

Indicadores de vulnerabilidad al cambio climático: un estudio en comunidades pesqueras de Tacna, región al sur del Perú

Khiara Aliyah Bet Moreno-Salazar-Calderón

Universidad Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú

ORCID: 0000-0002-8871-3587

Resumen: El estudio de los indicadores de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa sobre la vulnerabilidad al cambio climático tiene como finalidad conseguir una mayor comprensión sobre los principales indicadores que repercuten en las comunidades y facilitar a las autoridades responsables implementar acciones de mitigación. El objetivo del estudio fue identificar los principales indicadores de vulnerabilidad al cambio climático en las comunidades pesqueras de la región Tacna. Se consideró una muestra de 255 pescadores artesanales, que se encontraban debidamente registrados en las asociaciones pesqueras ubicadas en el litoral de Tacna, organizados en ocho comunidades pesqueras: Santa Rosa, Los Palos, Yarada Baja, Llostay, Boca del Río, Vila Vila, Morro Sama e Ite. Se utilizó información de fuente primaria a través de la aplicación de un cuestionario conformado por 32 indicadores. Los hallazgos de la presente investigación señalan que el principal indicador es la dependencia de la pesca, por lo que al incrementar la no dependencia de la pesca se reduce el nivel de la vulnerabilidad al cambio climático de estas comunidades; asimismo, que las variables exposición y sensibilidad no influyen sobre la vulnerabilidad y que a mayor capacidad adaptativa disminuye la vulnerabilidad.

Palabras clave: Cambio climático. Vulnerabilidad. Comunidad pesquera. Pescadores artesanales. Indicadores.

Indicators of Vulnerability to Climate Change: A Study in Fishing Communities of Tacna, a Region in Southern Peru

Abstract: The study of indicators of exposure, sensitivity, and adaptive capacity regarding vulnerability to climate change aims to achieve a better understanding of the key indicators affecting communities and to facilitate responsible authorities in implementing mitigation actions. The objective of the study was to identify the main indicators of vulnerability to climate change in fishing communities in the Tacna region. A sample of 255 artisanal fishermen, duly registered in fishing associations along the coast of Tacna, organized in eight fishing communities: Santa Rosa, Los Palos, Yarada Baja, Llostay, Boca del Río, Vila Vila, Morro Sama, and Ite, was considered. Primary source information was used through the application of a questionnaire consisting of 32 indicators. The findings of this research indicate that the main indicator is the dependence on fishing, so increasing non-dependence on fishing reduces the level of vulnerability to climate change in these communities; additionally, it is found that exposure and sensitivity variables do not influence vulnerability, and greater adaptive capacity reduces vulnerability.

Keywords: Climate Change. Vulnerability. Fishery Community. Artisanal Fishermen. Indicators.

Khiara Aliyah Bet Moreno Salazar Calderón

Ingeniero Pesquero por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Maestro en Ciencias con mención en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, egresada del Doctorado en Ciencias Ambientales por la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Con experiencia en asesoría y consultoría en temas pesqueros y ambientales para gobiernos locales y empresas. Profesora en la Escuela Profesional de Ingeniería Pesquera de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, con 6 años de experiencia en docencia universitaria a nivel de pregrado.

Correo: kmorenos@unjbg.edu.pe

1. Introducción

El cambio climático es un tema que se ha venido discutiendo desde hace varios años, y desde mediados del siglo XIX ya se empieza a percibir cambios sustanciales (EEA, 2017), los cuales son cada vez más notorios y frecuentes, impactan negativamente con diferente intensidad (Sumaila, 2018). De esta manera, las investigaciones a nivel mundial se han enfocado en evaluar estas modificaciones del clima en base a datos históricos (Bahri et al., 2018).

Existen evidencias suficientes para afirmar que los efectos del cambio climático no solo repercuten sobre los ecosistemas y la biodiversidad (Nyboer et al., 2019), sino también sobre las poblaciones más vulnerables debido a los altos niveles de pobreza y empleo informal que generan (Viscidi & Vereen, 2022). Uno de los principales efectos del cambio climático es la alteración de las condiciones oceanográficas y el comportamiento de los recursos, que afecta de manera directa las actividades diarias de los pescadores artesanales (Gonzalez-Mon et al., 2021). Se establece entonces una interrelación entre el nivel ecológico y el social (Ojea et al., 2020), en donde la disminución de recursos repercute en los ingresos y calidad de vida de los pescadores (Sumaila, 2018). Por esta razón, se considera que la pesca artesanal es un sector muy vulnerable (Gianelli et al., 2021), por lo que es importante realizar evaluaciones para determinar el nivel de vulnerabilidad al cambio climático, que permitan aportar con formulación de estrategias (Mafi-Gholami et al., 2019).

Estudios sobre vulnerabilidad en comunidades pesqueras demuestran que el clima no es el único factor; también se debe tomar en cuenta el factor social y el económico (Daw et al., 2009; Kalikoski et al., 2018), principalmente cuando las comunidades dependen únicamente de la pesca para la obtención de ingresos económicos y su propia alimentación (Martins et al., 2019; Sowman, 2020; Sowman & Raemaekers, 2018). En Filipinas y diversos países de América Latina, se reconoce la importancia de reducir los niveles de vulnerabilidad al cambio climático en estas comunidades, pero en pocos se ejecutan soluciones (Macusi, et al., 2020; Tambutti & Gómez, 2022).

Para realizar una correcta evaluación de vulnerabilidad al cambio climático, es necesario comprender la interacción entre tres factores: exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa (IPCC, 2001). Los factores sensibilidad y capacidad adaptativa necesitan de indicadores socioeconómicos, porque se verán afectados por las características de cada comunidad, siendo los indicadores económicos los principales en esta evaluación (Urías et al., 2018). Se resalta que la exposición a los eventos climáticos no es el principal factor en la vulnerabilidad al cambio climático, sino que las propias características de las comunidades son las que modifican la sensibilidad y capacidad adaptativa (Islam et al., 2014). En la evaluación de vulnerabilidad al cambio climático, el factor que más influye es la capacidad adaptativa, seguida de la sensibilidad y en último lugar la exposición (García et al., 2021).

La exposición al cambio climático es definida como «la presencia de personas, medios de subsistencia, especies o ecosistemas, funciones, servicios y recursos ambientales, infraestructura o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente» (IPCC, 2015, p.132), entre los disturbios percibidos por los pescadores (Cavole et al., 2020) se encuentran el aumento en la temperatura del mar y los cambios en el viento (Sowman, 2020; Sowman & Raemaekers, 2018), que modifican el comportamiento de los recursos objetivo y, por lo tanto, el sector pesca (Bahri et al., 2018), perjudicando al eslabón más débil de la cadena, los pescadores artesanales. Por otro lado, los eventos climáticos extremos dañan embarcaciones y aparejos de pesca (Kalikoski et al., 2018), generando también lesiones en los pescadores (Islam et al., 2021), ello representa una situación preocupante porque a medida que pasen los años los efectos del cambio climático se presentarán con mayor frecuencia y gravedad.

La sensibilidad al cambio climático se refiere a la manera en que afecta una situación sobre una comunidad de acuerdo a sus propias características. Es decir, al verse modificada la distribución de los recursos objetivo, los pescadores se ven obligados a buscar nuevos caladeros, que involucra el incremento de horas dedicadas a la pesca e incluso invertir en transporte y provisiones para realizar sus actividades en nuevas zonas de pesca (Sowman, 2020). Específicamente en el Perú, se presenta el crecimiento descontrolado de la flota pesquera, pero sin incremento de capturas, lo cual ha provocado que se genere un crecimiento del esfuerzo pesquero que no permite mantener las capturas, problemática originada por el establecimiento de regulaciones ineficaces (de la Puente et al., 2020). Por lo tanto, contar con un tamaño reducido de la flota y una eficiente regulación pesquera permitiría lograr una mayor captura por unidad de esfuerzo y una recuperación del stock de los recursos a mediano y largo plazo (Csirke & Gumy, 1996).

Ante esta problemática, en países como Tanzania, Namibia, Angola y Sudáfrica, los pescadores deciden incursionar en nuevos empleos, pero la mayoría elige continuar desempeñándose en la pesca (Silas et al., 2020), aun teniendo que vivir en una incertidumbre constante respecto a las capturas (Sowman, 2020). De otro lado, la composición de las familias que conforman la comunidad pesquera es un factor importante, cuando el grupo familiar cuenta con niños o adultos mayores (Gomez et al., 2020), y si el jefe de hogar es del sexo femenino o un adulto mayor (Koomson et al., 2020; Mafi-Gholami et al., 2020; Shaji, 2021), el grupo familiar se verá más expuesto a incrementar su vulnerabilidad ante el cambio climático. Asimismo, malas condiciones en la vivienda, distancia a los servicios, falta de acceso a servicios básicos y de salud, acrecientan el nivel de vulnerabilidad de las comunidades (Dzoga et al., 2018; Ehsan et al., 2022; Rabby et al., 2019).

La capacidad adaptativa es considerada una acomodación de los sistemas humanos al clima y sus efectos, con la finalidad de reducir o eliminar el daño y obtener oportunidades de mejora (World Bank, 2011). El aporte económico de los integrantes del hogar también es importante, porque permite reducir el esfuerzo pesquero (Mabe & Asase, 2020), y el grado de escolaridad (Rabby et al., 2019; Shaji, 2021) implica una mejor educación que repercute en poder tomar mejores decisiones en relación a estrategias y técnicas de pesca; asimismo, la experiencia en la pesca permite reconocer horarios, escondites y temporadas para una mejor extracción (Mabe & Asase, 2020).

La capacidad adaptativa también se ve afectada por el nivel de conocimiento que tienen los pescadores sobre la problemática del cambio climático (IPCC, 2022; Islam et al., 2021), el desconocimiento sobre el tema puede generar limitaciones ante la ausencia de estrategias a elegir para mitigarlo (Rangel & García, 2022); dichas estrategias, además, deben generarse de abajo hacia arriba, es decir, empezar en la comunidad e ir escalando hasta abarcar el ámbito nacional (Silas et al., 2020; Sowman, 2020). Es necesaria la buena organización dentro de la asociación de pescadores, así como una buena comunicación entre comunidades pesqueras, para intercambiar información y experiencias sobre temas relacionados al cambio climático con la finalidad de buscar las mejores estrategias (Ruíz-Díaz et al., 2020; Sowman & Raemaekers, 2018). Además, en comunidades alejadas se debe implementar sistemas de comunicación para mantener informada a la comunidad y para que puedan prepararse ante un evento climático extremo (Evariste et al., 2018); así, resulta indispensable el uso de telefonía móvil para una atención rápida (Dunstan et al., 2018; Hanich et al., 2018).

Por otro lado, el Gobierno debería brindar a los pescadores alternativas de empleo (Rabby et al., 2019; Silas et al., 2020), hasta ahora estos normalmente solo sirven como opción a corto plazo, por lo que es necesario fortalecer las capacidades a través de capacitaciones y asistencia técnica (Sowman, 2020) en sectores diferentes a la pesca (Mabe & Asase, 2020) para reducir la dependencia a la actividad pesquera (Etongo & Arrisol, 2021; Norman et al., 2022; Selvaraj et al., 2022; Silas et al., 2020), ello representa una estrategia de adaptación al cambio climático (Lemahieu et al., 2018). En Nigeria, los pescadores se han visto obligados a migrar a nuevas zonas para continuar con la actividad pesquera debido a la falta de fortalecimiento de capacidad adaptativa (Adewale et al., 2017).

Para implementar políticas de adaptación al cambio climático, es necesario conocer los impactos en el presente y contar con proyecciones que informen sobre los impactos futuros, tanto en el aspecto ecológico como social (Roka, 2020). Las medidas de adaptación no solo permitirán sobrellevar los efectos del cambio climático, sino que también podrían aportar en la reducción de la contaminación (Filho et al., 2020). Para mitigar los efectos del cambio climático sobre las comunidades pesqueras, es necesario que el Gobierno ejecute estrategias de adaptación enfocándose en la misma localidad (Hossen et al., 2022; Selvaraj et al., 2022), a través de mejora en infraestructura y la cadena de comercialización, pero también educar para que se respeten las zonas de veda de extracción de recursos (Etongo & Arrisol, 2021), erradicar la pesca ilegal y la sobreexplotación (Liu et al., 2021).

La pesca ilegal, no declarada y no reglamentada, se presenta en los diferentes tipos de pesca y trae como consecuencia su colapso, generando que los pescadores artesanales sean más vulnerables pues incrementa la pobreza y disminuye la seguridad alimentaria (FAO, 2020). En el Perú, una problemática asociada es la de los astilleros artesanales ilegales o clandestinos, que continúan con la construcción de embarcaciones a pesar de que se encuentra prohibido desde hace muchos años por el Ministerio de la Producción; ello dificulta el aprovechamiento sostenible de los recursos y origina un impacto negativo sobre los sistemas socioecológicos relacionados a la pesca (Gozzer-Wuest et al., 2022). Cabe destacar que el Gobierno reconoce la importancia de las 5 millas del mar peruano para preservar la pesca tradicional ancestral y artesanal para consumo, enfocados en realizar un correcto aprovechamiento de los recursos con el objetivo de garantizar una zona de explotación para este grupo y por ende mejorar sus condiciones de vida (Ley 31749).

De esta manera, la adaptación debe ser programada de acuerdo a la realidad de cada comunidad pesquera, tomando en cuenta las percepciones de los pescadores artesanales, por la amplia experiencia y tiempo que llevan dedicados a la actividad (Liu et al., 2021).

El presente estudio tuvo como objetivo identificar los principales indicadores de vulnerabilidad al cambio climático en las comunidades pesqueras de la región Tacna. La investigación puede resultar de interés para ser usada como una herramienta para comprender la interacción de los indicadores de la vulnerabilidad con la intención de planificar actividades de mitigación e incitar a la resiliencia de las comunidades de pescadores para un bien común, como lo es brindar un aporte en calidad de vida y continuar con el abastecimiento de los recursos hidrobiológicos para fortalecer la seguridad alimentaria de la región y del país.

2. Metodología

La investigación fue de tipo básica con enfoque cuantitativo. Para cuantificar los indicadores se utilizó información de fuente primaria, es decir, de los pescadores artesanales que conforman las comunidades pesqueras de la región Tacna. Se utilizó la técnica de encuesta de tipo oral presencial. Previamente a aplicar el instrumento de investigación, se coordinó el consentimiento con cada uno de los participantes de las comunidades pesqueras que conforman el estudio. Se explicó que la participación era voluntaria y que la información sería utilizada solo en esta investigación, y que las respuestas al cuestionario serían anónimas. Se les proporcionó un documento de «consentimiento informado», donde se detallaron aspectos importantes de la investigación y el rol de los participantes. Las encuestas duraron aproximadamente 10 minutos. La recolección de datos se realizó entre los meses de abril y agosto de 2022. El área de estudio comprendió la región Tacna, ubicada en la costa sur occidental del Perú, entre los 16° 58' y 18° 21' 34,8' LS y 69° 28' y 71° 10' LW (Coronel, 2005).

Figura 1. Ubicación de comunidades pesqueras que conformaron el estudio



Fuente y elaboración: propia.

La población estuvo conformada por 754 pescadores artesanales ubicados en el litoral de la región Tacna, que se encontraban inscritos en las asociaciones de pescadores artesanales reconocidas por el Ministerio de la Producción. A su vez, estas asociaciones fueron agrupadas, según su ubicación, dentro de 8 comunidades pesqueras: Santa Rosa, Los Palos, Yarada Baja, Llostay, Boca del Río, Vila Vila, Morro Sama e Ita. Se consideró una muestra de 255 pescadores, empleando un muestreo probabilístico estratificado con un 95% de confianza, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Muestra estratificada

Comunidad pesquera	N° de pescadores artesanales	%
Santa Rosa	7	2.79
Los Palos	23	9.02
Yarada Baja	22	8.75
Llostay	14	5.31
Boca del Río	40	15.52
Vila Vila	101	39.79
Morro Sama	32	12.60
Ite	16	6.23
Total	255	100 %

Fuente y elaboración: propia.

Como instrumento, se utilizó el cuestionario. Las preguntas fueron cerradas y abiertas. El instrumento fue validado por 4 profesionales a través del criterio del juicio de expertos. Luego se efectuó una prueba piloto del cuestionario a 26 pescadores artesanales (equivalente al 10% de la muestra), quienes no participaron de la muestra de la investigación. Finalmente, se utilizaron 32 ítems repartidos para la exposición (6), sensibilidad (14) y capacidad adaptativa (12). Los indicadores y los ítems considerados se encuentran descritos en la Tabla 2.

Tabla 2. Indicadores de vulnerabilidad al cambio climático

Variables	Indicador
Exposición	E1: Precipitación
	E2: Nivel del mar
	E3: Contaminación
	E4: Manejo de residuos sólidos
	E5: Daño o pérdida de aparejos de pesca por marea alta
	E6: Lesiones por marea alta
Sensibilidad	S1: Distancia a zonas de pesca
	S2: Horas dedicadas a la pesca
	S3: Cambios en las capturas
	S4: Uso de aparejos de pesca desfavorables
	S5: Población menor de 6 años
	S6: Población mayor de 60 años
	S7: Jefe femenino en el hogar
	S8: Jefe adulto mayor en el hogar
	S9: Precariedad de la vivienda
	S10: Acceso a servicios de salud
	S11: Estado de salud
	S12: Acceso a agua potable
	S13: Uso propio de recursos extraídos
	S14: Distancia a servicios
Capacidad adaptativa	C1: Miembros del hogar económicamente activos
	C2: Grado de escolaridad
	C3: Experiencia en pesca
	C4: Capacitaciones sobre cambio climático
	C5: Dirigentes con conocimientos en cambio climático
	C6: Organización dentro de la comunidad
	C7: Acceso a medios de comunicación
	C8: Uso de tecnología
	C9: Empleo en otras actividades
	C10: Dependencia de la pesca
	C11: Lugar de comercialización de recursos
	C12: Apoyo de programas sociales

Fuente y elaboración: propia.

Para el procesamiento de datos, la información fue tabulada en una base de datos y se usó la metodología seguida por Umamaheswari et al. (2021) y Urías et al. (2018), que consiste en utilizar los porcentajes de cada ítem del cuestionario de cada una de las comunidades pesqueras y estandarizarlas en una escala de 0 a 1, con la siguiente fórmula:

$$Zv = \frac{V - Vmin}{Vmax - Vmin} \quad [1]$$

Donde:

Zv: valor normalizado

V: valor que se va a normalizar

Vmin: valor mínimo del conjunto de datos V

Vmax: valor máximo del mismo conjunto de datos V

Luego se calcularon las variables de exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa, a través de la suma algebraica de los valores. Para ello, primero se calculó el valor a nivel de indicador, después a nivel de dimensiones y finalmente para cada una de las variables. Para obtener el nivel de vulnerabilidad, se calculó con la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\text{Exposición} + \text{Sensibilidad} + (1 - \text{Capacidad adaptativa})}{3} \quad [2]$$

Los valores obtenidos para la vulnerabilidad al cambio climático de cada comunidad fueron clasificados de acuerdo a la siguiente escala: muy bajo ($0 \leq 0.2000$), bajo (0.2100 a 0.4000), medio (0.4100 a 0.6000), alto (0.6100 a 0.8000) y muy alto (0.8100 a 1.0000).

Finalmente, para realizar el análisis estadístico, primero se verificó el tipo de distribución que seguían los datos y, de acuerdo con estos resultados, se utilizó para algunos indicadores la prueba estadística paramétrica (correlación de Pearson) y para otros la prueba estadística no paramétrica (correlación Rho de Spearman). Asimismo, para determinar el nivel de vulnerabilidad a nivel regional se aplicó la prueba t de Student para una muestra, usando los límites de la escala de vulnerabilidad. En ambos casos, para la decisión estadística, se utilizó el nivel de significación de p valor < 0.05 , de acuerdo al nivel de confianza de 95%.

3. Resultados

Para determinar el nivel de vulnerabilidad al cambio climático de las comunidades de pescadores artesanales de la región Tacna, primero se aplicó la prueba de normalidad a los datos, dando como resultado que provenían de una distribución normal, y se optó por aplicar una prueba estadística paramétrica. De esta manera, se optó por aplicar la prueba t de Student para una muestra, para el intervalo superior (0.6100) e inferior (0.4000), se obtuvo como resultado un p valor de 0.000 y 0.042 , respectivamente.

Con estos resultados, se obtuvo que el nivel de vulnerabilidad al cambio climático corresponde a una vulnerabilidad media ($p < 0.05$).

En cuanto a la relación entre la exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y la vulnerabilidad al cambio climático, los datos también provenían de una distribución normal y se optó por aplicar una prueba estadística paramétrica (prueba de correlación de Pearson). Como se muestra en la Tabla 3, se encontró que no existe relación entre exposición y vulnerabilidad, ni entre la sensibilidad y la vulnerabilidad al cambio climático de las comunidades pesqueras de la región Tacna. Por el contrario, la capacidad adaptativa presentó una relación negativa con la vulnerabilidad, de manera que cuando incrementa la capacidad adaptativa se ve reducida la vulnerabilidad.

Tabla 3. Correlaciones de Pearson entre las variables exposición, sensibilidad, capacidad adaptativa y la vulnerabilidad al cambio climático

Variable	Significancia	Correlación de Pearson
Exposición	0.766	0.126
Sensibilidad	0.152	0.557
Capacidad adaptativa	0.000	-0.994

Fuente y elaboración: propia.

En la Tabla 4, se muestra la relación entre cada uno de los indicadores y la vulnerabilidad. Los valores obtenidos al realizar la prueba de correlación de Pearson o Rho de Spearman, según el caso, fue de 30 indicadores con un p valor > 0.05 , que indica que no existe significancia, por lo tanto, se reportó que no existe relación entre el indicador y la vulnerabilidad. Mientras que para los indicadores estado de salud y dependencia de la pesca se obtuvo un p valor de 0.047 y 0.011 respectivamente; por ende, se evaluó el coeficiente de correlación, el cual fue de 0.714 para el indicador estado de salud y -0.829 para dependencia de la pesca, que muestra que existe una relación considerable positiva y negativa, respectivamente, entre el indicador y la vulnerabilidad.

Tabla 4. Prueba de correlación entre indicadores y vulnerabilidad

Clave Santa Rosa	Significancia		Coeficiente de correlación
	Correlación de Pearson	Rho de Spearman	
E1		0.954	No significativo
E2		0.905	No significativo
E3	0.456		No significativo
E4		0.558	No significativo
E5		0.736	No significativo
E6	0.718		No significativo
S1	0.495		No significativo
S2	0.274		No significativo
S3		0.846	No significativo
S4		0.078	No significativo
S5	0.247		No significativo
S6	0.390		No significativo
S7		0.134	No significativo
S8	0.493		No significativo
S9	0.948		No significativo
S10		0.651	No significativo
S11	0.047		0.714
S12		0.717	No significativo
S13		0.134	No significativo
S14		0.555	No significativo
C1	0.540		No significativo
C2		0.435	No significativo
C3		0.555	No significativo
C4		0.555	No significativo
C5		0.134	No significativo
C6	0.642		No significativo
C7		0.976	No significativo
C8	0.813		No significativo
C9	0.153		No significativo
C10	0.011		-0.829
C11	0.099		No significativo
C12		0.062	No significativo

Fuente y elaboración: propia.

4. Discusión

Los hallazgos de la presente investigación reportan que la exposición de las comunidades pesqueras al cambio climático se ve incrementada al ser afectadas por la contaminación de residuos sólidos; en el caso de comunidades ubicadas en zonas lejanas, dichos residuos son colectados una vez a la semana. La municipalidad a la que pertenecen estas comunidades no puede enviar un camión recolector con frecuencia, lo que obliga a las comunidades a quemar los residuos para que no se acumulen y no atraigan vectores. Los resultados coinciden con el estudio de Sowman (2020), que reportó como factor importante la contaminación por residuos sólidos, ya que incrementa los efectos del cambio climático, más si estos son arrojados al ecosistema marino. Asimismo, el uso de la red cortina como aparejo es otro problema, pues suelen extraviarse fácilmente y hay incidencia en lesiones al colocarlas, debido a la marea alta y a que es un trabajo que se debe hacer en la madrugada. Islam et al. (2021) y Macusi et al. (2020) reportaron el daño físico sufrido por pescadores, e incluso muertes, debido a las malas condiciones oceanográficas que se presentan en plena faena de pesca y la ausencia de un sistema de alerta temprana, lo que deja a los pescadores expuestos.

Sobre la sensibilidad al cambio climático, esta se ve influenciada por el crecimiento de la flota pesquera, lo cual ha generado un incremento en el esfuerzo pesquero sin un beneficio respecto a las capturas, porque estas se han reducido con el paso de los años. Además, se debe considerar que los pescadores que se embarcan para las faenas de pesca deben asumir los costos de combustible, hielo, víveres, con una demanda de horas de búsqueda y un posible retorno al puerto sin el recurso esperado. Por otro lado, el tamaño del recurso que encuentran muchas veces no tiene la talla mínima de extracción permitida.

Respecto a las necesidades básicas insatisfechas de los pescadores, las cuales abarcan acceso a vivienda, acceso a servicios sanitarios, acceso a la educación y capacidad económica, estas presentaron un elevado nivel, lo cual incide directamente sobre el incremento de la vulnerabilidad al cambio climático.

Lo anterior concuerda con las investigaciones de Macusi et al. (2020), Sowman & Raemaekers (2018) y Umamaheswari et al. (2021), que encontraron que indicadores socioeconómicos como la disminución de capturas influye sobre la vulnerabilidad al cambio climático. De la misma manera, Dzoga et al. (2018), Ehsan et al. (2022), Rabby et al. (2019), Salik et al. (2015) y Senapati & Gupta (2017) reportaron que los indicadores sociales tienen relación directa sobre

la sensibilidad al cambio climático, encontrando entre ellos: condiciones de la vivienda, acceso a agua potable, acceso a servicios de alimentación, salud y otros. Siendo el fortalecimiento de estos de vital importancia, pero, a su vez, dependen de una buena gestión pública. Por ejemplo, según el Seguimiento de la Ejecución Presupuestal-Consulta amigable (MEF, 2023), en el Perú, los gobiernos regionales han gastado aproximadamente el 30% del presupuesto destinado a la mejora de estos aspectos. Y solo el Gobierno Regional de Tacna ha gastado menos del 50% en el sector pesca, ello indica que hay presupuesto destinado para mejorar la situación vulnerable de esta población, pero que no está siendo administrado apropiadamente. Por otro lado, a nivel regional se cuenta con la Estrategia regional de cambio climático de Tacna, aprobada con ordenanza regional 005-2015-CR/GOB.REG.TACNA, cuyo objetivo es «promover la resiliencia y adaptación de las poblaciones y grupos vulnerables, ecosistemas, medios de vida e infraestructuras socio-económicas de la región ante los efectos adversos del cambio climático», donde se prioriza la evaluación del sector pesquero por ser considerado como sensible al cambio climático, sin embargo, hasta la fecha no se ha puesto en marcha ninguna de las acciones identificadas.

Los resultados encontrados en este estudio identifican que la relación inversa entre la capacidad adaptativa y la vulnerabilidad al cambio climático, se debe principalmente al indicador dependencia a la pesca, debido a que cuando la actividad pesquera es la principal actividad económica se verá alterada su fuente de ingresos económicos y por ende el nivel de vulnerabilidad al cambio climático. A la vez, este indicador se encuentra relacionado al aspecto social, económico y de gobernanza, por lo que es necesario que se preste atención en reducir esa dependencia hacia la pesca, a través de la generación de estrategias que les permitan reforzar la diversificación de sus fuentes de ingreso. Es así que las comunidades pesqueras que se dedican a otras actividades —como negocios de restaurantes, tiendas de abarrotes, puestos de mercado-, la agricultura (en ciertas épocas del año) y la construcción, dichas actividades les permiten tener una diversificación económica, por lo tanto, se ve reducido el nivel de vulnerabilidad al cambio climático.

Ello concuerda con Macusi et al. (2020), Senapati & Gupta (2017), Sowman & Raemaekers (2018) y Umamaheswari et al. (2021), quienes reportaron que al existir dependencia a la pesca y a la vez poca disponibilidad de recursos hidrobiológicos producto de los impactos del cambio climático, se reducirán las capturas e inclusive deberán buscar nuevas zonas de pesca que se encuentran más lejanas a su comunidad, provocando un incremento en la vulnerabilidad al cambio climático. Así mismo, Lemahieu et al. (2018), Rabby et al. (2019) y

Silas et al. (2020), encontraron que es indispensable brindar alternativas de medios de subsistencia a los pescadores como una estrategia de adaptación al cambio climático. Además, se encontró que los pescadores que comercializan los recursos extraídos en la misma comunidad cuentan con más facilidad en la venta y mayores ganancias, resultado que coincide con lo expuesto por Mabe & Asase (2020) y Lemahieu et al. (2018), cuando mencionan que la distancia hacia los lugares donde se comercializan las capturas es un factor importante a considerar, porque a menor distancia será más accesible ofrecer el recurso y obtener ganancias, sin embargo, la cantidad de compradores y el precio a pagar justificaría también el traslado a zonas lejanas, porque con el dinero adquirido se puede incrementar la adaptabilidad al cambio climático.

La investigación permite identificar que la capacidad adaptativa es la única variable que influye sobre la vulnerabilidad al cambio climático, mientras que la exposición y sensibilidad no presentan relación con la vulnerabilidad. Por otro lado, la capacidad adaptativa presentó una relación negativa con la vulnerabilidad. Al evaluar la relación entre cada uno de los indicadores y la vulnerabilidad al cambio climático, se obtuvo que solo dos de ellos tienen influencia: estado de salud y dependencia de la pesca, que corresponden a indicadores socioeconómicos, los cuales deben ser priorizados en los planes de estrategia formulados por el Gobierno con la finalidad de reducir los niveles de vulnerabilidad al cambio climático. Además, cada gobierno regional tiene un presupuesto establecido para cada sector, por ejemplo, en los últimos 5 años la región Tacna ha contado con un presupuesto entre S/ 762 646 y 1 404 501 para el sector pesca, montos considerados como limitados para una actividad productiva relevante, mientras que la Municipalidad Provincial de Tacna no tiene considerado un presupuesto para este rubro (MEF, 2023), por ello es necesario que el Gobierno peruano tome conciencia de la importancia de brindar mayor apoyo al sector.

Dichos resultados coinciden con lo reportado por García et al. (2021) y Urías et al. (2018), que mencionan que solo la capacidad adaptativa tiene influencia directa sobre la vulnerabilidad al cambio climático, así como sus indicadores que se encuentran relacionados al aspecto económico, ello les permitió concluir que es necesario mejorar las condiciones socioeconómicas de las comunidades pesqueras.

5. Conclusiones

El análisis de los indicadores de la vulnerabilidad al cambio climático de las comunidades pesqueras de la región Tacna se realizó a nivel de regional, pero el nivel de vulnerabilidad fue enfocado a nivel de comunidad y regional a través de 32 indicadores de tipo ambiental, social y económico, para comprender los factores exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa. Se encontró que las comunidades pesqueras en Tacna presentan una vulnerabilidad actual promedio de un nivel medio, siendo necesario que el Gobierno proponga y ejecute estrategias para fortalecer la capacidad adaptativa, que es el principal factor que influye sobre la vulnerabilidad al cambio climático.

El principal indicador que influye sobre la vulnerabilidad fue la dependencia a la pesca, por lo que al incrementar la no dependencia de la pesca se reduce el nivel la vulnerabilidad al cambio climático; además, la mejora de la calidad regulatoria de la pesca artesanal traerá consigo una reducción del nivel de vulnerabilidad. Por otro lado, es necesario que el Gobierno Regional de Tacna priorice la actualización de la «Estrategia regional de cambio climático de Tacna», para contribuir en el desarrollo de la región a través de la generación de mecanismos de respuesta y la promoción de la adaptación ante los impactos actuales y futuros del cambio climático.

La información obtenida sirve como estrategia de gestión, siendo considerada como una línea base para compararla con datos futuros, porque es necesario evaluar periódicamente el nivel de vulnerabilidad al cambio climático en las comunidades pesqueras, debido a que las condiciones climáticas y socioeconómicas son cambiantes. Asimismo, permitirá realizar comparaciones con niveles obtenidos en otras regiones del país, para tomar medidas de adaptación a nivel nacional. Finalmente, es importante obtener información permanente sobre la pesca artesanal, de esta manera se puede identificar el ingreso de nuevas embarcaciones no autorizadas, lo que conlleva a realizar un esfuerzo de pesca innecesario que perjudica directamente a los pescadores, y que, aunado a otros problemas, como la dificultad que tienen las comunidades pesqueras para acceder a servicios básicos, la falta de regulaciones eficaces, falta de fiscalización en las diferentes etapas de la cadena productiva de la pesca y escaso apoyo en la identificación de apertura de nuevos mercados para comercializar los recursos extraídos, conllevan a un incremento en la vulnerabilidad.

Referencias

- Adewale, T. A., Fregene, B. T., & Adelekan, I. O. (2017). Vulnerability and adaptation strategies of Fishers to climate change: effects on livelihoods in fishing communities in Lagos state, Nigeria. In *Climate Change Adaptation in Africa* (pp. 747-757). Springer, Cham. doi:10.1007/978-3-319-49520-0_46
- Bahri, T., Barange, M., & Moustahfid, H. (2018). Chapter 1: Climate change and aquatic systems. In M. Barange, T. Bahri, M. Beveridge, K. Cochrane, S. Funge-Smith & F. Poulain (Eds). *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture Synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* (pp. 1-17). Roma. FAO Fisheries and aquaculture technical paper N° 627. <https://www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf>
- Cavole, L. M., Andrade-Vera, S., Jarrin, J. R. M., Dias, D. F., Aburto-Oropeza, O., & Barrágan-Paladines, M. J. (2020). Using local ecological knowledge of fishers to infer the impact of climate variability in Galápagos' small-scale fisheries. *Marine Policy*, 121, 104195. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104195>
- Coronel, N. (2005). Impacto ambiental y socioeconómico de las actividades acuícolas y pesqueras en la región Tacna. *Ciencia & Desarrollo*, (9), pp. 105-110. <https://doi.org/10.33326/26176033.2005.9.180>
- Csirke, J. & Gumy, A. (1996). Análisis bioeconómico de la pesquería pelágica peruana dedicada a la producción de la harina y aceite de pescado. *Boletín IMARPE*, 15(2).
- Daw, T., Adger, W., Brown, K., & Badjeck, M. (2009). El cambio climático y la pesca de captura: repercusiones potenciales, adaptación y mitigación. En K. Cochrane, C. De Young, D. Soto y T. Bahri (Eds). *Consecuencias del cambio climático para la pesca y la acuicultura: visión de conjunto del estado actual de los conocimientos científicos* (pp. 119-168). FAO Documento Técnico de Pesca y Acuicultura, No 530.
- de la Puente, S., López de la Lama, R., Benavente, S., Sueiro, J.C. & Pauly, D. (2020). Growing Into Poverty: Reconstructing Peruvian Small-Scale Fishing Effort Between 1950 and 2018. *Frontiers in Marine Science*, 7, p. 681. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00681>
- European Environment Agency (EEA) (2017). *Climate change impacts and vulnerability in Europe 2016: An indicator-based report*. European Environment Agency. doi:10.2800/534806
- Dzoga, M., Simatele, D., & Munga, C. (2018). Assessment of ecological vulnerability to climate variability on coastal fishing communities: A study of Ungwana Bay and Lower Tana Estuary, Kenya. *Ocean & coastal management*, 163, pp. 437-444. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.07.015>
- Dunstan, P. K., Moore, B. R., Bell, J. D., Holbrook, N. J., Oliver, E. C., Risbey, J., Foster, S., Hanich, Q., Hobday, A., & Bennett, N. J. (2018). How can climate predictions improve sustainability of coastal fisheries in Pacific Small-Island Developing States? *Marine Policy*, 88, pp. 295-302. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2017.09.033>
- Ehsan, S., Begum, R. A., & Maulud, K. N. A. (2022). Household external vulnerability due to climate change in Selangor coast of Malaysia. *Climate Risk Management*, 35, 100408. <https://doi.org/10.1016/j.crm.2022.100408>

- Etongo, D., & Arrisol, L. (2021). Vulnerability of fishery-based livelihoods to climate variability and change in a tropical island: insights from small-scale fishers in Seychelles. *Discover Sustainability*, 2(1), pp. 1-28. <https://doi.org/10.1007/s43621-021-00057-4>
- Evariste, F., Jean, S., Victor, K., & Claudia, M. (2018). Assessing climate change vulnerability and local adaptation strategies in adjacent communities of the Kribi-Campo coastal ecosystems, South Cameroon. *Urban climate*, 24, pp. 1037-1051. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.12.007>
- Filho, W., Ha'apio, M. O., Lütz, J. M., & Li, C. (2020). Climate change adaptation as a development challenge to small Island states: A case study from the Solomon Islands. *Environmental Science & Policy*, 107, pp. 179-187. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.03.008>
- García, P. A., Cervantes, R. A., Márquez, L. C. G., Álvarez, I. G. M., Ramírez, J. D. C., & Fonseca, B. P. V. (2021). Factores de vulnerabilidad de la comunidad pesquera de Guasave, Sinaloa al cambio climático. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 17(3), pp. 303-329. doi.org/10.35197/rx.17.03.2021.13.pg
- Gianelli, I., Ortega, L., Pittman, J., Vasconcellos, M., & Defeo, O. (2021). Harnessing scientific and local knowledge to face climate change in small-scale fisheries. *Global Environmental Change*, 68, 102253. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102253>
- Gomez, M. L. A., Adelegan, O. J., Ntajal, J., & Trawally, D. (2020). Vulnerability to coastal erosion in The Gambia: Empirical experience from Gunjur. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 45, 101439. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101439>
- Gonzalez-Mon, B., Bodin, Ö., Lindkvist, E., Frawley, T. H., Giron-Nava, A., Basurto, X., Nenadovic, M., & Schlüter, M. (2021). Spatial diversification as a mechanism to adapt to environmental changes in small-scale fisheries. *Environmental Science & Policy*, 116, pp. 246-257. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.11.006>
- Gozzer-Wuest, R., Alonso-Población, E., Rojas-Perea, S., & Roa-Ureta, R. H. (2022). What is at risk due to informality? Economic reasons to transition to secure tenure and active co-management of the jumbo flying squid artisanal fishery in Peru. *Marine Policy*, 136, 104886. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104886>
- Hanich, Q., Wabnitz, C. C., Ota, Y., Amos, M., Donato-Hunt, C., & Hunt, A. (2018). Small-scale fisheries under climate change in the Pacific Islands region. *Marine Policy*, 88, pp. 279-284. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2017.11.011>
- Hossen, M., Netherton, C., Rahman, M. R., & Salehin, M. M. (2022). Governance Perspective for Climate Change Adaptation: Conceptualizing Policy-Community Interface in Bangladesh. *Environmental Science & Policy*, 137, pp- 174-184. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2022.08.028>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2001). *Cambio climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad*. Resúmenes del Grupo de Trabajo II. <https://archive.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/spanish/pdf/wg2sum.pdf>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2015). *Cambio climático 2014: Informe de síntesis*. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Ginebra, Suiza. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2022). *Climate change 2022. Impacts, adaptation and vulnerability. Summary for policymakers*. Working group II contribution to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Geneva, Switzerland. <https://www.evidensia.eco/resources/1239/climate-change-2021-the-physical-science-basis-summary-for-policymakers/>
- Islam, M., Sallu, S., Hubacek, K., & Paavola, J. (2014). Vulnerability of fishery-based livelihoods to the impacts of climate variability and change: insights from coastal Bangladesh. *Regional Environmental Change*, 14(1), pp. 281-294. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0487-6>
- Islam, M. M., Rahman, M. A., Khan, M. S., Mondal, G., & Khan, M. I. (2021). Transformational adaptations to climatic hazards: Insights from mangroves-based coastal fisheries dependent communities of Bangladesh. *Marine Policy*, 128, 104475. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104475>
- Kalikoski, D.C., Jentoft, S., Charles, A., Salazar Herrera, D., Cook, K., Béné, C. & Allison E.H. (2018). Chapter 2: Understanding the impacts of climate change for fisheries and aquaculture: applying a poverty lens. In M. Barange, T. Bahri, M. C. M. Beveridge, K. L. Cochrane, S. Funge-Smith & F. Poulain (Eds.). *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options* (pp. 19-39). FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. FAO. <https://www.fao.org/3/i9705en/i9705en.pdf>
- Koomson, D., Davies-Vollum, K. S., & Raha, D. (2020). Characterising the vulnerability of fishing households to climate and environmental change: Insights from Ghana. *Marine Policy*, 120, 104142. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104142>
- Lemahieu, A., Scott, L., Malherbe, W. S., Mahatante, P. T., Randrianarimanana, J. V., & Aswani, S. (2018). Local perceptions of environmental changes in fishing communities of southwest Madagascar. *Ocean & Coastal Management*, 163, pp. 209-221. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.06.012>
- Ley 31749 (19 de mayo de 2023). Ley que reconoce la pesca tradicional ancestral y la pesca tradicional artesanal e impulsa su preservación dentro de las cinco millas marítimas peruanas. *El Peruano*. Lima, Perú.
- Liu, J. M., Borazon, E. Q., & Muñoz, K. E. (2021). Critical problems associated with climate change: a systematic review and meta-analysis of Philippine fisheries research. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(36), pp. 49425-49433. doi: 10.1007/s11356-021-15712-6
- Mabe, F.N., & Asase, A. (2020). Climate change adaptation strategies and fish catchability: The case of inland artisanal fishers along the Volta Basin in Ghana. *Fisheries Research*, 230, 105675. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105675>
- Mafi-Gholami, D., Zenner, E. K., Jaafari, A., Bakhtyari, H. R. R., & Bui, D. T. (2019). Multi-hazards vulnerability assessment of southern coasts of Iran. *Journal of environmental management*, 252, 109628. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109628>
- Macusi, E. D., Macusi, E. S., Jimenez, L. A., & Catam-isan, J. P. (2020). Climate change vulnerability and perceived impacts on small-scale fisheries in eastern Mindanao. *Ocean & Coastal Management*, 189, 105143. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105143>
- Martins, I. M., Gammage, L. C., Jarre, A., & Gasalla, M. A. (2019). Different but similar? Exploring vulnerability to climate change in Brazilian and South African small-scale fishing communities. *Human Ecology*, 47(4), pp. 515-526. <https://doi.org/10.1007/s10745-019-00098-4>

- Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) (2023). Seguimiento de la Ejecución Presupuestal (Consulta amigable). <https://apps5.mineco.gob.pe/transparencia/mensual/>
- Norman, K., Holland, D., Abbott, J., & Phillips, A. (2022). Community-level fishery measures and individual fishers: Comparing primary and secondary data for the US West Coast. *Ocean & Coastal Management*, 224, 106191. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106191>
- Nyboer, E. A., Liang, C., & Chapman, L. J. (2019). Assessing the vulnerability of Africa's freshwater fishes to climate change: A continent-wide trait-based analysis. *Biological Conservation*, 236, pp. 505-520. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.05.003>
- Ojea, E., Lester, S. E., & Salgueiro-Otero, D. (2020). Adaptation of fishing communities to climate-driven shifts in target species. *One Earth*, 2(6), 544-556. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.05.012>
- Ordenanza Regional 005-2015-CR/GOB.REG.TACNA (14 de agosto de 2015). Aprueban el instrumento de gestión ambiental regional denominado: «Estrategia Regional de Cambio Climático (ERCC) de Tacna» y dictan otras disposiciones. *El Peruano*. Lima, Perú.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2020). *Lucha contra la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada*. Comité de pesca. COFI/2020/7. <https://www.fao.org/3/ne710es/ne710es.pdf>
- Rabby, Y. W., Hossain, M. B., & Hasan, M. U. (2019). Social vulnerability in the coastal region of Bangladesh: An investigation of social vulnerability index and scalar change effects. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 41, 101329. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101329>
- Rangel, R., & García, R. (2022). Percepción social sobre el fenómeno del Cambio Climático en actores sociales de la comunidad costera O'bourke. *Revista Mapa*, 2(26), pp. 20-36. Recuperado de <https://revistamapa.org/index.php/es/article/view/310/44>
- Roka, K. (2020). Climate Change Adaptation (CCA). In W. L. Filho, A. M. Azul, L. Brandli, P. G. Özuyar & T. Wall (Eds.). *Climate Action* (pp. 97-109). Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals. Series Editor: Walter Leal Filho. Springer Nature Switzerland AG. Gewerbestrasse.
- Ruiz-Díaz, R., Liu, X., Aguión, A., Macho, G., deCastro, M., Gómez-Gesteira, M., & Ojea, E. (2020). Social-ecological vulnerability to climate change in small-scale fisheries managed under spatial property rights systems. *Marine Policy*, 121, 104192. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104192>
- Salik, K. M., Jahangir, S., & ul Hasson, S. (2015). Climate change vulnerability and adaptation options for the coastal communities of Pakistan. *Ocean & Coastal Management*, 112, pp. 61-73. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.05.006>
- Selvaraj, J. J., Guerrero, D., Cifuentes-Ossa, M. A., & Alvis, Á. I. G. (2022). The economic vulnerability of fishing households to climate change in the south Pacific region of Colombia. *Heliyon*, 8(5). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09425>
- Senapati, S., & Gupta, V. (2017). Socio-economic vulnerability due to climate change: Deriving indicators for fishing communities in Mumbai. *Marine Policy*, 76, pp. 90-97. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2016.11.023>
- Shaji, J. (2021). Evaluating social vulnerability of people inhabiting a tropical coast in Kerala, south west coast of India. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 56, 102130. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102130>

- Silas, M. O., Mgeleka, S. S., Polte, P., Sköld, M., Lindborg, R., de la Torre-Castro, M., & Gullström, M. (2020). Adaptive capacity and coping strategies of small-scale coastal fisheries to declining fish catches: Insights from Tanzanian communities. *Environmental Science & Policy*, 108, pp. 67-76. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.03.012>
- Sowman, M. (2020). Participatory and rapid vulnerability assessments to support adaptation planning in small-scale fishing communities of the benguela current large marine ecosystem. *Environmental Development*, 36, 100578. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2020.100578>
- Sowman, M., & Raemaekers, S. (2018). Socio-ecological vulnerability assessment in coastal communities in the BCLME region. *Journal of Marine Systems*, 188, pp. 160-171. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2018.01.008>
- Sumaila, U. (2018). Climate Change: Impact on Marine Ecosystems and World Fisheries. *Encyclopedia of Food Security and Sustainability*. 1:218–222.
- Tambutti, M., & Gómez, J. (2022). *Panorama de los océanos, los mares y los recursos marinos en América Latina y el Caribe: conservación, desarrollo sostenible y mitigación del cambio climático*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/47737>
- Umamaheswari, T., Sugumar, G., Krishnan, P., Ananthan, P. S., Anand, A., Jeevamani, J. J., ... & Rao, C. S. (2021). Vulnerability assessment of coastal fishing communities for building resilience and adaptation: Evidences from Tamil Nadu, India. *Environmental Science & Policy*, 123, pp. 114-130. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.05.009>
- Urías, E., Ahumada, R., & Gonzáles, L. (2018). Vulnerabilidad al cambio climático en comunidades rurales del municipio de Guasave, Sinaloa. *Revista Latinoamericana el Ambiente y las Ciencias*, 9(21), pp. 250-270.
- Viscidi, L., & Vereen, M. K. (2022). Amenazas de cambio climático en el triángulo norte: Cómo puede los Estados Unidos apoyar la resiliencia en comunidades. *Diálogo Interamericano*. Washington.
- World Bank (2011). *Guide to climate change adaptation in cities*. TheWorld Bank Group.