

Pérdida de playas por acción humana y fenómenos geodinámicos: Miraflores - La Herradura (Costa Verde), Lima-Perú

San Román Moscoso, Carmen Gladys

Carmen Gladys San Román Moscoso
Universidad Nacional Federico Villarreal,, Perú

Revista Pakamuros
Universidad Nacional de Jaén, Perú
ISSN: 2306-9805
ISSN-e: 2522-3240
Periodicidad: Trimestral
vol. 11, núm. 1, 2023
pakamuros@unj.edu.pe

Recepción: 03 Enero 2023
Aprobación: 11 Febrero 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/688/6884342004/>

DOI: <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v11i1.357>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Resumen: La investigación tuvo por objetivo determinar la influencia de la acción humana en el crecimiento de los fenómenos geodinámicos que derivan en la pérdida de playas arenosas del sector Miraflores - La Herradura (Costa Verde), Lima. Ante este planteamiento, se realizó una metodología de campo e instrumental basada en la cartografía geodinámica y secciones transversales a escala 1/5000 orientada al diagnóstico de los riesgos geológicos junto con el análisis sedimentológico-mineralógico enfocado en comprender la dinámica marina y el efecto humano asociado. Asimismo, para estimar la variación del perfil de las playas y las zonas más vulnerables se tomó en cuenta las fotos áreas del año 1962 para poder compararlas con las actuales. En adición, mediante la interpretación del índice de vulnerabilidad costera y el actual incremento de la contaminación ambiental, la zona estudiada resultó con una valoración de 15, 12 correspondiente a una categoría de nivel moderado, concluyéndose que existe un alto valor en el papel del hombre como agente geomorfológico.

Palabras clave: Antropógeno, erosión, geodinámico, playas arenosas, vulnerabilidad.

Abstract: The objective of the research was to determine the influence of human action on the growth of geodynamic phenomena that lead to the loss of sandy beaches in the Miraflores - La Herradura sector (Costa Verde), Lima. Given this approach, a field and instrumental methodology based on geodynamic mapping and cross sections at 1/5000 scale was used to diagnose the geological risks together with the sedimentological-mineralogical analysis focused on understanding the marine dynamics and the associated human effect. Likewise, in order to estimate the variation in the profile of the beaches and the most vulnerable areas, the photos taken in 1962 were compared with the current ones. In addition, through the interpretation of the coastal vulnerability index and the current increase in environmental pollution, the area studied resulted in a rating of 15.12 corresponding to a moderate level category, concluding that there is a high value in the role of man as a geomorphological agent.

Keywords: Anthropogenic, erosion, geodynamic, sandy beaches, vulnerability.

INTRODUCCIÓN

La zona litoral es un ecosistema frágil, con equilibrios dinámicos fáciles de vulnerar y un espacio multiuso muy demandado por el hombre; en consecuencia, es un recurso escaso (Arcilla - Cornejo y Jiménez, 2017). Además, los ambientes costeros están siendo afectados a escala global por la excesiva urbanización, el crecimiento industrial y el turismo, generando erosión, pérdida de biodiversidad y alteración de los ecosistemas, aspecto que también deriva en riesgos potenciales con consecuencias ambientales y socioeconómicas negativas (Boretto et al., 2018). Asimismo, se puede indicar que las playas están siendo impactadas negativamente por la actividad humana, a pesar de que forman parte importante de la vida por brindar oportunidades recreativas y proveer hábitats singulares para una variedad de seres vivos como servir de amortiguador de los fuertes vientos y oleaje (Boretto et al., 2018).

Por lo expuesto, los impactos y riesgos generados por el ser humano necesitan ser controlados a través de la canalización de las dificultades provocadas por la erosión costera durante la planeación y en las disposiciones de carácter económico, debido a que también la erosión costera constituye un problema que afecta a estados en el orbe y continúa incrementándose no de forma única por el cambio climático sino además producto de varios componentes antropogénicos (Pérez, 2019). Particularmente, estas alteraciones generan el retroceso de la línea marina costera constituyendo la destrucción geomorfológica de la zona costera (pérdida de playas), causando también impactos en las áreas costeras semiurbanas y urbanas, fusionándose con la destrucción de ecosistemas, la rudeza del mar y la vulnerabilidad en la zona (Carrera, 2020). En consecuencia, la alteración de los procesos físicos y naturales costeros también provocan procesos de alta o baja vulnerabilidad en la zona costera que dependería de las características ambientales y de ocupación humana (Tejada, 2016).

En efecto, se puede apreciar que el litoral limeño está siendo afectado por la intensificación de los procesos geodinámicos y esto es en gran medida debido al aumento del nivel del mar provocado por el calentamiento global (Téves et al., 2020). Por lo expuesto, la subida del nivel del mar (SLR) originará que las costas arenosas retrocedan a lo largo del litoral en ausencia de mecanismos de suministro de arena (Panagiotis et al., 2021). Por otro lado, la erosión en la pérdida de playas acaba siendo un proceso generalizado a lo largo de todo el litoral, aunque también es cierto que no lo hace de forma homogénea, y el índice de sensibilidad muestra que las playas con más riesgo a los procesos erosivos son las situadas en tramos en los que ha intervenido el hombre (Fernández, 2017).

De esta manera, la vulnerabilidad y el peligro se manifiestan de formas sociales y territoriales muy diferenciadas y pueden captarse en su verdadera esencia en espacios más bien locales, aunque sus orígenes o causas se encuentren en territorios o grupos más amplios de la sociedad. Es importante indicar que, "así como el daño puede expresarse en grandes pérdidas que abarcan múltiples sectores de la sociedad y vastos territorios, también puede expresarse en forma mucho más restringida" (San Román 2011, Pg. 217). En síntesis, la evaluación del cálculo de la vulnerabilidad costera ante la erosión en la costa peruana bajo un escenario de aumento del nivel del mar (cambio climático) permite aplicar una adaptación del índice de vulnerabilidad costero (IVC) para el litoral peruano (Rondón, 2018).

Por lo tanto, la investigación proporciona información relevante y desarrolla herramientas útiles para la toma de decisiones en relación con la gestión costera. Sin duda, la elaboración del mapa de riesgo y vulnerabilidad geológico-ambiental del borde costero en las zonas de estudio en relación con los procesos antrópicos puede ser un método muy valioso para ayudar en la planificación del desarrollo costero y en la optimización del uso de suelos en zonas sensibles.

La investigación tuvo como objetivo describir las condiciones del medio marino costero, así como los principales fenómenos geodinámicos y antropogénicos que generan la pérdida de playas en el litoral Miraflores-La Herradura de la Costa Verde, Lima-Perú.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue desarrollado en el litoral: Miraflores-La Herradura de la Costa Verde, ubicado en el departamento de Lima, frente al Océano Pacífico Suroriental de América del Sur cuyas coordenadas oscilan entre 276 180 E, 8660 000 N y 277 300 E, 8654 500 N.

El método empleado en la investigación fue de carácter descriptivo y explicativo debido a que permitió observar los fenómenos en su ambiente natural y analizar las causas-efectos de la relación existente entre las variables. En este sentido, se pudo establecer el nivel de relación entre la influencia de la actividad humana y los actuales procesos geodinámicos que se apreciaron en la zona. Asimismo, la investigación tuvo un enfoque cualitativo de tipo observacional debido a que se tomó en cuenta la experiencia directa del investigador con el objetivo de determinar las etapas del trabajo.

El método de muestreo correspondiente al área visible de playa fue simple y comprendió el análisis sedimentológico, mapeo geológico-geodinámico, fotointerpretación, entre otros. Así como los equipos empleados en este estudio fueron los mismos que los aplicados en proyectos de tipo oceanográficos y geológicos para zona litorales, los cuales vienen brindando hasta la fecha muy buenos resultados. Los procedimientos realizados durante la línea de investigación constaron de las fases:

- Etapa de gabinete

Se recopiló la información bibliográfica relacionado al tema, como también se recolectó muestras de los lugares seleccionados para llevar a cabo el análisis sedimentológico y la caracterización petrográfica usando Tablas granulométricas de frecuencia, histogramas, parámetros e índices de clasificación. así como el recurso humano, el físico (instrumental) y lo material, para definir la situación.

- Etapa de Cuantificación

Consistió en un conjunto de actividades como la elaboración del mapa geológico-geodinámico a escala 1/5000 comparado con los mapas obtenidos de Google Earth, documentos digitalizados de INGEMENT, CENEPRED, IGP, INDECI, con la finalidad de obtener un panorama total del lugar de la investigación. Por otro lado, el análisis sedimentológico y la caracterización petrográfica de las muestras extraídas de las playas, se realizó en el laboratorio de la UNI y en el de Oceanografía Geológica de la UNFV-FOPCA.

En adición, se tomaron fotos del lugar estudiado poniendo de manifiesto los impactos ambientales causados por la erosión costera. El siguiente paso consistió en la evaluación de los impactos ambientales y antropogénicos y para la identificación de riesgos se tomaron como ejemplo el Manual básico del CENEPRED (2014) y el Manual de riesgos originados por fenómenos naturales del INDECI (2006). A su vez, se estableció la matriz de consistencia y la operacionalización de variables como un instrumento metodológico que posibilite evaluar el grado de coherencia y conexión lógica entre cada uno de los partes principales de la investigación.

RESULTADOS

Según los resultados obtenidos la zona Miraflores – La Herradura se encuentran vulnerables ante el ritmo creciente de aparición de los fenómenos geodinámicos entre los cuales se citan a los Tsunamis, los procesos de erosión por el oleaje, la disminución de los aportes sedimentarios, el desgaste de suelos, la elevación del nivel del mar, entre otros. Partiendo de este punto es importante resaltar que la actividad humana con sus obras de infraestructura, inversión privada, grado de contaminación, también se han visto incrementadas en zona costera, por lo tanto, se puede inferir que existe una relación directa entre estos dos aspectos.

En la Tabla 1 se puede apreciar los riesgos desde los diferentes puntos de vista: geológico, litoral, físico y humano relacionado a la vulnerabilidad y los procesos geodinámicos, considerando que todos los acantilados de la Costa Verde presentan un grado de inestabilidad acentuado y están expuestos a la erosión diferencial

de las aguas marinas que ayudadas por la acción eólica y las condiciones climáticas del lugar determinan el modelado general de la zona.

TABLA 1.
Procesos geodinámicos, vulnerabilidad y riesgos: Miraflores - La Herradura (Costa Verde)

Playa	Procesos Geodinámicos	Vulnerabilidad	Riesgos / Peligros / Amenazas
La Herradura	P. Internos y Externos	V. al fenómenos Físico, peligroso y inducido por el hombre	R.Geológico: (acantilado vertical, fallas, diaclasas, desprendimiento de rocas). R.Litoral: (erosión, sedimentación y transporte activo). R.Físico: (afectado por tsunamis). R.Humano: (trocha carrozable).
Miraflores	P. Internos y Externos	V. al fenómenos Físico, peligroso y inducido por el hombre	R.Geológico : (acantilado vertical, deslizamientos, desprendimiento de rocas y suelos). R.Litoral : (erosión, sedimentación marina y transporte activo). R.Físico : (inundable, por Fenómeno El niño, La niña, elevación del nivel del mar). R.Humano: (viviendas, club, zonas de recreación, espigones, rompeolas, enrocados, defensas litorales).

En la Tabla 2 se presenta los parámetros sedimentológicos de las muestras estudiadas, los cuales fueron analizados mediante la granulometría de sedimentos, curvas de frecuencia acumulada, histogramas, cálculo de parámetros e índices de clasificación donde se tomó en cuenta principalmente el índice de Trask y la mediana como medio para conocer el tipo y selección del sedimento.

TABLA 2.
Parámetros sedimentológicos de las playas Miraflores - La Herradura

Nº	Muestra	Tipo de sedimento	Mediana (mm)	Índice Trask
M-01	Miraflores	Arenas medianas, gruesas	0.72	2.17
M-02	Barranco	Arena fina	0.19	1.11
M-03	Playa La Herradura	Arena fina	0.17	1.16
M-04	Playa Agua Dulce	Arena fina	0.18	1.15
M-05	Desembocadura del río Lurín	Arena gruesa y media	0.85	1.90

La creciente complejidad entre las relaciones sociedad-naturaleza, debido a la constante expansión de los centros urbanos como a la acumulación de impactos nocivos sobre el ambiente, han agravado los efectos de los fenómenos naturales en ciertas áreas. En ese sentido los estudios sobre riesgo en áreas costeras están relacionados principalmente con el cambio climático, con temporales de oleaje y ondas de tormenta o inundaciones, con el ascenso del nivel mar y con la erosión (Cutter, 1996).

En efecto, la evaluación del riesgo a fenómenos naturales se presenta como una herramienta asociada al manejo costero destinada a identificar áreas susceptibles de padecer problemas ambientales particulares que necesitan especial atención.

Por lo expuesto, con la información histórica y los resultados de estudios geotécnicos, hidrológicos, y de mapeo geodinámico in situ se ha podido identificar peligros y amenazas en diferentes grados. los cuales son abarcados en la Tabla 3.

TABLA 3.
Análisis de peligros litoral: Miraflores – La Herradura

Origen de los peligros	Tipo de peligros
Por procesos en el interior de la tierra y asociados	Sismos – terremotos Tsunamis – maremotos
Por procesos en superficie de la tierra (movimientos de masa)	Erosión fluvial, eólica Derrumbes
Por procesos hidrometeorológicos y oceanográficos	Inundaciones (Fenómeno El Niño, etc.) Fuentes fuertes vientos oleajes anómalos
Por procesos de origen antropogénico	Contaminación ambiental. Socavamiento de estructuras portuarias, etc.

En la Tabla 4 se determinó el riesgo geológico y el índice de vulnerabilidad de la zona costera estudiada en base al manual de INDECI (2008).

TABLA 4.
Riesgo geológico Miraflores

Sector Identificado	Peligro		Factor de Vulnerabilidad	Riesgo Ponderación	Niveles
	A*	B	C	A*B*C	1
Zona de playa Miraflores		4	0.38	1.52	Medio
A* Zona de proceso Geológico				Riesgo muy alto + >4.1 Riesgo alto <2.1 a 4> Riesgo medio de <1 a 2.0 >	

En relación a la Tabla se cuenta con una escala que va 0 a 5 donde (A) Tsunami, (B) Licuación de suelos, (C) Sismo y (D) Inundación, se valoró de la forma 1, 2 y 4 con respecto a la evaluación de campo y por otra parte, para determinar el impacto expresado en un factor de vulnerabilidad que va de un rango de 0 a 1, se valoró como 2, 2, 2 y 1, tomado del manual básico en referencia al promedio en 26%-50% esto para la estimación del riesgo que resulta de la multiplicación del grado de impacto y el factor de vulnerabilidad obteniendo la cantidad de 0.38 con la ponderación de 1,52 que significa que la zona de Miraflores es de nivel de vulnerabilidad o de riesgo Medio.

Por otra parte, el índice de vulnerabilidad costera permite la comparación espacial con las características de la realidad, el cual conduce a un mejor conocimiento de los diferentes sectores de la zona costera, ayudando así al diseño de planes de manejo o mitigación. Por tanto, tomando las bases de investigación de los autores Aguilar (2015) y Tejada (2018) se brindó las siguientes Tablas 5 y 6 respectivamente.

TABLA 5.
Índice de vulnerabilidad costera

Variables	Miraflores	Lurín
Variables físicas		
Pendiente de la playa (°)	2	5
Altura media de la ola (m)	2	1
Geomorfología/geología	2	4
Variabilidad de la línea a costa (m/año)	4	1
Variables socio-económicas		
Distancia de las estructuras con el nivel medio de marea(m)	5	2
Densidad poblacional (Hab/km ²)	5	1
Uso de suelo	2	2
IVC	15.11	3,38
IVC Socio-económico	4.08	1.15
IVC Físico	2.83	2.24
Clasificación	Medio	Bajo

Bajo	Moderado	Alta	Muy alta
< 11.067	11.067-15.490	15.491-26.193	>26.193

TABLA 6.
Categorías del Índice de Vulnerabilidad Costera (IVC)

Por otro lado, se presenta la Figura 1 que contiene la sección geológica transversal (EE' y FF') que parte del mapa geodinámico de Miraflores - Chorrillos a escala 1/5000 ubicado frente a restaurante Salto del Frayle y playa La Herradura mostrando el sector crítico por la caída de rocas tipo planar y volcadura por bloques de mediano y pequeño tamaño. Por consiguiente, este tipo de mapas forma parte de una herramienta valiosa y útil para gestiones de planificación territorial, de prevención y mitigación de los desastres, que resulta de la interacción de la peligrosidad (#), la vulnerabilidad (#) y la exposición (#), expresado por la ecuación (1):

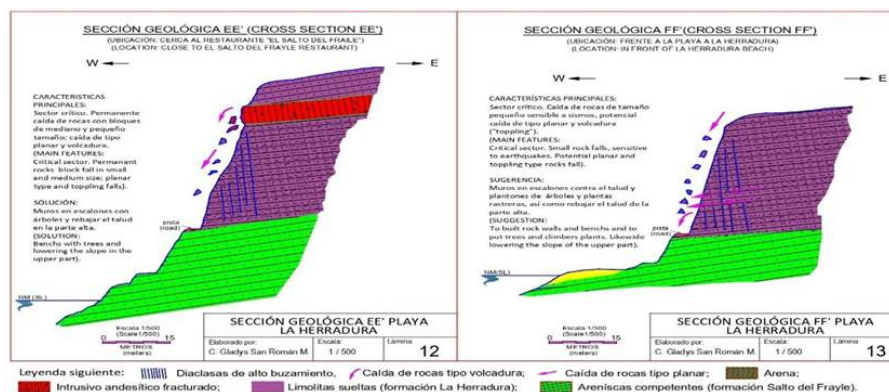


FIGURA 1.
Sección geológica "EE" (Salto del Frayle) y sección "FF" (Frente playa La Herradura)

DISCUSIÓN

En el área investigada los sedimentos de arenas proceden principalmente del río Lurín de dirección norte que desembocan en el mar, aunque en ciertos momentos el transporte se produce hacia el sur y suroeste. Una

evidencia de este hecho es el depósito de sedimentos que se ha formado en las islas Pachacamac, ocasionando un ensanchamiento de playa.

Del mismo modo se ha observado que la zona en mención ha variado significativamente sus playas a través del tiempo, aunque es de esperar que antiguamente el transporte de sedimentos era mayor, debido al aporte de los ríos con mayores caudales y en la actualidad se ha visto limitado por el crecimiento poblacional y las construcciones de infraestructuras que interfieren en la libre circulación eólica del sedimento. Según Leceta (2009) y Grández (2010) “la disminución de los caudales de los ríos se debe al mayor uso de sus aguas, aumento de áreas cultivables, etc.

En el año 1990 con la construcción de la carretera ubicada entre la playa La Herradura y La Chira, se hicieron cortes en los acantilados y los materiales removidos fueron arrojados al mar originando una barrera que impide que las arenas que venían del sur alimenten a estas playas como a las otras de la Costa Verde, resultando en un cambio de dirección del transporte de los sedimentos hacia las Islas El Frontón y San Lorenzo. Por ende, se estima que el potencial de transporte de sedimentos en la bahía de Miraflores es de 150 000 m³ al año aproximadamente (Leceta, 2009; Grández, 2010).

En otro aspecto por medio de la evaluación de la vulnerabilidad asociada a cada proceso costero, la vulnerabilidad integrada de los impactos de erosión, la vulnerabilidad integrada de los impactos de inundación y la vulnerabilidad global, se obtuvo el conocimiento del tipo de impacto dominante en cada tramo (erosión o inundación), así como la identificación a nivel global de zonas que requieren mayores recursos, para la gestión de daños (daño integral) y diseño de planes de mitigación (Martí, 2011). Esta aseveración es correcta debido a los resultados obtenidos en la investigación sobre el índice de vulnerabilidad socioeconómica y física (Tejada, 2018).

El grado de vulnerabilidad y los riesgos de desastres evaluados en los acantilados de la Costa Verde mostró valores altos en referencia al aspecto físico, social, educativo, cultural e ideológico, científico y tecnológico, siendo el estudio un aporte en la identificación y análisis situacional con el objetivo de poder minimizar y prevenir los impactos que podrían generar los desastres naturales y/o antropogénicos Monge (2021). En efecto, la zona de Miraflores a pesar de presentar la agudización de los principales conflictos ambientales derivados de los usos del suelo, y otras actividades críticas ocasionados por el hombre, dio como resultado la existencia de una vulnerabilidad de rango Medio-Alto ante los fenómenos de origen geodinámico climático y antrópico (Autoridad del Proyecto Costa Verde [APCV], 1995).

CONCLUSIONES

La actividad humana en la zona costera de la Gran Lima es el principal factor en el desarrollo de los fenómenos geodinámicos que han dado lugar a la disminución del área de playas arenosas de la Costa Verde, Lima.

Importar imagen

La construcción de la carretera del año 1990 en el tramo de La Herradura a La Chira es un factor determinante en el cambio de dirección Sur Norte de las arenas provenientes del río Lurín y su resultante pérdida de playas ocasionada por el arrojado de los desmontes al mar.

Las arenas aportadas por el río Lurín son llevadas en dirección Norte por el oleaje y por las corrientes litorales hasta la Costa Verde, así como lo indica las variaciones granulométricas con una disminución de arenas gruesas y medias en la desembocadura del mismo Río a arenas finas en las playas La Chira, La Herradura, Chorrillos y Barranco.

El índice de vulnerabilidad costera de Miraflores se encuentra en el rango de 11.067 y 15.490 categorizado como Moderado por presentar un factor de vulnerabilidad de 0.38. y una ponderación de riesgo de 15.12.

AGRADECIMIENTOS

Al asesor de la tesis doctoral Dr. Carlos Cabrera Carranza, por compartir sus conocimientos y orientarme en el desarrollo de la investigación. Al Dr. Néstor Tevés Rivas por su colaboración intelectual y apoyo constante. Así también, a colegas y amigos Ingenieros Cesar Pinto y Alexander Antonio Campos por la ayuda cartográfica y sugerencias que han brindado en el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcilla-Cornejo, A. y Jiménez, J. (2017). *Semantic Scholar*. Obtenido de [https://www.semanticscholar.org/paper/Ingenier%C3%ADa-de-playas-\(I\)%3A-conceptos-de-morfolog%C3%ADa-Conejo-Jim%C3%A9nez/edc598c7680f1d00e89dc87ab66b15328f2c366c](https://www.semanticscholar.org/paper/Ingenier%C3%ADa-de-playas-(I)%3A-conceptos-de-morfolog%C3%ADa-Conejo-Jim%C3%A9nez/edc598c7680f1d00e89dc87ab66b15328f2c366c)
- Aguilar, M. (2015). *Propuesta de un Índice de Vulnerabilidad Costera (tesis de pre grado)*. Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. Aplicado a tres sectores de la Región Lima
- Autoridad del Proyectos de la Costa Verde. (1995). *Plan Maestro de Desarrollo de la Costa Verde 1995-2010, Lima*.
- Boretto, M., Rouzaut, S., Cioccale, M. y Benítez, Y. (2018). *Dinámica costera y antropización en playas uruguayas*. Un análisis integrado para su conservación. *Revista mexicana de ciencias geológicas*, 25(3), 291-306. <https://doi.org/10.22201/cgeo.20072902e.2018.3.865>
- Carrera, M. (2020). *Morfodinámica costera de la bahía de Acapulco. Un análisis espacio temporal*. (Tesis Postgrado, Universidad Autónoma del Estado de México). http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/110091/Tesis_Mastr%C3%ADa_DFGB_18Oct2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- CENEPRED (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 02 versión*. Publicado por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Dirección de Gestión de Procesos (DGP) - Subdirección de Normas y Lineamientos (SNL).
- Cutter, S. (1996). *Vulnerability to Environmental Hazards*. *Progress in Human Geography*, 20, 529- 539. <https://doi.org/10.1177/030913259602000407>
- Delft Hydraulics. (1996). *Estudios costeros de la Bahía de Miraflores, Lima - Perú*.
- Fernández, J. (2017). *Análisis y propuesta metodológica para el cálculo de tasas de erosión y otros indicadores costeros en un sector de la costa andaluza*. Obtenido de: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/75397/TFG%20Jes%C3%BAs%20Fern%C3%A1nde%20z%20C%20Tasas%20de%20erosi%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Grández, M. (2010). *Estudio de vulnerabilidad de la línea de costa: La Chira, Villa, La Encantada de Villa, Cocotero, Country Club Villa, Venecia, Club Lobo de Mar, Barlovento, Conchán y Mamacona*. Lima.
- INDECI (2006). *Manual Básico para la Estimación del Riesgo*. Lima: Instituto Nacional de Defensa Civil, 1,69.
- INDECI (2008). *Compendio Estadístico del SINADECI, principales emergencias ocurridas en el Perú durante los últimos 10 años*. Fuente: Direcciones Regionales y Subregionales de Defensa Civil, Dirección Nacional de Operaciones del INDECI. Elaboración: Oficina de Estadística y Telemática del INDECI.
- Leceta, F. (2009). *Análisis de la variabilidad temporal de la línea de costa mediante la aplicación de métodos de teledetección y sistemas de información geográfica: Bahía de Miraflores, Perú 1936-2005*. Lima.
- Martí, M. (2011). *Vulnerabilidad física de la costa catalana a diferentes agentes*. Recuperado de <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/13897>
- Monge, Y. (2021). *Evaluación de vulnerabilidad y riesgos de desastres en los acantilados de la Costa Verde, Lima-2021*. Repositorio Institucional-UCV. Universidad César Vallejo.
- Panagiotis, A., Van Dongeren, A., Giardino, A., Voudoukas, M., Ranasinghe, R. y Kwadijk, J. (2021). *Uncertainties in projections of sandy beach erosion due to sea level rise: an analysis at the European scale*. *Sci Rep* 10, 11895 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68576-0>

- Pérez, L. (2019). Pérdida del Valor del Suelo Producida por Erosión Costera y su Impacto en el Desarrollo de Proyectos Inmobiliarios en el Borde Costero del Distrito de Víctor Larco. Tesis de maestría en Universidad Privada Antenor Orrego (UPAO).
- Rondón, G. y Tavares, C. (2018). Adaptación de un índice de vulnerabilidad costera - IVC para el litoral peruano: un estudio de caso: Espacio y Desarrollo 31, 33-57 Pontificia Universidad Católica del Perú, Centro de Investigación en Geografía Aplicada – CIGA.
- San Román, C. (2011). Evaluación de la Vulnerabilidad y Riesgos Geoambientales en las Zonas Costeras entre Pucusana y Lurín por elevación del nivel del mar debido al Calentamiento Global (Tesis de Maestría- UNFV), Lima-Perú. Pg. 9 – 217.
- Tejada, R. (2016). Análisis de la vulnerabilidad costera frente a un posible aumento del nivel del mar: sector costero Lurín-Pucusana (provincia de Lima). (tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú).
- Tejada, R. (2018). Sectores costeros más vulnerables entre Lurín y Pucusana ante un Posible Aumento del Nivel del Mar. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- Teves, N., San Román, C. y Laos, G. (2020). Vulnerabilidad costera en el Perú y el calentamiento global. Sea level rise by global warming and coastal vulnerability in Peru. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, v. 113, p. 01-08 (2020). Journal homepage: www.sgp.org.pe.
- Zújar, J., Álvarez, J., Cajaraville, D. y Jurado, P. (2008). El uso de las TIG para el cálculo del índice de vulnerabilidad costera (CVI) ante una potencial subida del nivel del mar en la costa andaluza. (España). Tecnologías de la Información Geográfica para el desarrollo territorial: XIII Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica, (ed. lit.), 2008, ISBN 978-84- 96971-53-0, pág. 57.
- Zújar, J., Álvarez, J., Cajaraville, D. y Jurado, P. (2009). El uso de las TIG para el cálculo del índice de vulnerabilidad costera (CVI) ante una potencial subida del nivel del mar en la costa andaluza (España). Geo Focus, 9, 83-100.