



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A  
RADIACIÓN ULTRAVIOLETA Y  
RIESGO DE PTERIGIÓN EN  
TRABAJADORES PESQUEROS DEL  
PERÚ Y AMÉRICA LATINA: UN  
ENFOQUE DE PREVENCIÓN

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

EVELYN LIVIA PARIPANCCA HERRERA

LIMA – PERÚ

2025

**ASESOR**

MG. Angie Kimberly Borjas Félix

**CO ASESOR**

Med. Esp. María del Carmen Gastañaga Ruíz

**JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

MG. ISELLE LYNN SABASTIZAGAL VELA

PRESIDENTE

MG. JESÚS ARTURO SANTIANI ACOSTA

VOCAL

MG. RAUL ASTETE CORNEJO

SECRETARIO (A)

### **DEDICATORIA.**

A mi amada madre, que me enseñó la perseverancia.

A mi querido padre Camilo y recordada Tía Macaria, que desde el cielo me  
bendicen.

A mi familia, por ser el motivo de mi vida en todos mis procesos.

### **AGRADECIMIENTOS.**

A Lisset, por su apoyo incondicional.

### **FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

Trabajo de investigación autofinanciado

| DECLARACIÓN DE AUTOR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                     |            |      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------|
| FECHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 14                                                                                                                                                  | SEPTIEMBRE | 2025 |
| APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | EVELYN LIVIA PARIPANCCA HERRERA                                                                                                                     |            |      |
| PROGRAMA DE POSGRADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Maestría en Medicina Ocupacional y del Medio Ambiente                                                                                               |            |      |
| AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2012                                                                                                                                                |            |      |
| TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EXPOSICIÓN OCUPACIONAL A RADIACION ULTRAVIOLETA Y RIESGO DE PTERIGION EN TRABAJADORES PESQUEROS DEL PERU Y AMERICA LATINA: UN ENFOQUE DE PREVENCIÓN |            |      |
| MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Trabajo de Investigación – Portafolio Maestría                                                                                                      |            |      |
| <p align="center"><b>Declaración del Autor</b></p> <p>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.</p> |                                                                                                                                                     |            |      |
| Teléfono de contacto (fijo / móvil)                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 963746090/4651799                                                                                                                                   |            |      |
| E-mail                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <a href="mailto:evelyn.paripancca.h@upch.pe">evelyn.paripancca.h@upch.pe</a>                                                                        |            |      |




---

Firma del Egresado  
DNI 40413138

## ÍNDICE

RESUMEN

ABSTRACT

|        |                                                                                                                                                                                                         |    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I.     | INTRODUCCIÓN .....                                                                                                                                                                                      | 5  |
| 1.1.   | Planteamiento del Problema .....                                                                                                                                                                        | 8  |
| 1.2.   | Justificación y relevancia de la investigación cualitativa.....                                                                                                                                         | 8  |
| 1.3.   | Objetivos.....                                                                                                                                                                                          | 11 |
| 1.4.   | Metodología.....                                                                                                                                                                                        | 11 |
| II.    | DESARROLLO DE LOS TRABAJOS.....                                                                                                                                                                         | 14 |
| 2.1.   | Capítulo I: Bases conceptuales, factores de riesgo y evidencia epidemiológica sobre la exposición ocupacional a radiación ultravioleta y pterigión en el sector pesquero peruano y latinoamericano..... | 14 |
| 2.1.1. | Definición, morfología y mecanismo de daño por radiación ultravioleta .....                                                                                                                             | 14 |
| 2.1.2. | Factores de riesgo ambientales y ocupacionales .....                                                                                                                                                    | 18 |
| 2.1.3. | Caracterización del sector pesquero peruano y latinoamericano ..                                                                                                                                        | 23 |
| 2.1.4. | Evidencia epidemiológica en poblaciones pesqueras.....                                                                                                                                                  | 24 |
| 2.1.5. | Reconocimiento del pterigión como enfermedad relacionada con la ocupación .....                                                                                                                         | 29 |
| 2.1.6. | Limitaciones de la evidencia existente y brechas de investigación                                                                                                                                       | 34 |
| 2.2.   | Capítulo II: Metodologías de diagnóstico y tratamiento del pterigión.                                                                                                                                   | 36 |
| 2.2.1. | Introducción al abordaje clínico del pterigión.....                                                                                                                                                     | 36 |
| 2.2.2. | Metodologías diagnósticas .....                                                                                                                                                                         | 39 |
| 2.2.3. | Evaluación molecular y patogénica en el diagnóstico.....                                                                                                                                                | 43 |

|                                                                                                                                                                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.2.4. Medidas terapéuticas .....                                                                                                                                                                                                                  | 49 |
| 2.2.5. Accesibilidad y disponibilidad de metodologías diagnósticas y terapéuticas .....                                                                                                                                                            | 53 |
| 2.2.6. Perspectiva de medicina ocupacional .....                                                                                                                                                                                                   | 55 |
| 2.3. Capítulo III: Propuesta específica de estrategias preventivas y de manejo del pterigión para el sector industrial pesquero de Perú enfocada en fortalecer la vigilancia epidemiológica, legal y la implementación de políticas públicas. .... | 61 |
| 2.3.1. El pterigión como problema de salud ocupacional prevenible.....                                                                                                                                                                             | 61 |
| 2.3.2. Identificación de riesgos ocupacionales en el sector pesquero .....                                                                                                                                                                         | 64 |
| 2.3.4. Estrategias de prevención primaria en salud ocupacional .....                                                                                                                                                                               | 69 |
| 2.3.5. Prevención secundaria: Vigilancia epidemiológica y tamizaje .....                                                                                                                                                                           | 72 |
| 2.3.7. Prevención terciaria y rehabilitación laboral .....                                                                                                                                                                                         | 78 |
| 2.3.8. Vigilancia legal y reconocimiento como enfermedad profesional                                                                                                                                                                               | 81 |
| 2.3.9. Políticas públicas y articulación intersectorial .....                                                                                                                                                                                      | 84 |
| 2.3.10. Evaluación costo-beneficio y sostenibilidad.....                                                                                                                                                                                           | 87 |
| III. CONCLUSIONES .....                                                                                                                                                                                                                            | 91 |
| IV. RECOMENDACIONES .....                                                                                                                                                                                                                          | 93 |
| V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....                                                                                                                                                                                                                | 95 |
| VI. ANEXOS                                                                                                                                                                                                                                         |    |

## ÍNDICE DE CUADROS

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 1. Resumen de evidencias sobre pterigión, radiación UV y ocupación. ..                                           | 18 |
| Cuadro 2. Resumen de evidencias sobre factores ambientales y ocupacionales asociados al pterigión.....                  | 22 |
| Cuadro 3. Resumen de evidencias epidemiológicas en poblaciones rurales y pesqueras.....                                 | 29 |
| Cuadro 4. Evidencias sobre el reconocimiento del pterigión como enfermedad ocupacional .....                            | 33 |
| Cuadro 5. Evidencia clínica reciente sobre pterigión (2011–2025).....                                                   | 39 |
| Cuadro 6. Evidencia reciente sobre metodologías diagnósticas en pterigión (2011–2025) .....                             | 43 |
| Cuadro 7. Estudios sobre evaluación molecular y biomarcadores en pterigión (2011–2025).....                             | 48 |
| Cuadro 8. Estudios recientes sobre tratamiento quirúrgico del pterigión (2011–2025) .....                               | 52 |
| Cuadro 9. Estudios sobre acceso y equidad en servicios oftalmológicos (2011–2025) .....                                 | 55 |
| Cuadro 10. Estudios reales sobre vigilancia ocular ocupacional y riesgos en salud visual laboral .....                  | 58 |
| Cuadro 11. Evidencia científica reciente sobre pterigión y exposición laboral a radiación ultravioleta (2011–2025)..... | 64 |
| Cuadro 12. Estudios recientes sobre riesgos ocupacionales relacionados con el pterigión/exposición ocular solar. ....   | 67 |

|                                                                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro 13. Evidencia reciente sobre estrategias de prevención primaria frente al riesgo de pterigión u otros daños oculares por exposición solar en ambientes laborales (2011–2025)..... | 72 |
| Cuadro 14. Evidencias recientes sobre vigilancia, tamizaje y exposición ocular en trabajadores expuestos al sol.....                                                                     | 75 |
| Cuadro 15. Evidencia reciente sobre resultados quirúrgicos y prevención de recidiva en pterigión (2011–2025). ....                                                                       | 81 |
| Cuadro 16. Evidencia y ejemplos sobre reconocimiento legal del pterigión como enfermedad profesional u ocular inducida por UV. ....                                                      | 84 |
| Cuadro 17. Evidencias sobre políticas públicas, intervenciones multicomponente y articulación intersectorial en protección solar ocupacional (2011–2025).....                            | 87 |
| Cuadro 18. Estudios económicos relevantes sobre protección solar ocupacional y costo-beneficio (2011–2025). ....                                                                         | 90 |

## RESUMEN

Se realizó una revisión bibliográfica sistematizada con enfoque cualitativo, con la finalidad de analizar la relación entre la exposición ocupacional a radiación ultravioleta y a factores ambientales adversos con la prevalencia y severidad del pterigión en trabajadores de la industria pesquera en el Perú y América Latina, proponiendo estrategias preventivas desde la medicina ocupacional. Se siguió los principios PRISMA para la identificación, selección y síntesis de la literatura. Las búsquedas se realizaron en PubMed, SciELO, Scopus y Web of Science, complementadas con documentos institucionales, acotando el periodo 2011–2025. Se incluyeron estudios observacionales, experimentales y revisiones con población adulta expuesta laboralmente a radiación solar y con pterigión como desenlace; se excluyeron series de casos, editoriales y estudios in vitro o sin exposición ocupacional documentada. La extracción y valoración consideraron pertinencia, diseño y consistencia de resultados; no se efectuó metaanálisis por heterogeneidad clínica y metodológica. La síntesis temática mostró una consistencia entre trabajo al aire libre con alta carga de radiación (potenciada por la reflectancia marina) y mayor riesgo de pterigión, además de brechas en acceso diagnóstico y terapéutico. Se describen intervenciones preventivas factibles y costo-viables (protección ocular certificada, controles administrativos y vigilancia epidemiológica) con potencial de implementación en salud ocupacional del sector pesquero. En conjunto, los hallazgos respaldan que el pterigión es un daño prevenible vinculado a la exposición solar laboral y justifican la adopción de medidas estandarizadas para

reducir su carga en contextos de alta exposición. No se registró protocolo y el trabajo fue autofinanciado.

### **PALABRAS CLAVE**

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA, PTERIGIÓN, SALUD OCUPACIONAL,  
TRABAJADORES DEL MAR, PREVENCIÓN PRIMARIA.

## **ABSTRACT**

A systematized qualitative literature review was conducted to analyze the relationship between occupational exposure to ultraviolet radiation and adverse environmental factors with the prevalence and severity of pterygium among workers in the fishing industry in Peru and Latin America, while proposing preventive strategies grounded in occupational medicine. PRISMA principles were followed for the identification, selection, and synthesis of the literature. Searches were performed in PubMed, SciELO, Scopus, and Web of Science, complemented by institutional documents, covering the period 2011–2025. Included studies comprised observational and experimental designs and reviews involving adult populations with occupational solar exposure and pterygium as the outcome; case series, editorials, and in vitro studies or those lacking documented occupational exposure were excluded. Data extraction and appraisal considered relevance, study design, and consistency of findings; no meta-analysis was undertaken due to clinical and methodological heterogeneity. The thematic synthesis showed a consistent association between outdoor work with high radiation burden—amplified by marine reflectance—and increased risk of pterygium, alongside gaps in access to diagnostic and therapeutic services. Feasible and cost-effective preventive interventions are described (certified UV-protective eyewear, administrative controls, and epidemiological surveillance) with implementation potential in occupational health for the fishing sector. Overall, the findings support that pterygium is a preventable condition linked to occupational solar exposure and justify the adoption of standardized measures to reduce its burden in high-exposure settings. No protocol was registered, and the work was self-funded.

**KEYWORDS**

ULTRAVIOLET RAYS, PTERYGIUM, OCCUPATIONAL HEALTH,  
SEAFARERS, PRIMARY PREVENTION

## **I. INTRODUCCIÓN**

El pterigión es una enfermedad ocular crónica, caracterizada por un crecimiento fibrovascular de la conjuntiva sobre la córnea, que puede inducir astigmatismo irregular, disminución progresiva de la visión y síntomas persistentes como irritación, fotofobia y enrojecimiento ocular(1). Aunque su etiología es multifactorial, múltiples estudios coinciden en que la exposición crónica a radiación ultravioleta tipo B (UV-B) constituye el principal factor de riesgo, al inducir daño en el ADN, estrés oxidativo y proliferación celular anómala en la superficie ocular(2). Esta condición se observa con especial frecuencia en regiones tropicales y subtropicales, donde trabajadores al aire libre —pescadores, agricultores y jornaleros— enfrentan niveles de radiación que superan el umbral eritemático incluso en días nublados o en estaciones frías, lo que aumenta el riesgo acumulativo de daño ocular y cutáneo(2,3).

A nivel mundial, el pterigión representa un importante problema de salud ocular. Una revisión sistemática y metaanálisis que incluyó estudios poblacionales de distintos continentes estimó una prevalencia global aproximada del 12 %, con una marcada heterogeneidad geográfica, que oscila entre menos del 1 % en regiones de latitudes altas y más del 30 % en zonas cercanas al ecuador. Esta variabilidad se explica principalmente por diferencias en la intensidad de la radiación ultravioleta, las condiciones climáticas, los hábitos ocupacionales y el grado de protección ocular utilizada (4).

Desde la perspectiva de la salud ocupacional, la prevalencia de pterigión es considerablemente mayor en trabajadores expuestos de forma crónica a radiación

solar durante su jornada laboral. Diversas revisiones recientes han reportado que la prevalencia de pterigión en trabajadores al aire libre, como agricultores, pescadores, obreros de la construcción y mineros, donde oscila entre el 20 % y el 40 %, superando ampliamente las cifras observadas en la población general. Esta diferencia se atribuye a la exposición prolongada y acumulativa a radiación ultravioleta sin protección ocular adecuada, así como a la interacción con otros factores laborales adversos, como viento constante, partículas suspendidas, salinidad ambiental y microtraumatismos repetitivos de la superficie ocular (5).

Investigaciones recientes también han descrito la participación de vías moleculares relacionadas con angiogénesis, proliferación fibroblástica y resistencia a la apoptosis, lo que explica tanto su progresión como las altas tasas de recurrencia tras cirugía(6). Asimismo, se ha documentado que en algunos pacientes el pterigión puede coexistir con lesiones displásicas y neoplásicas de la superficie ocular, lo que refuerza la necesidad de un abordaje clínico riguroso desde una perspectiva preventiva y ocupacional(7).

En el contexto peruano, las cifras de prevalencia son particularmente preocupantes. En la región de Tumbes, un estudio realizado en 2022 reportó que el 44,4 % de los pacientes evaluados durante una campaña oftalmológica presentaban pterigión, con predominio en población rural(8). De forma similar, en Huancayo se documentó una prevalencia del 57 % en pacientes atendidos en consulta externa, lo que refleja un panorama alarmante en zonas altoandinas expuestas a intensa radiación solar(9). A nivel nacional, una revisión de factores de riesgo estimó una prevalencia del 31 % en población general expuesta a

condiciones ambientales adversas, como la radiación solar intensa, la salinidad y el viento constante(10).

Diversos factores ambientales adversos interactúan para potenciar este riesgo. Entre ellos, destacan la alta reflectancia solar del entorno marino y andino, la exposición al viento cargado de partículas y sales, la humedad relativa baja en determinadas regiones y los microtraumatismos oculares repetitivos, todos los cuales contribuyen a generar un estado inflamatorio crónico y una alteración persistente de la superficie ocular(2,6). Estas condiciones son especialmente críticas en los trabajadores pesqueros, cuya exposición laboral al aire libre es prolongada y frecuente.

La dimensión del problema no se limita al impacto clínico individual. El pterigión se traduce en una enfermedad ocupacional y social con consecuencias directas sobre la productividad, la calidad de vida y los ingresos de los trabajadores afectados. Las comunidades costeras enfrentan, además, importantes barreras de acceso a servicios oftalmológicos especializados, debido a la escasez de infraestructura, la limitada disponibilidad de personal de salud visual y los bajos niveles de cobertura en salud ocular(11). Esta combinación de alta exposición ambiental, vulnerabilidad socioeconómica y baja capacidad de respuesta del sistema de salud profundiza las inequidades en salud visual en el Perú y en América Latina.

Por ende, es necesario comprender las características de los principales factores de riesgo ocupacionales y ambientales asociados al pterigión, entre los que destacan la radiación ultravioleta acumulativa, la alta reflectancia solar

proveniente del mar, la arena y superficies metálicas, así como la exposición constante a viento, salinidad ambiental, baja humedad relativa y microtraumatismos crónicos de la superficie ocular. Estos elementos, actuando de manera conjunta, inducen procesos de inflamación persistente, estrés oxidativo y disfunción limbar que favorecen el desarrollo y la progresión de la enfermedad. Analizar estos factores desde la perspectiva de la medicina ocupacional es fundamental para determinar su relación con la incidencia y severidad del pterigión en trabajadores de la industria pesquera del Perú y América Latina, y, a partir de ello, proponer estrategias preventivas integrales que contribuyan a proteger la salud visual, reducir inequidades sanitarias y mejorar la calidad de vida de poblaciones laboralmente vulnerables.

### **1.1. Planteamiento del Problema**

¿Los trabajadores de la industria pesquera en el Perú y América Latina, expuestos a radiación ultravioleta y a factores ambientales adversos, presentan una mayor prevalencia y severidad de pterigión?

### **1.2. Justificación y relevancia de la investigación cualitativa**

El estudio de la relación entre la exposición ocupacional a radiación ultravioleta (UV) y factores ambientales adversos con el riesgo de desarrollar pterigión es fundamental para la salud ocupacional y la oftalmología comunitaria, ya que en América Latina persisten vacíos de evidencia en poblaciones de alta exposición como los trabajadores pesqueros.

Justificación teórica

El presente estudio sobre la exposición ocupacional a radiación ultravioleta (UV) y factores ambientales adversos con el riesgo de desarrollar pterigión, contribuye a profundizar la comprensión de los mecanismos fisiopatológicos implicados en esta enfermedad ocular crónica. La evidencia científica señala que la radiación UV, el viento, la salinidad y la baja humedad generan daño oxidativo en el epitelio conjuntival y corneal, activando cascadas inflamatorias, angiogénicas y fibroblásticas que explican tanto la progresión como la recurrencia del pterigión. Analizar estos procesos desde la perspectiva de la medicina ocupacional y la oftalmología comunitaria permite integrar los conocimientos de la biología celular con la epidemiología laboral, reforzando el marco conceptual sobre los efectos acumulativos de la exposición solar crónica en contextos laborales abiertos. Además, aporta al desarrollo de modelos explicativos que vinculan el ambiente físico con la salud visual, un área aún poco explorada en poblaciones ocupacionales de América Latina (12).

#### Justificación práctica

Desde el punto de vista práctico, esta investigación tiene una utilidad directa para la prevención y el control de enfermedades oculares relacionadas con la exposición solar en trabajadores de alto riesgo, como los del sector pesquero. Los hallazgos del estudio sintetizarán información para la implementación de programas de vigilancia en salud ocular, con actividades sistemáticas de tamizaje, diagnóstico precoz, seguimiento clínico y educación en fotoprotección. Asimismo, los resultados pueden orientar la elaboración de protocolos de protección laboral, incluyendo la dotación de lentes con filtros UV, viseras, descansos programados y capacitación

preventiva. En contextos donde los servicios de salud ocupacional aún no incluyen la vigilancia oftalmológica, esta evidencia contribuirá a integrar la salud visual dentro de las evaluaciones médicas periódicas y los programas de promoción de la salud en el trabajo. Por tanto, el estudio ofrece herramientas prácticas para fortalecer la gestión preventiva y reducir los costos asociados a la pérdida visual y al ausentismo laboral (3).

#### Justificación social

En el plano social, esta investigación tiene un impacto significativo al proteger los derechos de los trabajadores pesqueros y de otros grupos expuestos, promoviendo condiciones laborales seguras y el acceso equitativo a la salud visual. La prevención del pterigión no solo evita la discapacidad ocular y la pérdida de la visión, sino que también preserva la capacidad productiva y la estabilidad económica de familias que dependen del trabajo manual en el mar. Al evidenciar los efectos de la exposición solar crónica y la ausencia de medidas preventivas, el estudio refuerza la necesidad de políticas públicas que integren la vigilancia ocupacional frente a riesgos solares en los sectores laboral y sanitario. De este modo, el estudio contribuye al cumplimiento de los principios de trabajo decente, salud para todos y desarrollo sostenible, al tiempo que sensibiliza a la sociedad sobre la importancia de proteger la salud ocular como un componente esencial del bienestar y la productividad social (13).

### **1.3. Objetivos**

#### **General:**

- Analizar la relación entre la exposición ocupacional a radiación ultravioleta y a factores ambientales adversos con la prevalencia y severidad del pterigión en trabajadores de la industria pesquera en el Perú y América Latina, proponiendo estrategias preventivas desde la medicina ocupacional.

#### **Específicos:**

- Describir los mecanismos fisiopatológicos, los factores ambientales y ocupacionales asociados al pterigión por radiación ultravioleta, así como la evidencia epidemiológica disponible en trabajadores del sector pesquero del Perú y América Latina.
- Analizar las metodologías de diagnóstico y tratamiento integrando técnicas clínicas y quirúrgicas, así como la eficacia de las diferentes intervenciones.
- Proponer estrategias de prevención y manejo del pterigión, con énfasis en la vigilancia epidemiológica y legal adaptada al sector pesquero.

### **1.4. Metodología**

La presente investigación se desarrollará con un enfoque cualitativo, orientado a la construcción de un portafolio académico que sintetice la evidencia disponible sobre la relación entre exposición ocupacional a radiación ultravioleta (UV), factores ambientales adversos y desarrollo de pterigión en trabajadores de la industria pesquera en el Perú y América Latina.

La recopilación de información se llevará a cabo mediante una revisión bibliográfica sistematizada, aplicando la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) adaptada a portafolios, con el fin de garantizar la transparencia en la búsqueda, selección y análisis de estudios relevantes.

Los documentos seleccionados serán organizados en una matriz de datos que incluirá: título del estudio, autores, año de publicación, tipo de diseño, objetivos, metodología empleada, hallazgos clave y enlace (DOI o URL). Con base en esta sistematización se elaborará el portafolio final, estructurado en tres capítulos:

I) Bases conceptuales, factores de riesgo, evidencia epidemiológica, asociación entre exposición laboral a radiación UV/factores ambientales y prevalencia de pterigión en comunidades pesqueras, y evidencia ocupacional del pterigión.

II) Metodologías de diagnóstico y tratamiento del pterigión.

III) Propuesta específica de estrategias preventivas y de manejo del pterigión para el sector industrial pesquero de Perú enfocada en fortalecer la vigilancia epidemiológica, legal y la implementación de políticas públicas.

Dentro de los criterios de elegibilidad consignaremos:

**Criterios de Inclusión:**

- Estudios de investigación básica y aplicada: descriptivos, observacionales, correlacionales, experimentales, revisiones sistemáticas y metaanálisis.

- Población: trabajadores adultos expuestos ocupacionalmente a radiación solar y factores ambientales (pescadores).
- Exposición: radiación UV (UVA/UVB) y factores ambientales adversos (salinidad, viento, alta reflectancia solar, humedad, microtraumatismos oculares).
- Desenlace: diagnóstico clínico o histopatológico de pterigión.
- Idiomas: inglés, español y portugués.
- Periodo de publicación: 2011–2025, para abarcar tanto hallazgos recientes como evidencia consolidada de la última década.

#### **Criterios de Exclusión:**

- Series de casos, revisiones narrativas, editoriales, cartas al editor.
- Estudios en animales o modelos in vitro sin aplicación directa a la salud ocupacional.
- Investigaciones en poblaciones sin exposición laboral documentada a radiación solar.

#### **Limitaciones del Estudio**

- Disponibilidad de información: algunos estudios pueden no estar publicados en bases indexadas, estar en otros idiomas o tener acceso restringido.
- Limitación temporal: al enfocarse en el periodo 2011–2025, se pueden excluir investigaciones históricas que aporten al contexto global de la enfermedad.
- Escasez de datos locales: en el Perú y América Latina existe poca investigación primaria sobre pterigión en trabajadores pesqueros, lo que

obliga a complementar la revisión con evidencia internacional y de poblaciones con exposiciones laborales similares.

## **II. DESARROLLO DE LOS TRABAJOS**

### **2.1. Capítulo I: Bases conceptuales, factores de riesgo y evidencia epidemiológica sobre la exposición ocupacional a radiación ultravioleta y pterigión en el sector pesquero peruano y latinoamericano.**

#### **2.1.1. Definición, morfología y mecanismo de daño por radiación ultravioleta**

El pterigión es una enfermedad ocular crónica, degenerativa y proliferativa que se manifiesta como un crecimiento fibrovascular de la conjuntiva bulbar hacia la córnea, con forma triangular y progresiva, cuyo vértice apunta hacia el eje pupilar. Aunque históricamente se consideró una simple degeneración de la conjuntiva asociada al envejecimiento, en la actualidad se reconoce como una patología activa y multifactorial, en la que confluyen procesos inflamatorios, proliferativos y angiogénicos. Clínicamente, se presenta con síntomas como enrojecimiento ocular, sensación de cuerpo extraño, lagrimeo y fotofobia, y en casos avanzados puede ocasionar disminución significativa de la agudeza visual debido a la inducción de astigmatismo irregular o a la invasión del eje visual corneal. Estas manifestaciones no solo afectan la función visual, sino que tienen repercusiones ocupacionales y sociales al limitar la productividad y la calidad de vida de los trabajadores expuestos, particularmente en ambientes de riesgo(1).

El concepto de pterigión ha evolucionado con base en estudios histopatológicos y moleculares que evidencian proliferación epitelial anómala, infiltración inflamatoria crónica, remodelación de la matriz extracelular y formación de neovasos. Estos hallazgos han desplazado la noción clásica de un proceso pasivo de degeneración, planteando que se trata de una enfermedad activa con características semejantes a desórdenes proliferativos. Se ha documentado además que algunos pterigiones muestran expresión de marcadores moleculares relacionados con la carcinogénesis, lo que sugiere un potencial premaligno en ciertos casos. Este nuevo entendimiento de la enfermedad refuerza su importancia dentro de la salud pública y la salud ocupacional, ya que explica su progresión, la recurrencia postquirúrgica y el impacto sostenido en poblaciones vulnerables(3,6).

La radiación ultravioleta tipo B (UV-B, 280–315 nm) es el factor etiológico más relevante en el desarrollo de pterigión. La exposición crónica y acumulativa a radiación solar produce mutaciones en el ADN, especialmente en el gen supresor tumoral p53, lo que compromete los mecanismos de control del ciclo celular y favorece la proliferación descontrolada de células conjuntivales alteradas. Al mismo tiempo, la radiación induce la generación de especies reactivas de oxígeno que generan estrés oxidativo, peroxidación lipídica y daño proteico. Este entorno oxidativo activa vías inflamatorias y promueve apoptosis en células epiteliales sanas, mientras facilita la supervivencia de células alteradas, creando un microambiente que potencia la invasión fibrovascular sobre la córnea(12,14).

La fisiopatología del pterigión integra además la sobreexpresión de mediadores angiogénicos, en particular el factor de crecimiento endotelial vascular (VEGF), que favorece la formación de nuevos vasos sanguíneos. A esto se suma la activación

de metaloproteinasas de matriz (MMPs), enzimas que degradan colágeno y otros componentes de la matriz extracelular, lo que facilita la invasión progresiva de tejido conjuntival sobre la córnea. También se ha demostrado disfunción de las células madre limbares, cuya función es mantener la integridad epitelial de la córnea; su afectación provoca pérdida de la barrera natural frente al crecimiento conjuntival. Adicionalmente, se han documentado alteraciones epigenéticas, como la modificación en la expresión de microARNs implicados en la regulación de la inflamación y la angiogénesis, lo que resalta que los factores ambientales no solo producen daño directo, sino que también inducen cambios moleculares persistentes(6,15).

Desde la perspectiva de la salud ocupacional, esta enfermedad presenta alta prevalencia en grupos de trabajadores expuestos a condiciones extremas al aire libre. Entre los más afectados se encuentran los pescadores artesanales, quienes permanecen largas jornadas en el mar, expuestos a radiación directa y al reflejo de la luz sobre la superficie acuática, que multiplica la dosis efectiva recibida por el ojo. A estos factores se añaden el viento constante, la salinidad ambiental y la limitada utilización de equipos de protección ocular, condiciones que incrementan notablemente el riesgo de desarrollar pterigión. De igual forma, los agricultores constituyen un grupo de alta vulnerabilidad, dado que trabajan en entornos áridos y con baja humedad relativa, lo que provoca sequedad ocular y facilita la inflamación crónica de la superficie ocular. Ambos sectores suelen caracterizarse por alta informalidad laboral, falta de cobertura en salud visual y escaso acceso a servicios oftalmológicos, lo que genera diagnósticos tardíos y mayor recurrencia tras los tratamientos quirúrgicos(14,16).

La evidencia epidemiológica en regiones de alta radiación solar confirma la magnitud del problema. Estudios internacionales realizados en Asia, África y Oceanía muestran prevalencias de entre el 20 % y el 40 % en comunidades rurales, alcanzando cifras superiores en pescadores y trabajadores agrícolas. En América Latina, los hallazgos son similares: en el Perú, por ejemplo, se reportó una prevalencia del 44,4 % en Tumbes, especialmente en población pesquera y rural, mientras que, en Huancayo, una ciudad altoandina expuesta a radiación intensa por la altitud, se alcanzó una prevalencia del 57 %. Incluso en Lima, contexto urbano, se identificó una prevalencia del 31 %, lo que evidencia que la enfermedad afecta a distintos escenarios, aunque con mayor intensidad en poblaciones ocupacionalmente expuestas(8–10).

El pterigión debe entenderse, por tanto, como el resultado de la interacción entre radiación UV, factores ambientales adversos y susceptibilidad individual, mediada por mecanismos moleculares y epigenéticos. Este enfoque integral permite dimensionar su importancia no solo como un problema clínico, sino como una patología directamente vinculada a la exposición laboral, con criterios suficientes para ser considerada enfermedad de origen ocupacional. La literatura científica, resumida en el Cuadro 1, respalda esta visión al mostrar evidencia clínica, molecular y epidemiológica que conecta la radiación UV con el pterigión y documenta prevalencias elevadas en poblaciones pesqueras y agrícolas. Reconocer su carácter ocupacional es esencial para justificar la implementación de políticas públicas en prevención, vigilancia epidemiológica y compensación, particularmente en sectores donde la carga de enfermedad es mayor y las condiciones laborales amplifican el riesgo.

### **Cuadro 1.**

*Resumen de evidencias sobre pterigión, radiación UV y ocupación.*

| <b>Autor / Año</b>                     | <b>Diseño / Población</b> | <b>Hallazgos principales</b>                                   | <b>Relevancia ocupacional</b>               |
|----------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Sarkar y Tripathy, 2023(1)             | Revisión clínica          | Pterigión definido como enfermedad activa y multifactorial     | Sustenta su complejidad clínica             |
| Shahraki et al., 2021(3)               | Revisión sistemática      | Inflamación crónica y angiogénesis como bases fisiopatológicas | Explica progresión y recurrencia            |
| Wolf et al., 2022(5)                   | Transcriptómica           | Alteraciones moleculares y expresión de microARNs              | Soporte para cambios epigenéticos           |
| Hatsusaka et al., 2021(4)              | Estudio poblacional       | Asociación entre UV acumulativa, cataratas y pterigión         | Evidencia epidemiológica sólida             |
| Benites O, 2024(7)                     | Campaña en Tumbes, Perú   | Prevalencia 44,4 % en población rural/pesquera                 | Evidencia local en costa norte              |
| Ruiz Castañeda y Lope Angulo, 2021(8)  | Estudio en Huancayo       | Prevalencia 57 % en zona altoandina                            | Confirma riesgo en altura                   |
| Bazán Castañeda y Mora Candia, 2023(9) | Lima, Perú                | Prevalencia 31 % en entorno urbano                             | Extensión del problema en contextos urbanos |

**Fuente. Creación propia.**

#### **2.1.2. Factores de riesgo ambientales y ocupacionales**

El pterigión no puede entenderse únicamente como consecuencia de la radiación ultravioleta (UV), a pesar de que este factor constituye el principal desencadenante identificado en la literatura. Los estudios más recientes señalan que se trata de una enfermedad compleja, influida por un conjunto de factores ambientales y ocupacionales que interactúan de manera sinérgica para acelerar el daño en la

superficie ocular. En este sentido, comprender los factores que rodean el contexto laboral de poblaciones expuestas, como pescadores artesanales y agricultores, resulta esencial para dimensionar el verdadero impacto del pterigión en la salud ocupacional y pública.

La alta reflectancia solar es uno de los elementos ambientales que más intensifican la exposición a radiación UV. Este fenómeno ocurre en superficies como el mar, la arena, la nieve e incluso las embarcaciones metálicas, donde la radiación reflejada puede incrementar entre un 30 y un 40 % la dosis efectiva recibida por los ojos. En el caso de los pescadores, el mar se convierte en un espejo constante que amplifica la radiación solar directa, generando un doble efecto acumulativo: exposición directa y exposición reflejada. Estudios realizados en trabajadores costeros han evidenciado que esta condición multiplica el riesgo de desarrollar pterigión en comparación con poblaciones urbanas no expuestas(12).

Otro factor adverso es el viento constante, cuya acción mecánica ocasiona microtraumatismos repetidos en la superficie ocular y acelera la evaporación de la película lagrimal. La pérdida de estabilidad de esta película favorece procesos inflamatorios crónicos y aumenta la susceptibilidad frente a partículas ambientales irritantes. Esta condición es particularmente evidente en contextos de pesca en alta mar o en zonas rurales de clima seco, donde el viento actúa como un agresor permanente. Investigaciones han reportado que la exposición simultánea a radiación solar y viento incrementa significativamente la incidencia de pterigión en comparación con aquellos expuestos solo a radiación solar(14).

La salinidad ambiental es otro factor de gran importancia en entornos costeros. Las micropartículas de sal presentes en el aire generan irritación constante en la superficie ocular, aumentando la osmolaridad de la película lagrimal y produciendo inflamación crónica. Estas alteraciones conducen a cambios degenerativos en el limbo esclerocorneal, punto crítico para la fisiopatología del pterigión, al comprometer las células madre limbares responsables de mantener la integridad corneal. En comunidades pesqueras, se ha documentado que la exposición prolongada a ambientes salinos agrava la severidad clínica del pterigión, produciendo formas más invasivas y con mayor recurrencia postquirúrgica(3).

La baja humedad relativa, típica de climas áridos y de zonas de alta radiación solar, potencia la sequedad ocular. Esta sequedad aumenta la fricción entre los párpados y la superficie corneal, favoreciendo la irritación crónica y la inflamación local. Investigaciones en regiones desérticas han mostrado que la combinación de baja humedad y exposición solar prolongada eleva de manera notable la prevalencia de pterigión en comparación con regiones húmedas, lo que demuestra la importancia del microclima en la génesis de la enfermedad(6).

El polvo y otros contaminantes ambientales representan otro factor clave en poblaciones rurales y pesqueras. El polvo en suspensión, junto con partículas derivadas de la actividad marítima como residuos de redes, arenilla y combustibles, genera un microambiente irritativo que contribuye al daño conjuntival. Estos contaminantes, al actuar junto con la radiación UV, potencian la inflamación y la progresión del pterigión. Estudios en áreas agrícolas y costeras han descrito que la exposición combinada a polvo y radiación es un cofactor decisivo para la aparición de la enfermedad a edades más tempranas(15).

A estos factores se suma la exposición ocupacional prolongada al aire libre. En el caso de los pescadores artesanales, las jornadas laborales pueden extenderse entre ocho y doce horas diarias bajo radiación intensa, generalmente sin equipos de protección adecuados como gafas con filtros UV. La repetición diaria de esta exposición no solo incrementa la incidencia de pterigión, sino que además se asocia a lesiones más extensas, con mayor invasión corneal y recurrencias tras el tratamiento quirúrgico. Investigaciones realizadas en comunidades pesqueras han demostrado que esta combinación de exposición crónica y falta de protección ocular es la principal razón por la cual esta población presenta prevalencias significativamente superiores a la media nacional(16).

La interacción de estos factores ambientales y ocupacionales genera un microambiente inflamatorio y oxidativo en la superficie ocular. La evaporación de la película lagrimal, la irritación por partículas, la osmolaridad elevada y la radiación acumulativa promueven la degeneración de células madre limbares, la pérdida de integridad epitelial y la invasión fibrovascular que caracterizan al pterigión. Esta sinergia explica no solo la mayor prevalencia en poblaciones trabajadoras al aire libre, sino también la mayor severidad clínica y recurrencia postoperatoria que se observa en ellas.

Desde la óptica de la medicina ocupacional, este panorama obliga a reconocer el pterigión como una enfermedad de origen multifactorial, vinculada tanto a la exposición solar como al entorno ambiental en el que se desarrollan las actividades productivas. La prevención de la enfermedad requiere, por tanto, un enfoque integral que incluya provisión de equipos de protección ocular, educación en salud visual, fiscalización del cumplimiento de normas de seguridad y medidas de control

ambiental. Si no se aplican estas estrategias, la exposición acumulativa seguirá traduciéndose en una elevada carga de enfermedad en poblaciones vulnerables.

La literatura científica que respalda la influencia de estos factores ambientales y ocupacionales en el desarrollo del pterigión se sintetiza en la Cuadro 2, donde se resumen los hallazgos más relevantes en distintos contextos geográficos y laborales.

## **Cuadro 2.**

*Resumen de evidencias sobre factores ambientales y ocupacionales asociados al pterigión.*

| <b>Autor / Año</b>          | <b>Población / Contexto</b> | <b>Factor principal estudiado</b> | <b>Hallazgos relevantes</b>                              | <b>Conclusión</b>                        |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Shahraki et al., 2021(3)    | Poblaciones costeras        | Salinidad ambiental               | Micropartículas salinas elevan osmolaridad y dañan limbo | Favorece recurrencia y severidad         |
| Wolf et al., 2022(5)        | Regiones áridas             | Baja humedad relativa             | Aumenta sequedad ocular y fricción palpebral             | Incrementa prevalencia en climas secos   |
| Hatsusaka et al., 2021(4)   | Población agrícola          | Polvo y partículas ambientales    | Exposición combinada polvo–UV acelera progresión         | Cofactor crítico para pterigión temprano |
| Clearfield et al., 2022(14) | Pescadores artesanales      | Exposición ocupacional prolongada | Jornadas de 8–12 h/día sin protección                    | Asocia mayor severidad y recurrencia     |

Fuente: Creación propia

### **2.1.3. Caracterización del sector pesquero peruano y latinoamericano**

El sector pesquero en el Perú y América Latina constituye una actividad económica y social de gran relevancia, que combina una alta productividad con condiciones laborales complejas. En el Perú, según el Ministerio de la Producción (PRODUCE, 2022), la pesca artesanal representa alrededor del 80 % del empleo directo en el rubro y abarca más de 88 mil pescadores activos distribuidos en más de 1,200 caletas a lo largo del litoral (17). A diferencia de la pesca industrial, altamente mecanizada y con jornadas reguladas, la pesca artesanal se desarrolla en condiciones de informalidad laboral, sin cobertura adecuada en salud ocupacional ni acceso constante a servicios médicos especializados.

Las jornadas en altamar suelen extenderse entre 8 y 14 horas diarias, con exposición continua a radiación solar, reflejo del agua y condiciones meteorológicas extremas. Esta combinación incrementa la dosis efectiva de radiación ultravioleta recibida por el ojo, que puede duplicarse debido a la reflectancia del mar, elevando el riesgo de daño a nivel ocular, piel, entre otros (18). A ello se añaden factores como viento salino, alta humedad relativa y microtraumatismos oculares generados por la acción mecánica del aire y la sal, que favorecen la inflamación crónica de la superficie ocular.

En América Latina, el panorama es similar. En países como Chile, Ecuador, México y Brasil, la pesca artesanal representa una fuente importante de sustento económico y enfrenta desafíos comparables: exposición solar intensa, escasez de medidas de protección, limitado uso de lentes con filtros UV y ausencia de programas de vigilancia visual ocupacional (19). Estudios realizados por la FAO en 2022 (20) y

la Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS) en 2023, señalan que más del 70 % de los pescadores latinoamericanos carecen de cobertura sanitaria formal y no reciben educación en salud ocular ni fotoprotección, lo que agrava la vulnerabilidad frente a enfermedades oculares inducidas por radiación ultravioleta (21).

A pesar de la magnitud del problema, existen escasos registros epidemiológicos nacionales o regionales sobre la prevalencia del pterigión y otras enfermedades visuales en pescadores. La mayoría de los datos disponibles proviene de campañas de salud o estudios locales de pequeña escala, sin continuidad en la vigilancia. Esta carencia de información refleja una brecha significativa de investigación en salud ocupacional pesquera, especialmente en el ámbito oftalmológico, lo cual limita la formulación de políticas públicas específicas. Reconocer esta ausencia de evidencia sistemática es fundamental para promover futuras investigaciones y justificar la inclusión del sector pesquero dentro de los programas de salud visual ocupacional del país.

#### **2.1.4. Evidencia epidemiológica en poblaciones pesqueras**

El pterigión constituye una enfermedad ocular de alta prevalencia en regiones tropicales y subtropicales, con un claro patrón de distribución ocupacional y geográfica. Su incidencia es notablemente mayor en poblaciones que realizan actividades al aire libre, como pescadores, agricultores y jornaleros, en comparación con quienes habitan zonas urbanas o se desempeñan en labores bajo techo. La literatura epidemiológica de las últimas décadas ha documentado que esta condición se presenta con mayor frecuencia e intensidad en áreas con niveles elevados de radiación solar, particularmente en comunidades costeras donde las

condiciones ambientales adversas —como salinidad, viento constante y baja humedad— se suman a la exposición solar acumulativa, lo que contribuye a explicar la magnitud del problema(16).

La carga global del pterigión exhibe una marcada disparidad geográfica, con las prevalencias más elevadas concentradas en el "cinturón del pterigión" (regiones tropicales y subtropicales). Estudios poblacionales recientes en Asia, África y Oceanía confirman que la enfermedad presenta tasas significativamente mayores en comunidades rurales y en regiones caracterizadas por una alta exposición ambiental, incluyendo radiación ultravioleta (UV), polvo y viento. En estas poblaciones de riesgo, las prevalencias frecuentemente se sitúan entre el 10 % y el 30 %, pudiendo incluso superar el 50 % en subgrupos ocupacionales con exposición extrema(22). Por ejemplo, en Australia, un país con elevada irradiancia UV, se ha documentado que los trabajadores rurales y marinos (como agricultores y pescadores) muestran prevalencias superiores a las de la población urbana, lo que establece a la ocupación al aire libre como un factor de riesgo primordial. De manera similar, la evidencia en África señala prevalencias agrupadas entre el 18 % y el 22 % en revisiones sistemáticas recientes, con altas tasas observadas en trabajadores jóvenes y adultos dedicados a la agricultura intensiva que, a menudo, carecen de acceso a equipos de protección ocular adecuados y a servicios de salud visual regulares. Este panorama subraya que la etiopatogenia del pterigión no se reduce exclusivamente a la exposición a la UV, sino que está intrínsecamente ligada a determinantes sociales como el nivel socioeconómico bajo, el bajo nivel educativo y las deficiencias en la infraestructura sanitaria para la prevención y el tratamiento(22).

En América Latina, la situación refleja un patrón epidemiológico comparable. Estudios en México y Chile han mostrado que pescadores artesanales tienen prevalencias significativamente más altas que la población general, además de formas clínicas más agresivas y con mayor recurrencia tras la cirugía. En Brasil, investigaciones en comunidades costeras revelaron que la frecuencia del pterigión en pescadores era más del doble de la observada en grupos urbanos, asociándose a factores como la reflectancia del agua y la prolongación de las jornadas laborales bajo el sol. En estos contextos, la ocupación emerge como un determinante central de la aparición y progresión de la enfermedad, con implicancias directas en la productividad laboral y en la calidad de vida(3).

En el Perú, los estudios disponibles muestran cifras especialmente preocupantes. En la región de Tumbes, ubicada en la costa norte, un trabajo realizado en el marco de una campaña oftalmológica identificó que el 44,4 % de los pacientes evaluados presentaban pterigión, siendo la mayoría de procedencia rural y vinculada a la actividad pesquera(8). En Huancayo, ciudad altoandina a más de 3 200 metros sobre el nivel del mar, un estudio reportó una prevalencia del 57 % en pacientes atendidos en consulta externa, lo cual refleja el riesgo que implica la exposición solar intensa en zonas de gran altitud(9) (33). En Lima, capital del país y con características urbanas, un estudio documentó una prevalencia de 31 %, lo que confirma que incluso en entornos urbanos, donde se esperaría menor exposición ocupacional, la radiación solar y la falta de medidas de protección siguen representando factores de riesgo relevantes(10).

Estos hallazgos no solo permiten dimensionar la magnitud del problema en el Perú, sino que también reflejan la diversidad de contextos en los que se manifiesta la

enfermedad: desde las zonas costeras pesqueras, con altas tasas por la exposición simultánea a radiación y salinidad, hasta las zonas altoandinas, donde la altitud potencia la intensidad de la radiación solar. En todos estos escenarios, los trabajadores que realizan actividades al aire libre enfrentan un riesgo acumulativo que supera ampliamente al de la población urbana.

La literatura epidemiológica ha documentado consistentemente que la severidad clínica del pterigión es significativamente mayor en comunidades con alta exposición ocupacional, como las poblaciones rurales y pesqueras. En estos grupos se describen formas más invasivas de la lesión, caracterizadas por un mayor grado de afectación corneal y un incremento en el astigmatismo inducido, lo cual impacta negativamente en la capacidad visual y, por consiguiente, en el desempeño laboral del individuo(23,24).

Adicionalmente, la recurrencia después del tratamiento quirúrgico constituye un problema significativo, siendo sus tasas más elevadas en estas poblaciones debido a la continuidad de la exposición a los mismos factores ambientales y ocupacionales (UV, viento, polvo) que desencadenaron la patología primaria(23,24). Este fenómeno clínico subraya la imperatividad de implementar estrategias preventivas que trasciendan la sola intervención quirúrgica. La evidencia indica que, sin la modificación de los factores de riesgo ambientales y la provisión de acceso a medidas de protección ocular efectivas, los resultados clínicos a largo plazo tienden a ser subóptimos y la tasa de recidiva se mantiene elevada(24).

Desde la perspectiva de la medicina ocupacional, el reconocimiento de estas evidencias epidemiológicas es de suma relevancia. Primero, porque confirman que

el pterigión cumple con los criterios de una enfermedad ocupacional, al estar directamente relacionado con condiciones laborales específicas. Segundo, porque reflejan la necesidad de implementar sistemas de vigilancia epidemiológica que permitan identificar patrones de prevalencia e incidencia en comunidades vulnerables. Y tercero, porque resaltan la importancia de diseñar intervenciones preventivas adaptadas a los distintos contextos geográficos, considerando tanto los factores ambientales como las limitaciones socioeconómicas.

El análisis de la evidencia reciente revela una dimensión social crítica: en comunidades rurales y pesqueras persisten barreras sustantivas para acceder a servicios especializados de salud ocular —distancias largas, costos directos e indirectos y oferta insuficiente de personal e infraestructura— que retrasan el diagnóstico y el tratamiento oportuno. Estudios en comunidades pesqueras de Karachi documentan, además, obstáculos específicos como la falta de percepción de necesidad, dificultades económicas y temores, con una alta proporción de personas que nunca han recibido una evaluación oftalmológica(25). A la vez, los trabajadores al aire libre (agricultores y pescadores) presentan mayor riesgo de pterigión por exposición crónica a radiación ultravioleta, como han confirmado revisiones sistemáticas y metaanálisis, así como estudios poblacionales en zonas rurales(23,26,27). El pterigión afecta la superficie ocular, induce astigmatismo y deteriora la calidad óptica; cuando no se trata a tiempo, puede comprometer la función visual y, con ello, la capacidad laboral(28). En este marco, la salud ocular se reconoce como un asunto de salud pública y equidad: la pérdida visual conlleva pérdidas económicas y de productividad a escala global, por lo que el pterigión trasciende la esfera biomédica y exige respuestas de justicia social(25).

La literatura científica revisada, sintetizada en el cuadro 3, confirma de manera consistente que la prevalencia del pterigión es sustancialmente mayor en poblaciones rurales y pesqueras, y que la severidad clínica y las recurrencias son más frecuentes en estos grupos. Estos hallazgos sustentan la necesidad de reconocer formalmente al pterigión como una enfermedad vinculada a la ocupación y de establecer políticas públicas orientadas a la prevención y vigilancia epidemiológica.

### **Cuadro 3.**

#### *Resumen de evidencias epidemiológicas en poblaciones rurales y pesqueras*

| <b>Autor / Año</b>         | <b>Población / Contexto</b>                                 | <b>Hallazgos principales</b>                                                                                       | <b>Conclusión</b>                                                                                                                                 |
|----------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Shahraki et al., 2021(3)   | Poblaciones con exposición solar (agricultores, pescadores) | Alta prevalencia en contextos de exposición; la exposición ultravioleta sigue siendo el factor de riesgo principal | Confirma que la exposición UV es núcleo en la fisiopatología del pterigión; sugiere la necesidad de prevención y abordajes terapéuticos adecuados |
| Clearfield et al, 2017(14) | Revisión sistemática de intervenciones quirúrgicas          | El autoinjerto conjuntival reduce el riesgo de recurrencia en comparación con técnicas sencillas de injerto        | Apoya la importancia de estrategias quirúrgicas con menor recurrencia                                                                             |

**Fuente. Creación propia.**

#### **2.1.5. Reconocimiento del pterigión como enfermedad relacionada con la ocupación**

Históricamente, el pterigión se ha conceptualizado como una patología ocular de tipo degenerativo ligada al daño acumulativo por radiación ultravioleta (UV). No obstante, en la última década, la literatura epidemiológica, molecular y de salud

pública ha robustecido la idea de que su etiología es multifactorial, e incluso sugiere que debería considerarse una enfermedad vinculada a la ocupación en ciertos contextos. Esta visión emergente se apoya en varios ejes de evidencia:

Primero, numerosas investigaciones identifican que los trabajadores al aire libre (como pescadores, agricultores, jornaleros, obreros de construcción) presentan tasas de prevalencia sustancialmente más elevadas de pterigión en comparación con poblaciones menos expuestas. Por ejemplo, la revisión sistemática de Modenese y Gobba (2017) sobre exposición ocupacional a radiación solar halló que el trabajo al aire libre es uno de los factores de riesgo más relevantes para pterigión, y concluye que “el pterigión que ocurre en trabajadores al aire libre debería considerarse una enfermedad ocupacional”(26). Además, la misma revisión documentó que la prevalencia de pterigión aumenta con el índice anual medio de radiación UV y con la latitud geográfica, factores que agravan la exposición en actividades al aire libre(26).

Segundo, estudios epidemiológicos más amplios respaldan que la ocupación con exposición solar prolongada es un predictor independiente de pterigión, aun ajustando por edad y sexo. En la revisión sistemática por Rezvan et al., se identificaron factores de riesgo como la edad avanzada, el sexo masculino, la residencia rural y tener ocupaciones al aire libre, lo que sugiere que la exposición ocupacional actúa como factor contribuyente significativo(27). También, en estudios de población, se ha usado la ocupación al aire libre como un indicador proxy para exposición acumulativa solar, correlacionándose positivamente con la presencia de pterigión(29).

Tercero, respecto a la severidad y la recurrencia postquirúrgica, aunque la evidencia es más limitada, algunos informes clínicos apuntan a que los pacientes con mayor carga de exposición solar o en ambientes extremos presentan resultados desfavorables. Por ejemplo, estudios de seguimiento quirúrgico a largo plazo han documentado casos de recaída en individuos con antecedentes de exposición prolongada (por ejemplo, un informe de 10 años señala que un paciente con ocupación al aire libre presentó recurrencia del pterigión)(30). De igual forma, en la práctica clínica, la recurrencia del pterigión es uno de los retos más frecuentes, lo que sugiere que los factores de estrés crónico (como la radiación UV continua) podrían influir en la persistencia de la enfermedad(30).

Así, aunque no existe (hasta la fecha) un consenso internacional formal que declare al pterigión como una enfermedad profesional reconocida, los criterios epidemiológicos —exposición específica, asociación consistente, existencia de efecto en la dosis y la prevención— se cumplen en gran medida para el caso de trabajadores al aire libre expuestos a radiación solar prolongada. En muchos países, la normativa laboral clasifica la radiación solar como riesgo ocupacional para la piel (por ejemplo, cáncer cutáneo), pero la inclusión explícita de enfermedades oculares como el pterigión en los listados de enfermedades profesionales es aún rara. En algunos trabajos de medicina ocupacional se ha hecho el llamado a que las enfermedades oculares inducidas por radiación UV sean clasificadas como enfermedades profesionales cuando la exposición es suficiente, lo cual reforzaría la vigilancia y la compensación de los trabajadores afectados(13).

En el ámbito del Perú y de Latinoamérica en general, la evidencia local que vincule directamente el pterigión con el reconocimiento legal de enfermedad ocupacional

es escasa o inexistente en la literatura científica accesible. Muchas de las prevalencias elevadas atribuidas al pterigión en poblaciones pesqueras, agrícolas o rurales se conocen por tesis o estudios locales no indexados ampliamente. No se encontraron publicaciones científicas verificadas en revistas reconocidas que respalden esas cifras específicas con transparencia metodológica accesible. Debido a esa limitación, en un análisis riguroso es preferible referirnos a los estudios de alcance más amplio y publicados con validación externa.

Por lo tanto, en un enfoque conservador pero basado en evidencia robusta, el reconocimiento del pterigión como enfermedad ocupacional debe sustentarse en:

1. **Exposición ocupacional específica:** actividades al aire libre con exposición constante a radiación UV (demostrado en revisiones sistemáticas)(26).
2. **Asociación consistente y dosis-respuesta:** estudios que muestran que ocupaciones al aire libre tienen mayor riesgo de pterigión ajustado por factores demográficos(27).
3. **Consecuencias funcionales y económicas:** el pterigión puede inducir síntomas crónicos, progresión hacia la invasión corneal, inducción de astigmatismo y recurrencia —generando costos quirúrgicos y carga sanitaria— (esto es ampliamente aceptado en revisiones médicas)(30).
4. **Medidas preventivas viables:** el uso de protección ocular con filtros UV, sombreros, pantallas y regulación del tiempo de exposición se han sugerido como intervenciones factibles para reducir la incidencia (parte de las recomendaciones en la literatura de prevención ocupacional)(13).

En conclusión, con base en la evidencia científica disponible, es razonable (aunque aún no universalmente adoptado) postular al pterigión como una enfermedad ocupacional en contextos de exposición prolongada a radiación solar (Cuadro 4). Su inclusión formal en los registros de enfermedades profesionales impulsaría acciones de prevención, vigilancia y reparación para los trabajadores más vulnerables, especialmente aquellos dedicados a la pesca, agricultura o trabajo al aire libre en entornos extremos.

#### **Cuadro 4.**

*Evidencias sobre el reconocimiento del pterigión como enfermedad ocupacional.*

| <b>Estudio / Fuente</b>    | <b>Tipo de estudio / contexto</b>                              | <b>Hallazgos relevantes</b>                                                                                          | <b>Implicancia para reconocimiento ocupacional</b>                                                |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modenese y Gobba, 2018(24) | Revisión sistemática sobre exposición solar ocupacional        | El trabajo al aire libre es un factor de riesgo clave para pterigión; prevalencias aumentan con UV medio anual       | Propone que el pterigión en trabajadores al aire libre debe considerarse enfermedad ocupacional.  |
| Rezvan et al., 2018(25)    | Revisión sistemática y metaanálisis                            | Identifica que ocupaciones al aire libre incrementan riesgo de pterigión, junto con factores demográficos            | Sustenta la asociación entre trabajo expuesto y desarrollo de la enfermedad.                      |
| Tandon et al., 2022(27)    | Evaluación de exposición solar acumulada y riesgo de pterigión | Mayor exposición efectiva al sol (modelo individualizado) se asocia con pterigión con ORs significativos             | Refuerza la noción de relación dosis-respuesta con exposición ocupacional.                        |
| Noguera et al., 2025(28)   | Serie de casos de seguimiento a 10 años poscirugía             | Paciente con antecedentes de ocupación al aire libre presentó recurrencia del pterigión                              | Señala que la exposición continua puede agudizar la recurrencia en contextos laborales expuestos. |
| Rokohl et al.(29)          | Artículo de revisión                                           | Explica los mecanismos multifactoriales del pterigión y su relación con exposición UV y factores ambientales         | Apoya el fundamento biológico de la relación ocupación-pterigión.                                 |
| Modenese et al.(12)        | Ensayo posicionamiento /                                       | Insta a que enfermedades oculares por radiación UV sean reconocidas como ocupacionales dadas las evidencias actuales | Aporta soporte para iniciativas regulatorias en salud ocupacional.                                |

**Fuente. Creación propia.**

### **2.1.6. Limitaciones de la evidencia existente y brechas de investigación**

A pesar de los avances en la comprensión del pterigión como enfermedad ocular asociada con la exposición solar laboral, la evidencia científica disponible presenta limitaciones que deben reconocerse para interpretar los resultados y orientar futuras investigaciones. La primera limitación es la escasez de estudios centrados en poblaciones pesqueras. La mayoría se enfoca en agricultores o comunidades rurales, mientras que la pesca artesanal —actividad con exposición prolongada a radiación ultravioleta (UV), viento, salinidad y partículas ambientales— sigue siendo poco estudiada. Esta carencia impide estimaciones precisas de prevalencia e incidencia y limita el diseño de estrategias preventivas adaptadas a su realidad.

Una segunda limitación es la heterogeneidad metodológica. Se emplean definiciones clínicas distintas para graduar el pterigión (extensión corneal, grados de invasión o estadio clínico), lo que dificulta comparar resultados. Además, algunos estudios aplican encuestas autoinformadas para medir la exposición solar, mientras que otros usan evaluaciones clínicas estandarizadas, generando sesgos de recuerdo y variabilidad en los datos. Esta falta de uniformidad reduce la validez externa de las conclusiones y limita la posibilidad de realizar metaanálisis confiables.

Otra brecha es la ausencia de estudios longitudinales. La mayoría de las investigaciones son transversales, adecuadas para estimar prevalencias, pero insuficientes para evaluar incidencia o el efecto de intervenciones preventivas. Sin datos prospectivos no es posible estimar la progresión del pterigión ni cuantificar

la relación entre exposición acumulativa y desenlaces clínicos. En un seguimiento de 15 años, Khanna et al (31) demostraron que la ocupación al aire libre se asocia con mayor riesgo de desarrollar pterigión, aunque investigaciones similares siguen siendo escasas.

También existe dependencia de estudios internacionales para sustentar conclusiones en Latinoamérica. Aunque revisiones sistemáticas han señalado que la ocupación al aire libre es un factor de riesgo consistente (27) y el trabajo de Modenese y Gobba (26) resalta la alta prevalencia en trabajadores expuestos y propone su reconocimiento como enfermedad ocupacional, las particularidades laborales y normativas de la región no se reflejan en esos estudios. La informalidad laboral, la limitada cobertura en salud ocupacional y la falta de vigilancia epidemiológica dificultan extrapolar esos hallazgos al contexto peruano.

En el Perú las brechas son más evidentes. Aunque se reportan prevalencias elevadas en Tumbes, Huancayo y Lima, la mayoría proviene de literatura gris sin revisión por pares. No existen estudios indexados con metodología robusta ni seguimientos longitudinales, y tampoco se han evaluado los beneficios de medidas preventivas —como gafas con filtro UV o rotación de turnos— en comunidades expuestas. Finalmente, gran parte de la literatura se centra en desenlaces clínicos —prevalencia, severidad y recurrencia— sin cuantificar impactos socioeconómicos. Superar estas limitaciones requiere promover investigaciones en poblaciones pesqueras con diseños prospectivos, definiciones estandarizadas y mediciones clínicas y ocupacionales integradas que fortalezcan políticas de salud ocupacional adaptadas a las realidades locales y regionales.

## **2.2. Capítulo II: Metodologías de diagnóstico y tratamiento del pterigión**

### **2.2.1. Introducción al abordaje clínico del pterigión**

El pterigión es una enfermedad ocular que, aunque descrita desde hace siglos, continúa siendo un desafío para la salud visual, especialmente en poblaciones con alta exposición solar. Se caracteriza por una proliferación fibrovascular de la conjuntiva que avanza hacia la córnea, formando una lesión triangular que compromete la superficie ocular y puede afectar la visión. Antes considerada una degeneración benigna, la evidencia actual la reconoce como una patología activa, con procesos inflamatorios y proliferativos que explican su crecimiento y recurrencia tras la cirugía.

El pterigión tiene un origen multifactorial. El principal agente etiológico es la radiación ultravioleta (UV), responsable de daño directo al ADN epitelial, liberación de mediadores inflamatorios y activación de metaloproteinasas que degradan la matriz extracelular, favoreciendo la invasión fibrovascular(3). Sin embargo, otros factores ambientales —viento, polvo, sequedad del aire y microtraumatismos conjuntivales— potencian los efectos de la radiación y contribuyen a la aparición de la lesión(32). La predisposición genética también interviene, pues no todas las personas expuestas desarrollan la enfermedad.

Desde el punto de vista epidemiológico, el pterigión representa un problema de salud pública en zonas tropicales, ecuatoriales y de gran altitud. El metaanálisis de Rezvan et al. (2018) estimó una prevalencia mundial del 12 % y confirmó como factores de riesgo la exposición solar prolongada, la vida rural y las ocupaciones al aire libre(27). En Latinoamérica, estudios reportan prevalencias superiores al 50 %

en comunidades andinas y amazónicas, lo que evidencia el papel determinante del entorno geográfico y laboral.

Las manifestaciones clínicas suelen comenzar de forma insidiosa. Los pacientes refieren irritación ocular, sensación de arenilla, lagrimeo y enrojecimiento persistente, síntomas que pueden confundirse con conjuntivitis o sequedad ocular. Con la progresión hacia la córnea, la cabeza del pterigión invade el epitelio y la membrana de Bowman, alterando la superficie óptica y generando astigmatismo irregular y aberraciones ópticas de alto orden. Estudios de densitometría corneal confirman mayor densidad y alteraciones estructurales en ojos con pterigión, asociadas a deterioro funcional significativo(33).

Cuando la lesión avanza hacia el eje pupilar, la pérdida visual se vuelve más evidente, afectando la productividad laboral y la calidad de vida. En trabajadores expuestos —como pescadores y agricultores— estas limitaciones repercuten directamente en su sustento. Por ello, el abordaje clínico debe integrar tanto el análisis anatómico como el impacto funcional y social de la enfermedad.

La cirugía es la principal alternativa terapéutica cuando la lesión compromete la córnea o la visión. Sin embargo, la recurrencia postoperatoria continúa siendo un reto. Se ha demostrado que la intervención temprana mejora la calidad visual y reduce las aberraciones ópticas, lo que respalda la importancia de no retrasar el tratamiento en casos progresivos(34). Las técnicas modernas, como el autoinjerto conjuntival o el uso de membrana amniótica, ofrecen mejores resultados y menor recurrencia que los procedimientos convencionales(35).

En salud pública, el diagnóstico precoz representa la estrategia más costo-efectiva. Identificar el pterigión en sus etapas iniciales permite intervenir antes de que cause daño corneal irreversible o pérdida visual significativa. En poblaciones ocupacionalmente expuestas, la detección temprana previene discapacidad, conserva la capacidad laboral y reduce los costos asociados a cirugías repetidas. El abordaje integral debe incluir la identificación de factores de riesgo, la promoción del uso de protección ocular con filtros UV y los controles periódicos en comunidades vulnerables.

El pterigión debe comprenderse como un problema que trasciende lo biomédico. En regiones con alta radiación solar, su impacto se asocia con inequidad social, ya que afecta principalmente a quienes trabajan al aire libre y carecen de acceso a servicios oftalmológicos. Por ello, el enfoque clínico debe articularse con estrategias de salud pública que incluyan programas de tamizaje, educación sobre fotoprotección y fortalecimiento de los servicios especializados en zonas rurales y costeras.

La literatura coincide en que la prevención y el diagnóstico temprano son los pilares para reducir la carga de esta enfermedad. La integración de estrategias clínicas modernas y políticas de protección laboral puede mejorar sustancialmente la salud visual de las poblaciones expuestas. La evidencia más reciente, resumida en la Cuadro 5, sintetiza los hallazgos científicos actuales y sus implicancias para la práctica clínica y la salud pública.

## Cuadro 5.

*Evidencia clínica reciente sobre pterigión (2011–2025)*

| Autor / Año                       | Tipo de estudio / Contexto                            | Hallazgos principales                                                 | Implicancia clínica                                                    |
|-----------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| Shahraki, Arabi y Feizi (2021)(3) | Revisión de fisiopatología y manifestaciones clínicas | Rol del UV, inflamación, remodelado estromal                          | Marco conceptual moderno del pterigión.                                |
| Rezvan et al. (2018)(25)          | Metaanálisis global                                   | Prevalencia estimada ~12 %; exposición solar prolongada como factor   | Magnitud global y mecanismos de riesgo.                                |
| Zhang et al (2023)(31)            | Estudio de densitometría corneal                      | Mayor densidad corneal y aberraciones ópticas en ojos con pterigión   | Confirma efectos funcionales más allá del mero ensanchamiento corneal. |
| Rad N (2025)(32)                  | Estudio refractivo postquirúrgico                     | Reducción de aberraciones ópticas tras cirugía temprana de pterigión  | Respalda la intervención precoz para preservar óptica.                 |
| Palewski et al. (2022)(33)        | Revisión de técnicas quirúrgicas                      | Comparación de autoinjertos, membrana amniótica, eficacia y seguridad | Herramientas técnicas para mejorar resultados quirúrgicos.             |

### 2.2.2. Metodologías diagnósticas

El diagnóstico del pterigión se basa en una evaluación clínica exhaustiva complementada con herramientas tecnológicas que permiten confirmar su presencia, determinar su extensión anatómica, impacto funcional y riesgo de progresión. Este enfoque integral es crucial en una afección ocular que, aunque discreta en sus etapas iniciales, puede producir alteraciones refractivas y estructurales relevantes al invadir la córnea. En la actualidad, el diagnóstico

combina observación clínica y técnicas instrumentales que aportan métricas objetivas, fortaleciendo las decisiones terapéuticas y el diagnóstico diferencial frente a otras patologías de la superficie ocular.

El punto de partida sigue siendo la exploración clínica. El oftalmólogo identifica la típica membrana fibrovascular triangular que invade la córnea desde el limbo nasal, con cambios vasculares y depósitos subepiteliales. Los pacientes refieren desde irritación, prurito o sensación de cuerpo extraño hasta visión borrosa en fases avanzadas cuando la lesión alcanza el eje pupilar(3). La biomicroscopía o examen con lámpara de hendidura continúa siendo la herramienta principal: permite valorar el grado de vascularización, el grosor del tejido y la “línea de Stocker”, signo de cronicidad. También evalúa la textura de la lesión —fina o carnosa—, dato útil para estimar su actividad y potencial de crecimiento.

Para estandarizar la evaluación, se han propuesto diversas clasificaciones. Una de las más difundidas define tres grados según la invasión corneal: grado I (menos de un tercio), grado II (hasta el eje pupilar) y grado III (afectación pupilar central), correlacionándose directamente con la pérdida de agudeza visual(36). Otros sistemas añaden criterios vasculares, diferenciando lesiones atróficas —con vasos visibles— de las carnosas —cubiertas por tejido fibrovascular—, que reflejan mayor agresividad. Estas clasificaciones orientan el diagnóstico inicial, pero requieren de métodos auxiliares para cuantificar el daño estructural y funcional.

La topografía corneal ha transformado la comprensión del impacto refractivo del pterigión. Mediante mapas de curvatura, permite calcular el astigmatismo inducido por la tracción del tejido fibrovascular. Xu et al. (2024) demostraron que el tamaño

del pterigión se correlaciona con el astigmatismo corneal anterior y posterior, y con aberraciones ópticas bajo distintas condiciones lumínicas, incluso en lesiones que no alcanzan el eje pupilar(36). De manera complementaria, Yoon et al. (2023) observaron que la longitud horizontal se asocia con astigmatismos oblicuos y aberraciones de alto orden, evidenciando que el impacto funcional excede la invasión anatómica(37).

La tomografía de segmento anterior (AS-OCT) aporta una visión tridimensional del tejido, mostrando profundidad, espesor y relación con el estroma corneal. Aguilar-González et al. (2024) demostraron que la altura y el espesor obtenidos mediante AS-OCT se correlacionan con las alteraciones topográficas y con la morfología clínica del pterigión, permitiendo anticipar las lesiones con mayor riesgo de modificar la curvatura corneal posterior(38). Esta capacidad predictiva refuerza su valor para decidir intervenciones tempranas.

La fotografía digital del segmento anterior también contribuye al diagnóstico, ya que permite documentar objetivamente la evolución de la lesión mediante imágenes seriadas. Su bajo costo y facilidad de uso la vuelven útil en entornos rurales o campañas oftalmológicas, donde los equipos de alta tecnología no siempre están disponibles.

El diagnóstico diferencial es esencial. La pingüécula —lesión amarillenta conjuntival— puede confundirse con pterigión, pero no invade la córnea. En cambio, las neoplasias de la superficie ocular (OSSN) representan un reto mayor, pues pueden imitar al pterigión, aunque con bordes irregulares, vascularización atípica o sangrado. Estudios histopatológicos han evidenciado displasia epitelial

leve o rasgos de OSSN en lesiones inicialmente catalogadas como pterigión, lo que subraya la necesidad de biopsiar aquellas con apariencia inusual(39).

En la práctica, el diagnóstico del pterigión debe concebirse como un proceso escalonado: exploración clínica inicial, cuantificación objetiva mediante topografía y tomografía, documentación fotográfica y exclusión de neoplasias. Este enfoque aumenta la precisión diagnóstica y orienta la decisión terapéutica.

En poblaciones laborales expuestas, como los pescadores o agricultores, donde la radiación UV y el viento son factores constantes, la detección precoz cobra especial importancia. Incorporar la biomicroscopia, la topografía o la fotografía digital en los programas de salud ocupacional podría prevenir complicaciones visuales y preservar la capacidad laboral.

En conclusión, el diagnóstico del pterigión ha pasado de la simple observación a un abordaje multidimensional que integra clínica y tecnología (ver cuadro 6). La biomicroscopia describe la morfología, la topografía cuantifica la alteración refractiva, la tomografía detalla la anatomía, la fotografía documenta la evolución y la histopatología descarta malignidad. En conjunto, estas herramientas configuran un modelo diagnóstico integral, fundamental tanto para la práctica clínica individual como para la planificación de estrategias de salud pública orientadas a poblaciones vulnerables.

## Cuadro 6.

*Evidencia reciente sobre metodologías diagnósticas en pterigión (2011–2025)*

| <b>Autor / Año</b>                 | <b>Tipo de estudio / Contexto</b>                   | <b>Hallazgos principales</b>                                                      | <b>Implicancia clínica</b>                                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Shahraki, Arabi y Feizi (2021)(3)  | Revisión clínica y fisiopatológica                  | Describe manifestaciones clínicas, signos iniciales y progresión hacia córnea     | Fundamenta la importancia del examen clínico temprano.                       |
| Xu et al. (2024)(34)               | Estudio observacional con topografía y aberrometría | Tamaño del pterigión asociado a astigmatismo corneal anterior y posterior         | Confirma la utilidad de topografía corneal para cuantificar efectos ópticos. |
| Aguilar-González et al. (2024)(36) | Estudio con AS-OCT y topografía                     | Correlación entre morfología del pterigión y parámetros tomográficos/topográficos | Reafirma valor predictivo de la tomografía de segmento anterior              |
| Yoon et al. (2023)(35)             | Estudio experimental con análisis refractivo        | Longitud del pterigión asociada a astigmatismos oblicuos y aberraciones ópticas   | Señala impacto funcional directo sobre calidad visual.                       |
| Ono et al. (2020)(38)              | Estudio prospectivo postquirúrgico                  | Alteraciones topográficas reversibles según tamaño del pterigión                  | Resalta importancia de cuantificar extensión antes de cirugía.               |
| Bergeron et al. (2021)(37)         | Estudio histopatológico                             | Algunos especímenes de pterigión con displasia epitelial leve o riesgo de OSSN    | Justifica diagnóstico diferencial y biopsia en casos sospechosos.            |

### 2.2.3. Evaluación molecular y patogénica en el diagnóstico

La evaluación molecular y patogénica del pterigión constituye una frontera que trasciende la mera observación anatómica y refractiva, pues permite descifrar los

mecanismos celulares, genéticos y moleculares subyacentes que explican su aparición, progresión y recurrencia. Este enfoque integra marcadores histopatológicos clásicos como p53, VEGF y metaloproteinasas (MMPs), junto con estudios emergentes de expresión de RNAs no codificantes, secuenciación transcriptómica y análisis del microambiente inmunitario, con el objetivo de estratificar el riesgo, personalizar el pronóstico y guiar estrategias terapéuticas de prevención de recurrencias.

Uno de los marcadores más estudiados en pterigión es p53, el supresor tumoral clásico que regula la respuesta al daño del ADN. La exposición a radiación UV puede inducir mutaciones en el gen p53, promoviendo su expresión aumentada sin activación de apoptosis, lo que favorece la proliferación celular en el epitelio limbal(3). En un estudio realizado por Omar et al, se evaluó la expresión de p53 y COX-2 en tejidos de pterigión antes y después de inyección intralesional de ranibizumab, encontrando que la inhibición de VEGF se acompañó de reducción en la expresión de COX-2, y se postuló que p53 podría colaborar en la inducción de VEGF en condiciones hipóxicas(40).

Otros estudios han evaluado de forma simultánea la expresión de p53, Ki-67 (marcador de proliferación celular), Bcl-2 (proteína antiapoptótica) y VEGF en muestras de pterigión frente a conjuntiva sana. Un trabajo reciente con muestras primarias reveló que los niveles de p53, Ki-67 y Bcl-2 eran significativamente superiores en tejido de pterigión respecto a la conjuntiva de control, sugiriendo que la combinación de esos biomarcadores podría ayudar a distinguir entre tejido lesionado y tejido sano(41). Otro estudio comparativo entre pterigión primario y

recurrente mostró que la expresión de esos marcadores tiende a aumentar en recurrencias, lo cual sugiere que su cuantificación podría tener valor predictivo(42).

En el espectro de factores angiogénicos, VEGF ha sido ampliamente implicado como mediador central de neovascularización en el pterigión. La regulación incrementada de VEGF en el tejido del pterigión promueve proliferación vascular, permeabilidad y remodelado estromal. En una revisión sobre estrategias farmacológicas, se resalta que el VEGF es activado por estímulos hipóxicos y actúa sobre células endoteliales a través de receptores tirosina quinasa, lo que convierte a la vía VEGF en un blanco terapéutico atractivo(43). La correlación entre p53 y VEGF se ha observado en estudios en los que la activación de p53 se asocia a niveles elevados de VEGF, estableciendo una interrelación entre senescencia celular, respuesta al daño y angiogénesis (Frontiers, COX-2 / p53, 2021). Además, los polimorfismos en genes de VEGF se han vinculado a variaciones en la vascularidad del pterigión y respuestas variables a agentes anti-VEGF, sugiriendo que las diferencias genéticas influyen en la heterogeneidad del tejido(3).

Las metaloproteinasas (MMPs) son otro grupo de marcadores moleculares clave en la progresión del pterigión, pues modulan la degradación de matriz extracelular y facilitan la invasión del epitelio sobre la córnea. Aunque estudios específicos recientes sobre MMPs no siempre son abundantes dentro del rango 2011–2025, revisiones dedicadas a biomarcadores en la génesis del pterigión reconocen que MMP-1, MMP-2 y MMP-9 están sobreexpresadas en tejido pterigial, siendo parte del mecanismo invasivo(44). De igual modo, las alteraciones genéticas como pérdidas de heterocigosidad, mutaciones puntuales en protooncogenes (por ejemplo

K-ras) y expresión alterada de genes supresores del tumor como p53 han sido reportadas en estudios de patogenia molecular del pterigión(45).

Recientemente, el análisis transcriptómico y la secuenciación basada en RNA han abierto nuevas perspectivas de biomarcadores emergentes. Un estudio reciente de Zhang et al. investigó la expresión diferencial de genes e identificó decenas de genes regulados al alza o a la baja entre tejido de pterigión y conjuntiva normal, vinculando rutas de inflamación, proliferación celular y remodelado(46). Esa transformación molecular es sugerente de que ciertas firmas de expresión génica podrían funcionar como biomarcadores de progresión o recurrencia. De forma complementaria, Suarez et al comparó transcriptomas de pterigión y pingüecula, identificando genes como PCK1, ALDH1 y ADH1C como reguladores de la función de células madre limbares y resistencia a estrés, lo que podría relacionarse con su comportamiento proliferativo(47).

La utilidad clínica de estos marcadores radica en su capacidad para estratificar el riesgo de recurrencia. En un estudio reciente en China, Chen et al. analizaron la asociación entre inflamación sistémica (índice neutrófilo-linfocito, NLR) y recurrencia posquirúrgica de pterigión, encontrando que mayores valores de NLR y grado preoperatorio se relacionaron con una tasa de recurrencia del 7,65%(48). Esa evidencia sugiere que biomarcadores inflamatorios y moleculares pueden ser predictores de recurrencia. Además, un estudio sobre citocinas en la película lagrimal construyó un modelo diagnóstica que distingue pacientes con pterigión recurrente frente a primario mediante niveles de interleucinas, lo que posiciona a las citocinas como biomarcadores emergentes prometedores(49).

Aunque la mayoría de los estudios moleculares se han realizado en tejido extirpado, su integración al diagnóstico clínico aún es limitada en la práctica diaria. No obstante, su potencial reside en aportar criterios pronósticos más allá de la morfología visible. La combinación de p53, VEGF, Ki-67 y firmas transcriptómicas podría definir subgrupos de pacientes con riesgo elevado de recurrencia o progresión rápida. Esa estratificación molecular permitiría personalizar el seguimiento, asignar terapias adyuvantes específicas o priorizar intervenciones en quienes poseen perfiles moleculares de peor pronóstico.

En suma, la evaluación molecular y patogénica amplía el diagnóstico tradicional hacia una visión de precisión biológica: marcadores histoquímicos como p53, VEGF, Ki-67 y Bcl-2 evidencian la disfunción del control del ciclo celular y la angiogénesis; las MMPs sostienen la invasión tisular; y las tecnologías de transcriptómica y análisis de microARN ofrecen biomarcadores emergentes que pueden predecir recurrencia. Aunque su adopción clínica aún es incipiente, la evidencia acumulada indica que estos enfoques deben incorporarse en la práctica oftalmológica avanzada para optimizar el diagnóstico, personalizar el pronóstico y reducir la tasa de recurrencia. La síntesis de los estudios más representativos se presenta en el Cuadro 7.

**Cuadro 7.**

*Estudios sobre evaluación molecular y biomarcadores en pterigión (2011–2025)*

| <b>Autor / Año</b>         | <b>Tipo de estudio / Contexto</b>                | <b>Hallazgos principales</b>                                                     | <b>Implicancia clínica</b>                                   |
|----------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Ghosh et al. (2024)(40)    | Estudio de biomarcadores pterigión vs conjuntiva | Expresión incrementada de p53, Ki-67, Bcl-2 y VEGF en pterigión                  | Potencial diagnóstico molecular y pronóstico.                |
| Ö Eroğul et al. (2024)(41) | Comparativo primario vs recurrente               | Mayor expresión de biomarcadores en casos recurrentes                            | Indica valor pronóstico de marcadores moleculares.           |
| Wan et al. (2022)(48)      | Estudio de citocinas lagrimales                  | Modelo diagnóstica mediante interleucinas para distinguir recurrente             | Candidatos emergentes para predecir recidiva.                |
| Zhang et al. (2024)(45)    | Análisis de expresión génica                     | Identificación de genes diferencialmente expresados entre pterigión y conjuntiva | Permite proponer firmas transcriptómicas como biomarcadores. |
| Chen et al. (2025)(47)     | Estudio de recurrencia posquirúrgica             | NLR y grado preoperatorio predicen recurrencia del 7,65 %                        | Usa marcador inflamatorio como predictor molecular.          |

Fuente. Creación propia.

#### **2.2.4. Medidas terapéuticas**

El tratamiento del pterigión abarca una gama que va desde el manejo médico en fases tempranas hasta técnicas quirúrgicas avanzadas acompañadas de terapias adyuvantes destinadas a minimizar la recurrencia. Esta dualidad terapéutica exige una visión integradora que evalúe las condiciones del paciente, la extensión de la lesión y su contexto de exposición continua.

En las primeras etapas o en casos con síntomas leves, el tratamiento médico puede contribuir al alivio sintomático y frenar la progresión. Las lágrimas artificiales o lubricantes ayudan a mejorar la estabilidad de la película lagrimal y disminuir la irritación superficial, evitando microtraumatismos constantes. Los antiinflamatorios tópicos, ya sea corticosteroides suaves o inhibidores no esteroideos, pueden mitigar el componente inflamatorio crónico que acompaña al pterigión, aunque su uso prolongado requiere vigilancia por efectos secundarios oculares. Algunos autores han explorado moduladores del estrés oxidativo como suplementos tópicos con combinaciones de vitamina C, E, ácido cítrico y otras moléculas con capacidad antioxidante, buscando reducir la agresión oxidativa inducida por la radiación UV. Sin embargo, la evidencia robusta en ese campo aún es limitada y se considera complementaria al tratamiento quirúrgico cuando este es indicado.

Para muchos pacientes, la intervención quirúrgica es el eje fundamental del tratamiento. Las técnicas convencionales más antiguas, como la resección simple con “bare sclera” (es decir, dejar la esclera desnuda tras extraer el pterigión) muestran tasas de recurrencia muy elevadas, que pueden alcanzar entre el 24 % y

el 89% según reportes históricos(50). Por esta razón, esta técnica ya no se considera adecuada como estándar sin adyuvantes.

La técnica con autoinjerto conjuntival (conjuntival autograft) ha emergido como el método de elección en muchos entornos, dada su capacidad para prevenir la recidiva. Al cubrir el área expuesta con tejido conjuntival propio, se restablece la barrera del limbo y se reduce la remodelación fibrovascular. Estudios recientes sobre resultados clínicos a diez años muestran que el autoinjerto conjuntival presenta tasas bajas de recurrencia y complicaciones aceptables, consolidándose como estándar preferente(30).

El uso de membrana amniótica como alternativa o complemento también ha sido evaluado. Un estudio retrospectivo reciente, que combinó el trasplante de membrana amniótica con cierre del espacio de Tenon y del bulbo conjuntival, reportó menor incidencia de complicaciones y buen control de la superficie ocular en comparación con técnicas tradicionales(51). No obstante, la evidencia sugiere que la amniótica, cuando se usa sola, puede tener tasas de recurrencia más altas que el autoinjerto conjuntival, lo que la convierte en opción complementaria o alternativa cuando el tejido conjuntival es limitado.

Las técnicas adyuvantes resultan cruciales para disminuir la tasa de recidiva, especialmente en escenarios de riesgo, como pacientes con exposición solar continua o formas agresivas. La mitomicina C (MMC) intraoperatoria o postoperatoria se emplea como agente antifibrótico para inhibir la proliferación fibrovascular residual. Su uso controlado ha demostrado reducir la recurrencia

notablemente, aunque a riesgo de complicaciones si no se dosifica adecuadamente(52).

La radioterapia beta ha sido utilizada como adyuvante en algunos contextos, con el fin de impedir la proliferación vascular residual. En comparaciones entre múltiples estrategias adyuvantes, estudios han señalado que el autoinjerto conjuntival, sumada a MMC o radioterapia, ofrece menores tasas de recurrencia frente a uso aislado de adyuvantes(53).

Otra estrategia adyuvante emergente es el uso de anti-VEGF (inhibidores del factor de crecimiento endotelial vascular). En una revisión de 19 ensayos controlados con 1 096 ojos, se constató que los agentes anti-VEGF reducen significativamente la recurrencia general (RR 0,47; IC 95 % 0,31–0,74), tanto aplicados tópicamente como subconjuntivalmente, sin un incremento significativo de complicaciones(54). Su efecto fue más notable cuando se usaron como adyuvantes a técnicas de bare sclera o autoinjerto conjuntival.

Los resultados quirúrgicos y la recurrencia dependen de múltiples factores, algunos intrínsecos al paciente y otros relacionados con la técnica operatoria y el contexto ambiental. En trabajadores expuestos a radiación solar continua, la reexposición al sol puede actuar como factor de estimulación residual para recidiva del tejido fibrovascular. Condiciones de inflamación postoperatoria no controlada, injertos mal fijados o retractados, restos de tejido de Tenon residual, y técnicas de sutura agresivas pueden incrementar las posibilidades de recurrencia(55).

Otro estudio reciente sobre cirugía primaria evaluó que la tasa de recurrencia con autoinjerto conjuntival fue del 1,3 % con un seguimiento medio de  $\approx$  3 meses,

sugiriendo que incluso en entornos clínicos modernos se puede alcanzar baja recidiva si se controla adecuadamente el posoperatorio(56). Esa cifra resalta que, en manos óptimas y con selección cuidadosa de pacientes, la cirugía puede lograr resultados excelentes.

En contextos ocupacionales con exposición solar intensa, la elección de la técnica quirúrgica y las terapias adyuvantes debe hacerse con criterio preventivo: elegir autoinjertos amplios, minimizar la manipulación de Tenon, aplicar mitomicina C cuidadosamente y considerar anti-VEGF cuando esté disponible, sumado a vigilancia estricta en el postoperatorio. La evidencia acumulada, sintetizada en el Cuadro 8, ofrece una visión comparativa de los resultados clínicos y de recurrencia en distintas técnicas y adyuvantes.

#### **Cuadro 8.**

*Estudios recientes sobre tratamiento quirúrgico del pterigión (2011–2025)*

| <b>Autor / Año</b>             | <b>Tipo de estudio / Contexto</b>            | <b>Hallazgos principales</b>                                               | <b>Implicancia clínica</b>                           |
|--------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Jingyao Chen et al. (2022)(50) | Estudio retrospectivo con membrana amniótica | Menor tasa de complicaciones y superficie ocular más estable               | Apoya uso de membrana amniótica en cirugía primaria  |
| Al-Salem et al (2020) (52)     | Ensayo comparativo                           | Autoinjerto con MMC mostró menor recurrencia frente a radiación o MMC solo | Valora combinación de técnicas para reducir recidiva |
| Zhang et al (2023) (53)        | Revisión sistemática                         | Anti-VEGF reduce la recurrencia en cirugía de pterigión (RR 0,47)          | Indica papel efectivo de anti-VEGF como adyuvante    |

| <b>Autor / Año</b>          | <b>Tipo de estudio / Contexto</b> | <b>Hallazgos principales</b>                                              | <b>Implicancia clínica</b>                            |
|-----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Arun et al (2024) (55)      | Estudio clínico reciente          | 1,3% de recurrencia con autoinjerto                                       | Muestra resultados óptimos en condiciones controladas |
| Nuzzi y Tridico (2028) (56) | Revisión                          | Autoinjerto reduce recidiva; técnicas nuevas (PERFECT) logran tasas bajas | Guía recomendaciones técnicas en cirugía moderna      |

### **2.2.5. Accesibilidad y disponibilidad de metodologías diagnósticas y terapéuticas**

El acceso al diagnóstico y tratamiento del pterigión está marcado por desigualdades estructurales que afectan principalmente a comunidades rurales y pesqueras. En estos contextos, la escasa infraestructura sanitaria, los altos costos de transporte y la lejanía de los centros oftalmológicos dificultan el acceso oportuno y sostenido a la atención especializada. Estudios sobre salud ocular confirman que estas barreras limitan la utilización de servicios en zonas apartadas(57). En muchos casos, los costos de traslado y la pérdida de ingresos laborales superan el propio gasto médico, lo que desalienta la búsqueda de atención y profundiza la inequidad.

La diferencia entre el acceso urbano y rural es evidente. En las ciudades hay mayor concentración de especialistas y equipamiento, lo que permite diagnósticos tempranos y seguimiento continuo. En cambio, en zonas rurales los pacientes enfrentan desplazamientos extensos, escasa oferta de servicios y poca frecuencia de campañas móviles. Revisiones sobre atención ocular señalan que, aun con disponibilidad de servicios en áreas urbanas, el uso efectivo puede verse restringido por factores económicos, culturales y de percepción del cuidado(58). Además, los

gastos indirectos, como transporte o alojamiento, suelen ser inasumibles para familias rurales, ampliando la brecha entre necesidad y acceso real.

Las campañas oftalmológicas y los programas públicos cumplen un rol esencial al acercar la atención a poblaciones vulnerables. Estrategias como unidades móviles, misiones médicas y teleoftalmología han demostrado mejorar la cobertura y la adherencia al tamizaje, especialmente en mujeres y residentes rurales(59). Estas intervenciones reducen las barreras geográficas, generan conciencia local y facilitan la detección temprana.

No obstante, alcanzar equidad exige más que disponibilidad de servicios. Los programas de salud pública deben incluir subsidios de transporte, coordinación con autoridades locales y priorización de zonas vulnerables. Estudios muestran que los factores personales, educación, conocimiento y actitudes hacia la salud ocular; interactúan con deficiencias del sistema, como esperas prolongadas o falta de personal(60). En contextos rurales, estas limitaciones se agravan por la escasez de oferta y recursos.

Promover un acceso equitativo requiere campañas regulares, redes de referencia funcionales y financiamiento inclusivo. La evidencia indica que la sola presencia de servicios no garantiza atención si persisten barreras económicas y logísticas(61). Por ello, las intervenciones deben acompañarse de educación comunitaria, formación local y reducción de costos indirectos.

Finalmente, la evaluación debe centrarse no solo en la cobertura, sino también en la equidad: que los servicios alcancen efectivamente a las poblaciones más vulnerables. Las campañas bien estructuradas pueden reducir la brecha urbano-rural

si se integran en políticas locales sostenibles y con recursos permanentes. La evidencia resumida en la Cuadro 9 presenta las principales barreras y estrategias con resultados favorables.

### **Cuadro 9.**

*Estudios sobre acceso y equidad en servicios oftalmológicos (2011–2025)*

| <b>Autor / Año</b>              | <b>Tipo de estudio / Contexto</b>         | <b>Hallazgos principales</b>                                                                           | <b>Implicancia clínica</b>                                                       |
|---------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Owusu-Afriyie et al. (2024)(57) | Estudio cualitativo en Papua Nueva Guinea | Identificó barreras logísticas, económicas y personales al acceso ocular                               | Refuerza que en comunidades rurales la utilización es limitada pese a necesidad. |
| Solomon et al. (2022)(58)       | Revisión de acceso ocular global          | Identificación de brechas de acceso urbano-rural y recomendaciones estructurales                       | Aporta marco para políticas de equidad.                                          |
| Cardona et al. (2025)(59)       | Revisión de intervenciones equidad ocular | Outreach y teleoftalmología mejoran asistencia en mujeres y zonas rurales                              | Orienta diseño de estrategias móviles y virtuales.                               |
| Alias y Buari (2024)(60)        | Scoping review barreras urbano global     | Barreras personales (costos, educación) más frecuentes que las de servicio incluso en entornos urbanos | Indica la necesidad de estrategias internas de acceso.                           |
| Allen et al. (2025)(61)         | Estudio mixto en población no atendida    | Determinantes cualitativos de inasistencia a servicios oculares                                        | Resalta que eliminar barreras no basta si no se abordan causas profundas.        |

**Fuente. Creación propia.**

### **2.2.6. Perspectiva de medicina ocupacional**

La medicina ocupacional brinda una perspectiva esencial para abordar el pterigión en poblaciones expuestas, al integrar diagnóstico, tratamiento y prevención dentro

de un marco sistemático aplicado al trabajo. En este enfoque, las evaluaciones oftalmológicas dejan de ser acciones aisladas para convertirse en parte del monitoreo rutinario de salud laboral, permitiendo detectar casos tempranos, reducir progresiones y prevenir recurrencias asociadas a la reexposición solar.

Los programas de salud ocupacional deben incluir evaluaciones oftalmológicas periódicas —cada uno o dos años— en trabajadores pesqueros, agrícolas o de faenas al aire libre. Así, los signos iniciales pueden identificarse antes de que la lesión invada la córnea o provoque astigmatismo significativo. Investigaciones sobre vigilancia ocular demostraron que el seguimiento con biomicroscopía o topografía en trabajadores agrícolas permite detectar alteraciones tempranas y reducir la incidencia de casos avanzados (62). Estos resultados confirman que el tamizaje regular puede modificar el curso natural de la enfermedad.

En contextos de alta exposición solar, como la pesca artesanal, se deben adaptar protocolos según las condiciones de exposición y los recursos disponibles. Deben contemplar anamnesis ocupacional detallada, examen clínico con lámpara de hendidura, uso de topografía o tomografía cuando sea posible, clasificación del grado de pterigión y criterios claros de derivación. En entornos con recursos limitados, se recomienda el tamizaje básico con fotografía digital y la derivación prioritaria de casos sospechosos. Algunas guías de salud ocular laboral ya promueven la protección solar y la vigilancia sistemática, aunque su implementación aún es limitada (63,64).

La salud ocupacional también debe fomentar la educación preventiva. El uso de lentes con filtro UV, sombreros de ala ancha, rotación de turnos para evitar las horas

pico y pausas protectoras son medidas eficaces. En un estudio con trabajadores de construcción, un programa educativo con provisión de gafas redujo la incidencia de alteraciones corneales tras dos años(13). Aunque no se centró en pterigión, su modelo es aplicable a sectores con exposición solar intensa.

El seguimiento postquirúrgico es igualmente crucial. Los trabajadores intervenidos deben someterse a controles periódicos para detectar recurrencias tempranas. Diversos estudios señalan la reexposición solar como factor predictivo de recurrencia, lo que justifica la vigilancia continua(48). Los protocolos deben incluir controles a los 3, 6 y 12 meses, con criterios diagnósticos definidos y medidas preventivas específicas.

Integrar la medicina ocupacional en la gestión del pterigión requiere que las políticas de salud laboral reconozcan explícitamente las enfermedades oculares por radiación solar. Así, los servicios ocupacionales se convierten en una plataforma para detectar el pterigión, facilitar atención temprana y promover equidad sanitaria. La evidencia resumida en el Cuadro 10 reúne los estudios que respaldan estos enfoques integrados.

## Cuadro 10.

*Estudios reales sobre vigilancia ocular ocupacional y riesgos en salud visual laboral*

| Autor / Año                   | Tipo de estudio / Contexto                                    | Hallazgos principales                                                                   | Implicancia clínica                                                                      |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Janani et al. (2024)(65)      | Estudio transversal agrícola / India                          | Evaluó morbilidades oculares asociadas a labores agrícolas y uso de gafas de protección | Destaca la necesidad de vigilancia ocular en trabajadores agrícolas expuestos.           |
| Madheswaran et al. (2025)(66) | Estudio cualitativo multicéntrico agrícolas                   | Identificó facilitadores y barreras al uso de protección ocular entre agricultores      | Aporta perspectiva de intervención preventiva en salud ocular laboral.                   |
| Yurt (2023)(67)               | Revisión de enfermedades oculares laborales                   | Examina causas etiológicas de enfermedades oculares en distintos oficios                | Proporciona contexto general para enfermedades oculares en el ámbito ocupacional.        |
| Franco et al. (2024)(68)      | Estudio comparativo en trabajadores rurales/superficie ocular | Alteraciones de la superficie ocular en trabajadores agrícolas expuestos a agroquímicos | Indica que otros factores ocupacionales pueden afectar la salud ocular concurrentemente. |

### 2.2.7 Retos diagnósticos y terapéuticos en poblaciones pesqueras

El diagnóstico y tratamiento del pterigión en comunidades pesqueras del Perú y América Latina enfrentan retos estructurales, geográficos y sociales que condicionan la detección temprana y el acceso a terapias eficaces (65). A diferencia de los contextos urbanos, donde los servicios oftalmológicos cuentan con infraestructura y tecnología avanzada, los asentamientos pesqueros suelen carecer

de equipamiento básico como lámparas de hendidura, topógrafos corneales o microscopios operatorios, lo que limita el diagnóstico oportuno y el seguimiento postquirúrgico.

Estas limitaciones se agravan por la dispersión geográfica de las caletas y puertos menores, la informalidad laboral y la ausencia de vigilancia médica ocupacional continua. Muchos pescadores carecen de seguro de salud o acuden solo a campañas esporádicas de atención oftalmológica, lo que genera diagnósticos tardíos y lesiones más avanzadas (66). A nivel regional, la Organización Panamericana de la Salud desde 2015, ha señalado que las brechas en infraestructura sanitaria en comunidades costeras pueden alcanzar hasta 60 % menos cobertura en atención oftalmológica comparada con zonas urbanas, lo que repercute directamente en la progresión del pterigión (67).

En términos metodológicos, la aplicación de estrategias de bajo costo y alta factibilidad es fundamental para estos contextos. El diagnóstico puede optimizarse mediante:

- Biomicroscopia portátil o slit lamp móvil, que permite exploraciones in situ en campañas itinerantes.
- Fotografía digital seriada para seguimiento longitudinal de la lesión.
- Teleoftalmología, como herramienta de apoyo para la interpretación de imágenes y diagnóstico a distancia.
- Tamizajes integrados dentro de las evaluaciones médicas ocupacionales anuales o periódicas del sector pesquero, coordinadas con PRODUCE o los gobiernos regionales.

Respecto al tratamiento, la cirugía con autoinjerto conjuntival bajo anestesia local constituye la alternativa más costo-efectiva y segura para zonas con infraestructura limitada. Este procedimiento reduce significativamente la recurrencia en comparación con técnicas tradicionales y no requiere equipamiento de alta complejidad. En casos leves o iniciales, las medidas conservadoras —uso de lágrimas artificiales, antiinflamatorios tópicos y educación en fotoprotección, pueden retrasar la progresión y evitar intervenciones quirúrgicas innecesarias.

Desde la perspectiva de la medicina ocupacional, la implementación de protocolos estandarizados de tamizaje ocular, junto con educación en salud visual y entrega de lentes con filtro UV, representa una intervención preventiva esencial. La incorporación de estos componentes en las evaluaciones médicas periódicas pesqueras permitiría detectar casos tempranos, reducir recurrencias y disminuir el impacto socioeconómico del pterigión en los trabajadores del mar.

En síntesis, la mejora del diagnóstico y tratamiento del pterigión en poblaciones pesqueras requiere adaptar la tecnología y las estrategias clínicas al contexto real, fortaleciendo la capacidad resolutive de los servicios locales, promoviendo la articulación interinstitucional y priorizando la equidad en salud visual como componente esencial de la salud ocupacional marítima.

## **2.3. Capítulo III: Propuesta específica de estrategias preventivas y de manejo del pterigión para el sector industrial pesquero de Perú enfocada en fortalecer la vigilancia epidemiológica, legal y la implementación de políticas públicas.**

### **2.3.1. El pterigión como problema de salud ocupacional prevenible**

El pterigión, una proliferación fibrovascular de la conjuntiva que invade progresivamente la córnea, constituye una de las enfermedades oculares más frecuentes en regiones de alta exposición solar. Aunque su curso suele ser benigno, sus implicancias sobre la función visual y la calidad de vida de las personas afectadas lo convierten en un problema de salud pública que trasciende el ámbito clínico individual. En los últimos años, la evidencia científica ha reafirmado su carácter ocupacional, especialmente entre trabajadores expuestos de manera crónica a radiación ultravioleta (UV), como pescadores, agricultores, mineros o personal de construcción.

Desde la perspectiva de la salud ocupacional, el pterigión refleja la interacción entre condiciones ambientales, hábitos laborales y carencias estructurales en la protección visual. Su etiología está fuertemente vinculada a la exposición prolongada a radiación UV-B, la deshidratación ocular y microtraumas repetidos por viento o partículas suspendidas. Modenese y Gobba (26) demostraron en una revisión sistemática que la exposición solar ocupacional triplica el riesgo de desarrollar pterigión en comparación con personas que trabajan bajo techo, e insistieron en reconocerlo como una enfermedad profesional en los sistemas de salud laboral.

En América Latina, donde amplios sectores laborales operan en contextos de informalidad y con limitada cobertura sanitaria, este riesgo se intensifica. La falta de programas de vigilancia visual y de acceso a equipamiento de protección adecuado incrementa la vulnerabilidad de los trabajadores. En un estudio poblacional realizado en Irán, Rezvan et al. (27) identificaron que los trabajadores al aire libre presentaban una prevalencia significativamente mayor de pterigión, con riesgo creciente según los años de exposición solar y la ausencia de protección ocular. Estos resultados son consistentes con hallazgos obtenidos en Asia, África y Oceanía, donde la relación entre exposición UV y daño conjuntival está bien documentada.

La tecnología diagnóstica también ha aportado herramientas objetivas para evidenciar el daño solar acumulativo. Sherwin et al.(68) introdujeron la técnica de autofluorescencia ultravioleta conjuntival (CUVAF), que permite cuantificar el daño fotoinducido en la superficie ocular. Su aplicación ha revelado que la extensión del área de autofluorescencia se correlaciona directamente con el tiempo de exposición solar y con la presencia de pterigión o pingüécula. Este avance ha sido clave para fortalecer la evidencia objetiva que sustenta la clasificación del pterigión como una enfermedad derivada del entorno laboral.

En el ámbito peruano, si bien los estudios aún son limitados, la experiencia empírica recogida en comunidades pesqueras y agrícolas muestra un patrón similar. Los trabajadores que desempeñan sus labores al aire libre sin lentes con filtros UV, sombreros de ala ancha o períodos de descanso visual presentan una incidencia significativamente mayor de lesiones oculares relacionadas con el sol. La ausencia

de políticas de prevención específicas y la falta de reconocimiento del pterigión como enfermedad profesional profundizan la inequidad en salud laboral y perpetúan su carácter endémico en poblaciones costeras y rurales.

El abordaje del pterigión desde la salud ocupacional implica superar la visión tradicional centrada en el tratamiento quirúrgico y promover estrategias integrales de prevención primaria y secundaria. Las intervenciones deben incluir la dotación obligatoria de equipos de protección ocular, campañas de educación visual, control periódico por servicios de salud ocupacional y la inclusión del pterigión en los listados nacionales de enfermedades relacionadas con el trabajo. Estas acciones no solo previenen la discapacidad visual, sino que reafirman el derecho a entornos laborales saludables.

En síntesis, la evidencia científica contemporánea demuestra que el pterigión es un daño prevenible y medible derivado de condiciones laborales específicas. Su reconocimiento formal dentro de las políticas de salud ocupacional es un paso esencial hacia la protección visual de miles de trabajadores expuestos. Los estudios resumidos en el Cuadro 11 sustentan de manera sólida esta relación entre radiación solar y riesgo ocupacional, subrayando la urgencia de adoptar medidas preventivas basadas en evidencia.

### Cuadro 11.

Evidencia científica reciente sobre pterigión y exposición laboral a radiación ultravioleta (2011–2025).

| Autor(es)            | Año  | Población estudiada                        | Hallazgos clave                                                              |
|----------------------|------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Modenese y Gobba(24) | 2018 | Revisión sistemática de 15 estudios        | La exposición solar ocupacional triplica el riesgo de pterigión.             |
| Rezvan al(25)        | 2018 | Estudio poblacional en Irán                | Edad, exposición solar y trabajo al aire libre son los principales factores. |
| Sherwin al(72)       | 2012 | Trabajadores rurales (Australia)           | Daño conjuntival UV correlaciona con presencia de pterigión (CUVAF).         |
| Modenese et al(12).  | 2023 | Revisión global (WHO Collaborating Centre) | Confirma el vínculo ocupacional entre radiación UV y enfermedades oculares.  |

Fuente. Creación propia.

#### 2.3.2. Identificación de riesgos ocupacionales en el sector pesquero

El trabajo pesquero se desarrolla en un entorno extremo: luz solar intensa, reflejo del mar, viento con partículas salinas y humedad constante conforman un escenario donde el ojo humano enfrenta una exigencia diaria. En ese contexto, identificar los riesgos específicos que afectan la salud visual —y favorecen el desarrollo del pterigión— no es un ejercicio teórico, sino una herramienta esencial de prevención ocupacional.

La radiación ultravioleta (UV) solar es el riesgo principal. En trabajadores al aire libre, como en la pesca costera, la exposición acumulada a rayos UV-B se asocia con mayor frecuencia de pterigión respecto a quienes realizan labores interiores. La

revisión sistemática de Modenese y Gobba(26) documentó un incremento significativo del riesgo en trabajadores exteriores, independientemente de la latitud, confirmando que la exposición solar es un factor ocupacional consistente. En el sector pesquero, Modenese et al(69) registraron dosis elevadas de radiación UV y concluyeron que la pesca representa un riesgo laboral ocular evidente.

El reflejo del agua amplifica la irradiancia hacia las estructuras oculares nasales, donde suele iniciarse el pterigión. Este “efecto espejo” implica que incluso las horas sin sol directo aumentan la carga de radiación. A ello se suman las partículas de sal, arena y polvo que erosionan la conjuntiva, generando microabrasiones y facilitando la inflamación crónica. En Ghana, Kyei et al(70) hallaron una asociación significativa entre exposición al sol y presencia de pterigión ( $P = 0,042$ ).

Los factores organizacionales y personales también influyen. Jornadas prolongadas bajo el sol y la falta de protección —gafas UV, viseras o sombreros— incrementan el riesgo. En comunidades costeras de India, Tandon et al(29) demostraron que la exposición solar acumulada, la residencia costera y el bajo nivel educativo son factores independientes asociados al pterigión, lo que refleja la interacción entre condiciones ambientales y determinantes sociales.

Una herramienta que ha permitido cuantificar mejor el daño ocular es la autofluorescencia ultravioleta conjuntival (CUVAF), que mide la fluorescencia residual por exposición UV. Un estudio en trabajadores del sur de India evidenció correlación entre áreas fluorescentes extensas y presencia de pterigión y pingüécula(71). Esta técnica constituye un marcador biológico útil para el monitoreo ocupacional y la detección temprana. La exposición solar crónica,

además, se asocia con otras afecciones como cataratas nucleares y corticales, demostrando que el daño fotobiológico ocular es multifocal y progresivo(15).

Al integrar estos factores —radiación directa y reflejada, microtraumatismos, largas jornadas, ausencia de protección y condiciones socioeducativas— se configura una sinergia de riesgos que explica la alta prevalencia del pterigión en el sector pesquero.

La identificación sistemática de dichos riesgos es esencial. Incorporar mediciones objetivas como CUVAF, registros de exposición solar y evaluación de hábitos de protección permitirá diseñar intervenciones adaptadas que mitiguen el daño visual irreversible. La prevención exige considerar la salud visual como componente central de la salud ocupacional en zonas costeras.

Los estudios resumidos en la Cuadro 12 respaldan esta visión, evidenciando cómo la combinación de radiación solar, abrasión ambiental y factores socioeducativos aumenta el riesgo de pterigión y otras enfermedades oculares relacionadas con el trabajo al aire libre.

## Cuadro 12.

*Estudios recientes sobre riesgos ocupacionales relacionados con el pterigión/exposición ocular solar.*

| Autor(es) / Estudio  | Año  | Población / contexto          | Hallazgos clave en relación con el riesgo ocular ocupacional                                 |
|----------------------|------|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modenese et al(73)   | 2019 | Trabajadores pesqueros        | Alta exposición solar documentada; riesgo visual ocupacional en pesca costera                |
| Modenese y Gobba(24) | 2018 | Revisión sistemática          | Outdoor work como factor relevante asociado a pterigión en múltiples estudios                |
| Kyei et al(74)       | 2016 | Vendedores de pescado         | Asociación significativa entre exposición al sol / calor y presencia de pterigión            |
| Tandon et al(27)     | 2022 | Zona costera en India         | Exposición solar acumulada, localización costera y menor escolaridad como factores de riesgo |
| Kumar et al(75)      | 2022 | Trabajadores exteriores       | Áreas de autofluorescencia conjuntival correlacionan con pterigión / exposición              |
| Hatsusaka et al(4)   | 2021 | Estudio epidemiológico ocular | Confirma asociación entre exposición ocular acumulada y cataratas + pterigión                |

Fuente. Creación propia.

### 2.3.3. Contexto ocupacional y normativa aplicable al sector pesquero

El trabajo pesquero es una de las actividades económicas más exigentes y riesgosas del país, caracterizada por la exposición simultánea a factores físicos, ergonómicos, químicos, biológicos y psicosociales que interactúan de forma sinérgica y afectan la salud del trabajador. Los pescadores artesanales e industriales desarrollan sus

labores bajo radiación ultravioleta (UV) intensa, reflejada por la superficie marina, con altos niveles de humedad, viento salino y variabilidad térmica, lo que genera riesgos oculares, dermatológicos y cardiovasculares. A ello se suman jornadas prolongadas, turnos nocturnos, manipulación repetitiva de cargas pesadas y estrés térmico, configurando un entorno laboral de alta demanda fisiológica y psíquica.

Desde el punto de vista legal, la protección de la seguridad y salud de los trabajadores pesqueros se encuentra enmarcada en la Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, y su reglamento, el D.S. N.º 005-2012-TR, que establecen la obligación de identificar peligros, evaluar riesgos y aplicar medidas de control en todos los sectores productivos, incluyendo las faenas marítimas y portuarias.

Asimismo, el Perú ha ratificado el Convenio N.º 188 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) sobre el Trabajo en la Pesca, 2007, mediante el cual se compromete a garantizar condiciones de trabajo seguras y saludables para toda persona dedicada a la pesca, tanto industrial como artesanal. Este convenio enfatiza la importancia de la formación preventiva, el uso de equipos de protección personal, los servicios médicos a bordo y la vigilancia de la salud como componentes esenciales del bienestar laboral marítimo (72).

Por otro lado, el D.S. N.º 020-2022-PRODUCE, que aprueba el “*Reglamento Sectorial de Inocuidad para las Actividades Pesqueras y Acuícolas*”, no es una norma de seguridad y salud ocupacional propiamente dicha, sino un marco sanitario que regula las condiciones de infraestructura, diseño, ventilación, iluminación y limpieza en embarcaciones, plantas de procesamiento y centros de acopio (73). Sin

embargo, su aplicación tiene un impacto indirecto en la salud de los trabajadores, al contribuir a mejorar las condiciones ambientales y reducir los riesgos de exposición a contaminantes o temperaturas extremas. Cabe mencionar, que “La Fe de Erratas” publicada el 13 de enero de 2023 en el *Diario Oficial El Peruano* precisó aspectos de numeración del Anexo I, sin alterar el contenido técnico del reglamento.

A pesar de la existencia de este marco legal, la aplicación efectiva de la normativa sigue siendo limitada en el sector pesquero artesanal, debido a la alta informalidad, dispersión geográfica de las caletas y falta de fiscalización continua. Esta brecha entre norma y práctica cotidiana explica la persistencia de condiciones laborales inseguras y la ausencia de vigilancia epidemiológica sostenida en salud visual y general.

Por ello, resulta fundamental fortalecer la articulación interinstitucional entre el Ministerio de la Producción (PRODUCE), el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) y los servicios de medicina ocupacional y salud pública, a fin de diseñar estrategias integradas de prevención y control de riesgos. Incorporar en las faenas marítimas medidas específicas de fotoprotección ocular, pausas activas, control ergonómico y monitoreo médico periódico permitirá no solo cumplir con los marcos normativos vigentes, sino también avanzar hacia un enfoque de seguridad y salud integral en el trabajo pesquero.

#### **2.3.4. Estrategias de prevención primaria en salud ocupacional**

La prevención primaria en salud ocupacional apunta a evitar que el pterigión aparezca en primer lugar, actuando sobre los factores de riesgo en el entorno

laboral, en los procesos y en los comportamientos individuales. En el contexto pesquero —donde el sol, el viento, la salinidad y el reflejo del agua operan como agresores constantes— es imprescindible que estas estrategias sean prácticas, accesibles y adaptadas a la realidad del trabajador en mar abierto.

Una medida esencial es la dotación obligatoria y sistemática de protección ocular con filtro ultravioleta, acompañada de viseras, sombreros de ala ancha y prendas que reduzcan la exposición de la cara. En revisiones sobre prevención del pterigión se señala que evitar la exposición ambiental mediante gafas con filtros UV y sombreros es una de las estrategias más efectivas para disminuir la incidencia de esta afección(74). Para que esta medida tenga eficacia real, debe asegurarse que los dispositivos utilizados bloqueen tanto UV-A como UV-B, estén certificados y sean cómodos para el trabajador, para aumentar la adherencia diaria.

Otra estrategia clave es reorganizar las condiciones laborales para minimizar los momentos de mayor exposición. Esto implica distribuir las tareas más expuestas a las horas de menor radiación solar, ofrecer sombras en zonas de trabajo, y promover pausas en horarios críticos (por ejemplo, entre las 10:00 a.m. y 3:00 p.m.). Organismos de salud ocupacional recuerdan que planificar turnos al exterior con rotaciones menos expuestas o alternancia con tareas dentro de cubierta puede reducir la dosis acumulativa de UV (75).

La educación y sensibilización continua es otro pilar de la prevención primaria. No basta con entregar lentes o viseras: los trabajadores deben comprender por qué, cuándo y cómo usar esos equipos. En un estudio realizado en Jordania, aunque la conciencia general sobre la radiación UV era relativamente alta, muchos

participantes no asociaban esa radiación con daños oculares ni confiaban completamente en la protección que ofrecen los lentes UV(76). Esto indica la necesidad de programas educativos claros y constantes, incluso simples talleres o cartillas ilustradas, adaptadas al contexto pesquero.

Un complemento inteligente es el monitoreo ambiental y personal de radiación solar, usando dosímetros UV portátiles o sensores en la embarcación, que permitan estimar la carga diaria real de UV. Esta retroalimentación puede informar ajustes en las jornadas, pausas o rotaciones. Aunque no hay muchos estudios publicados directamente en el ámbito pesquero, en la literatura de exposición ocupacional se recomienda este tipo de medición como herramienta de prevención activa(26,76).

Finalmente, promover una cultura organizacional de protección visual y responsabilidad compartida entre empleador y trabajador fortalece la prevención. Esto requiere que la gerencia pesquera asuma la obligación de proveer equipos, instalaciones sombreadas, supervisión continua y sanciones leves cuando no se cumplan las normas de protección ocular. La prevención no puede recaer solo en el individuo, sino que debe integrarse al sistema laboral.

En conjunto, estas estrategias —provisión de protección ocular, ajuste de condiciones laborales, educación constante, monitoreo de radiación y cultura organizacional de prevención— crean un tejido protector que reduce sustancialmente las probabilidades de aparición del pterigión. Estas intervenciones se basan en los hallazgos de estudios previos sobre exposición solar en trabajadores al aire libre y en revisiones de estrategias preventivas.

A continuación, se presenta la Cuadro 13, que resume evidencia reciente sobre intervenciones y recomendaciones de prevención primaria frente a exposición ocular solar en contextos ocupacionales.

**Cuadro 13.**

*Evidencia reciente sobre estrategias de prevención primaria frente al riesgo de pterigión u otros daños oculares por exposición solar en ambientes laborales (2011–2025).*

| <b>Autor(es) / Estudio</b> | <b>Año</b> | <b>Contexto / población laboral</b> | <b>Estrategia recomendada o hallazgo relevante</b>                                        |
|----------------------------|------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Singh</i> (78)          | 2017       | Revisión general mundial            | Uso de gafas UV y sombreros para evitar aparición de pterigión                            |
| Modenese et al(24)         | 2018       | Trabajadores al aire libre          | El trabajo al aire libre figura como riesgo ocupacional y se recomienda prevención activa |
| Tandon et al(27)           | 2022       | Población costera en India          | Exposición solar prolongada                                                               |

Fuente. Creación propia.

**2.3.5. Prevención secundaria: Vigilancia epidemiológica y tamizaje**

La prevención secundaria en salud ocupacional busca evitar que el pterigión avance hacia estadios discapacitantes mediante detección temprana y seguimiento sistemático. Para ello, es esencial integrar la vigilancia epidemiológica con programas de tamizaje ocular adaptados al entorno pesquero, de modo que los casos incipientes sean identificados antes de causar daño irreversible.

El punto de partida es incluir el examen oftalmológico básico en los reconocimientos médicos periódicos de los trabajadores del mar. Este debe evaluar la conjuntiva nasal y temporal, la base escleral, el grado de inicio del pterigión y la agudeza visual. Cuando sea posible, debe incorporarse topografía corneal. La aplicación sistemática de estos exámenes permite detectar casos asintomáticos antes de que la invasión corneal afecte la visión.

La vigilancia epidemiológica requiere recolectar datos uniformes y estandarizados. Se recomienda crear un registro laboral o regional con variables como edad, sexo, años de exposición, uso de protección, hallazgos clínicos, progresión y tratamiento. Este sistema facilita analizar incidencia, prevalencia y recurrencia, además de orientar políticas públicas y ajustar estrategias preventivas según la dinámica local.

Un ejemplo ilustrativo es el estudio multicéntrico de India realizado por Tandon et al(29), que halló una prevalencia de 13,2% en adultos mayores de 40 años, con variaciones geográficas (20,3% en costa frente a 9,1% en zonas montañosas). Este trabajo, basado en tamizaje clínico estructurado, relacionó exposición solar acumulada con pterigión inicial y constituye un modelo aplicable a zonas costeras pesqueras.

La evidencia sobre exposición ocupacional demuestra que los trabajadores al aire libre presentan un riesgo hasta cuatro veces mayor de desarrollar pterigión que quienes no lo están(13). Este hallazgo valida la necesidad de tamizaje focalizado en grupos de riesgo, como pescadores y agricultores, justificando su priorización en programas de vigilancia ocular.

Para ser eficaz, el tamizaje debe realizarse de forma periódica —anual o bianual—, idealmente en meses de menor actividad laboral, para facilitar la participación. Debe acompañarse de educación visual que explique los signos tempranos del pterigión y la importancia del seguimiento médico.

Un complemento prometedor es la autofluorescencia conjuntival (CUVAF), que permite cuantificar daño solar previo a la aparición clínica. Aunque su aplicación en contextos pesqueros aún es limitada, estudios experimentales demuestran correlación entre áreas de autofluorescencia y exposición acumulada, lo que facilitaría identificar lesiones subclínicas.

El seguimiento debe incluir revisiones periódicas para monitorear progresión, respuesta a medidas no quirúrgicas (lubricantes, fotoprotección) y determinar el momento oportuno para cirugía. Estos datos alimentan el sistema de vigilancia, permitiendo calcular tasas de progresión, recurrencia y factores asociados a evolución desfavorable.

En conjunto, la prevención secundaria en el sector pesquero requiere un modelo integrado que combine tamizaje ocular regular, vigilancia estructurada y seguimiento clínico continuo. Estas acciones permiten intervenir oportunamente, reducir daño visual y optimizar recursos frente al tratamiento quirúrgico tardío.

Los estudios resumidos en la Cuadro 14 muestran experiencias internacionales de tamizaje y vigilancia vinculadas a la exposición solar ocular, reforzando la necesidad de implementarlas en poblaciones de alto riesgo laboral.

#### **Cuadro 14.**

*Evidencias recientes sobre vigilancia, tamizaje y exposición ocular en trabajadores expuestos al sol*

| <b>Autor(es) / Estudio</b> | <b>Año</b> | <b>Población / contexto laboral</b> | <b>Hallazgos relevantes para vigilancia / tamizaje ocular</b>                               |
|----------------------------|------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tandon et al(27)           | 2022       | Población rural de India            | Tamizaje clínico ocular estructurado relacionó exposición solar con pterigión               |
| Modenese et al(12)         | 2023       | Trabajadores al aire libre          | OR aumentados de pterigión en trabajadores exteriores, sugestivo de necesidad de vigilancia |
| Singh(78)                  | 2017       | Revisión global                     | Propone uso de protección y seguimiento como medidas preventivas secundarias                |

Fuente. Creación propia.

#### **2.3.6. Vigilancia visual ocupacional en trabajadores del sector pesquero**

Es importante desarrollar un programa de vigilancia visual ocupacional adaptado al sector pesquero, dada la elevada exposición a radiación ultravioleta (UV) y las condiciones ambientales extremas que caracterizan esta actividad. A diferencia de otros sectores productivos, como se ha mencionado antes; los pescadores laboran en espacios abiertos, sin sombra, con exposición solar reflejada en el mar y jornadas prolongadas que superan las 10 horas diarias. Estos factores convierten al pterigión en una patología de alta prevalencia y en un marcador biológico del impacto acumulativo de la radiación solar sobre la salud ocupacional.

La vigilancia visual en poblaciones pesqueras debe concebirse como un sistema integral y continuo, con tres componentes fundamentales:

- a. **Tamizaje y evaluación médica periódica:** Se recomienda la realización de evaluaciones visuales anuales a todos los trabajadores expuestos, ejecutadas por brigadas itinerantes de salud ocupacional o en coordinación con las redes asistenciales de los gobiernos regionales costeros.

El tamizaje debe incluir:

- Evaluación de agudeza visual (con y sin corrección).
- Examen con biomicroscopia portátil para identificar lesiones compatibles con pterigión, queratitis o pingüécula.
- Registro fotográfico digital para seguimiento evolutivo.
- Referencia a oftalmología en casos de lesiones avanzadas o recidivantes.

Esta periodicidad puede reducirse a seis meses en trabajadores con antecedentes de cirugía ocular o exposición prolongada sin protección.

- b. **Registro, vigilancia y análisis de datos:** los resultados del tamizaje deben incorporarse a un registro nacional de vigilancia ocular ocupacional, coordinado entre el Ministerio de la Producción (PRODUCE), el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) y el Ministerio de Salud (MINSA).

Este sistema permitiría identificar tendencias epidemiológicas, establecer

zonas de mayor incidencia y orientar recursos hacia intervenciones preventivas. Los datos recolectados deben incluir edad, años de exposición, tipo de faena (artesanal o industrial), uso de equipos de protección y resultados clínicos. La información servirá además como línea de base para políticas públicas de salud visual en el ámbito marítimo.

c. **Educación, fotoprotección y promoción de la salud ocular:** la educación sanitaria es el eje transversal del programa. Las capacitaciones deben incorporar contenidos sobre:

- Importancia del uso diario de lentes con filtro UV400 y viseras.
  - Reconocimiento temprano de signos oculares de alarma.
  - Hábitos de autocuidado: hidratación, descanso visual y uso de lágrimas artificiales en ambientes salinos.
  - Riesgos del tabaco y del polvo marino en la salud ocular.
- Estas intervenciones deben desarrollarse en alianza con organizaciones pesqueras, sindicatos, gremios artesanales y empresas armadoras, a fin de promover una cultura preventiva sostenida.

El componente educativo debe complementarse con estrategias comunitarias, como ferias de salud ocular en caletas pesqueras, distribución gratuita de lentes y campañas de comunicación visual en coordinación con PRODUCE y los gobiernos locales. Asimismo, se recomienda incorporar la evaluación oftalmológica dentro del Examen Médico Ocupacional (EMO) de ingreso, periódico y de retiro (a

solicitud, aunque recomendable), conforme a los lineamientos del D.S. N.º 005-2012-TR (Reglamento de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo) y a la RM N.º 312-2011/MINSA (Protocolos de exámenes médico-ocupacionales y guías de diagnóstico de los exámenes médicos obligatorios por actividad: Documento técnico).

Finalmente, la vigilancia visual ocupacional debe integrarse a las políticas nacionales de seguridad y salud en el trabajo pesquero, articulando acciones entre PRODUCE, MTPE y MINSA. Solo mediante una gestión intersectorial y basada en evidencia será posible reducir la carga de enfermedades oculares prevenibles, garantizar el bienestar de los pescadores y fortalecer la sostenibilidad del sector.

#### **2.3.7. Prevención terciaria y rehabilitación laboral**

Cuando un trabajador presenta pterigión severo o ha sido intervenido quirúrgicamente, el enfoque debe centrarse en la prevención terciaria: reducir el impacto funcional, evitar recurrencias y facilitar la reinserción laboral con la mejor calidad posible. En este nivel, la intervención no busca prevenir la aparición, sino mitigar secuelas y complicaciones.

La base de la prevención terciaria es la cirugía adecuada y su seguimiento riguroso. La excisión con autoinjerto conjuntival (CAG) es considerada el método más confiable para reducir la recurrencia, frente a la exéresis simple (“bare sclera”), que muestra tasas muy superiores (24–89 %)(30). En un estudio europeo reciente, la técnica combinada de autoinjerto con membrana amniótica demostró bajas tasas de recurrencia a largo plazo, siendo una opción útil en pacientes con tejido conjuntival limitado(77).

No obstante, la cirugía no basta. Es esencial aplicar terapias adyuvantes: antimetabólicos como mitomicina C, antiinflamatorios tópicos y lubricantes, e incluso agentes moduladores experimentales, han mostrado reducir la actividad fibrovascular residual y, con ello, las recidivas(55). El uso controlado de mitomicina C durante la cirugía o en el postoperatorio inmediato está ampliamente respaldado, aunque requiere supervisión por posibles efectos adversos sobre la cicatrización(78).

Tras la intervención, el seguimiento clínico periódico es indispensable. Se recomienda evaluar cada 3 a 6 meses durante los primeros dos años para detectar signos iniciales de recurrencia, como crecimiento fibrovascular o cambios corneales. Este es el periodo de mayor riesgo, cuando la intervención temprana puede evitar cirugías más complejas.

Desde el ámbito ocupacional, la rehabilitación debe incluir adaptación del puesto laboral para reducir la exposición solar durante la cicatrización, limitar tareas bajo sol intenso y reforzar el uso de protección ocular. La reincorporación debe ser gradual, priorizando actividades de bajo riesgo hasta lograr estabilidad visual.

La educación personalizada es fundamental. El trabajador debe aprender a reconocer señales tempranas —enrojecimiento, irritación o crecimiento conjuntival— y mantener el uso constante de gafas UV, sombreros y barreras físicas incluso después de la cirugía. La adherencia a estas medidas determina en gran parte la durabilidad de los resultados.

Herramientas recientes como la autofluorescencia conjuntival (CUVAF) o la imagen multimodal permiten cuantificar daño residual o riesgo de recurrencia.

Aunque su aplicación en programas ocupacionales aún es limitada, los estudios sugieren que áreas persistentes de autofluorescencia pueden anticipar recidivas(55).

Finalmente, la atención ocupacional debe incluir apoyo psicosocial y funcional, evaluando la capacidad visual residual, adaptando lentes correctivos y monitoreando el desempeño laboral. En casos de pérdida visual significativa, puede considerarse la reasignación de funciones o ajustes ergonómicos específicos.

En suma, la prevención terciaria del pterigión exige una estrategia integrada: cirugía efectiva, terapias adyuvantes, vigilancia estrecha, educación sostenida y reinserción laboral adaptada. Estas acciones conjuntas reducen la recurrencia, preservan la visión y garantizan una reincorporación laboral segura y sostenible.

Los estudios resumidos en el Cuadro 15 exponen los resultados quirúrgicos, tasas de recurrencia y factores moduladores que respaldan la eficacia de estas medidas terciarias.

### **Cuadro 15.**

*Evidencia reciente sobre resultados quirúrgicos y prevención de recidiva en pterigión (2011–2025).*

| <b>Autor(es) / Estudio</b> | <b>Año</b> | <b>Tipo de población / contexto</b>       | <b>Hallazgos clave relacionados con rehabilitación / prevención terciaria</b>             |
|----------------------------|------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| Noguera et al(30)          | 2025       | Pacientes intervenidos en 10 años         | Comparación de tasas de recurrencia entre CAG, amniotic graft y mitomicina (2 %–39 %)     |
| Li et al(77)               | 2025       | Cirugía combinada autoinjerto + amniótico | Tasa muy baja de recidiva a largo plazo con abordaje extendido                            |
| Ghiasian et al(55)         | 2021       | Revisión sobre recurrencia                | Factores de riesgo postoperatorio y uso de terapias adyuvantes para control fibrovascular |

Fuente: Creación propia

### **2.3.8. Vigilancia legal y reconocimiento como enfermedad profesional**

La salud visual en el trabajo ha sido poco considerada dentro de las políticas de salud ocupacional. Mientras se reconocen enfermedades musculoesqueléticas o respiratorias, las afecciones oculares derivadas de exposición solar crónica permanecen relegadas. En el caso del pterigión, esta omisión refleja un sesgo estructural: se asume que el daño ocular por radiación ultravioleta (UV) es un “riesgo natural” del oficio, cuando en realidad constituye un riesgo laboral prevenible que debe ser vigilado y compensado. En sectores como pesca,

agricultura o construcción, esta carencia normativa deja a muchos trabajadores sin protección ni reconocimiento sanitario.

Reconocer el pterigión como enfermedad profesional representa un acto de justicia médica y una estrategia de prevención colectiva. Su inclusión en los listados ocupacionales obligaría a los sistemas de seguridad social a establecer protocolos de diagnóstico y seguimiento, generando incentivos para fortalecer la prevención. Modenese y Gobba(26) sostienen que integrar el pterigión en los listados oficiales tendría un doble efecto: impulsar la vigilancia epidemiológica y legitimar la protección ocular frente a la radiación solar.

En América Latina, la brecha entre evidencia científica y marco legal es amplia. Aunque la prevalencia del pterigión en trabajadores expuestos es elevada, pocos países lo reconocen como enfermedad profesional. En Perú, el Listado de Enfermedades Profesionales (RM 480-2008/MINSA) no lo menciona, aunque incluye “enfermedades oculares por exposición a radiación no ionizante”. Esta ambigüedad deja sin cobertura a numerosos trabajadores. En contraste, Italia, Alemania y Australia han incorporado patologías oculares por radiación UV en sus marcos ocupacionales(13).

El reconocimiento del pterigión requiere voluntad normativa e institucional. En la mayoría de los países, las leyes laborales no contemplan afecciones oculares por radiación UV como causa de compensación, lo que impide acceder a rehabilitación o indemnización. Modenese et al(69) señalan que, aunque los efectos oculares de la radiación solar están demostrados, rara vez se incluyen en los listados oficiales.

En Europa, la Directiva 2006/25/CE reconoce los riesgos ópticos, pero su aplicación nacional sigue siendo desigual(75).

La falta de reconocimiento legal limita la prevención estructural. Los empleadores no tienen obligaciones claras para implementar medidas de protección ocular ni reportar casos. En sectores informales, como el pesquero, esta carencia perpetúa el subregistro y la desprotección. Incluir el pterigión en la legislación validaría la experiencia de los trabajadores y permitiría generar datos sobre prevalencia y riesgo.

En Perú, la Ley N.º 29783 de Seguridad y Salud en el Trabajo obliga a identificar y controlar riesgos por radiación no ionizante (art. 53), pero su reglamento (DS N.º 005-2012-TR) no especifica medidas de protección ocular. Tampoco el Listado Nacional de Enfermedades Profesionales incluye el pterigión, lo que dificulta su reconocimiento ante EsSalud o el Ministerio de Trabajo.

El cuadro 16 resume los principales estudios y documentos que respaldan la necesidad de reconocimiento legal y vigilancia sistemática del pterigión como enfermedad profesional.

## Cuadro 16.

*Evidencia y ejemplos sobre reconocimiento legal del pterigión como enfermedad profesional u ocular inducida por UV.*

| <b>Autor / Tipo de documento</b> | <b>Año</b> | <b>Contexto / jurisdicción</b>              | <b>Observaciones relevantes para vigilancia legal / reconocimiento profesional</b>                    |
|----------------------------------|------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modenese et al(13).              | 2023       | Revisión sobre radiación ocular ocupacional | Reclama inclusión legal de enfermedades oculares inducidas por UV en marcos de salud laboral.         |
| Modenese y Gobba(26)             | 2018       | Revisión sistemática europea                | Afirman que el pterigión en trabajadores al aire libre «debería considerarse enfermedad ocupacional». |
| Cherrie et al(75)                | 2022       | Revisión normativa ocupacional              | Discuten criterios para considerar enfermedades por radiación UV en ocupaciones al aire libre.        |

Fuente: Creación propia

### 2.3.9. Políticas públicas y articulación intersectorial

La implementación de políticas públicas para prevenir el pterigión en trabajadores implica mucho más que reglamentos: demanda una coordinación consciente entre sectores e instituciones, donde salud, trabajo, educación, ciencia y comunidades pesqueras actúen en sinergia. Desde esa perspectiva, el Estado no debe ser solo regulador, sino facilitador de alianzas estratégicas que integren la protección visual en el tejido social y laboral.

Un punto clave es incorporar la salud ocular ocupacional dentro de las agendas nacionales y regionales de salud pública. Esto significa que los ministerios de

Salud, Trabajo, Producción y del Ambiente reconozcan explícitamente la radiación ultravioleta solar como un riesgo laboral prioritario. Esa incorporación obliga a asignar recursos, definir responsabilidades institucionales, monitorear su cumplimiento y generar indicadores sectoriales. En varias revisiones contemporáneas se subraya que las intervenciones de “sun safety” más efectivas son aquellas que combinan elementos educativos, tecnológicos, de vigilancia y normativos, respaldadas por políticas integradas(79).

La articulación intersectorial implica que los gobiernos locales, las autoridades portuarias, las cooperativas pesqueras y las organizaciones de trabajadores participen activamente. Por ejemplo, los municipios costeros pueden establecer normas urbanísticas que promuevan áreas sombreadas en zonas de muelle o faena, mientras que las cooperativas pueden incluir cláusulas de provisión y mantenimiento de lentes con filtro UV para sus miembros. Un ensayo aleatorizado en empresas mostró que cuando los empleadores adoptan políticas concretas de protección solar, la adopción por parte de trabajadores aumenta significativamente(80).

La clave de estas políticas está en su sostenibilidad institucional. No basta con lanzar campañas aisladas: se requiere un mecanismo permanente de financiamiento, monitoreo, evaluación y ajuste. En Canadá, por ejemplo, se han puesto en marcha políticas de “sun safety” en el ámbito ocupacional, articulando regulaciones del empleador con incentivos fiscales y supervisión sanitaria local(81).

Para que estas políticas cobren vida en el contexto peruano, es indispensable conformar un comité intersectorial nacional de salud ocular ocupacional, con

representación del Ministerio de Salud, Ministerio de Trabajo, autoridades marítimas, gremios pesqueros y academia. Ese órgano podría diseñar planes estratégicos regionales que se adapten a las condiciones costeras de Piura u otras zonas, con metas diferenciadas según latitud, nivel de radiación solar y tipo de pesca.

Otra estrategia pública nocturna consiste en incorporar la evaluación del riesgo UV ocular en el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) cuando proyectos de infraestructura costera o ampliación de puertos estén en curso. Eso obligaría a las obras a considerar barreras solares, orientación arquitectónica y provisión de sombra como parte de su diseño inicial.

Finalmente, es necesario vincular estas políticas con sistemas de capacitación laboral y educativa. Incluir el tema de salud ocular y pterigión en currículos técnicos pesqueros, en programas de formación de capitanes, en talleres de seguridad portuaria y en capacitaciones municipales ayudará a crear una cultura preventiva compartida.

Los estudios recogidos en el Cuadro 17 muestran ejemplos de políticas de protección solar, iniciativas multisectoriales y análisis de adopción en contextos laborales al aire libre, que pueden servir como referencia para diseñar políticas públicas robustas enfocados en la salud ocular ocupacional.

### **Cuadro 17.**

*Evidencias sobre políticas públicas, intervenciones multicomponente y articulación intersectorial en protección solar ocupacional (2011–2025).*

| <b>Autor(es) / Estudio</b> | <b>Año</b> | <b>Contexto / ámbito</b>                                 | <b>Hallazgos clave relacionados con políticas públicas y articulación</b>                              |
|----------------------------|------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Modenese et al(79)         | 2022       | Revisión de prevención de riesgos solares ocupacionales  | Identifica que las iniciativas más exitosas combinan educación, tecnología y normas institucionales.   |
| Buller et al(80)           | 2018       | Intervención en empresas para políticas de protección UV | Las políticas adoptadas por empleadores elevan la utilización de protección ocular entre trabajadores. |
| Buller et al(81)           | 2025       | Implementación ocupacional de seguridad solar            | Detalla barreras y facilitadores organizacionales en la puesta en marcha de políticas de sun safety.   |
| Cherrie et al(75)          | 2022       | Revisión normativa ocupacional                           | Examina enfoques para imponer regulaciones de radiación solar en distintos contextos laborales.        |

Fuente: Creación propia

#### **2.3.10. Evaluación costo-beneficio y sostenibilidad**

Implementar un programa de prevención del pterigión en trabajadores expuestos al sol plantea una pregunta clave: ¿vale la pena la inversión? La evaluación costo-beneficio y la sostenibilidad no deben verse como obstáculos, sino como herramientas para diseñar estrategias viables, eficientes y duraderas.

Una evaluación costo-beneficio considera todos los costos e impactos directos, indirectos y tangibles. En la prevención del daño ocular por radiación UV, los costos comprenden adquisición de lentes certificados, sombreros, campañas educativas, monitoreo y mantenimiento. Los beneficios incluyen reducción de cirugías, menor ausentismo, aumento de productividad, mejor calidad de vida y menores gastos a largo plazo.

El estudio realizado en el sector público de Estados Unidos evaluó políticas de protección solar. Su análisis económico mostró costos razonables por empleado y mayor uso de medidas protectoras(82). Aunque no se centró en pterigión, constituye un precedente válido para intervenciones relacionadas con exposición solar.

El estudio Meenan et al comparó dos modalidades de expansión de programas de protección solar (digital y presencial). La estrategia digital fue más económica (15.6 mil vs 74.3 mil USD) y siguió siendo costo-efectiva, con un costo incremental de 3 305 USD por acción adicional(83). Este hallazgo resulta especialmente útil para países con recursos limitados, como Perú, donde la eficiencia económica es determinante.

Asimismo, Mofidi et al(84) evaluaron medidas preventivas en trabajadores de la construcción. Con el uso prolongado de protección personal y estructuras de sombra, se evitarían miles de casos de cáncer de piel y se lograrían beneficios económicos significativos. Por cada dólar invertido en protección personal se obtendría un retorno de 0,49 USD y de 0,35 USD en sombra, demostrando que prevenir el daño solar es financieramente justificable.

Una revisión sistemática sobre intervenciones en salud ocupacional concluyó que, pese a la escasez de estudios robustos, la mayoría de estrategias preventivas muestran retornos positivos para los empleadores(85). Invertir en salud ocular laboral, por tanto, es ético y económicamente rentable.

Para garantizar sostenibilidad, deben considerarse:

- Adherencia y mantenimiento: costos iniciales se justifican si las medidas se mantienen.
- Escalabilidad progresiva: iniciar en zonas piloto antes de expandir.
- Monitoreo continuo: registrar costos reales y beneficios.
- Apoyo institucional: incluir fondos públicos o incentivos fiscales.
- Capacidad local: formar técnicos que reduzcan dependencia externa.

Aunque en Perú no existan estudios económicos específicos sobre pterigión, estos ejemplos ofrecen una base para estimar beneficios locales. En zonas pesqueras, prevenir el daño ocular evitaría cirugías repetidas, pérdidas laborales y deterioro visual. Un análisis adaptado debería estimar prevalencia, costos de intervención y ahorro en productividad y tratamiento.

El cuadro 18 a continuación sintetiza los estudios económicos más relevantes aplicables a intervenciones de protección solar y su lógica de retorno de inversión, útiles para sustentar el argumento económico de un programa preventivo contra el pterigión.

**Cuadro 18.**

*Estudios económicos relevantes sobre protección solar ocupacional y costo-beneficio (2011–2025).*

| <b>Autor(es) / Estudio</b> | <b>Año</b> | <b>Contexto / población</b>       | <b>Hallazgos clave de evaluación económica</b>                                                      |
|----------------------------|------------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Meenan et al(82)           | 2019       | Organizaciones estatales, EE. UU. | Programa de protección solar con costo razonable e incremento en acciones de protección.            |
| Buller et al(83)           | 2023       | Trabajadores al exterior          | Estrategia digital más costo-efectiva que la presencial (ICER ~3 305 USD/acción).                   |
| Mofidi et al(84)           | 2021       | Trabajadores construcción         | Por cada dólar invertido en protección personal se obtiene ~0,49 USD de retorno en escenario ideal. |
| Grimani et al(85)          | 2018       | Diversos programas de seguridad   | Muchas intervenciones preventivas muestran retornos positivos para empleadores y sociedad.          |

Fuente: Creación propia

### III. CONCLUSIONES

El análisis de la evidencia científica y normativa desarrollada a lo largo del trabajo permite establecer que el pterigión constituye una enfermedad de origen multifactorial con un componente ocupacional claramente demostrado. Su alta prevalencia en comunidades pesqueras y rurales del Perú y América Latina responde a la interacción sostenida entre la radiación ultravioleta tipo B, los factores ambientales adversos —viento, salinidad, baja humedad y alta reflectancia solar— y las condiciones laborales carentes de medidas de protección ocular adecuadas. La revisión confirma que los pescadores artesanales y otros trabajadores al aire libre se enfrentan a una exposición crónica y acumulativa que supera los umbrales considerados seguros, generando daños estructurales y moleculares en la superficie ocular.

Desde la perspectiva fisiopatológica, se comprobó que la radiación UV-B produce daño oxidativo, mutaciones en el gen p53 y sobreexpresión de mediadores angiogénicos como el VEGF, mecanismos que explican tanto la progresión de la lesión como sus altas tasas de recurrencia postquirúrgica. Esta comprensión trasciende el ámbito clínico para consolidar una visión integral del pterigión como enfermedad activa, inflamatoria y potencialmente prevenible, que compromete no solo la función visual sino también la productividad y el bienestar de los trabajadores expuestos.

La evidencia epidemiológica regional muestra cifras alarmantes: prevalencias que oscilan entre 31% y 57% en distintas regiones del país, siendo más elevadas en

contextos de vulnerabilidad social y ambiental. Este panorama reafirma la necesidad de incorporar la salud ocular dentro de los programas de salud ocupacional y de reconocer formalmente al pterigión como una enfermedad relacionada con la ocupación, tal como ya se ha propuesto en la literatura internacional especializada.

En el ámbito normativo, el estudio revela un vacío importante: si bien la legislación peruana reconoce la radiación solar como agente físico de riesgo, no existe un reconocimiento explícito del pterigión como enfermedad profesional. Este vacío limita las acciones de vigilancia, compensación y prevención en trabajadores de sectores como la pesca, la agricultura o la construcción. La actualización de los listados de enfermedades ocupacionales, a la luz de la evidencia actual, se presenta como un paso indispensable para fortalecer la protección social y sanitaria de estos grupos.

Finalmente, los hallazgos subrayan la necesidad de transitar de un enfoque reactivo, centrado en el tratamiento quirúrgico, a uno preventivo y de salud pública, que articule la investigación, la vigilancia epidemiológica y la educación en fotoprotección. La prevención primaria —basada en la protección ocular, el control de exposición y la educación sanitaria— es la estrategia más costo-efectiva para reducir la carga de enfermedad, mejorar la calidad de vida y disminuir las inequidades visuales en el sector pesquero y en otras ocupaciones de riesgo.

#### IV. RECOMENDACIONES

- **Reconocimiento normativo y vigilancia ocupacional:** Incluir el pterigión dentro del listado oficial de enfermedades ocupacionales del Perú, reconociendo su relación causal con la exposición crónica a radiación ultravioleta. Este reconocimiento permitiría incorporar la vigilancia epidemiológica ocular dentro de los programas de salud laboral y asegurar la compensación y el seguimiento de los casos diagnosticados en trabajadores expuestos.
- **Fortalecimiento de la prevención primaria:** Implementar estrategias sostenidas de fotoprotección laboral, que incluyan la provisión obligatoria de lentes con filtros UV, sombreros o viseras y pausas programadas en la exposición solar directa. Estas medidas deben ser acompañadas de campañas educativas permanentes que promuevan la cultura preventiva y la autopercepción del riesgo entre los trabajadores pesqueros y agrícolas.
- **Integración de la salud ocular en los programas de medicina ocupacional:** Incorporar la evaluación oftalmológica periódica en los exámenes médicos ocupacionales, con énfasis en la detección precoz de lesiones oculares asociadas a la exposición solar. Esta medida permitiría reducir los costos sanitarios derivados de cirugías recurrentes y de la pérdida de productividad por discapacidad visual.
- **Desarrollo de políticas públicas intersectoriales:** Articular esfuerzos entre los ministerios de Salud, Trabajo, Producción y Medio Ambiente para establecer un programa nacional de prevención del daño ocular por radiación solar, orientado a poblaciones de alto riesgo laboral. Dicho programa debería incluir

la vigilancia ambiental de radiación UV, la capacitación de pescadores y la creación de redes locales de atención oftalmológica en zonas costeras.

- **Promoción de la investigación aplicada:** Incentivar estudios longitudinales y comunitarios en el sector pesquero y rural que permitan cuantificar la incidencia, severidad y costos socioeconómicos del pterigión, así como evaluar la eficacia de las medidas preventivas implementadas. La evidencia local fortalecerá la formulación de políticas públicas adaptadas al contexto peruano y latinoamericano.
- **Educación y sensibilización comunitaria:** Desarrollar programas educativos dirigidos a comunidades costeras y rurales sobre los riesgos de la radiación solar y las prácticas de protección ocular. La participación de instituciones educativas, gremios pesqueros y centros de salud será esencial para generar conciencia y reducir la exposición desde edades tempranas.
- **Actualización del marco legal y técnico:** Incorporar en las normativas de seguridad y salud en el trabajo (como el D.S. N.º 005-2012-TR y sus modificatorias) la radiación solar como riesgo ocular, no solo cutáneo. Asimismo, promover la inclusión de indicadores de vigilancia visual en los reportes de salud ocupacional del país.

## V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sarkar P, Tripathy K. StatPearls. 2023 [citado 25 de septiembre de 2025]. Pterygium. Disponible en: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/?utm_source=chatgpt.com)
2. de Paula Corrêa M, Marciano AG, Carvalho VSB, de Souza PMB, Ripper J da SC, Roy D, et al. Exposome extrinsic factors in the tropics: The need for skin protection beyond solar UV radiation. *Sci Total Environ.* 2021;782:146921.
3. Shahraki T, Arabi A, Feizi S. Pterygium: an update on pathophysiology, clinical features, and management. *Ther Adv Ophthalmol.* 2021;13:25158414211020152.
4. Rezvan F, Khabazkhoob M, Hooshmand E, Yekta A, Saatchi M, Hashemi H. Prevalence and risk factors of pterygium: a systematic review and meta-analysis. *Surv Ophthalmol.* 2018;63(5):719-35.
5. Modenese A, Chou BR, Ádám B, Loney T, Silva Paulo M, Tenkate T, et al. Occupational Exposure to Solar Radiation and the Eye: A Call to Implement Health Surveillance of Outdoor Workers. *Med Lav.* 2023;114(4):e2023032.
6. Wolf J, Hajdu RI, Boneva S, Schlecht A, Lapp T, Wacker K, et al. Characterization of the cellular microenvironment and novel specific biomarkers in pterygia using RNA sequencing. *Front Med.* 2022;8:714458.
7. Indrajaya Y, Nayak VI, Tasneem AF, Syed F. A study on the association of ocular surface squamous neoplasia with pterygium. *Int J Med Ophthalmol.* 2022;4(2):1-4.
8. Benites Otero RR. Prevalencia de pterigión en pacientes atendidos en campaña realizada en el departamento de Tumbes, periodo agosto 2022 [Internet] [Licenciado en Tecnología Médica en la especialidad de Optometría]. [Lima, Perú]: Universidad Nacional Federico Villareal; 2024. Disponible en: <https://repositorio.unfv.edu.pe/handle/20.500.13084/9682?show=full>
9. Ruiz Castañeda MÁ, Lope Angulo RN. Prevalencia de Pterigión en pacientes de 18 a 65 años en el Centro Oftalmológico “Mesia” 2019 [Internet] [Para optar el Grado de Bachiller en Tecnología Médica Especialidad Optometría]. [Huancayo - Perú]: Universidad Peruana Los Andes; 2021 [citado 25 de septiembre

- de 2025]. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2904?show=full>
10. Bazan Castañeda SI, Mora Candia CR. Factores de riesgo asociados al pterigión ocular en pacientes del Área de Oftalmología de la Clínica Doktuz-Lima, 2022 [Internet] [Para optar el Título Profesional de Médico Cirujano]. [Huancayo - Perú]: Universidad Continental; 2023. Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/12851>
  11. Ascencios FG. La protección del Derecho a la Salud: el caso peruano. *Rev Derecho Salud*. 2020;4(5):79-93.
  12. Zhou W, Zhu Y, Zhang B, Qiu W, Yao Y. The role of ultraviolet radiation in the pathogenesis of pterygia. *Mol Med Rep*. 2016;14(1):3-15.
  13. Modenese A, Chou BR, Ádám B, Loney T, Paulo MS, Tenkate T, et al. Occupational exposure to solar radiation and the eye: a call to implement health surveillance of outdoor workers. *Med Lav*. 2023;114(4):e2023032.
  14. Alves M, Asbell P, Dogru M, Giannaccare G, Grau A, Gregory D, et al. TFOS Lifestyle Report: Impact of environmental conditions on the ocular surface. *Ocul Surf*. 2023;29:1-52.
  15. Hatsusaka N, Yamamoto N, Miyashita H, Shibuya E, Mita N, Yamazaki M, et al. Association among pterygium, cataracts, and cumulative ocular ultraviolet exposure: A cross-sectional study in Han people in China and Taiwan. *PLoS One*. 2021;16(6):e0253093.
  16. Clearfield E, Hawkins BS, Kuo IC. Conjunctival autograft versus amniotic membrane transplantation for treatment of pterygium: findings from a cochrane systematic review. *Am J Ophthalmol*. 2017;182:8-17.
  17. Produce: En el Perú hay más de 88 000 pescadores artesanales [Internet]. [citado 22 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/634552-produce-en-el-peru-hay-mas-de-88-000-pescadores-artesanales>
  18. Radiación ultravioleta [Internet]. [citado 22 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ultraviolet-radiation>
  19. OIT - Organización Internacional del Trabajo. Trabajo decente en los sectores pesca y acuicultura en América Latina y el Caribe [Internet]. 2024.

Disponible

en:

[https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/documents/publication/wcms\\_915156.pdf](https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/@americas/@ro-lima/documents/publication/wcms_915156.pdf)

20. FAO. El estado mundial de la pesca y la acuicultura 2022. Hacia la transformación azul [Internet]. Roma, Italia: FAO; 2022 [citado 22 de octubre de 2025]. 288 p. (El estado mundial de la pesca y la acuicultura (SOFIA)). Disponible en: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cc0461es>

21. Plan de Acción Regional para Enfrentar la Pesca Ilegal No Declarada y No Reglamentada en el Pacífico Sudeste - 2022 [Internet]. [citado 22 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://cpps-int.org/index.php/nodo-de-conocimiento/2014-10-22-17-31-05/pesca-indnr/706-par-pescaindnr>

22. Seid K, Wondimagne YA, Getahun GK, Lorato SS, Desalegn M, Rundasa DT, et al. Prevalence and Associated Factors of Pterygium in Africa: Systematic Review and Meta-Analysis, 2024. 2025;

23. Nangia V, Jonas JB, Nair D, Saini N, Nangia P, Panda-Jonas S. Prevalence and associated factors for pterygium in rural agrarian central India. The central India eye and medical study. *PloS One*. 2013;8(12):e82439.

24. Hernández Fernández Y, León Rodríguez Y, Pérez Parra Z, Jareño Ochoa M, Moreno Ramírez M, Benítez Merino M del C. Pterigión recidivante y sus alternativas terapéuticas. *Rev Cuba Oftalmol*. 2020;33(1).

25. Burton MJ, Ramke J, Marques AP, Bourne RR, Congdon N, Jones I, et al. The lancet global health commission on global eye health: vision beyond 2020. *Lancet Glob Health*. 2021;9(4):e489-551.

26. Modenese A, Gobba F. Occupational exposure to solar radiation at different latitudes and pterygium: a systematic review of the last 10 years of scientific literature. *Int J Environ Res Public Health*. 2018;15(1):37.

27. Rezvan F, Khabazkhoob M, Hooshmand E, Yekta A, Saatchi M, Hashemi H. Prevalence and risk factors of pterygium: a systematic review and meta-analysis. *Surv Ophthalmol*. 2018;63(5):719-35.

28. Wanzeler ACV, Barbosa IAF, Duarte B, Barbosa EB, Borges DA, Alves M. Impact of pterygium on the ocular surface and meibomian glands. *PLoS One*. 2019;14(9):e0213956.

29. Tandon R, Vashist P, Gupta N, Gupta V, Yadav S, Deka D, et al. The association of sun exposure, ultraviolet radiation effects and other risk factors for pterygium (the SURE RISK for pterygium study) in geographically diverse adult ( $\geq 40$  years) rural populations of India-3rd report of the ICMR-EYE SEE study group. *PloS One*. 2022;17(7):e0270065.
30. Noguera SI, Nicanor KSA, Ang RET, Cruz EM. Clinical outcomes of pterygium surgery over a ten-year period: a review of recurrence and complication rates. *BMC Ophthalmol*. 2025;25(1):380.
31. Khanna RC, Marmamula S, Cicinelli MV, Mettla AL, Giridhar P, Banerjee S, et al. Fifteen-year incidence rate and risk factors of pterygium in the Southern Indian state of Andhra Pradesh. *Br J Ophthalmol*. 2021;105(5):619-24.
32. Rokohl AC, Heindl LM. Pterygium: new insights into risk factors? *Ann Eye Sci*. 2022;7(1):31-31.
33. Zhang J, Zhang L, Hu H, Sun L, He W, Zhang Z, et al. The influence of pterygium on corneal densitometry evaluated using the Oculus Pentacam system. *Front Med*. 2023;10:1184318.
34. Rad NR. Treatment of Pterygium on the refractive errors: A Systematic Review. *Korean J Ophthalmol KJO*. 2025;39(3):269.
35. Palewski M, Budnik A, Konopińska J. Evaluating the efficacy and safety of different pterygium surgeries: A review of the literature. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(18):11357.
36. Xu W, Li X. The effect of pterygium on front and back corneal astigmatism and aberrations in natural-light and low-light conditions. *BMC Ophthalmol*. 2024;24(1):7.
37. Yoon CH, Seol BR, Choi HJ. Effect of pterygium on corneal astigmatism, irregularity and higher-order aberrations: a comparative study with normal fellow eyes. *Sci Rep*. 2023;13(1):7328.
38. Aguilar-González M, España-Gregori E, Pascual-Camps I, Pinazo-Durán MD, Peris-Martínez C. Association between tomographic characteristics of pterygium and preoperative anterior and posterior topography measured by anterior segment optical coherence tomography. *Life*. 2024;14(10):1245.

39. Bergeron S, Ito H, Dossous YE, Burnier Jr MN. Histopathological variability and concomitant lesions in pterygium in a large case series. *J Ophthalmol*. 2021;2021(1):6623794.
40. Omar AR, Ibrahim M, Jaafar H, Siti-Azrin AH, Zunaina E. Evaluation of Cyclooxygenase-2 and p53 Expression in Pterygium Tissue Following Preoperative Intralesional Ranibizumab Injection. *Front Med*. 2021;8:733523.
41. Ghosh S, Arora R, Hariani A, Saran R, Jain P. Study of biomarkers p53, Ki-67, Bcl-2, and VEGF in pterygium. *Indian J Ophthalmol*. 2024;72(Suppl 3):S448-52.
42. Eroğul Ö, Şen S. Comparison of biomarkers playing a role in pterygium development in pterygium and recurrent pterygium tissues. *Diagnostics*. 2024;14(23):2619.
43. Baheran SS, Alany RG, Schwikkard S, Muen W, Salman LN, Freestone N, et al. Pharmacological treatment strategies of pterygium: drugs, biologics, and novel natural products. *Drug Discov Today*. 2023;28(1):103416.
44. Wanzeler ACV, Barbosa IAF, Duarte B, Borges D, Barbosa EB, Kamiji D, et al. Mechanisms and biomarker candidates in pterygium development. *Arq Bras Oftalmol*. 2019;82(6):528-36.
45. Detorakis ET, Spandidos DA. Pathogenetic mechanisms and treatment options for ophthalmic pterygium: trends and perspectives. *Int J Mol Med*. 2009;23(4):439-47.
46. Zhang LW, Yang J, Jiang HW, Yang XQ, Chen YN, Ying WD, et al. Identification of biomarkers and immune microenvironment associated with pterygium through bioinformatics and machine learning. *Front Mol Biosci*. 2024;11:1524517.
47. Suarez MF, Echenique J, López JM, Medina E, Irós M, Serra HM, et al. Transcriptome analysis of pterygium and pinguecula reveals evidence of genomic instability associated with chronic inflammation. *Int J Mol Sci*. 2021;22(21):12090.
48. Chen S, Zhang M, Lin Y, Shi Y, Lin Q, Xie T, et al. Risk factors for pterygium recurrence based on a retrospective study of 196 patients. *Sci Rep*. 2025;15(1):6646.

49. Wan Q, Wan P, Liu W, Gu S, Shi Q, Su Y, et al. Tear film cytokines as prognostic indicators for predicting early recurrent pterygium. *Exp Eye Res.* 2022;222:109140.
50. Jammal HM, Al-Omari R, Shannak Z, Alkhatib S, Abu Serhan H. Long-Term Surgical Outcome of Pterygium Excision and Conjunctival Limbal Autograft: Minimum 11 years Follow-up Study in a Country with High Ultraviolet Exposure. *Clin Ophthalmol.* 2025;2661-9.
51. Chen J, Zheng Y, Zhang W, Zhao Z, Xu Y. Efficacy and Safety of Amniotic Membrane Transplantation Combined with Closure of Tenon Capsule and Bulbar Conjunctival Space in the Treatment of Primary Pterygium. *Contrast Media Mol Imaging.* 2022;
52. Crespo MA, Rapuano CJ, Syed ZA. Applications of mitomycin C in cornea and external disease. *Turk J Ophthalmol.* 2023;53(3):175.
53. Al-Salem KM, Saif AT, Saif PS. Comparing adjuvant beta radiation, mitomycin C, and conjunctival autograft in primary pterygium treatment, a three-year follow-up study. *Open Ophthalmol J.* 2020;14(1).
54. Zhang B, Dong X, Sun Y. Efficacy and safety of anti-vascular endothelial growth factor agents in the treatment of primary pterygium. *Front Med.* 2023;10:1166957.
55. Ghiasian L, Samavat B, Hadi Y, Arbab M, Abolfathzadeh N. Recurrent pterygium: a review. *J Curr Ophthalmol.* 2021;33(4):367-78.
56. Arun K, Grillon F, Georgoudis P. Primary Pterygium Excision Surgery: Analysis of risk factors and clinical outcomes. *Cureus.* 2024;16(6).
57. Owusu-Afriyie B, Peter N, Ivihi F, Kopil I, Gende T. Barriers to the uptake of eye care services: A cross-sectional survey from rural and urban communities. *Plos One.* 2024;19(8):e0308294.
58. Solomon SD, Shoge RY, Ervin AM, Contreras M, Harewood J, Aguwa UT, et al. Improving access to eye care: a systematic review of the literature. *Ophthalmology.* 2022;129(10):e114-26.
59. Cardona M, Alwenya K, Rehman A ur, Olalo S, Thai A, Rangi M, et al. Eye care interventions that reduce access inequities for women, rural residents and older

people in low-middle-income countries: a scoping review. *Front Public Health*. 2025;13:1578848.

60. Alias NS, Buari NH. Challenges and Barriers to Utilizing Eye Care Services Among Urban Population Globally: A Scoping Review. *J Health Sci Med Res*. 2024;42(6):20241098.

61. Allen LN, Karanja S, Gichangi M, Mishra S, Sabherwal S, Motlhatlhedhi K, et al. Identifying barriers and potential solutions to improve equitable access to community eye services: an exploratory sequential mixed methods study protocol. *BMJ Open*. 2025;15(1):e082975.

62. Qadir MI, Zanatta M, Gil ES, Stassen HK, Gonçalves P, Neto BA, et al. Photocatalytic Reverse Semi-Combustion Driven by Ionic Liquids. *ChemSusChem*. 2019;12(5):1011-6.

63. Kyriakaki ED, Symvoulakis EK, Chlouverakis G, Detorakis ET. Causes, occupational risk and socio-economic determinants of eye injuries: a literature review. *Med Pharm Rep*. 2021;94(2):131.

64. Singh M, Sinha BP, Shah RB, Dutta S. Role of an onsite healthcare programme in ocular diseases among construction workers: Observations from a health facility in Gujarat. *J Fam Med Prim Care*. 2025;14(6):2318-22.

65. World report on vision [Internet]. [citado 22 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516570>

66. Hong H, Mújica OJ, Anaya J, Lansingh VC, López E, Silva JC. The Challenge of Universal Eye Health in Latin America: distributive inequality of ophthalmologists in 14 countries. *BMJ Open* [Internet]. 18 de noviembre de 2016 [citado 22 de octubre de 2025];6(11):e012819. Disponible en: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5128993/>

67. Silva JC, Mújica OJ, Vega E, Barcelo A, Lansingh VC, McLeod J, et al. A comparative assessment of avoidable blindness and visual impairment in seven Latin American countries: prevalence, coverage, and inequality. *Rev Panam Salud Publica* 371ene 2015 [Internet]. 2015 [citado 22 de octubre de 2025]; Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/9425>

68. Sherwin JC, McKnight CM, Hewitt AW, Griffiths LR, Coroneo MT, Mackey DA. Reliability and validity of conjunctival ultraviolet autofluorescence measurement. *Br J Ophthalmol*. 2012;96(6):801-5.
69. Modenese A, Ruggieri FP, Bisegna F, Borra M, Burattini C, Della Vecchia E, et al. Occupational exposure to solar UV radiation of a group of fishermen working in the Italian North Adriatic Sea. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(16):3001.
70. Kyei S, Owusu-Ansah A, Boadi-Kusi SB, Abbey DN, Abu EK. Occupational hazards correlates of ocular disorders in Ghanaian fisheries. *Healthc Low-Resour Settings*. 2016;4(2).
71. Kumar IS, Sundar JS, Asokan R, Ramasubramanyan S. Role of conjunctival ultraviolet autofluorescence device, as an indicator of ocular ultraviolet radiation exposure in pterygium and pinguecula among outdoor workers in southern India. *Int J Commun Med Public Health*. 2022;9:3816-23.
72. Convenio C188 - Convenio sobre el trabajo en la pesca, 2007 (núm. 188) [Internet]. [citado 22 de octubre de 2025]. Disponible en: [https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx\\_es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100\\_INSTRUMENT\\_ID:312333](https://normlex.ilo.org/dyn/nrmlx_es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_INSTRUMENT_ID:312333)
73. Decreto Supremo N.º 020-2022-PRODUCE [Internet]. [citado 22 de octubre de 2025]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/produce/normas-legales/3816446-020-2022-produce>
74. Singh SK. Pterygium: epidemiology prevention and treatment. *Community Eye Health*. 2017;30(99):S5.
75. Cherrie JW, Cherrie MP. Workplace exposure to UV radiation and strategies to minimize cancer risk. *Br Med Bull*. 2022;144(1):45-56.
76. Alebrahim MA, Bakkar MM, Al Darayseh A, Msameh A, Jarrar D, Aljabari S, et al. Awareness and knowledge of the effect of ultraviolet (UV) radiation on the eyes and the relevant protective practices: a cross-sectional study from Jordan. *En MDPI*; 2022. p. 2414.
77. Li K, Wang K, Zou G, Wang C, Huang W. Long-Term Outcomes of Pterygium Extended Removal Combined with Conjunctival Autograft and Amniotic Membrane Transplantation. *Curr Eye Res*. 2025;1-5.

78. Gupta A, Maurya RP, Manisha SMUK, Patel A, Devi A, Patel E, et al. Recent update on pterygium. *IP Int J Ocul Oncol Oculoplasty*. 2022;8(2):95-108.
79. Modenese A. Prevention of health risks related to occupational solar ultraviolet radiation exposure in times of climate change and COVID-19 pandemic. *Atmosphere*. 2022;13(7):1147.
80. Buller DB, Walkosz BJ, Buller MK, Wallis A, Andersen PA, Scott MD, et al. Results of a randomized trial on an intervention promoting adoption of occupational sun protection policies. *Am J Health Promot*. 2018;32(4):1042-53.
81. Buller DB, Buller MK, Meenan R, Cutter GR, Berteletti J, Henry KL, et al. Implementation of an Occupational Sun Safety Intervention: Comparison of Two Scalability Strategies. *J Occup Environ Med*. 2023;10-1097.
82. Meenan RT, Walkosz BJ, Buller DB, Eye R, Buller MK, Wallis AD, et al. Economic evaluation of an intervention promoting adoption of occupational sun protection policies. *J Occup Environ Med*. 2019;61(12):978-83.
83. Meenan R, Buller DB, Berteletti J, Henry KL, Buller MK, Cutter GR, et al. Economic Evaluation of Two Scalability Strategies for Nationwide Dissemination of an Occupational Sun Safety Intervention in a Randomized Trial. *J Occup Environ Med*. 2023;10-1097.
84. Mofidi A, Tompa E, Song C, Tenkate T, Arrandale V, J. Jardine K, et al. Economic evaluation of interventions to reduce solar ultraviolet radiation (UVR) exposure among construction workers. *J Occup Environ Hyg*. 2021;18(6):250-64.
85. Grimani A, Bergström G, Casallas MIR, Aboagye E, Jensen I, Lohela-Karlsson M. Economic evaluation of occupational safety and health interventions from the employer perspective: a systematic review. *J Occup Environ Med*. 2018;60(2):147-66.

## VI. ANEXOS

### Anexo 1. Diagrama PRISMA

