busca integrar y actualizar el conocimiento disponible sobre los factores disergonómicos en pescadores, sistematizando evidencia de los últimos 12 años mediante criterios PRISMA adaptados (9,23). El análisis exhaustivo de esta información permitirá fortalecer el marco conceptual y empírico respecto a la ergonomía ocupacional en contextos marítimos, y al mismo tiempo, identificar vacíos en la literatura que podrían orientar futuras investigaciones aplicadas (59,62).

Teórica: A pesar de la alta carga de enfermedad musculoesquelética en el sector pesquero, las políticas de salud ocupacional en el Perú han mostrado serias limitaciones en lo que respecta a la vigilancia médica específica, normativas adaptadas y programas preventivos eficaces (3,7,68). Este estudio ofrece evidencia que puede ser utilizada para diseñar estrategias prácticas como:

- Protocolos de vigilancia médica con enfoque musculoesquelético para embarcaciones pesqueras (7,68).
- Programas de formación continua en ergonomía marítima y técnicas de manejo de carga en pescadores (10,62,63).
- Recomendaciones para un rediseño de herramientas y jornadas laborales en función de los riesgos detectados en este grupo ocupacional (9,59,63).

Además, los resultados podrían apoyar la formulación de nuevas disposiciones en el marco del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), según lo establecido en la Ley N.º 29783 (7), así como aportar futuras actualizaciones de las normativas específicas del MINSA y del MTPE (67,68).

Social: La pesca sigue siendo una fuente de subsistencia para más de 200,000 de peruanos, incluyendo pescadores artesanales, industriales y trabajadores vinculados indirectamente a esta actividad (70). Los TME generan consecuencias sociales significativas: dolor crónico, disminución de la capacidad laboral, deterioro de la calidad de vida y riesgo de exclusión del trabajo formal (31,33,7). Al visibilizar esta problemática mediante una rigurosa síntesis de evidencia

científica, esta investigación contribuye a posicionar la salud ocupacional de los pescadores como un tema prioritario para lograr una intervención. Además, promueve un enfoque más humano y sostenible de las políticas públicas relacionadas con el trabajo marítimo, integrando la dimensión salud como un eje importante del desarrollo económico regional, nacional e internacional.

II. OBJETIVOS

El objetivo general se orienta en describir la relación entre los factores de riesgo disergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos en pescadores durante los últimos 12 años (2012-2024).

Los objetivos específicos son:

- Identificar los factores de riesgo ergonómico en pescadores según su naturaleza: biomecánicos, organizacionales y psicosociales.
- Describir los trastornos musculoesqueléticos más frecuentes reportados en pescadores, según tipo, localización y prevalencia.
- Analizar la relación entre los factores de riesgo disergonómicos y la aparición de TME en función del tipo de pesca (artesanal, industrial, altamar).
- Examinar las consecuencias funcionales, sociales y económicas asociadas a los TME en pescadores.
- Revisar las medidas de prevención, regulación y control ergonómico propuestas en la literatura para este grupo ocupacional.

Metodología

Esta investigación corresponde a una revisión narrativa de la literatura, cuyo objetivo fue describir la relación entre los factores de riesgo disergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos (TME) en pescadores, según la evidencia científica

publicada en los últimos 12 años. Se seleccionaron artículos científicos primarios y secundarios publicados entre 2012 y 2024, con un enfoque descriptivo-analítico y de integración temática. Se utilizó la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) lo que permitió que esta revisión narrativa tenga un enfoque más riguroso y transparente sin la necesidad de realizar un meta-análisis cuantitativo (8). El proceso de búsqueda de información se llevó a cabo en bases de datos reconocidas como SciELO, PubMed, Scopus y Google scholar, la última como apoyo para emplear literatura gris y documentos normativos. Se utilizaron combinaciones de palabras clave en español e inglés con operadores booleanos, tales como: “fishermen” AND “musculoskeletal disorders”, “ergonomic risk factors” AND “fishing”, “postural risk” OR “manual handling” AND “occupational health”, “trastornos musculoesqueléticos” AND “pescadores” y “factores disergonómicos” AND “salud ocupacional” ; la búsqueda se limitó a artículos publicados entre enero de 2012 y diciembre de 2024, en idiomas español e inglés.

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión para garantizar la pertinencia de los estudios seleccionados:

Criterios de inclusión:

- Estudios, artículos e investigaciones publicadas en los últimos 12 años.
- Estudios observacionales, revisiones, informes técnicos y documentos normativos.
- Investigaciones que abordan la relación entre factores disergonómicos y TME en pescadores.

- Documentos en idioma español.
- Documentos en idioma inglés.
- Publicaciones relacionadas con el tema a tratar.

Criterios de exclusión:

- Estudios centrados en otras ocupaciones no relacionadas con la pesca.
- Artículos duplicados o sin acceso al texto completo.
- Publicaciones anteriores a 2012.
- Cartas al editor.
- Ensayos clínicos.
- Documentos con información incompleta.
- Artículos de pago.
- Artículos de opinión.

Finalmente, la información fue organizada en un repositorio de documentos conformado por 153 archivos, se hizo una identificación de registros en la base de datos, se eliminaron artículos duplicados, se hizo la evaluación de títulos y resúmenes, se evaluaron los textos completos y finalmente la información fue redactada en una síntesis narrativa basada en los 73 estudios que rigurosamente fueron incluidos tras aplicar los criterios de selección y siguiendo los principios generales del diagrama PRISMA, adaptados a revisiones narrativas. La información fue organizada mediante agrupación temática, considerando los siguientes ejes: Tipos de factores de riesgo (biomecánicos, organizacionales, psicosociales), segmentos corporales afectados y tipos de TME, tipo de pesca (artesanal, industrial, altamar) y consecuencias funcionales, sociales y económicas. Se realizó un análisis

crítico y contextualizado de los hallazgos, con énfasis en su aplicabilidad para la salud pública ocupacional en Perú. Al tratarse de una revisión narrativa, no se aplicaron herramientas de evaluación de calidad metodológica ni metaanálisis estadísticos. Existe una posible limitación en la heterogeneidad de los estudios incluidos y en la representación geográfica desigual, con mayor número de investigaciones de América Latina y Asia. Asimismo, la exclusión de estudios en idiomas distintos al español e inglés podría haber restringido el alcance de la evidencia que ha sido recopilada. (Anexo 1).

Aspectos éticos

Este trabajo corresponde a una revisión narrativa de la literatura, por lo que no involucró la participación directa de seres humanos ni la recolección de datos primarios. En consecuencia, no fue necesaria la aprobación por parte de un comité de ética en investigación. Por otra parte, se ha cumplido con los principios fundamentales de integridad científica, asegurando el respeto por los derechos de autor, la citación adecuada de las fuentes utilizadas, y la selección exclusiva de literatura científica proveniente de revistas revisadas por pares, informes técnicos oficiales y bases de datos académicas reconocidas. Asimismo, el desarrollo del trabajo siguió los lineamientos éticos y académicos establecidos por la universidad, en concordancia con las buenas prácticas en investigación bibliográfica.

Antecedentes por variable

En cuanto al desarrollo del estudio es importante definir cuáles son las variables elegidas y cuáles son los antecedentes de cada una de estas para considerar la

relevancia de porqué fueron elegidas. En la presente revisión narrativa se escogieron los factores de riesgo disergonómicos y los TME como variables de importancia (1,9,10,11,12,14,16,17,24,25) y la operacionalización de variables (Anexo 2).

Factores de riesgo disergonómico:

- Posturas forzadas: Literatura previa ha identificado que los pescadores adoptan estas posturas durante la manipulación de redes y trampas, lo que aumenta el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.
- Movimientos repetitivos: Investigaciones previas detallan que los pescadores realizan tareas repetitivas y esto los afecta principalmente produciendo TME en la región lumbar y las extremidades superiores.
- Manipulación de cargas pesadas: Está documentado que levantar, manipular o empujar cargas de más de 9 kg genera estrés biomecánico significativo, esto estaría reflejado en provocar lesiones musculoesqueléticas en pescadores.

Trastornos musculoesqueléticos (TME)

- Lesiones en la columna vertebral: Estudios reportan alta prevalencia de lumbalgia y hernias discales en pescadores debido a la exposición a posturas inadecuadas y cargas excesivas.
- Síndrome del túnel carpiano y tendinitis: Se ha evidenciado que los movimientos repetitivos generan inflamación en los tendones de la mano y la muñeca.

- Síndrome del manguito rotador y lesiones en el hombro: Se ha encontrado que los pescadores tienen un alto riesgo de desarrollar lesiones en el manguito rotador debido a la combinación de movimientos repetitivos y levantamiento de cargas pesadas. Estas afecciones pueden generar dolor crónico y limitar la funcionalidad del hombro.
- Bursitis y epicondilitis: Estudios resaltan que la manipulación de redes y equipos pesados favorece la aparición de estas afecciones.

Fundamentación teórica

En esta sección se abordará la definición teórica de variables seleccionadas para así tener una visión más clara y estandarizada de lo que se abordará en la presente revisión narrativa.

Factores de riesgo disergonómicos:

Posturas Forzadas en Pescadores:

NIOSH define las posturas forzadas como aquellas en las que una articulación se mantiene fuera de su rango natural de movimiento, aumentando el riesgo de lesiones musculoesqueléticas (39). Los pescadores, tanto artesanales como industriales, deben adoptar diversas posturas forzadas debido a las exigencias de su labor.

Tipos de posturas forzadas:

- Bipedestación prolongada: Durante la jornada de pesca, los trabajadores pasan largos períodos de pie en superficies inestables, como la cubierta de una embarcación. Esta postura puede generar fatiga muscular en miembros inferiores y problemas circulatorios, especialmente en la región lumbar y las rodillas (5).
- Postura agachada: Se presenta cuando los pescadores deben inclinarse para recoger redes o manipular capturas. La flexión del tronco hacia adelante y la carga estática prolongada generan estrés biomecánico en la zona lumbar y aumentan el riesgo de hernias discales (5,9).
- Postura en cuclillas: Ocurre principalmente en embarcaciones pequeñas donde el espacio es reducido y los trabajadores deben permanecer en esta posición por períodos prolongados. Esta postura incrementa la presión sobre las rodillas y tobillos, favoreciendo el desarrollo de condromalacia rotuliana y otras afecciones articulares (10).
- Inclinación del tronco hacia adelante: Es frecuente al izar redes pesadas o manipular equipos de pesca, lo que puede provocar sobrecarga en la columna lumbar y tensión excesiva en los músculos del cuello y los hombros, contribuyendo al desarrollo de patologías como el síndrome del manguito rotador (11).

Medios de evaluación de Posturas Forzadas

- Métodos observacionales: OWAS, REBA, RULA.
- Métodos instrumentales: Sensores inerciales, plataformas de presión.
- Cuestionarios: Nórdico, EVA (9,11,12).

Movimientos Repetitivos en Pescadores:

NIOSH define los movimientos repetitivos como la ejecución de una misma acción de forma continua, frecuente y prolongada en el tiempo, lo que puede generar fatiga muscular y un mayor riesgo de trastornos musculoesqueléticos (TME), especialmente en las extremidades superiores y la zona lumbar (38,19). En el caso de los pescadores, tanto artesanales como industriales, estos movimientos son una parte integral de su labor, aumentando la carga biomecánica sobre tendones, músculos y articulaciones.

Tipos de Movimientos Repetitivos en Pescadores

- Manipulación de redes y trampas: La actividad de lanzar, recoger y organizar redes de pesca implica un alto número de repeticiones de los mismos movimientos con las manos y brazos, lo que genera estrés en las articulaciones y músculos del antebrazo, así como en los hombros (11).
- Clasificación y limpieza del pescado: La selección y preparación de los peces requiere movimientos cíclicos de las manos y muñecas, lo que puede llevar a lesiones como el síndrome del túnel carpiano y la tendinitis (16).
- Levantamiento y vaciado de recipientes de pesca: La transferencia constante de la carga de un lado a otro genera una repetición mecánica de los movimientos de flexión y extensión de los brazos, lo que puede afectar la movilidad y funcionalidad del hombro a largo plazo (12).

- Uso repetitivo de herramientas y equipos: Tareas como el mantenimiento de embarcaciones o la manipulación de cabos y anzuelos requieren la activación continua de los mismos grupos musculares, lo que aumenta la fatiga y el riesgo de inflamación tendinosa de estos (17).

Medios de Evaluación de Movimientos Repetitivos

- Métodos observacionales: Índices de repetitividad laboral como OCRA y RULA permiten analizar el nivel de riesgo ergonómico con frecuencia de repeticiones por minuto e índices de esfuerzo biomecánico (38).
- Métodos instrumentales: Electromiografía y sensores de movimiento para medir la activación muscular y la fatiga.
- Cuestionarios: Escala de Borg para medir la percepción del esfuerzo físico y el Cuestionario Nórdico para identificar síntomas musculoesqueléticos (12).

Manipulación de Cargas Pesadas en Pescadores

NIOSH establece que la manipulación manual de cargas pesadas implica el levantamiento, transporte o empuje de objetos que pueden superar los límites recomendados para el ser humano que para fines prácticos será estipulado a más de 23 kg con ambas manos, lo que genera una sobrecarga en la columna vertebral y en los músculos de las extremidades superiores e inferiores (19,38). En los pescadores, esta actividad es común debido a la necesidad de trasladar redes, contenedores de peces y otros equipos de trabajo.

Tipos de Manipulación de Cargas Pesadas en Pescadores

- Levantamiento de cajas y contenedores de pescado: Los pescadores deben cargar y transportar recipientes con grandes volúmenes de pescado, lo que puede generar lesiones lumbares y rodillas debido al peso excesivo sumado a la postura utilizada (12).
- Izado de redes y trampas pesadas: Estas tareas requieren fuerza significativa en los brazos y la espalda, incrementando el riesgo de distensiones musculares y hernias discales (11).
- Carga y descarga de equipos en la embarcación: El movimiento constante de materiales pesados desde la embarcación al muelle y viceversa puede producir fatiga muscular y problemas en la movilidad articular (10).
- Empuje y arrastre de objetos pesados: Actividades como la manipulación de cabrestantes y winches mecánicos pueden generar sobreesfuerzo en los hombros y la zona lumbar (12).

Medios de Evaluación de la Manipulación de Cargas Pesadas

- Métodos observacionales: OWAS y REBA para evaluar posturas y esfuerzos físicos.
- Métodos instrumentales: Uso de dinamómetros y plataformas de fuerza para medir la carga biomecánica en la columna vertebral y extremidades.
- Cuestionarios: Índice de Levantamiento NIOSH para estimar el riesgo ergonómico del levantamiento de cargas y Escala de Percepción de Carga Física para evaluar el esfuerzo percibido por los trabajadores (12,38).

Trastornos musculoesqueléticos

Frecuencia de los TME en Pescadores

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son altamente prevalentes en pescadores debido a la combinación de factores ergonómicos adversos anteriormente descrito. De acuerdo con datos del CDC y NIOSH, los TME en la pesca comercial se encuentran entre las principales causas de discapacidad laboral en este sector (38,39).

Dolor lumbar y lesiones de columna

Según NIOSH, las lesiones lumbares en el ámbito laboral se asocian con la exposición prolongada a posturas forzadas y levantamiento de cargas pesadas (38,41). La prevalencia en pescadores puede superar el 50%, especialmente en aquellos que realizan levantamientos frecuentes de cargas pesadas y trabajan en condiciones de inestabilidad (39).

Medios de Evaluación:

- Métodos clínicos: Evaluación mediante pruebas físicas como la maniobra de Lasègue y la prueba de Schober.
- Diagnóstico por imágenes: Radiografía, resonancia magnética (RM) y tomografía computarizada (TC) para detectar hernias discales o espondilolistesis.
- Evaluaciones funcionales: Cuestionario de Oswestry para medir la discapacidad lumbar y escala EVA para la percepción del dolor (40).

Síndrome del túnel carpiano y tendinitis

Definido por NIOSH como una neuropatía por atrapamiento del nervio mediano debido a la flexión repetitiva de la muñeca y la compresión en el túnel carpiano. Entre el 20% y 35% de los pescadores presentan síntomas relacionados con la compresión del nervio mediano y la inflamación de los tendones debido a la manipulación continua de redes y herramientas (38,40).

Medios de Evaluación:

- Pruebas clínicas: Phalen y Tinel para detectar atrapamiento del nervio mediano.
- Electromiografía (EMG): Para medir la conducción nerviosa y la afectación del nervio mediano.
- Evaluación ergonómica: Aplicación de OCRA para medir la exposición a movimientos repetitivos (40).

Síndrome del manguito rotador y lesiones en el hombro

Involucra la inflamación o desgarro de los tendones del hombro debido a movimientos repetitivos y la elevación frecuente de cargas por encima del nivel del hombro. Se estima que más del 30% de los pescadores desarrollan estas afecciones debido a la repetitiva elevación de brazos y la manipulación de cabrestantes y redes pesadas (41).

Medios de Evaluación:

- Pruebas clínicas: Neer, Hawkins y Jobe para evaluar la afectación del supraespinoso.
- Diagnóstico por imágenes: RM y ecografía para detectar desgarros o inflamación tendinosa.
- Evaluaciones ergonómicas: Uso de REBA y RULA para analizar la carga biomecánica en tareas laborales (41).

Bursitis y epicondilitis

NIOSH las clasifica como inflamaciones crónicas de las bursas y los tendones en codo y hombro debido a sobrecarga mecánica y posturas inadecuadas (38,40). Estas afecciones son frecuentes en trabajadores que realizan movimientos repetitivos con el codo y la muñeca, afectando aproximadamente al 25% de los pescadores (42).

Medios de Evaluación:

- Pruebas clínicas: Test de Cozen y Mills para epicondilitis lateral.
- Ecografía diagnóstica: Para evaluar la inflamación de la bursa en casos de bursitis.
- Cuestionarios de autopercepción: Escala EVA y Cuestionario Nórdico para detectar síntomas musculoesqueléticos (42).

III. DESARROLLO DEL ESTUDIO

1.1 Factores de riesgo disergonómicos en pescadores

1.1.1 Posturas forzadas

Las posturas forzadas en pescadores han sido objeto de estudio en diversas investigaciones. En el contexto de la pesca de cangrejo, se han identificado varios factores de riesgo que se atribuyen a la carga biomecánica y a la inestabilidad postural, lo que puede llevar a generar lesiones musculoesqueléticas. Un estudio de 2023 evaluó una intervención desarrollada por los mismos pescadores para reducir la carga musculoesquelética durante la recolección de cangrejos Dungeness donde se encontró que el uso de una barra ergonómica (banger bar) redujo los ángulos de movimiento del tronco y los hombros, así como la actividad muscular en la parte baja de la espalda, los hombros y las extremidades superiores. También disminuyó la percepción del esfuerzo y las medidas de balance postural, sugiriendo que la altura de la barra es un factor importante para reducir el riesgo de lesiones (9). Otro estudio reciente del 2025 investigó el diseño de bloques en la manipulación de trampas para cangrejos y encontró que posicionar las trampas más cerca de los pescadores a bordo redujo también los movimientos del tronco a nivel de L5/S1 mejorando así la estabilidad postural (10).

1.1.2 Movimientos repetitivos

Un estudio del 2008 realizado en Carolina del norte, se centró en los riesgos ergonómicos asociados con las tareas repetitivas en pescadores comerciales de cangrejo y redes de enmalle donde evaluó las tensiones biomecánicas que se daban

en la región lumbar de los pescadores. Los resultados mostraron que los pescadores pasaban el 80% de su jornada laboral colocando y recogiendo trampas para cangrejos o redes de enmalle, y el 25% de ese tiempo se dedica a manipular el equipo para extraer el cangrejo. Aunque las tareas que implican la manipulación de cargas pesadas representaron un porcentaje pequeño del tiempo total de trabajo (0 a 14%), generan altos valores de compresión espinal y altos índices de levantamiento según el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), lo que indica un riesgo significativo de lesiones lumbares (11).

1.1.3 Manipulación de cargas pesadas

Está documentado que las tareas que implican fuerzas superiores a 9 kilogramos, así como la compresión espinal superior a 3,400 N están asociadas con un aumento en la incidencia de dolor lumbar severo entre los pescadores comerciales de cangrejo y redes de enmalle. Se encontró un estudio relevante en la materia del año 2009 el cual nos ayuda a entender los riesgos ergonómicos asociados con la manipulación de cargas pesadas, cómo las que enfrentan los pescadores. Indican que las fuerzas de cizallamiento anteroposterior son más pronunciadas en los niveles superiores de la columna lumbar y son de una magnitud alarmante. Este estudio subraya la complejidad de las tareas de empuje y tracción, que no son tan simples como se podría pensar, ya que implican una actividad biomecánica compleja. Los resultados pueden ayudar a explicar por qué las tasas de dolor lumbar en algunos entornos laborales no disminuyen incluso cuando se implementan intervenciones que cambian la tarea de levantar a empujar. Estos hallazgos son

aplicables a la comprensión de los riesgos ergonómicos en la pesca, donde la manipulación de cargas pesadas y las posturas forzadas son comunes (11,12)

2.1 Trastornos musculoesqueléticos en pescadores

2.1.1 Lesiones en la columna vertebral

Las lesiones espinales, específicamente el dolor lumbar y la hernia discal, son preocupaciones significativas y latentes entre los pescadores debido a la naturaleza exigente del trabajo que desempeñan. La lumbalgia es común entre los pescadores, como se observa en estudios que destacan la alta prevalencia de trastornos musculoesqueléticos en pescadores. Un estudio realizado en Brasil encontró que el 86.4% de los participantes reportaron dolor en la parte baja de la espalda y que este dolor puede ser exacerbado por tareas repetitivas y posturas forzadas el trabajo, como se ha documentado en pescadores comerciales de Carolina del Norte, donde actividades como la descarga de capturas y el uso de carretes de red están asociadas con un aumento en la tasa de lumbalgia (1, 13).

Los pescadores enfrentan un riesgo elevado de trastornos de disco toraco-lumbar, como se observó en un estudio de cohorte realizado en Dinamarca, que reportó altos índices de incidencia sobre estos trastornos entre los pescadores. Además, un estudio también en Dinamarca basado en registros identificó factores de riesgo

ocupacionales y de salud para la lumbalgia en pescadores, destacando la importancia que no solo presentan una alta incidencia sino también prevalencia (14,15).

2.1.2 Tendinitis y síndrome del túnel carpiano

La tendinitis y el síndrome del túnel carpiano son trastornos comunes en pescadores debido a los factores de riesgo disergonómicos inherentes a su trabajo, como posturas forzadas y movimientos repetitivos; La literatura médica indica están fuertemente asociadas con trastornos relacionados con los tendones de la mano y la muñeca, así como con el síndrome del túnel carpiano (16). El síndrome del túnel carpiano ocurre cuando el nervio mediano se comprime al pasar por el túnel carpiano en la muñeca, lo que provoca dolor, hormigueo, debilidad o entumecimiento en la mano o la muñeca. La evidencia sugiere una relación dosis-respuesta entre la actividad manual y el riesgo de desarrollar este síndrome, lo que subraya la importancia de reducir la exposición de los pescadores a estos factores de riesgo (17).

La tendinitis, por otro lado, se refiere a la inflamación de los tendones, y puede ser exacerbada por movimientos repetitivos y posturas forzadas; La literatura médica destaca que estas tareas aumentan el riesgo de trastornos relacionados con los tendones (16). En pescadores, estas condiciones son comunes debido a la naturaleza de su trabajo, que a menudo implica movimientos repetitivos de manipulación de equipos pesados y posturas forzadas. Para mitigar estos riesgos, se recomienda implementar medidas ergonómicas que reduzcan la repetición y la fuerza necesaria en las tareas, así como corregir las posturas (18). La identificación temprana y el

tratamiento adecuado de estos trastornos son cruciales para prevenir la progresión y el desarrollo de discapacidades laborales (19).

2.1.3 Síndrome del manguito rotador y lesiones en el hombro

El síndrome del manguito rotador y las lesiones de hombro son preocupaciones comunes entre los pescadores debido a las exigencias físicas de su trabajo. El manguito rotador está compuesto por los músculos supraespinoso, infraespinoso, redondo menor y subescapular, que proporcionan estabilidad dinámica a la articulación del hombro. Las lesiones del manguito rotador pueden variar desde tendinopatías hasta desgarros de espesor completo, y son una de las causas principales de dolor y disfunción en el hombro (20,21). En pescadores, los movimientos repetitivos y las posturas forzadas, como el levantamiento de redes y la manipulación de equipos pesados, pueden aumentar el riesgo de desarrollar trastornos del manguito rotador. Un estudio de cohortes en Dinamarca encontró que los pescadores tienen una alta incidencia de síndrome del manguito rotador, con ratios de incidencia estandarizados (SIR) significativamente elevados (22). Este riesgo se asocia con la exposición a movimientos repetitivos y posturas forzadas, que son comunes en el trabajo de pesca; La evidencia encontrada en este estudio sugiere que las actividades de los pescadores que implican elevación de cargas y movimientos repetitivos están fuertemente asociadas con la ocurrencia de síndrome del manguito rotador y tendinitis de hombro. (23).

2.1.4 Bursitis y epicondilitis

La bursitis y la epicondilitis son afecciones afectan comúnmente a los pescadores debido a las demandas físicas de su trabajo. La bursitis es la inflamación de las bolsas sinoviales, que son estructuras que reducen la fricción entre los tejidos. En el contexto del trabajo de los pescadores, la bursitis puede desarrollarse en el hombro o el codo debido a movimientos repetitivos y posturas forzadas.

La epicondilitis, por otro lado, se refiere a la inflamación de los tendones que se insertan en los epicóndilos del codo. Existen dos tipos principales: la epicondilitis lateral, conocida como "codo de tenista", y la epicondilitis medial, conocida como "codo de golfista". La epicondilitis lateral es más común y se asocia con el uso excesivo de los músculos extensores de la muñeca, mientras que la epicondilitis medial se relaciona con el uso excesivo de los músculos flexores y pronadores (24,25,26)

En pescadores, la epicondilitis puede ser causada por actividades que implican movimientos repetitivos de la muñeca y el codo, como el lanzamiento de redes o la manipulación de cargas pesadas. La literatura médica indica que los factores ocupacionales, como actividades que requieren levantamiento de cargas pesadas combinada con movimientos o posturas forzadas, están asociados con la epicondilitis(26). El tratamiento generalmente comienza con medidas conservadoras, como la modificación de actividades, fisioterapia y el uso de antiinflamatorios no esteroideos. En casos donde el tratamiento conservador no es efectivo, se puede considerar la cirugía (24,25,26).

2.1.5 Artrosis y desgaste prematuro de articulaciones

La osteoartritis es una enfermedad articular crónica que se caracteriza por la degradación del cartílago y otros tejidos de la articulación, acompañada de inflamación de bajo grado, lo que puede resultar en dolor, reducción de la función y discapacidad (27). En el ámbito de los pescadores, el desgaste prematuro de las articulaciones puede ser un problema debido a las demandas físicas de su trabajo, que a menudo implican movimientos repetitivos y levantamiento de carga mecánica excesiva sobre las articulaciones, especialmente en las manos, muñecas, codos y hombros.

El riesgo de desarrollar osteoartritis en pescadores puede estar influenciado por factores biomecánicos, como el movimiento repetitivo y la sobrecarga de las articulaciones, que son comunes en esta ocupación. Estos factores pueden alterar la homeostasis articular y contribuir a la progresión de la enfermedad (27,28). Además, la osteoartritis es una enfermedad multifactorial, donde la obesidad y las lesiones articulares previas son factores de riesgo bien descritos y modificables (29). El manejo de la osteoartritis se centra principalmente en aliviar los síntomas de dolor y mejorar la función mediante intervenciones en el estilo de vida, como programas de autogestión, actividad física y control del peso (29). En casos avanzados, donde los síntomas persisten y afectan significativamente la calidad de vida, el reemplazo articular puede ser una opción (29,30). Los pescadores están propensos a desarrollar osteoartritis y desgaste articular prematuro debido a las exigencias físicas de su trabajo.

3.1 Prevalencia y patrones epidemiológicos

3.1.1 Estudios recientes sobre la frecuencia de TME en pescadores

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) son altamente prevalentes entre los pescadores debido a las exigencias físicas de su ocupación y lo extenuante de su labor. Un estudio realizado por Müller en 2019 a comunidad de pescadores artesanales brasileños en la Bahía de Todos los Santos, Brasil, reportó que el 93.5% de los trabajadores que se dedicaban a la pesca presentaron TME en al menos una región del cuerpo, siendo también hallazgo de este estudio se describió a las regiones mayormente afectadas entre las cuales están la parte baja de la espalda, las muñecas, manos y la parte superior de la espalda siendo también importante destacar que muchas veces se presentan las lesiones no de forma aislada sino también concomitante con otras afecciones ya descritas (1). En referencia específica a la región lumbar se encontró que estaba principalmente asociado a la manipulación manual de redes de arrastre durante más de 6 horas diarias (15). Esto coincide con lo descrito por Sukanya en el 2020 en Tailandia, donde se encontró que el 70% de los pescadores reportaban dolor en la región lumbar y cervical al realizar sus labores (33).

Además, una revisión sistemática de la literatura realizada por Nørgaard Remmen encontró que la prevalencia de TME entre pescadores ocupacionales varía significativamente entre los estudios, con rangos del 15% al 93% (3). La revisión identificó que trabajar a tiempo parcial es un factor de riesgo consistente para el desarrollo de TME, aunque otros factores como el tipo de embarcación y tipo

trabajo mostraron resultados contradictorios. Esto sugiere que las diferencias en metodología y definiciones de TME pueden influir en las estimaciones de prevalencia.

En Brasil, otro estudio reportó una alta prevalencia de TME, especialmente en la espalda baja y alta, las rodillas, lo que impactó negativamente en la calidad de vida de los pescadores (31). Este estudio también enfatiza la necesidad de reorganizar los servicios de salud para prevenir la ocurrencia de TME, mejorar el tratamiento y rehabilitación de los afectados.

En Dinamarca, un estudio que se basó en registros de pescadores encontró que el 40% de los pescadores tuvieron que asistir a un hospital por padecer TME, siendo los trastornos lumbares los más comunes(15). El riesgo de TME fue mayor en pescadores con menos de 5 años de experiencia o más de 15 años, sugiriendo una relación no lineal entre la antigüedad laboral y el riesgo de TME.

La variabilidad en los resultados en cuánto a estimar una prevalencia sugiere que factores como la metodología y las definiciones de TME pueden influir en la obtención de una prevalencia homogénea.

En cuanto a la frecuencia de los trastornos musculoesqueléticos (TME) en pescadores, esta ha sido objeto de múltiples estudios nacionales e internacionales, debido a la naturaleza exigente de su trabajo. Un estudio en pescadores artesanales brasileños reportó que hasta el 76% de los trabajadores presentaban síntomas de TME, principalmente en la región lumbar, hombros y muñecas, esto se debe a los

movimientos repetitivos, la exposición a vibraciones y el frío al que son sometidos los pescadores(32).

En Tailandia, un estudio reveló que más del 70% de los pescadores experimentaban dolor musculoesquelético, con mayor incidencia en la espalda y las extremidades superiores. En Perú, los estudios específicos sobre pescadores son limitados, pero investigaciones en sectores similares, como la agricultura, muestran una prevalencia de TME superior al 60%, lo que indica que los pescadores podrían estar en un nivel de riesgo similar, pero esto no es concluyente (33).

A pesar de la alta prevalencia reportada en Latinoamérica, en países como Noruega o Corea del Sur la evidencia es más limitada, probablemente por la automatización del trabajo a bordo y mejores condiciones ergonómicas (44, 48). Esta disparidad evidencia la necesidad de estudios regionalizados que aborden el impacto del desarrollo tecnológico sobre los TME en países desarrollados.

3.1.2 Comparación con otras ocupaciones similares

En cuanto a la revisión de literatura se pudieron destacar grupos ocupacionales similares, dentro de ellos tanto trabajadores de la industria pesquera como fuera de esta.

Soldadores:

Los soldadores están expuestos a una serie de factores disergonómicos que contribuyen a la alta prevalencia de trastornos musculoesqueléticos (TME) que posee este grupo ocupacional. Dentro de los factores disergonómicos que narra la

literatura se incluyen posturas forzadas y prolongadas, movimientos repetitivos, el manejo de herramientas pesadas como las antorchas de soldadura en lo que al hacer analogía sería incluida en la manipulación de cargas pesadas. Se encontró un estudio que utilizó simulaciones ergonómicas para evaluar las posturas de los soldadores y encontró que el uso de antorchas de soldadura de más de 6 kg podría estar relacionado a aumentar el riesgo de fatiga y lesiones en este grupo ocupacional. Además, se el estudio relata que se pudieron identificar posturas óptimas para minimizar el riesgo de TME, como mantener la rotación del cuello dentro de ciertos ángulos (34).

La prevalencia de TME en soldadores es alta, en estas se incluyen el dolor lumbar, dolor de cuello y dolor de hombro siendo estos los más comunes. Estos trastornos están asociados con una disminución en la calidad de vida, especialmente cuando afectan la región lumbar ya que éstas no solo afectarían la productividad del trabajador, sino que de forma holística afectaría su día a día padeciendo dolor y produciéndole incapacidad lo que se refleja en deterioro de la salud del trabajador (36). La actividad física durante el tiempo libre se ha sugerido como una estrategia preventiva, ya que los soldadores con niveles bajos de actividad física tienen un mayor riesgo de desarrollar dolor lumbar (35).

Además, se encontró otro estudio que detalla que en cuánto a la comparación entre soldadores y oficinistas, los primeros presentan una mayor incidencia de síntomas y signos clínicos en los hombros en comparación con los oficinistas. Esto según el estudio, se debe a la combinación de trabajo dinámico pesado y posturas estáticas prolongadas, lo que puede inducir lesiones en los hombros de diferentes tipos (37).

Agricultores:

Los agricultores, especialmente aquellos que se dedican a la cosecha manual, también experimentan una alta incidencia de TME. Los factores ergonómicos incluyen posturas incómodas, movimientos repetitivos y la manipulación manual de materiales, lo que afecta principalmente la espalda baja, los dedos, los hombros y las muñecas/manos (43). Un estudio de Shin detectó que en los agricultores mayores quienes se han dedicado a la actividad por mayor tiempo, la mala calidad de vida y el sueño escaso también influyen en el dolor musculoesquelético incrementándolo, siendo las posturas incómodas y los movimientos repetitivos los principales factores disergonómicos encontrados en este grupo ocupacional (44).

Un análisis sistemático y meta-análisis realizado por Shivakumar destaca que los trabajadores agrícolas en países de ingresos bajos y medios tienen una alta prevalencia de TME, especialmente dolor lumbar, debido a actividades de alto riesgo como levantamiento de cargas pesadas y movimientos repetitivos. Este estudio subraya la necesidad de intervenciones preventivas para reducir la discapacidad y mejorar la productividad (47).

En el contexto de la recolección de frutas en plantaciones de palma de aceite, el autor Teo utilizó mediciones directas para evaluar la activación muscular y el rango de movimiento articular, encontrando que los trabajadores adoptan posturas incómodas que aumentan el riesgo de TME. Este enfoque cuantitativo proporciona datos valiosos para el diseño de herramientas asistidas que podrían mejorar la postura de los agricultores y así reducir el riesgo de lesiones que suele causar su labor (46).

Obreros de construcción:

Los TME en los trabajadores de la construcción son prevalentes, con una alta incidencia de lumbalgia, dolor en las rodillas, hombros y muñecas (47). La revisión sistemática y meta-análisis sobre la prevalencia de síntomas musculoesqueléticos en la industria de la construcción sugiere que las intervenciones ergonómicas deben centrarse en reducir la carga física en estas áreas. Estos trastornos son principalmente causados por la sobre exigencia de su labor, que incluye el levantamiento, empuje, tracción y manipulación de materiales pesados (48). En comparación, los pescadores también experimentan TME, pero estos están más relacionados con la manipulación de redes y equipos pesados en condiciones marítimas, afectando principalmente la espalda y las extremidades superiores.

Un estudio en los Estados Unidos mostró que, aunque el número de TME ha disminuido en la industria de la construcción, la tasa sigue siendo más alta que en otras industrias, con un aumento en los días de trabajo perdidos debido a estos trastornos (49). Además, los trabajadores de la construcción mayores de 55 años presentan un riesgo casi duplicado de TME, lo que resalta la necesidad de intervenciones ergonómicas específicas para este grupo etario.

Operarios de plantas procesadoras de carne:

Los trabajadores en plantas procesadoras de carne enfrentan condiciones laborales que los ponen en riesgo significativo de desarrollar trastornos musculoesqueléticos(TME). La literatura médica destaca varios factores que contribuyen a estos riesgos dentro de los cuáles se incluyen tareas repetitivas, posturas incómodas y exposición a ambientes fríos.

Un estudio realizado en Brasil encontró que los trabajadores de mataderos de aves tienen una alta prevalencia de posturas forzadas, especialmente entre las mujeres, quienes son más propensas a experimentar síntomas de TME debido a tareas repetitivas y presentan una mayor sensibilidad en cuanto a la percepción de frío durante su labor (50). Otro estudio en Tailandia reportó que los trabajadores de mataderos de aves tienen una alta prevalencia de dolor en los hombros, muñecas/manos y la región lumbar, aunque se ha reportado que la discapacidad relacionada con estos dolores es generalmente leve a moderada (51). Estos estudios tienen relevancia epidemiológica, ya que comparten patrones de carga física sostenida, ciclos repetitivos y exposición a frío. De hecho, estudios en recolectores agrícolas peruanos han reportado prevalencias similares de TME en hombros y espalda baja (62), lo que refuerza la hipótesis de que la biomecánica laboral es un factor clave, más allá del tipo de producto extraído.

Además, los trabajadores inmigrantes en la industria de procesamiento de aves en los Estados Unidos enfrentan peligros organizacionales en el trabajo, como bajo control laboral y altas demandas psicológicas por su condición, los TME en este grupo ocupacional están asociados con el desarrollo de epicondilitis, síndrome del manguito rotador y dolor de espalda (52). Estos factores organizacionales, junto con posturas incómodas y movimientos repetitivos, contribuyen a la carga de síntomas musculoesqueléticos en estos trabajadores (53).

En Nueva Zelanda, se ha identificado que los factores contextuales en la industria de procesamiento de carne son problemáticos y contribuyen a la exposición a factores físicos y psicosociales que aumentan el riesgo de TME en los trabajadores (54).

Almaceneros:

Los trabajadores de almacenes enfrentan una serie de riesgos ergonómicos y de salud ocupacional que pueden llevar al desarrollo TME y muchos otros problemas de salud. La literatura médica destaca varios factores que contribuyen a estos riesgos, incluyendo el levantamiento de carga pesada, la exposición a contaminantes químicos y las condiciones de trabajo desiguales basadas en género y etnicidad. Un estudio reciente investigó la asociación entre la carga de levantamiento diaria y síntomas físicos y mentales entre los trabajadores de almacenes; Este estudio encontró que el levantamiento de cargas más pesadas se asoció con una mayor intensidad de dolor lumbar después del trabajo y al día siguiente, así como con un aumento del estrés psicológico (55). Esto sugiere que la organización del trabajo en almacenes debería considerar la distribución equitativa de las cargas de levantamiento para prevenir el desarrollo de TME.

Además, los trabajadores de almacenes en empresas de logística pueden estar expuestos a contaminantes químicos, como residuos de pesticidas y compuestos orgánicos volátiles, que se acumulan en espacios cerrados y mal ventilados. Esta exposición se ha asociado con síntomas como entumecimiento en las extremidades y tos seca (56).

La desigualdad en las condiciones de trabajo también es un problema significativo en los almacenes. Un análisis sistemático encontró que las condiciones de trabajo, el entorno laboral y las condiciones de empleo varían según el género y la etnicidad, con mujeres inmigrantes y racializadas en posiciones más desfavorecidas(57). Estas desigualdades pueden influir en la salud ocupacional y requieren atención para mejorar las condiciones de trabajo, en consecuencia, la salud de los trabajadores de este grupo ocupacional.

3.1.3 Diferencias según tipo de pesca (artesanal, industrial, en altamar)

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) y los factores de riesgo ergonómicos varían significativamente según el tipo de pesca: artesanal, industrial y de alta mar. La literatura médica proporciona información relevante sobre estos aspectos.

En la pesca artesanal, los TME son altamente prevalentes debido a las exigencias físicas del trabajo. Un estudio anteriormente mencionado realizado en comunidades pesqueras de Brasil encontró que los pescadores artesanales experimentan una alta prevalencia de TME, especialmente en la región lumbar, las muñecas y las manos (1,31). Estos trabajadores a menudo comienzan sus actividades laborales a una edad temprana y enfrentan condiciones de trabajo que implican posturas incómodas y movimientos repetitivos, lo que contribuye a la alta incidencia de TME (1).

En la pesca industrial, los riesgos ergonómicos están más relacionados con tareas específicas, como la manipulación de redes y la carga y descarga de capturas. Un estudio sobre pescadores comerciales de Carolina del Norte también anteriormente mencionado identificó que las tareas que implican levantar cargas pesadas y mantener posturas incómodas son factores de riesgo significativos para el dolor lumbar (11, 13). La variabilidad en la exposición a estos riesgos depende del tipo de pesca y del tamaño de la tripulación, siendo el tipo de pesca el factor más determinante (11).

La pesca de alta mar, aunque no está específicamente abordada en los estudios citados, generalmente implica largas jornadas en condiciones climáticas adversas, lo que puede exacerbar los riesgos disergonómicos y aumentar la incidencia de TME. La literatura sugiere que las condiciones de trabajo en alta mar pueden ser más exigentes debido a la necesidad de manejar equipos pesados y trabajar en espacios confinados y en movimiento, lo que aumenta el riesgo de lesiones musculoesqueléticas de este grupo ocupacional.

4.1 Descripción de la relación entre los factores de riesgo disergonómicos y los trastornos musculoesqueléticos en pescadores

Los pescadores son un grupo ocupacional el cuál se enfrenta día a día a exigencias físicas que sobrepasan los límites ergonómicos recomendados y es precisamente la sinergia de combinar posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación de cargas pesadas la que explica la elevada frecuencia de trastornos

musculoesqueléticos (TME) en estos trabajadores. Al inclinar el tronco más de 30° durante la manipulación de redes o el levantamiento de cajas de pescado, la presión intradiscal y la tensión de los músculos lumbares aumenta de forma acumulativa el producir un desgaste biomecánico, favoreciendo el desarrollo de lumbalgia crónica y hernias discales. Estudios basados en registros hospitalarios daneses como abordamos anteriormente, han documentado que más de la mitad de los pescadores presentan dolor lumbar persistente asociado a estas tareas (14, 15).

Por otra parte, la necesidad de permanecer en cuclillas o de pie sobre cubiertas inestables obliga a un constante ajuste postural que fatiga los extensores de rodilla y cadera. Esa fatiga repetida da lugar a microtraumatismos en el cartílago articular, lo que al darse de forma repetitiva y por extensas jornadas laborales se traduce en condromalacia rotuliana y, con el tiempo, en osteoartritis prematura de rodilla (27,28). Al mismo tiempo, izar trampas o redes pesadas con el brazo elevado por encima de 90° somete al manguito rotador a rangos críticos de tensión, incrementando así la incidencia de tendinopatías y desgarros del supraespinoso, con reportes de incidencia significativamente superiores a los de la población general (22, 23).

Los movimientos repetitivos como los gestos cíclicos de captura y liberación de cangrejos o la clasificación y limpieza del pescado exponen al antebrazo, la muñeca y el codo a micro lesiones por fricción tendinosa. En Carolina del Norte se observamos anteriormente que estas tareas ocupan más del 80% de la jornada laboral y están directamente vinculadas a un aumento de hasta el 30 % en la prevalencia de síndrome del túnel carpiano en pescadores (11). Del mismo modo,

la aplicación continua de fuerzas de agarre y corte con herramientas manuales desencadena inflamación de las vainas tendinosas, manifestándose clínicamente como tendinitis y epicondilitis en aproximadamente uno de cada cuatro pescadores, que vendría a ser el 25% de estos (37).

Cuando el pescador levanta y traslada recipientes con más de 20 kg de pescado, la compresión lumbar sobrepasa los 3 400 N, un umbral reconocido como lesivo por NIOSH y en cuanto a las fuerzas anteroposteriores de cizallamiento al nivel de L5–S1 favorecen las hernias discales (12). Incluso las tareas de empuje y arrastre con el uso de manivelas manuales que podrían parecer menos dañinas, generan picos de carga y fatiga muscular que acentúan la propensión a espasmos lumbares y lesiones del manguito rotador (32). Esta combinación de factores disergonómicos provoca un círculo vicioso: las micro lesiones musculares y tendinosas se cronifican, las articulaciones soportan sobrecargas continuas y el nervio mediano sufre atrapamientos por maniobras de flexión reiterada, dando lugar a neuropatías como el túnel carpiano(17).

La consecuencia es un cese progresivo de la funcionalidad, un incremento del ausentismo y una pérdida de productividad que sólo puede contrarrestarse mediante intervenciones ergonómicas adaptadas al entorno marítimo. Herramientas ajustables, pausas activas y programas de fortalecimiento muscular han demostrado reducir hasta en un 30 % la incidencia de TME en pescadores, subrayando la urgencia de su implementación en las cubiertas y talleres de pesca (10, 23).

5.1 Medidas de prevención y control

5.1.1 Diseño ergonómico de herramientas y equipos

La literatura médica proporciona ejemplos de intervenciones exitosas en el diseño de herramientas y equipos de trabajo que promueven prácticas ergonómicas.

Un estudio anteriormente revisado sobre la pesca comercial de cangrejo Dungeness evaluó una intervención desarrollada por los propios pescadores, conocida como "banger bar", que demostró reducir la carga musculoesquelética asociada con la recolección de cangrejos. Esta intervención disminuyó los ángulos del tronco y los hombros, así como los momentos en L5/S1 y los hombros, reduciendo la actividad muscular y la percepción del esfuerzo, la altura del "banger bar" fue un factor crítico ya que con una altura de 60cm mostraba los mejores resultados en la reducir el riesgo de lesiones en los pescadores (9).

Otro estudio investigó el diseño de bloques en la manipulación de trampas para cangrejos, encontrando que al posicionar las trampas más cerca de los pescadores a bordo en lugar de al costado del barco, se observó que hubo una reducción significativa de la carga biomecánica en la espalda baja y los hombros, así como también se vio que mejoraba la estabilidad postural evitando también las posturas forzadas; Esto sugiere que el rediseño de equipos para minimizar la necesidad de alcanzar las trampas fuera del barco puede disminuir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas(10).

Un análisis de las prácticas pesqueras en Suecia identificó que las tareas que implican la manipulación del equipo de pesca y la captura son las que más contribuyen a la carga de trabajo severa. Se sugirieron y evaluaron medidas ergonómicas que demostraron ser eficaces para reducir la carga sobre el sistema musculoesquelético de los pescadores (58). En un artículo del 2023 se demostró que el uso de dispositivos de captura de movimiento portátiles puede ayudar en la prevención de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo. Estos dispositivos permiten la medición continua de múltiples segmentos del cuerpo con alta precisión, proporcionando retroalimentación en tiempo real sobre las exposiciones ergonómicas y ayudando a mejorar las técnicas de trabajo y así mismo poder hacer intervenciones ergonómicas con mayor eficacia (59).

5.1.2 Intervenciones posturales y técnicas de levantamiento seguro

El artículo del 2023 extraído de una revista de biomecánica se examina las cargas in vivo en las articulaciones durante el manejo manual de materiales utilizando dos técnicas de levantamiento: el levantamiento con las rodillas rectas (stoop) y el levantamiento en cuclillas (squat). Este estudio retrospectivo midió las cargas en pacientes con implantes instrumentados en la rodilla, la cadera o la columna lumbar superior mientras levantaban un peso de 10 kg. Los resultados indicaron que, aunque las magnitudes de las cargas no diferían significativamente entre las dos técnicas, sí lo hacían las direcciones de las cargas. En la articulación de la cadera, el vector de carga varió significativamente en los planos frontal y sagital, mientras que, en la rodilla, la diferencia fue significativa en el plano sagital. En la columna

lumbar superior, no se observaron diferencias significativas en el vector o la magnitud de la carga. Estos hallazgos sugieren que la técnica de levantamiento influye más en la orientación de las cargas en las articulaciones de las extremidades inferiores que en su magnitud, lo cual es relevante para las recomendaciones ergonómicas futuras, otro punto de vista para abordar este estudio es que este estudio retrospectivo demuestra que los estándares ergonómicos basados sólo en magnitudes de carga pueden ser demasiado simplistas ya que la dirección del vector de fuerza y su impacto diferencial en cada articulación debe integrarse como referencia para elaborar las guías de levantamiento seguro(60).

Este un estudio del 2023, realizado con 30 voluntarios sanos, demuestra que un exoesqueleto pasivo de soporte lumbar (LiftSuit) reduce de forma significativa la actividad de los músculos erectores espinales (a nivel torácico y lumbar) y del músculo cuadrado lumbar hasta en un 25,6 % durante posturas de inclinación hacia delante y en un 20,5 % durante levantamiento de 10 kg. Estos hallazgos indican que el exoesqueleto asume parte de la carga biomecánica, aliviando el esfuerzo de las estructuras musculares principales implicadas en la estabilización y el desplazamiento del tronco. Se observó también que, a pesar del uso de esta asistencia, no se pudieron encontrar cambios en el rango de movimiento de la cadera ni de la rodilla durante las tareas evaluadas. Este mantenimiento de la dinámica articular es esencial, pues descarta rigideces o compensaciones posturales que pudieran generar nuevas tensiones musculoesqueléticas en otras regiones del cuerpo, así evitando las posturas forzadas.

En cuanto a la viabilidad de aplicarlo en la población pesquera, se evidenció en el estudio que la tensión aplicada por los muelles textiles del exoesqueleto se ajustó de forma automática al índice de masa corporal y al contorno torácico de cada usuario, variando con la postura, pero sin depender del peso levantado. Esto sugiere que el dispositivo puede ofrecer un soporte personalizado sin necesidad de reajustes entre diferentes cargas, facilitando su uso en entornos laborales con tareas de carga variables como el entorno pesquero.

En conjunto, estos resultados avalan el uso seguro y efectivo de exoesqueletos pasivos de soporte lumbar en trabajos de levantamiento y posturas forzadas, aliviando la carga sobre músculos clave sin comprometer la movilidad funcional. Su implementación podría contribuir a la prevención de lesiones lumbares crónicas en ocupaciones de alta demanda biomecánica como es nuestro grupo ocupacional de interés (61).

5.1.3 Programas de pausas activas y fortalecimiento muscular

En el artículo de Beltrán Martínez examinaron objetivamente cómo distintos esquemas de trabajo y descanso afectan la fatiga muscular durante tareas repetitivas de manipulación manual de materiales. En un protocolo con 9 participantes sanos realizando levantamientos de 7,3 kg, compararon tres condiciones: sin descanso, con micro pausas breves y con pausas que incluían ejercicios de estiramiento. Midiendo simultáneamente la actividad electromiografía (EMG) y un índice cinemático validado por IMUs, observaron que introducir micro pausas redujo la

fatiga muscular de forma significativa ($p < 0,01$) sin disminuir la productividad del trabajo. Este estudio demuestra que pausas breves y frecuentes son una estrategia ergonómica efectiva para romper el ciclo de fatiga y disminuir el riesgo de trastornos musculoesqueléticos relacionados con el trabajo, sin penalizar el rendimiento de los trabajadores. Esto es relevante para los pescadores, quienes realizan tareas repetitivas y físicamente exigentes que pueden llevar a la fatiga muscular y aumentar el riesgo de lesiones (62).

Además, se vio que un programa de ejercicio terapéutico multimodal diseñado por Rodríguez-Romero dirigido a 19 recolectoras de moluscos (edad media 58 años) con dolor musculoesquelético en zona lumbar, dorsal y cervical. Tras haber concluido 16 sesiones, se midió la resistencia muscular de extensores y flexores del tronco, la localización e intensidad del dolor y también creencias de evitación al miedo (FABQ). Los resultados mostraron un aumento significativo de la resistencia de extensores ($67,1 \pm 42 \rightarrow 96,1 \pm 55,2$ s; $p = 0,005$) y flexores ($28,2 \pm 18,3 \rightarrow 67,8 \pm 41,1$ s; $p < 0,001$), acompañado de una caída en la prevalencia de dolor lumbar ($84,2 \% \rightarrow 47,4 \%$; $p = 0,016$) y dorsal ($42,1 \% \rightarrow 10,5 \%$; $p = 0,031$). El 78,4 % de las participantes percibió mejora y el 89,5 % mostró alta satisfacción. Este estudio apoya que los programas de ejercicio multimodal pueden incrementar la capacidad muscular del tronco y reducir la carga de dolor en trabajadores de la pesca artesanal. Este tipo de programa podría ser adaptado para pescadores, enfocándose en fortalecer los músculos del tronco y mejorar la flexibilidad, lo que podría ayudar a prevenir lesiones comunes en esta población (63).

5.1.4 Uso de equipos de protección personal y adaptaciones en embarcaciones

La intervención desarrollada por los propios pescadores como el uso de una barra de apoyo ajustable (“banger bar”) situada a la altura de la cintura redujo los ángulos pico de flexión de tronco en 12 ° y la actividad de los músculos lumbares en hasta un 20 % durante la manipulación de trampas de Dungeness. Esta solución, de muy bajo coste y fácil instalación para ser aplicada (9).

Paralelamente los estudios de Kia como hemos visto reiteradas veces demuestran que pequeñas adaptaciones en el equipo y en la embarcación pueden traducirse en reducciones sustanciales de la carga musculoesquelética. Por ejemplo, al compararse tres diseños de bloque para izar trampas de cangrejo, se observó que un bloque de perfil más bajo y proximidad ajustada a la cintura redujo en un 18–22 % la actividad electromiográfica de los erectores de la columna y deltoides durante la tarea, al tiempo que mejoró la estabilidad postural en un 15 % durante inclinaciones hacia delante. Esto sugiere que incorporar en la cubierta guías deslizantes y bloques de altura regulable, montados sobre rieles o brazos móviles, permite al pescador trabajar con el tronco más erguido y minimiza ángulos extremos de flexión (10).

Se podría recomendar en este contexto equipos de protección personal como fajas lumbares ergonómicas, guantes antideslizantes y calzado con suelas amortiguadoras pueden complementar estas adaptaciones. Las fajas reducen la demanda muscular permitiendo al pescador mantener una postura neutra de la columna; los guantes mejoran el agarre en condiciones de humedad y las botas con absorción de impactos aminoran el estrés en rodillas y tobillos durante la

bipedestación en cubierta resbaladiza o irregular. En cuanto a adaptaciones en la embarcación incluyen también plataformas elevadas regulables hidráulicamente que acerquen la carga al cuerpo y sistemas de winches asistidos con freno automático que limiten el esfuerzo de tracción. Al combinar estos elementos como bloques ajustables, barras de apoyo, estaciones de trabajo modulables y PPE se crea un entorno de trabajo integrado que ataca la sobrecarga musculoesquelética desde varios frentes: mejora de la postura, disminución de la fuerza de carga y protección directa de estructuras vulnerables.

6.1 Normativa y regulaciones en seguridad ocupacional

6.1.1 Legislación internacional y nacional sobre ergonomía en el sector pesquero

La legislación internacional ofrece un marco robusto para el abordaje de riesgos ergonómicos en la pesca, mientras que en el Perú existen leyes generales de SST y normas específicas del sector que deben reforzarse con un enfoque más explícitamente ergonómico. La mejora de las condiciones de trabajo en el sector pesquero pasa por integrar estos principios en la normativa, el diseño de embarcaciones y la capacitación continua de los trabajadores.

En cuanto a la legislación internacional se encuentra la Organización Internacional del Trabajo (OIT) quienes, a través de diversos convenios y recomendaciones, establece principios rectores sobre salud y seguridad en el trabajo, incluyendo aspectos ergonómicos aplicables a la pesca. En primera instancia tenemos al convenio N.º 188 sobre el trabajo en la pesca (2007), este vendría a ser el primer

tratado internacional que busca garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables para los pescadores, incluyendo aspectos sobre diseño de embarcaciones, tiempo de trabajo, acceso a atención médica y protección frente a fatiga. Aunque no trata exclusivamente la ergonomía, establece el marco para que los Estados adopten regulaciones específicas para mitigar riesgos biomecánicos. Luego tenemos la recomendación N.º 199 sobre el trabajo en la pesca que complementa al Convenio anterior y promueve la adopción de normas ergonómicas en el diseño de embarcaciones y equipos, enfatizando la importancia de reducir el esfuerzo físico innecesario y evitar posturas forzadas(64).

Siguiendo la línea tenemos las normas de la International Organization for Standardization(ISO), en específico la norma ISO 11228, centrada en la ergonomía en la manipulación manual de cargas, proporciona guías específicas sobre límites de levantamiento, empuje y tracción, todas ellas aplicables a las tareas cotidianas de los pescadores. Aunque no está destinada exclusivamente al sector pesquero, su implementación puede prevenir TME en la manipulación de redes, trampas y cajas de pescado. El abordaje específico sería el siguiente: ISO 11228-1 que cubre levantamiento y transporte manual de cargas, la ISO 11228-2 que trata sobre empuje y tracción y la ISO 11228-3 que se enfoca en movimientos repetitivos (65).

Por último, en lo que respecta a la normativa internacional tenemos a la directiva 89/391/CEE de la Unión Europea (UE), esta directiva marco sobre seguridad y salud en el trabajo obliga a los estados miembros de la UE a garantizar condiciones ergonómicas adecuadas en todos los sectores, incluida la pesca. Exige que los

empleadores evalúen y controlen los riesgos derivados del diseño inadecuado del lugar de trabajo, ritmo de trabajo y equipos utilizados (66).

En lo que respecta a las regulaciones nacionales tenemos la Ley N.º 29783 – Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (LSST), esta norma establece el marco general para la gestión de riesgos laborales en el país. Aunque no menciona de forma explícita la ergonomía en el sector pesquero, sí incluye en su artículo 3 nombrado como derecho a un ambiente seguro, garantizar el derecho de los trabajadores a un ambiente sin riesgos, lo cual abarca los factores disergonómicos y tenemos al artículo 49 que obliga al empleador a identificar, evaluar y controlar los peligros ergonómicos como parte del sistema de gestión de SST (7). Luego tenemos a las normas técnicas complementarias (NTP) dadas por Instituto Nacional de Calidad (INACAL) el cuál promueve normas técnicas peruanas relacionadas con la ergonomía, como la NTP 399.010:2006 sobre principios ergonómicos en el diseño de tareas. Aunque su aplicación aún es limitada en el sector pesquero artesanal, proporciona herramientas útiles para evaluar posturas forzadas, levantamiento de cargas y movimientos repetitivos (67). Por último, en cuanto a normativa nacional tenemos el reglamento de seguridad y salud en el Trabajo Pesquero (DS N.º 008-2005-PRODUCE), este reglamento es específico para la industria pesquera, establece condiciones mínimas de seguridad para embarcaciones y actividades a bordo. Incluye disposiciones generales sobre equipos, señalización, condiciones higiénicas y capacitación en prevención de riesgos, aunque la mención directa a la ergonomía es limitada. No obstante, en el artículo 11 de este reglamento se exige que las embarcaciones cuenten con equipos y herramientas adaptadas para reducir

esfuerzos innecesarios, lo cual puede interpretarse como una disposición de carácter ergonómico para evitar posturas forzadas (68).

6.1.2 Políticas de salud ocupacional específicas para pescadores

En el Perú, así como en muchos países, se han desarrollado políticas específicas para proteger la salud de los pescadores, reconociendo las particularidades de su entorno de trabajo (embarcaciones, condiciones climáticas, jornadas prolongadas, esfuerzo físico extremo). A continuación, describiré algunas de las más relevantes:

Exámenes médicos obligatorios y vigilancia de la salud: El Decreto Supremo N.º 008-2005-PRODUCE, Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo Pesquero, exige que todo pescador someta a exámenes médicos preembarque y periódicos durante la actividad pesquera, incluyendo evaluación cardiovascular, auditiva y visual, con el fin de detectar precozmente enfermedades ocupacionales y garantizar aptitud física para tareas específicas (68). Además, la Ley N.º 29783 (Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo) obliga a los empleadores del sector pesquero a implementar un sistema de vigilancia de la salud que incluya exámenes globales de diagnóstico a intervalos adecuados, lo cual debe ser coordinado con el Consejo Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (7).

Control de la fatiga y regímenes de descanso: El Convenio OIT 188 sobre el trabajo en la pesca y su Recomendación 199 establecen que los pescadores deben gozar de mínimo 10 horas consecutivas de descanso en cada período de 24 horas, así como de 77 horas de descanso semanal, para prevenir la fatiga, reducir el riesgo de accidentes y trastornos musculoesqueléticos. Estos estándares internacionales han

sido incorporados de forma voluntaria en varios reglamentos nacionales, adaptando el conteo de horas a la operativa de cada flota (64).

Equipos de protección personal (EPP) y adaptaciones ergonómicas: El Reglamento Pesquero (DS 008-2005-PRODUCE) obliga a dotar a los pescadores de EPP específicos como chalecos salvavidas, arneses anticaídas, calzado antideslizante, guantes resistentes a cortes y a asegurar que estos equipos se ajusten al cuerpo del usuario y no interfieran con su movilidad ni agraven la carga biomecánica a la que estos son sometidos (68). A nivel técnico, la NTP 399.010:2006 del INACAL promueve principios ergonómicos para el diseño de tareas, que pueden aplicarse en cubiertas y áreas de trabajo a bordo: plataformas antideslizantes, bloques de izado regulables y barras de apoyo a la cintura para reducir ángulos extremos de flexión (67).

Capacitación y participación: De acuerdo con la Ley 29783, los empleadores pesqueros deben capacitar a los trabajadores en riesgos ergonómicos, uso correcto de EPP y técnicas de levantamiento seguro, así como también fomentar la participación activa de los pescadores y sus organizaciones en la identificación y control de peligros (7). En el ámbito pesquero, esta capacitación suele impartirse antes del zarpe y reforzarse periódicamente en tierra, incorporando simulacros de emergencia y pausas activas para prevenir trastornos musculoesqueléticos.

Gestión preventiva y fiscalización: El Sistema Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, creado por la Ley 29783, incluye al sector pesquero a través de instancias tripartitas (gobierno, empleadores y trabajadores) que definen la Política Nacional

de SST y supervisan su cumplimiento en barcos y plantas de procesamiento. La Autoridad Marítima Nacional y la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (Sunafil) realizan inspecciones a bordo y en tierra para verificar la implementación de estas políticas, imponiendo sanciones en caso de incumplimiento.

6.1.3 Referencias y experiencias exitosas en la reducción de riesgos disergonómicos

En los últimos años se han evidenciado diversas intervenciones que han demostrado su eficacia para reducir los riesgos disergonómicos en pescadores, hagamos un pequeño resumen de cuatro de estas intervenciones anteriormente mencionadas: por un lado, la adaptación de una barra de apoyo a la altura de la cintura ideada por pescadores de cangrejo Dungeness consiguió disminuir los ángulos pico de flexión del tronco en 12° y la actividad de los músculos lumbares en un 20 % durante la manipulación de trampas(9), mientras que el rediseño de los bloques de izado con perfiles más bajos montados sobre rieles ajustables logró reducir la actividad electromiográfica de los erectores de columna y deltoides en un 18–22 % y mejorar la estabilidad postural en un 15 %(10); al mismo tiempo, la incorporación de un exoesqueleto pasivo de soporte lumbar alivió la carga de los erectores espinales y del cuadrado lumbar hasta en un 25,6 % sin alterar la movilidad de cadera ni rodilla(61); finalmente, la implementación de un programa de ejercicio terapéutico multimodal entre recolectoras de moluscos demostró duplicar la resistencia de los

extensores de tronco y reducir la prevalencia de dolor lumbar del 84,2 % al 47,4 %, evidenciando cómo la combinación de adaptaciones ergonómicas, equipos de apoyo y entrenamiento físico puede prevenir eficazmente los trastornos musculoesqueléticos en la pesca artesanal(63).

7.1 Desafíos y perspectivas futuras

7.1.1 Limitaciones en la aplicación de medidas preventivas

A lo largo de las últimas décadas se ha constatado que, aunque la implementación de estrategias ergonómicas y de prevención de trastornos musculoesqueléticos (TME) ofrecen beneficios claros, su aplicación en el contexto pesquero enfrenta barreras profundas que van más allá de la mera voluntad de mejorar las condiciones laborales. En primer lugar, la ausencia de normativas específicas que atiendan los factores disergonómicos propios de la pesca limita drásticamente la adopción de medidas de control. Si bien la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo del Perú y su reglamento pesquero brindan un marco general de protección, por otro lado es evidente que carecen de disposiciones detalladas para regular los equipos, las posturas y los ritmos de trabajo en pequeñas embarcaciones artesanales que constituyen la mayoría del sector. Esta laguna normativa unida al escaso desarrollo de normas técnicas adaptadas a la pesca como la anteriormente revisada ISO 11228, crea un vacío que dificulta la implementación de estrategias preventivas eficaces.

A ello también se suma la heterogeneidad del sector dónde vemos desde grandes buques industriales hasta pequeñas embarcaciones artesanales, las condiciones de trabajo varían drásticamente en ambos extremos. En muchos casos, los pescadores operan en faenas multifuncionales donde alternan la manipulación de redes, el izado de cargas y tareas de mantenimiento en espacios reducidos y superficies inestables. Esta variabilidad hace inviable el uso estándar de dispositivos ergonómicos diseñados para entornos más controlados, ya que un bloque de izado ajustable o una barra de apoyo ergonómica pueden resultar inútiles o incluso peligrosos en alta mar durante mal tiempo.

Las limitaciones económicas son otro factor clave, a diferencia de otros sectores productivos la pesca artesanal carece de economías de escala y de acceso a financiamiento formal lo que impide la inversión en equipamiento ergonómico desde exoesqueletos pasivos hasta sistemas de rieles y bloques con freno mecánico que pese a haberse demostrado que son efectivos suelen tener un coste inicial significativo que para un contexto dónde el pescador subsiste con la pesca del día resulta utópico. Incluso soluciones de muy bajo coste, como la “banger bar” desarrollada por los mismos pescadores como vimos anteriormente, requieren de cierto grado de conocimiento técnico para su fabricación e instalación en la cubierta algo que no siempre está al alcance de comunidades rurales con limitados recursos económicos y técnicos.

En paralelo persisten barreras culturales y de formación ya que la pesca sobre todo la pesca artesanal es una actividad con fuertes tradiciones donde las rutinas centenarias se heredan de generación en generación y la percepción de riesgo

ergonómico es vaga o nula. Muchos pescadores asocian el dolor lumbar o el cansancio muscular con el paso de la edad o con la dureza natural del oficio en lugar de verlo como un problema prevenible o tan siquiera como una enfermedad ocupacional. Lo anterior se agrava porque los programas de capacitación en riesgos ergonómicos, cuando existen, suelen impartirse de manera esporádica antes del zarpe, se ven limitados por el tiempo y la dispersión geográfica de las tripulaciones lo que reduce su efectividad práctica y no se interioriza en la cultura laboral.

En cuanto a la vigilancia y fiscalización de las normas de seguridad y salud, la responsabilidad recae en la Autoridad Marítima Nacional y en la Superintendencia Nacional de Fiscalización Laboral (Sunafil). Sin embargo, la cobertura de inspecciones es insuficiente y las sanciones por incumplimiento cuando se imponen, rara vez se traducen en incentivos técnicos o económicos para mejorar la ergonomía a bordo. La escasez de personal técnico capacitado para evaluar riesgos disergonómicos y la falta de una cultura coordinada entre autoridades, armadores y pescadores perpetúan un círculo vicioso de incumplimiento normativo que desacredita la utilidad de las propias regulaciones.

Además, existe una marcada deserción en la investigación y documentación científica sobre ergonomía en la pesca. La mayoría de los estudios se concentran en actividades muy específicas, como la manipulación de trampas de cangrejo Dungeness o la recolección de moluscos, mientras que otras modalidades de pesca artesanal de redes, trasmallo, pesca de altura, o pesca en aguas profundas carecen de datos suficientes. Esta falta de representatividad estadística impide generar recomendaciones ergonómicas adaptadas a la amplia diversidad de faenas y

regiones, lo cual limita la capacidad de trasladar los resultados de los estudios más rigurosos a la práctica cotidiana de la mayoría de los pescadores.

A nivel técnico, muchas de las herramientas ergonómicas están disponibles como bloques montados sobre rieles, barras de apoyo ajustables, plataformas hidráulicas las cuáles requieren un mantenimiento especializado y un ajuste preciso a las dimensiones de cada embarcación, aspectos que suelen disiparse por la búsqueda de eficiencia inmediata. El desgaste por la corrosión marina y la dificultad para obtener repuestos en zonas remotas reducen la vida útil de estos dispositivos lo que a su vez genera desconfianza entre los pescadores quienes prefieren regresar a las prácticas tradicionales, aunque supongan un mayor esfuerzo físico o un mayor daño a su integridad.

Por último, abordar los factores ambientales como la exposición continua a la humedad, el frío y el oleaje extremo complican la aplicación de protocolos ergonómicos diseñados originalmente para entornos terrestres o industriales. El uso de exoesqueletos, por ejemplo, puede verse afectado por la corrosión de sus componentes o por la incomodidad de llevar muelles y postes metálicos sobre el traje impermeable, lo que aleja su adopción pese a los beneficios demostrados de reducción de actividad muscular lumbo-dorsal.

En síntesis, la implementación de medidas preventivas de TME y de principios ergonómicos en la pesca enfrenta un conjunto de limitaciones interrelacionadas: vacíos normativos y falta de regulación específica, heterogeneidad de faenas y contextos, restricción económica, brechas culturales y formativas, debilidad en la

fiscalización, insuficiente transferencia de la investigación a la práctica, desafíos técnicos de mantenimiento y corrosión, y la hostilidad del ambiente marítimo. Superar estos obstáculos requiere un enfoque holístico, participativo y multidisciplinario, que combine la elaboración de normativas detalladas para la pesca artesanal, incentivos financieros para equipos ergonómicos de bajo coste, programas de formación continuos y adaptados, fortalecimiento de las capacidades de inspección y mantenimiento, investigación multidisciplinaria que abarque todas las modalidades de pesca, y un diseño enfocado al uso de estos equipos en condiciones extremas a la que es sometido este grupo ocupacional. Solo así se podrá cerrar la brecha entre el conocimiento ergonómico y su aplicación, reduciendo de manera sostenida la carga de trastornos musculoesqueléticos en quienes sostienen la productividad y la seguridad alimentaria de tantos países, sobre todo en el Perú dónde representan un jugoso porcentaje de la actividad extractiva nacional.

7.1.2 Brechas en la investigación y necesidad de nuevos estudios

A pesar del crecimiento exponencial en el número de estudios sobre ergonomía y trastornos musculoesqueléticos (TME) en pescadores, subsiste una marcada escasez de datos epidemiológicos sólidos que impida comparar adecuadamente la magnitud del problema entre modalidades de pesca y regiones corporales. La revisión sistemática de Shrestha sobre pesca artesanal en países en desarrollo subraya que fuera de unos pocos contextos puntuales, no existen sistemas de información sanitaria que registren de manera uniforme las tasas de incidencia y prevalencia de lesiones ocupacionales, lo que impide diseñar intervenciones basadas en evidencia

local y dificulta el seguimiento de la efectividad de las acciones preventivas a lo largo del tiempo (2). Esta carencia de una base de datos homogénea supone que muchas investigaciones se limitan a estudios transversales pequeños, sin poder establecer conclusiones sólidas sobre tendencias o factores de riesgo emergentes que permitan ser extrapolables.

La heterogeneidad metodológica entre los estudios publicados añade otra capa de complejidad ya que cada grupo de investigación emplea distintas definiciones de TME, herramientas de evaluación desde cuestionarios nórdicos hasta análisis electromiográficos y criterios de inclusión de la muestra, lo que impide la síntesis de resultados y debilita las recomendaciones generales propias de cada estudio. Así lo evidencia el metaanálisis de Nørgaard Remmen quién resalta la falta de consenso en la medición y clasificación de los TME en pescadores y así mismo propone la realización de estudios longitudinales estandarizados para identificar factores de riesgo incidentes y recurrentes de manera prospectiva (3). Sin estos diseños más contundentes o robustos, seguimos sin comprender completamente la cronificación de las micro lesiones ni la evolución natural de los trastornos musculoesqueléticos a lo largo de la carrera laboral pesquera.

Geográficamente, las investigaciones se han concentrado mayoritariamente en algunos nichos como comunidades de cangrejeros en la costa de Carolina del Norte, pescadores artesanales en la Bahía de Todos los Santos en Brasil, o cohortes danesas registradas en servicios hospitalarios. Muy pocos trabajos se han enfocado en contextos de pesca de organismo dulceacuícola, altura alta mar, lagos interiores o zonas tropicales de África y Asia, donde las condiciones de trabajo y los perfiles de

cargas físicas pueden diferir sustancialmente. Como vimos anteriormente, Müller documentó una prevalencia del 93,5 % de TME en pescadores brasileños de bahía, pero resulta incierto si estos hallazgos se trasladan a poblaciones con técnicas de pesca y equipos distintos (1). Esta falta de representatividad limita la aplicabilidad de las intervenciones ergonómicas desarrolladas en un área para el resto de las zonas pesqueras.

En cuanto a las intervenciones, las evidencias sobre la efectividad de soluciones ergonómicas específicas como barras de apoyo, bloques ajustables o exoesqueletos pasivos provienen de pocos ensayos de campo y con muestras reducidas. No existen hasta la fecha estudios controlados aleatorizados o evaluaciones económicas que cuantifiquen el costo-beneficio de implementar estas tecnologías a gran escala, ni investigaciones que comparen distintas estrategias de adaptación en función del tipo de embarcación o del clima. Sin este tipo de ensayos rigurosos, las recomendaciones ergonómicas carecen de un sustento sólido para su adopción por parte de comunidades pesqueras con recursos limitados.

Un área particularmente descuidada y pasada por alto es la dimensión psicosocial y organizacional de la pesca. Aunque se sabe que factores como turnos prolongados, inseguridad laboral y aislamiento contribuyen al estrés físico y mental, apenas se encuentran estudios que integren cuestionarios validados de carga mental o de clima organizacional en los análisis de TME. La revisión de Versloot sobre exposiciones físicas y psicosociales en trabajadores manuales sugiere que las psicosociales pueden interactuar con los factores biomecánicos para agravar la sintomatología,

pero este enfoque permanece sin explorar en nuestro grupo ocupacional de interés (23).

Asimismo, debemos tener en cuenta también la diferenciación por género, edad y etnicidad de los pescadores es casi inexistente. Prácticamente todos los estudios agrupan a hombres y mujeres bajo un mismo criterio, obviando posibles diferencias en ergonomía, fuerza máxima o patrones de dolor. Tampoco se han visto estudios donde se incluyan a pescadores indígenas o de comunidades rurales aisladas, donde las prácticas tradicionales y la falta de acceso a servicios de salud pueden modificar el perfil de riesgo.

Por todo ello, resulta evidente la necesidad urgente de nuevos estudios que utilicen diseños mixtos (cuantitativos y cualitativos), con muestras amplias y representativas de las variadas modalidades de pesca; que establezcan redes de vigilancia epidemiológica con criterios uniformes; que evalúen intervenciones ergonómicas mediante ensayos controlados y análisis costo-efectividad; y que incorporen mediciones de factores psicosociales y demográficos.

7.1.3 Innovaciones tecnológicas en la ergonomía aplicada a la pesca

Las innovaciones tecnológicas en la ergonomía pesquera han comenzado a transformar la forma en que abordamos la prevención de lesiones

musculoesqueléticas en cubierta, integrando sensores, exoesqueletos y análisis de datos en tiempo real para optimizar tanto la evaluación como la intervención. En primer lugar, el desarrollo de dispositivos portátiles de captura de movimiento basados en IMUs (Unidades Inerciales de Medida) y EMG inalámbricos permiten monitorizar la postura y la carga muscular de los pescadores durante la faena sin interferir con su labor. Lind describe cómo estos sistemas, ligeros y resistentes al ambiente marino, pueden registrar múltiples segmentos corporales con alta precisión, así mismo pueden también enviar alertas en tiempo real sobre posturas de riesgo y también generar reportes automáticos que facilitan la retroalimentación ergonómica continua (59).

Al mismo tiempo, los avances en la medición in vivo de cargas articulares ofrecen información sin precedentes sobre las fuerzas reales que soportan rodillas, caderas y columna durante las manipulaciones de redes y cajas de pescado. Bender en su estudio dónde utiliza sensores implantados para cuantificar vectores de carga y demostrar que más allá de la magnitud, la dirección de las fuerzas varía según la técnica de levantamiento, lo que abre la posibilidad de diseñar protocolos de entrenamiento personalizados y equipos adaptativos que corrijan dinámicamente la orientación del tronco (60).

En paralelo, la aparición de exoesqueletos pasivos de soporte lumbar equipados con muelles y estructuras flexibles ha incorporado la robótica pasivamente al entorno marino. Van Sluijs y sus colaboradores validaron en voluntarios sanos que un dispositivo de este tipo puede reducir hasta un 25,6 % la actividad de los erectores espinales durante posturas de inclinación y un 20,5 % al izar cargas de 10 kg, sin

limitar el rango de movimiento de cadera o rodilla lo que lo hace una herramienta práctica (61). Esta tecnología promete trasladarse pronto al ámbito pesquero donde la adaptación automática al contorno torácico y la tensión variable según la postura pueden integrarse en uniformes impermeables.

Más allá de estos dispositivos corporales, los asistentes robóticos fijos en cubierta han evolucionado hacia sistemas de bloques motorizados y rieles ajustables que detectan la altura y el peso de la carga mediante sensores de presión y acelerómetros. Estos sistemas pueden elevar o descender automáticamente trampas y contenedores a la altura óptima del pescador, minimizando los ángulos extremos de flexión y reduciendo la fatiga lumbo-dorsal. Aunque aún en fase de prototipo, estudios de simulación en software Jack han demostrado que la combinación de actitudes guiadas por sensores y motores de bajo consumo podría integrarse en embarcaciones de pequeño y mediano porte sin requerir grandes modificaciones estructurales (34).

Por último, la creciente aplicación de la inteligencia artificial y el «digital twin» en ergonomía laboral plantea un futuro donde cada embarcación cuente con un gemelo digital que simule las tareas diarias, optimice la distribución de la carga y anticipe lesiones antes de que ocurran. Mediante aprendizaje automático estos sistemas podrán correlacionar datos históricos de postura, carga y clima marítimo, proponiendo ajustes en tiempo real tanto al pescador como al patrón de a bordo (69).

IV. CONCLUSIONES

La presente revisión narrativa ha permitido visibilizar de manera exhaustiva que los factores de riesgo disergonómicos más frecuentemente identificados en pescadores son las posturas forzadas sostenidas, la manipulación manual de cargas pesadas, los movimientos repetitivos de las extremidades superiores, y la exposición prolongada a vibraciones mecánicas a bordo. Desde las tareas de colocación y recogida de redes hasta el izado de trampas de cangrejo, las exigencias biomecánicas propias de la pesca generan un desgaste progresivo en la región lumbar, hombros, muñecas y codos, derivando en lumbalgia crónica, síndrome del túnel carpiano, tendinitis, epicondilitis y lesiones del manguito rotador. Los trastornos musculoesqueléticos más comunes incluyen la lumbalgia, tendinopatías del manguito rotador, síndrome del túnel carpiano, y dolor cervical, con prevalencias reportadas de hasta el 93% en algunas poblaciones. Estas afecciones generan consecuencias funcionales significativas: dolor crónico, disminución de fuerza y movilidad, ausentismo laboral y abandono prematuro de la actividad pesquera. Estos hallazgos responden directamente al problema planteado el cuál se reduce a comprender la relación entre las condiciones laborales disergonómicas y TME de los trabajadores pesqueros, así sentando las bases para el diseño de medidas preventivas específicas.

La identificación de los factores de riesgo más prevalentes constituye uno de los logros centrales de este estudio. La literatura ha documentado que más del 80 % de la jornada laboral en pescadores está dedicada a tareas cíclicas de manipulación de trampas y redes, generando picos de compresión espinal superiores a los 3 400 N,

umbrales considerados lesivos por NIOSH (17). Por otra parte, la prevalencia de dolor lumbar supera el 50 % en contextos de pesca comercial y alcanza el 93,5 % en comunidades artesanales de bahía, tal como documentó Müller en Brasil (1). Asimismo, el síndrome del túnel carpiano afecta entre el 20 % y el 35 % de los pescadores, y las lesiones de hombro asociadas al manguito rotador se presentan en más del 30 % de los casos, evidenciando una afectación multisistémica que incide negativamente en la calidad de vida y la productividad de este grupo ocupacional.

Para dar respuesta a los objetivos específicos de la revisión que es el identificar los riesgos disergonómicos y analizar la frecuencia de los TME se ha recopilado la evidencia de setenta y un estudios rigurosamente seleccionados mediante la metodología PRISMA lo que ha garantizado transparencia y reproducibilidad en el proceso de búsqueda y tamizaje(8). Este enfoque permitió no solo consolidar datos cuantitativos de prevalencia y patrones epidemiológicos en distintos países, sino también sintetizar enfoques metodológicos desde cuestionarios Nórdicos hasta análisis electromiográficos e implantes instrumentados que enriquecen nuestra comprensión de las cargas articulares in vivo.

En cuanto a las intervenciones ergonómicas, los hallazgos demuestran que la participación activa de los pescadores en el diseño de soluciones de “campo” produce resultados tangibles y beneficiosos. La “banger bar” desarrollada por pescadores recolectores de cangrejo Dungeness redujo en 12° los ángulos pico de flexión del tronco y disminuyó un 20% la actividad de los músculos lumbares durante la recolección (9). Asimismo, el rediseño de los bloques de izado con perfiles más bajos y rieles ajustables logró una disminución de la actividad

electromiográfica de erectores de columna y deltoides en un 18–22% y mejoró la estabilidad postural en un 15% (61). El empleo de exoesqueletos pasivos de soporte lumbar mostró una reducción de hasta el 25,6 % en la carga muscular lumbar sin comprometer la movilidad, evidenciando su viabilidad como “PPE asistido” en entornos de alta demanda biomecánica (59). Estos resultados no solo validan la eficacia de las adaptaciones, sino que también enfatizan la necesidad de incorporar al pescador como agente de cambio en el proceso ergonómico. Por lo tanto, las recomendaciones derivadas de esta revisión incluyen el diseño de protocolos de vigilancia médica ocupacional periódica, implementación de capacitaciones certificadas en ergonomía marina, diseño de herramientas ergonómicas, y financiamiento para renovación tecnológica a bordo.

Se puede inferir que la prevención de TME en el sector pesquero requiere un abordaje multidisciplinario que combine intervenciones de ingeniería, aspectos organizacionales, supervisión médica y actividades formativas. Se requieren medidas que se alinean con los estándares establecidos por la ISO 11228 sobre manipulación manual de cargas, el Convenio 187 de la OIT, la Ley N.º 29783 – Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo y su reglamento (DS N.º 005-2012-TR), que regulan la prevención de riesgos ergonómicos a nivel internacional y nacional (7, 65 y 71). A continuación, se detallan estrategias realistas aplicables a la realidad peruana, específicas y adaptadas a las características de las embarcaciones y faenas pesqueras:

Diseño ergonómico a bordo: Implementación de superficies antideslizantes, redondeadas y de altura ajustable para la clasificación y procesamiento del pescado.

Se invita al uso de sistemas de poleas, guinches hidráulicos y enrolladores automáticos para reducir la carga biomecánica durante el izado de redes y manipulación de cargas pesadas y además la inclusión de plataformas móviles y “banger bars”, adaptadas desde la pesca de cangrejo, que han demostrado reducir significativamente la flexión lumbar y la actividad muscular durante faenas repetitivas (9).

Intervenciones organizacionales: Pausas activas programadas cada 2 a 3 horas, especialmente en faenas prolongadas, se recomienda la rotación de tareas entre tripulantes para evitar la sobrecarga en segmentos corporales específicos y regular los horarios laborales, evitando jornadas extensas continuas sin recuperación física. Finalmente el sistema de gestión de la SST que involucre pescadores debería registrar hallazgos médicos junto a una matriz de riesgos ergonómicos por puesto, relacionándolos con indicadores de rendimiento ocupacional (tasa de ausentismo, incapacidad temporal, rotación laboral). Esta integración epidemiológica permite integrar sistemas sectoriales de monitoreo y formular intervenciones contextualizadas en salud ocupacional(72).

Vigilancia médica y formación: Establecimiento de programas de vigilancia médica ocupacional periódica como evaluaciones médicas cada 12 meses, con énfasis en evaluación funcional musculoesquelética (flexibilidad, fuerza, postura) para lo que pueden realizar pruebas como el EVA y el cuestionario Nórdico(42), realizar capacitaciones certificadas en ergonomía marina y cuidado postural, adaptado a tripulantes con bajo nivel de instrucción formal donde podría implementarse la utilización de material visual y simulaciones prácticas a bordo

para reforzar el aprendizaje, por último se recomienda el uso de biomarcadores inflamatorios y de daño tisular por ejemplo, creatina quinasa (CK), proteína C-reactiva (PCR), interleucina-6 (IL-6) como variables prometedoras para monitorear sobrecarga crónica en trabajadores expuestos a tareas repetitivas o de alta exigencia. En particular, la revisión de Gold en 2016 identificó asociaciones significativas entre CK, CRP e IL-6 y desórdenes musculoesqueléticos de cuello y extremidades superiores(73).

Por otro lado, la revisión también ha puesto de relieve contradicciones y limitaciones que deben considerarse. A pesar de los beneficios demostrados, las intervenciones ergonómicas se han evaluado en muestras reducidas y contextos muy específicos lo que limita la generalización de los resultados a otras modalidades de pesca, como redes de arrastre en alta mar o pesca en aguas interiores. Además, la heterogeneidad metodológica entre investigaciones donde manejan diferentes definiciones de TME, criterios de inclusión o instrumentos de medición obstaculiza la comparación directa de datos y dificulta la síntesis de recomendaciones universales.

En materia de normativa, el marco legal internacional y nacional proporciona directrices generales, pero adolece en ser específico en aspectos ergonómicos para la pesca artesanal e industrial. Se identificó una importante brecha normativa en el abordaje específico de riesgos ergonómicos en la pesca, lo cual limita la intervención estatal en salud ocupacional para este sector. El Convenio de la OIT 188 y la Recomendación 199 establecen descansos mínimos y condiciones seguras, pero la falta de reglamentaciones detalladas sobre diseño de herramientas y ritmos

de trabajo limita su aplicabilidad en cubierta. En el Perú, la Ley 29783 y su reglamento pesquero reconocen el derecho a un ambiente de trabajo seguro, pero no definen umbrales biomecánicos o estándares de diseño ergonómico adaptados a embarcaciones de pequeña envergadura. Esta brecha normativa refuerza la necesidad de elaborar normativas específicas que integren hallazgos científicos con la realidad operacional de los pescadores.

Frente a estas limitaciones, se propone una solución integradora que combine diversos ejes de acción. En primera instancia, la creación de una red nacional e internacional de vigilancia epidemiológica con criterios unificados permitiría monitorear de forma continua la incidencia y la evolución de los TME en pescadores, generando datos comparables y actualizados. En segunda instancia, la implementación de programas de capacitación continua basados en prácticas participativas y respaldados por tecnologías de realidad aumentada o simuladores digitales lo cual facilita la transferencia de conocimiento ergonómico y fomentaría la cultura preventiva en la comunidad pesquera. En tercera instancia, la promoción de incentivos económicos y fiscales para cofinanciar equipamiento ergonómico de bajo coste como barras de apoyo, bloques ajustables o exoesqueletos pasivos lo cual alentaría la adopción de soluciones probadas sin sobrecargar los presupuestos familiares o cooperativos.

Además, se recomienda promover estudios longitudinales, análisis de costo-beneficio de intervenciones ergonómicas, evaluaciones clínicas funcionales en pescadores activos, que permitan establecer estrategias sostenibles, contextualizadas y basadas en evidencia enfocadas y diferenciadas en las múltiples

modalidades de pesca. Estos estudios deberían incluir también la dimensión psicosocial que es muy importante de tal forma que analizando cómo factores como el estrés, aislamiento o inseguridad laboral interactúan con las sobrecargas biomecánicas para agravar los TME. La generación de un “gemelo digital” de las embarcaciones, capaz de simular tareas diarias y proponer ajustes en tiempo real, representa una innovación prometedora para optimizar la distribución de cargas y anticipar riesgos antes de que se traducen en lesiones.

Finalmente, resulta imperativo abrir nuevos interrogantes de investigación: ¿cómo varían los perfiles de riesgo ergonómico según la geografía, el clima y las especies objetivo? ¿Qué papel juegan las diferencias de género, edad o etnia en la susceptibilidad a los TME? ¿De qué manera la integración de inteligencia artificial y big data puede mejorar la predicción de lesiones y orientar intervenciones personalizadas? Estas preguntas, junto con las soluciones propuestas, constituyen el rumbo para continuar construyendo conocimiento y transformando las condiciones de trabajo para bien de los pescadores.

En conclusión, los hallazgos de esta revisión narrativa confirman que los riesgos disergonómicos inherentes a la pesca son determinantes para el desarrollo de trastornos musculoesqueléticos, afectando de manera significativa la salud, la productividad y la calidad de vida de millones de pescadores en el mundo. Sin embargo, las intervenciones ergonómicas participativas, las innovaciones tecnológicas y los programas de fortalecimiento muscular han demostrado su potencial para mitigar estas lesiones, siempre que se complementan con un marco normativo detallado, sistemas de vigilancia robustos y modelos de financiamiento

accesibles. Solo a través de un enfoque holístico, que integre ciencia, política y cultura laboral, será posible asegurar que la pesca sea una actividad no solo productiva, sino también saludable y sostenible para quienes dedican su vida a esta labor.

V. REFERENCIAS

1. Müller JDS, da Silva EM, Franco Rego R. Prevalence of Musculoskeletal Disorders and Self-Reported Pain in Artisanal Fishermen from a Traditional Community in Todos-os-Santos Bay, Bahia, Brazil. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(2):908. doi: 10.3390/ijerph19020908.
2. Shrestha S, Shrestha B, Bygvraa DA, Jensen OC. Risk Assessment in Artisanal Fisheries in Developing Countries: A Systematic Review. *Am J Prev Med*. 2022;62(4):e255-e264. doi: 10.1016/j.amepre.2021.08.031.
3. Nørgaard Remmen L, Fromsejer Heiberg R, Høyrup Christiansen D, Herttua K, Berg-Beckhoff G. Work-related musculoskeletal disorders among occupational fishermen: a systematic literature review. *Occup Environ Med*. 2020. doi: 10.1136/oemed-2020-106675.
4. Gotardelo MPS, Rodrigues ALM, Quaresma FRP, Pontes-Silva A, Maciel EDS. Work-related musculoskeletal disorders in vulnerable populations: what are the most common body parts affected? *BMC Public Health*. 2023;23(1):1635. doi: 10.1186/s12889-023-16570-2.
5. Remmen LN, Halekoh U, Christiansen DH, Herttua K, Klakk H, Berg-Beckhoff G. Occupational and Health-Related Risk Factors for Incident and Recurrent Back Disorders in Danish Fishers-A Register-Based Study. *J Occup Environ Med*. 2024;66(9):772-8. doi: 10.1097/JOM.0000000000003157.
6. Minchola Gallardo JL, Gonzáles Veintimilla F, Terán Iparraguirre JR. Riesgos ergonómicos en la salud de los trabajadores de un centro piscícola. *Scientia Agropecuaria*. 2013;4(4):303-311. doi: 10.17268/sci.agropecu.2013.04.04.

7. Congreso de la República del Perú. Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Diario Oficial El Peruano. 2011. Disponible en:
<https://www.gob.pe/institucion/mintra/normas-legales/29783>.
8. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD. *The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews*. BMJ. 2021 Mar 29;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71.
9. Kia K, Kincl L, Chan A, Kim JH A. Fishermen-Developed Intervention Reduced Musculoskeletal Load Associated With Commercial Dungeness Crab Harvesting. *Applied Ergonomics*. 2023;110:104016.
doi:10.1016/j.apergo.2023.104016.
10. Kia K, Chan A, Salehi M, Kincl L, Kim JH. *Applied Ergonomics*. Effects of Different Block Designs on Low Back and Shoulders Biomechanical Loads and Postural Stability During Crab Pot Handling. 2025;124:104423.
doi:10.1016/j.apergo.2024.104423.
11. Kucera KL, Mirka GA, Loomis D. Evaluating Ergonomic Stresses in North Carolina Commercial Crab Pot and Gill Net Fishermen. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*. 2008;5(3):182-96.
doi:10.1080/15459620701873514.
12. Marras WS, Knapik GG, Ferguson S. Loading Along the Lumbar Spine as Influence by Speed, Control, Load Magnitude, and Handle Height During Pushing. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. 2009;24(2):155-63.
doi:10.1016/j.clinbiomech.2008.10.007.
13. Kucera KL, Loomis D, Lipscomb HJ. Ergonomic Risk Factors for Low Back Pain in North Carolina Crab Pot and Gill Net Commercial Fishermen.

- American Journal of Industrial Medicine. 2009;52(4):311-21.
doi:10.1002/ajim.20676.
14. Kaerlev L, Jensen A, Nielsen PS. Hospital Contacts for Injuries and Musculoskeletal Diseases Among Seamen and Fishermen: A Population-Based Cohort Study. BMC Musculoskeletal Disorders. 2008;9:8.
doi:10.1186/1471-2474-9-8.
15. Remmen LN, Halekoh U, Christiansen DH. Occupational and Health-Related Risk Factors for Incident and Recurrent Back Disorders in Danish Fishers-a Register-Based Study. Journal of Occupational and Environmental Medicine. 2024;66(9):772-778. doi:10.1097/JOM.0000000000003157.
16. Keir PJ, Farias Zuniga A, Mulla DM, Somasundram KG. Relationships and Mechanisms Between Occupational Risk Factors and Distal Upper Extremity Disorders. Human Factors. 2021;63(1):5-31. doi:10.1177/0018720819860683.
17. Kozak A, Schedlbauer G, Wirth T. Association Between Work-Related Biomechanical Risk Factors and the Occurrence of Carpal Tunnel Syndrome: An Overview of Systematic Reviews and a Meta-Analysis of Current Research. BMC Musculoskeletal Disorders. 2015;16:231.
doi:10.1186/s12891-015-0685-0.
18. Jackson R, Beckman J, Frederick M, Musolin K, Harrison R. MMWR. Rates of Carpal Tunnel Syndrome in a State Workers' Compensation Information System, by Industry and Occupation - California, 2007-2014. Morbidity and Mortality Weekly Report. 2018;67(39):1094-1097.
doi:10.15585/mmwr.mm6739a4.

19. Harris-Adamson C, Eisen EA, Kapellusch J. Occupational Risk Factors for Work Disability Following Carpal Tunnel Syndrome: A Pooled Prospective Study. *Occupational and Environmental Medicine*. 2022;79(7):442-451. doi:10.1136/oemed-2021-107771.
20. Rodgers JA, Crosby LA. Rotator Cuff Disorders. *American Family Physician*. 1996;54(1):127-34.
21. Rahman H, Currier E, Johnson M. Primary and Secondary Consequences of Rotator Cuff Injury on Joint Stabilizing Tissues in the Shoulder. *Journal of Biomechanical Engineering*. 2017;139(11). doi:10.1115/1.4037917.
22. Kaerlev L, Jensen A, Nielsen PS. Hospital Contacts for Injuries and Musculoskeletal Diseases Among Seamen and Fishermen: A Population-Based Cohort Study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2008;9:8. doi:10.1186/1471-2474-9-8.
23. Versloot AHC, Jackson JA, van Rijn RM. Physical and Psychosocial Work-Related Exposures and the Occurrence of Disorders of the Shoulder: A Systematic Review Update. *Applied Ergonomics*. 2024;118:104277. doi:10.1016/j.apergo.2024.104277.
24. Tosti R, Jennings J, Sowards JM. Lateral Epicondylitis of the Elbow. *The American Journal of Medicine*. 2013;126(4):357.e1-6. doi:10.1016/j.amjmed.2012.09.018.
25. Field LD, Savoie FH. Common Elbow Injuries in Sport. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*. 1998;26(3):193-205. doi:10.2165/00007256-199826030-00005.

26. Shiri R, Viikari-Juntura E. Lateral and Medial Epicondylitis: Role of Occupational Factors. *Best Practice & Research. Clinical Rheumatology*. 2011;25(1):43-57. doi:10.1016/j.berh.2011.01.013.
27. Englund M. Osteoarthritis, Part of Life or a Curable Disease? A Bird's-Eye View. *Journal of Internal Medicine*. 2023;293(6):681-693. doi:10.1111/joim.13634.
28. Musumeci G, Aiello FC, Szychlińska MA. Osteoarthritis in the XXIst Century: Risk Factors and Behaviours That Influence Disease Onset and Progression. *International Journal of Molecular Sciences*. 2015;16(3):6093-112. doi:10.3390/ijms16036093.
29. Tang S, Zhang C, Oo WM. Osteoarthritis. *Nature Reviews. Disease Primers*. 2025;11(1):10. doi:10.1038/s41572-025-00594-6.
30. Glyn-Jones S, Palmer AJ, Agricola R. Osteoarthritis. *Lancet (London, England)*. 2015;386(9991):376-87. doi:10.1016/S0140-6736(14)60802-3.
31. Lima Macedo M, Herkrath FJ, de Oliveira SN, Estrázulas JA. Musculoskeletal Disorders and Quality of Life of Artisanal Fishermen From Riverside Localities in the Brazilian Amazon. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2024;97(10):1027-1035. doi:10.1007/s00420-024-02106-7.
32. Dias JA, Cardoso JP, Lima MM, Lacerda EM. Análise dos fatores de risco para o desenvolvimento de DORTs nos membros superiores e comparação da pontuação da Lista de Verificação OCRA em diferentes condições organizacionais de trabalho. *Rev Bras Med Trab*. 2020;18(1):56-66.

33. Bairwa RC, Meena ML, Dangayach GS, Jain R. Prevalence of Musculoskeletal Disorders Among the Agricultural Workers: A Review. In: Chakrabarti D, Karmakar S, Salve UR, editors. *Ergonomics for Design and Innovation*. HWWE 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 391. Springer, Cham; 2022. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-94277-9_38
34. Zhang Y, Wu X, Gao J, Chen J, Xv X. Simulation and Ergonomic Evaluation of Welders' Standing Posture Using Jack Software. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019;16(22):E4354. doi:10.3390/ijerph16224354.
35. Weyh C, Pilat C, Krüger K. Musculoskeletal Disorders and Level of Physical Activity in Welders. *Occupational Medicine (Oxford, England)*. 2020;70(8):586-592. doi:10.1093/occmed/kqaa169.
36. Lourenço L, Luís S. Musculoskeletal Disorders in Portuguese Welders: Effects on Bodily Pain and Health-Related Quality of Life. *Frontiers in Public Health*. 2021;9:660451. doi:10.3389/fpubh.2021.660451.
37. Törner M, Zetterberg C, Andén U, Hansson T, Lindell V. Workload and Musculoskeletal Problems: A Comparison Between Welders and Office Clerks (With Reference Also to Fishermen). *Ergonomics*. 1991;34(9):1179-96. doi:10.1080/00140139108964854.
38. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Ergonomic guidelines for manual material handling. Washington, D.C.: Centers for Disease Control and Prevention (CDC); 2024. Disponible en: <https://www.cdc.gov>.

39. Frecuencia y epidemiología de los TME en pescadores: CDC. Commercial Fishing | Maritime Safety and Health. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 2024. Disponible en: www.cdc.gov
40. Definiciones de TME según NIOSH: NIOSH. About Ergonomics and Work-Related Musculoskeletal Disorders. Washington, D.C.: CDC; 2024. Disponible en: www.cdc.gov
41. Evaluación de TME en medicina ocupacional: WHO. Preventing Musculoskeletal Disorders in the Workplace. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; 2024. Disponible en: www.who.int
42. Métodos ergonómicos y biomecánicos en la evaluación de TME: NIOSH. Musculoskeletal Disorders Research at NIOSH. Washington, D.C.: CDC; 2024. Disponible en: blogs.cdc.gov
43. Jain R, Meena ML, Dangayach GS, Bhardwaj AK. Risk Factors for Musculoskeletal Disorders in Manual Harvesting Farmers of Rajasthan. *Industrial Health*. 2018;56(3):241-248. doi:10.2486/indhealth.2016-0084.
44. Shin DS, Jeong BY. Older Female Farmers and Modeling of Occupational Hazards, Wellbeing, and Sleep-Related Problems on Musculoskeletal Pains. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(12):7274. doi:10.3390/ijerph19127274.
45. Shivakumar M, Welsh V, Bajpai R. Musculoskeletal Disorders and Pain in Agricultural Workers in Low- And Middle-Income Countries: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Rheumatology International*. 2024;44(2):235-247. doi:10.1007/s00296-023-05500-5.

46. Teo YX, Chan YS, Gouwanda D. Quantification of Muscles Activations and Joints Range of Motions During Oil Palm Fresh Fruit Bunch Harvesting and Loose Fruit Collection. *Scientific Reports*. 2021;11(1):15020. doi:10.1038/s41598-021-94268-4.
47. Umer W, Antwi-Afari MF, Li H, Szeto GPY, Wong AYL. The Prevalence of Musculoskeletal Symptoms in the Construction Industry: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2018;91(2):125-144. doi:10.1007/s00420-017-1273-4.
48. Kaur H, Wurzelbacher SJ, Bushnell PT. Workers' Compensation Claim Rates and Costs for Musculoskeletal Disorders Related to Overexertion Among Construction Workers - Ohio, 2007-2017. *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report*. 2021;70(16):577-582. doi:10.15585/mmwr.mm7016a1.
49. Wang X, Dong XS, Choi SD, Dement J. Work-Related Musculoskeletal Disorders Among Construction Workers in the United States From 1992 to 2014. *Occupational and Environmental Medicine*. 2017;74(5):374-380. doi:10.1136/oemed-2016-103943.
50. Tirloni AS, Reis DCD, Borgatto AF, Moro ARP. Association Between Perception of Bodily Discomfort and Individual and Work Organisational Factors in Brazilian Slaughterhouse Workers: A Cross-Sectional Study. *BMJ Open*. 2019;9(2):e022824. doi:10.1136/bmjopen-2018-022824.
51. Hancharoenkul B, Joseph L, Khamwong P, Pirunsan U. An Investigation of the Prevalence of Work-Related Musculoskeletal Pain and Related Disability Among Poultry Slaughterhouse Workers: A Cross-Sectional Study.

- International Archives of Occupational and Environmental Health.
2023;96(3):463-472. doi:10.1007/s00420-022-01940-x.
52. Grzywacz JG, Arcury TA, Mora D. Work Organization and Musculoskeletal Health: Clinical Findings From Immigrant Latino Poultry Processing and Other Manual Workers. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2012;54(8):995-1001. doi:10.1097/JOM.0b013e318254640d.
 53. Schulz MR, Grzywacz JG, Chen H. Upper Body Musculoskeletal Symptoms of Latino Poultry Processing Workers and a Comparison Group of Latino Manual Workers. *American Journal of Industrial Medicine*. 2013;56(2):197-205. doi:10.1002/ajim.22100.
 54. Tappin DC, Bentley TA, Vitalis A. The Role of Contextual Factors for Musculoskeletal Disorders in the New Zealand Meat Processing Industry. *Ergonomics*. 2008;51(10):1576-93. doi:10.1080/00140130802238630.
 55. Bláfoss R, Aagaard P, Clausen T, Andersen LL. Association of Objectively Measured Lifting Load With Low-Back Pain, Stress, and Fatigue: A Prospective Cohort. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*. 2024;50(1):11-21. doi:10.5271/sjweh.4127.
 56. Lovas S, Nagy K, Sándor J, Ádám B. Presumed Exposure to Chemical Pollutants and Experienced Health Impacts Among Warehouse Workers at Logistics Companies: A Cross-Sectional Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021;18(13):7052. doi:10.3390/ijerph18137052.
 57. Rydstrom K, Jackson J, Johansson K, Mathiassen SE. A Systematic Review of Work Organization, Work Environment, and Employment Conditions in

- Warehousing in Relation to Gender and Race/Ethnicity. *Annals of Work Exposures and Health*. 2023;67(4):430-447. doi:10.1093/annweh/wxac098.
58. Törner M, Blide G, Eriksson H. Workload and Ergonomics Measures in Swedish Professional Fishing. *Applied Ergonomics*. 1988;19(3):202-12. doi:10.1016/0003-6870(88)90138-x.
59. Lind CM, Abtahi F, Forsman M. Wearable Motion Capture Devices for the Prevention of Work-Related Musculoskeletal Disorders in Ergonomics-an Overview of Current Applications, Challenges, and Future Opportunities. *Sensors (Basel, Switzerland)*. 2023;23(9):4259. doi:10.3390/s23094259.
60. Bender A, Schmidt H, Wellner DL. In Vivo Load on Knee, Hip and Spine During Manual Materials Handling With Two Lifting Techniques. *Journal of Biomechanics*. 2024;163:111963. doi:10.1016/j.jbiomech.2024.111963.
61. Van Sluijs RM, Wehrli M, Brunner A, Lambercy O. Evaluation of the Physiological Benefits of a Passive Back-Support Exoskeleton During Lifting and Working in Forward Leaning Postures. *Journal of Biomechanics*. 2023;149:111489. doi:10.1016/j.jbiomech.2023.111489.
62. Beltran Martinez K, Nazarahari M, Rouhani H. Breaking the Fatigue Cycle: Investigating the Effect of Work-Rest Schedules on Muscle Fatigue in Material Handling Jobs. *Sensors (Basel, Switzerland)*. 2023;23(24):9670. doi:10.3390/s23249670.
63. Rodríguez-Romero B, Martínez-Rodríguez A, Pita-Fernández S, Riveiro-Temprano S, Carballo L. Efficacy of a Multimodal Therapeutic Exercise Program in Shellfish Gatherers for the Prevention of Musculoskeletal

Disorders: A Quasi-Experimental Study. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. 2011;51(4):616-24.

64. Parlamento Europeo, Consejo de la Unión Europea. Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 1989;L183:1–8.

Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:31989L0391>

65. International Organization for Standardization (ISO). Ergonomics – Manual handling – Part 1, 2 and 3: ISO 11228-1:2003; ISO 11228-2:2007; ISO 11228-3:2007. Geneva: ISO; 2003–2007. Disponible

en: <https://www.iso.org/standard/34341.html>

66. Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. Directiva 89/391/CEE, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo. Diario Oficial de las Comunidades Europeas. 1989; L183:1–8. Disponible

en: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A31989L0391>

67. Instituto Nacional de Calidad (INACAL). NTP 399.010:2006. Ergonomía.

Principios ergonómicos relacionados con el diseño de trabajo. Lima: INDECOPI; 2006.

68. Ministerio de la Producción del Perú. Decreto Supremo N.º 008-2005-

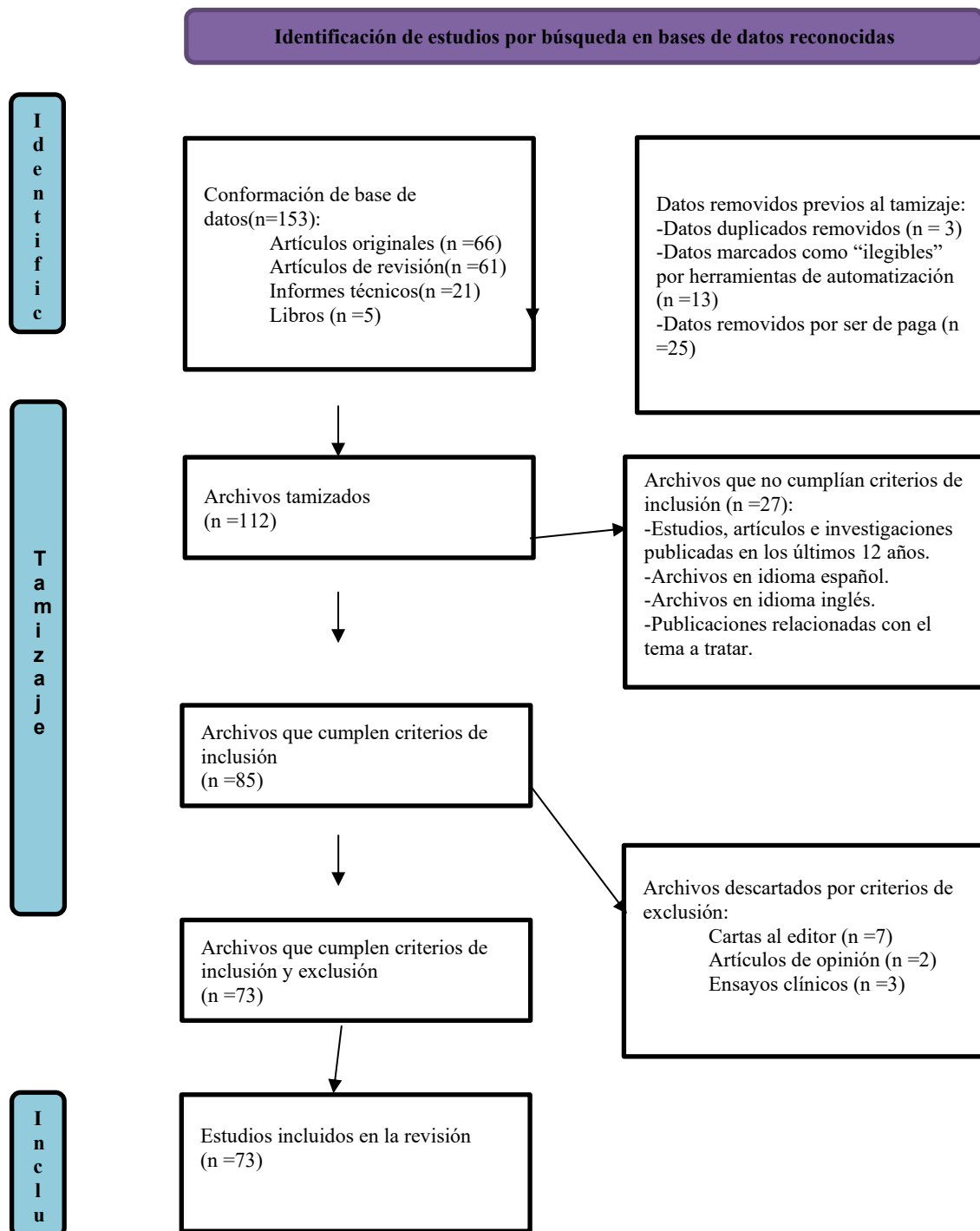
PRODUCE. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Ámbito Pesquero. Lima: El Peruano; 2005. Disponible

en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3350868/DS%20008-2005-PRODUCE.pdf>

69. Park J-S, Lee D-G, Jimenez JA, Lee S-J, Kim J-W. Human-focused digital twin applications for occupational safety and health in workplaces: a brief survey and research directions. *Appl Sci.* 2023;13(7):4598. doi:10.3390/app13074598.
70. Ministerio de la Producción. *Anuario Estadístico del Sector Pesquero 2022*. Lima: PRODUCE; 2023. Disponible en: <https://www.gob.pe/produce>.
71. Organización Internacional del Trabajo (OIT). *Convenio 187 sobre el marco promocional para la seguridad y salud en el trabajo*. Ginebra: OIT; 2006.
72. Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE). *Guía técnica para la vigilancia de la salud de los trabajadores expuestos a factores de riesgo ergonómicos*. Lima: MTPE; 2017.
73. Gold JE, Hallman DM, Hellström F, Björklund M, Crenshaw AG, Djupsjobacka M, Heiden M, Mathiassen SE, Piligian G, Barbe MF. Systematic review of biochemical biomarkers for neck and upper-extremity musculoskeletal disorders. *Scand J Work Environ Health.* 2016 Mar;42(2):103-24. doi: 10.5271/sjweh.3533. Epub 2015 Nov 24. PMID: 26599377.

VI. ANEXOS

1. Anexo 1: Esquematización de la aplicación de la metodología PRISMA.



2. Anexo 2: Cuadro de operacionalización de variables.

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores
Factores de riesgo disergonómicos	Condiciones laborales que aumentan la probabilidad de desarrollar TME.	Se evaluarán estudios que analicen posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación de cargas.	Frecuencia de posturas forzadas, movimientos repetitivos y manipulación de cargas pesadas.
Posturas forzadas	Posiciones mantenidas en el trabajo que generan tensión en el sistema musculoesquelético.	Estudios que midan o describan los ángulos de flexión de tronco y extremidades.	Ángulo de inclinación del tronco, tiempo en postura forzada.
Movimientos repetitivos	Realización continua de un mismo gesto mecánico.	Análisis de estudios que describan el número de	Cantidad de repeticiones por

		repeticiones por jornada laboral.	minuto, duración de la tarea.
Manipulación de cargas pesadas	Levantamiento de pesos superiores a los límites recomendados por normativas ergonómicas nacionales e internacionales.	Se analizarán estudios que cuantifiquen y/o describan la carga manipulada y la fuerza aplicada.	Peso de la carga, frecuencia de levantamiento.
Trastornos musculoesqueléticos	Afecciones del sistema músculo-esquelético asociadas al trabajo.	Se revisarán estudios epidemiológicos que reporten prevalencia de TME en pescadores.	Prevalencia de TME, regiones anatómicas afectadas.
Lesiones de la columna vertebral	Dolor en la región lumbar por sobrecarga mecánica.	Estudios con medición de dolor en escalas validadas.	Intensidad del dolor, limitación funcional.

Síndrome del túnel carpiano	Compresión del nervio mediano por movimientos repetitivos.	Estudios con pruebas clínicas y electromiografía.	Presencia de síntomas, pruebas de Phalen y Tinel.
Síndrome del manguito rotador y lesiones en el hombro	Inflamación o lesión de los músculos y tendones del manguito rotador debido a sobrecarga repetitiva.	Se evaluarán estudios con diagnóstico clínico y por imágenes (ecografía o resonancia magnética).	Presencia de dolor en el hombro, limitación en la movilidad, signos clínicos positivos (Neer, Hawkins).
Bursitis y epicondilitis	Inflamación de las bolsas sinoviales (bursitis) o de los tendones del codo (epicondilitis) por sobrecarga mecánica y movimientos repetitivos.	Se evaluarán estudios con diagnóstico clínico y pruebas específicas.	Presencia de dolor en el codo u hombro, pruebas clínicas positivas (Cozen, Mills).