



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

“CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD
CLIMÁTICA DE RECURSOS HÍDRICOS EN LA
REGIÓN CAJAMARCA 2018.”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Richard Wagner Figueroa Alfaro

Asesor:

Mg. Lic. Jorge Luis Salazar Ríos

Cajamarca – Perú
2018

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DE LA TESIS	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	v
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema.....	13
1.3. Justificación	13
1.4. Limitaciones.....	14
1.5. Objetivos.....	14
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	15
a) Antecedentes.....	15
b) Bases teóricas	16
c) Hipótesis.....	25
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	26
3.1. Operacionalización de variables	26
3.2. Unidad de estudio	27
3.3. Población.....	27
3.4. Muestra.....	27
3.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	28
3.6. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	29
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	32
4.1. Aspectos ambientales, sociales y económicos seleccionados	32
4.2 Sistematización de base de datos de los aspectos	62
4.3 Análisis de las dimensiones y sub-dimensiones del IVC	78
4.4 Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Climática (IVC).....	85
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	92
5.1. Aspectos ambientales, sociales y económicos seleccionados	92
5.2. Sistematización de Base de datos de los aspectos.....	93
5.3. Análisis de las dimensiones y sub-dimensiones del IVC	94
5.4. Cálculo del Índice de Vulnerabilidad Climática (IVC).....	96
CONCLUSIONES.....	97
RECOMENDACIONES.....	98
REFERENCIAS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla nº 01. Usos consultivo y no consultivo por regiones hidrográficas en el Perú	35
Tabla nº 02. Principales fuentes de agua del Perú	37
Tabla nº 03. Tasas globales de población alfabetizada y analfabeta, 2014	45
Tabla nº 04. Perú - Tasa de alfabetización	45
Tabla nº 05. Cuencas de la región Cajamarca	62
Tabla nº 06. Recursos hídricos en el ámbito de la región de Cajamarca	63
Tabla nº 07. Criterios de valoración de la variable precipitación	63
Tabla nº 08. Criterios de valoración de la variable importancia hídrica	64
Tabla nº 09. Nivel de pobreza por provincias	66
Tabla nº 10. VAB, población y VAB/cápita provincial al 2016	67
Tabla nº 11. Nivel de desnutrición crónica	68
Tabla nº 12. Emergencias registradas al 2017	69
Tabla nº 13. Usos productivos del agua en las ALAs de la región Cajamarca	71
Tabla nº 14. Población estimada y densidad de la región Cajamarca al 2016	73
Tabla nº 15. Valoración de la variable heladas	74
Tabla nº 16. Valoración de la variable inundaciones	74
Tabla nº 17. Valoración de la variable desertificación	75
Tabla nº 18. Área deforestada al 2016	76
Tabla nº 19. Valoración de la geodinámica externa	77
Tabla nº 20. Dimensiones, sub-dimensiones e indicadores	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nº 01. Relación entre la disponibilidad de agua y la población.....	33
Figura nº 02. Disponibilidad de agua según vertientes hidrográficas	34
Figura nº 03. Distribución poblacional según la vertiente hidrográfica	35
Figura nº 04. Ejemplo de niveles de peligro de las precipitaciones	36
Figura nº 05. Proporción de la población que usa fuentes mejoradas de agua potable	39
Figura nº 06. Proporción de la población que usa instalaciones de saneamiento mejoradas.....	41
Figura nº 07. Tendencia de pobreza por estándares internacionales	43
Figura nº 08. Variación del PBI 2005-2018	44
Figura nº 09. Causas de la desnutrición infantil	46
Figura nº 10. Etapas del ciclo de la gestión del riesgo	47
Figura nº 11. Población y urbanización en el mundo	48
Figura nº 12. Usos alternativos del agua según el nivel de ingreso de los países	49
Figura nº 13. Distribución de la población mundial	50
Figura nº 14. Frecuencia de heladas promedio anual 1964 – 2009	52
Figura nº 15. Mapa geodinámico del Perú-arenamientos e inundaciones	54
Figura nº 16. Delimitación de zonas desertificadas en el mundo	55
Figura nº 17. Mapa de peligros naturales del Perú	57
Figura nº 18. Cambio de cobertura de bosque a no bosque	59
Figura nº 19. Mapa de zonificación de peligro geológico del Perú	61
Figura nº 20. Población con acceso a agua potable.....	65
Figura nº 21. Proporción de hogares con acceso a servicios de saneamiento mejorados	66
Figura nº 22. Proporción de la población urbana que vive en barrios marginales	70
Figura nº 23. Administraciones locales de agua en la región de Cajamarca.....	71
Figura nº 24. Superficie de tierras agrícolas afectadas por ocurrencia de desastres naturales.....	76
Figura nº 25. Dimensión recursos	85
Figura nº 26. Dimensión acceso	86
Figura nº 27. Dimensión capacidad	87
Figura nº 28. Dimensión uso	88
Figura nº 29. Dimensión medio ambiente	89
Figura nº 30. Dimensión geo espacial.....	90
Figura nº 31. Índice de vulnerabilidad climática (IVC)	91

LISTA DE SIGLAS Y ACRÓNIMOS

ALA	: Administración Local del Agua
ANA	: Autoridad Nacional del Agua
AR5	: Quinto Informe de Evaluación del IPCC
BCRP	: Banco Central de Reserva del Perú
BMP	: Mejores Prácticas de Manejo
CMNUCC	: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNUCLD	: Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación
ENAH0	: Encuesta Nacional de Hogares
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
GRC	: Gobierno Regional de Cajamarca
GRRD	: Gestión de Reducción del Riesgo de Desastre
IGBP	: Programa Internacional Geosfera-Biosfera
IHDP	: Programa Internacional de Dimensiones Humanas
INDECI	: Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
INGEMMET	: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
IPCC	: Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático
IVC	: Índice de Vulnerabilidad Climática
MCG	: Modelos de Circulación Global
MEF	: Ministerio de Economía y Finanzas
MINAM	: Ministerio del Ambiente
MMC	: Millones de Metros Cúbicos
UN	: Naciones Unidas
ODM	: Objetivos de Desarrollo del Milenio
ODS	: Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS	: Organización Mundial de la Salud
ONU	: Organización de las Naciones Unidas
PBI	: Producto Bruto Interno
PNUMA	: Programa Ambiental de las Naciones Unidas
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SIG	: Sistemas de Información Geográfico
SINAGERD	: Sistema Nacional de la Gestión del Riesgo de Desastres
UNDP	: Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas
UNESCO	: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNICEF	: Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
VAB	: Valor Agregado Bruto

RESUMEN

El cambio climático afectará el bienestar humano y tendrá un efecto a diferentes escalas donde los impactos al agua como recurso vital son de mayor importancia, de modo que la gestión adecuada y sustentable es necesaria en este contexto. Para poder determinar la vulnerabilidad de los recursos hídricos se debe considerar todos los aspectos relacionados en su gestión por lo que se ha optado por realizar una evaluación integral utilizando la metodología planteada por Sullivan & Meigh (2005) la cual está basada en diversos estudios previos acerca de la vulnerabilidad del agua en diversas partes del mundo. En la región de Cajamarca, Perú, se han realizado varios estudios de los recursos hídricos, pero no de una manera integrada y comprensible con los aspectos ambientales, sociales y económicos. Para determinar el grado de vulnerabilidad se ha utilizado el Índice de Vulnerabilidad Climática (IVC). El IVC considera 6 dimensiones para determinar este índice: Recursos, Acceso, Capacidad, Uso, Medio ambiente y Geo espacial; cada uno de los cuales se determinó a partir de sub-dimensiones específicas para la región de Cajamarca en base a los aspectos ambientales, sociales y económicos más actualizados de reportes, informes y documentos de instituciones públicas y privadas. Los datos obtenidos como indicadores de las sub-dimensiones de fuentes secundarias fueron sistematizados, analizados y normalizados para poder determinar el IVC. Como producto final se crearon mapas de la región Cajamarca, mostrando las dimensiones y el IVC a nivel provincial haciendo una comparación entre las provincias de Cajamarca a través de un análisis espacial de todas las sub-dimensiones y dimensiones. Se encontró que la mayoría de provincias presentan un valor de IVC entre 50 y 60 en una escala de cero a cien a excepción de la provincia de Cajamarca pero cercano a este rango. Esto demuestra que los recursos hídricos en la región de Cajamarca presentan un grado de vulnerabilidad MEDIO siendo la provincia de Cajamarca la de mayor vulnerabilidad. Es importante mencionar que este estudio puede ser mejorado con el uso de otras sub-dimensiones o con la actualización de las mismas usando la metodología propuesta. Como conclusiones, se evaluó y calculó el IVC de los recursos hídricos considerando un enfoque integral, se establecieron los aspectos ambientales, sociales y económicos, se obtuvieron y sistematizaron las dimensiones y sub-dimensiones, se analizaron los datos con el software ArcGIS, y se mencionaron alternativas para disminuir el grado de vulnerabilidad. Finalmente, se recomendó para futuros estudios, considerar el contexto en este tipo de análisis, actualizar la información obtenida constantemente, trabajar en conjunto con las organizaciones públicas y privadas, y enfatizar más en la gestión de recursos hídricos para el cambio climático.

ABSTRACT

Climate change will affect human well-being and will have an effect at different scales where the impacts on water as a vital resource are of greater importance, so that adequate and sustainable management is necessary in this context. In order to determine the vulnerability of water resources, all the aspects related to its management must be considered, which is why it has been decided to carry out an integral evaluation using the methodology proposed by Sullivan & Meigh (2005), which is based on several previous studies about of water vulnerability in different parts of the world. In the Cajamarca region, Peru, several studies on water resources have been carried out, but not in an integrated and comprehensible way with the environmental, social and economic aspects. To determine the degree of vulnerability, the Climate Vulnerability Index (CVI) has been used. The CVI considers 6 dimensions to determine this index: Resources, Access, Capacity, Use, Environment and Geo space; each of which was determined from specific sub-dimensions for the Cajamarca region based on the most up-to-date environmental, social and economic aspects of reports, reports and documents from public and private institutions. The data obtained as indicators of the sub-dimensions of secondary sources were systematized, analyzed and normalized in order to determine the CVI. As a final product, maps of the Cajamarca region were created, showing the dimensions and the CVI at the provincial level making a comparison between the provinces of Cajamarca through a spatial analysis of all sub-dimensions and dimensions. It was found that most provinces have a CVI value between 50 and 60 on a scale of zero to one hundred except for the province of Cajamarca but close to this range. This shows that the water resources in the Cajamarca region present a MEDIUM degree of vulnerability, with the province of Cajamarca being the most vulnerable. It is important to mention that this study can be improved with the use of other sub-dimensions or with the update of them using the proposed methodology. As conclusions, the CVI of the water resources was evaluated and calculated considering an integral approach, the environmental, social and economic aspects were established, the dimensions and sub-dimensions were obtained and systematized, the data were analyzed with the ArcGIS software, and it was mentioned alternatives to reduce the degree of vulnerability. Finally, it was recommended for future studies, to consider the context in this type of analysis, to update the information obtained constantly, to work in conjunction with public and private organizations, and to emphasize more in the management of water resources for climate change.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Alcántara Boñón, G.H. (2010). La Desertificación en la Región Cajamarca Zonificación Ecológica Económica y Ordenamiento Territorial, Resumen Preliminar. Gobierno Regional de Cajamarca.
- Alcántara Boñón, G.H. (2012). Sub Modelo Peligros Potenciales Múltiples del Departamento de Cajamarca, 2010-2011.
- Al-Kalbani, M. S., Price, M. F., Abahussain, A., Ahmed, M., & O'Higgins, T. (2014). Vulnerability assessment of environmental and climate change impacts on water resources in Al Jabal Al Akhdar, Sultanate of Oman. *Water (Switzerland)*, 6(10), 3118–3135. <https://doi.org/10.3390/w6103118>
- Autoridad Nacional del Agua (2016). Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos 2016. Compendio Nacional de Estadísticas de Recursos Hídricos 2016 / Autoridad Nacional del Agua. Lima. 2017
- Autoridad Nacional del Agua. (2017). Política y Estrategia Nacional de Recursos Hídricos.
- Ashraful Islam, M., Mitra, D., Dewan, A., & Akhter, S. H. (2016). Coastal multi-hazard vulnerability assessment along the Ganges deltaic coast of Bangladesh-A geospatial approach. *Ocean and Coastal Management*, 127, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.03.012>
- Babel, M. S., Pandey, V. P., Rivas, A. A., & Wahid, S. M. (2011). Indicator-based approach for assessing the vulnerability of freshwater resources in the Bagmati River Basin, Nepal. *Environmental Management*, 48(5), 1044–1059. <https://doi.org/10.1007/s00267-011-9744-y>
- Balica, S. F., Douben, N., & Wright, N. G. (2009). Flood vulnerability indices at varying spatial scales. *Water Science and Technology*, 60(10), 2571–2580. <https://doi.org/10.2166/wst.2009.183>
- Balica, S. F., Wright, N. G., & van der Meulen, F. (2012). A flood vulnerability index for coastal cities and its use in assessing climate change impacts. *Natural Hazards (Vol. 64)*. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0234-1>
- Barnett, J., Lambert, S., & Fry, I. (2008). The hazards of indicators: Insights from the environmental vulnerability index. *Annals of the Association of American Geographers*, 98(1), 102–119. <https://doi.org/10.1080/00045600701734315>
- Birkmann, J., Cardona, O. D., Carreño, M. L., Barbat, A. H., Pelling, M., Schneiderbauer, S., Welle, T. (2013). Framing vulnerability, risk and societal responses: The MOVE framework. *Natural Hazards*, 67(2), 193–211. <https://doi.org/10.1007/s11069-013-0558-5>
- Brown, A., & Matlock, M. D. (2011). A Review of Water Scarcity Indices and Methodologies. The Sustainability Consortium, 19. <https://doi.org/White Paper #106>
- CARE Perú (2008). Diagnóstico De Saneamiento Integral de la Región Cajamarca. Recuperado de http://www.wsp.org/sites/wsp.org/files/publications/Regional_Diagnosis_-_Cajamarca_CARE.pdf
- Cui, L., Ge, Z., Yuan, L., & Zhang, L. (2015). Vulnerability assessment of the coastal wetlands in the Yangtze Estuary, China to sea-level rise. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 156(1), 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2014.06.015>
- Culley. (2016). A bottom-up approach to identifying the maximum operational adaptive capacity of water resource systems to a changing climate. *Water Resources Research*, 6751–6768. <https://doi.org/10.1002/2015WR018253>.Received
- Damm, M. (2009). Mapping Social-Ecological Vulnerability to Flooding.
- Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre - DGFFS (2014). Perú Forestal en número 2013. Lima.

- Farley, K. A., Tague, C., & Grant, G. E. (2011). Vulnerability of water supply from the Oregon Cascades to changing climate: Linking science to users and policy. *Global Environmental Change*, 21(1), 110–122. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.09.011>
- FAO - SENAMHI. (2010). Atlas de heladas del Perú, Lima - Perú.
- Ficklin, D. L., Luo, Y., Luedeling, E., & Zhang, M. (2009). Climate change sensitivity assessment of a highly agricultural watershed using SWAT. *Journal of Hydrology*, 374(1–2), 16–29. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2009.05.016>
- Foti, R., Ramirez, J. a, Brown, T. C., Jorge, a, Vulnerability, T. C., & S, U. (2010). Vulnerability of U . S . Water Supply to Shortage. U.S. Department of Agriculture.
- Furniss, M. J., Roby, K. B., Cenderelli, D., Chatel, J., Clifton, C. F., Clingenpeel, A., Weinhold, M. (2013). Assessing the Vulnerability of Watersheds to Climate Change : results of national forest watershed vulnerability pilot assessments. Pacific Northwest Research Station. USFS, (Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-884.), 32.
- Gain, A. K., Giupponi, C., & Renaud, F. G. (2012). Climate Change Adaptation and Vulnerability Assessment of Water Resources Systems in Developing Countries: A Generalized Framework and a Feasibility Study in Bangladesh. *Water*, 4(4), 345–366. <https://doi.org/10.3390/w4020345>
- Gleick, P. H. (2015). On methods for assessing water-resource risks and vulnerabilities. *Environmental Research Letters*, 10(11), 111003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/10/11/111003>
- Gober, P., & Kirkwood, C. W. (2010). Vulnerability assessment of climate-induced water shortage in Phoenix. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(50), 21295–21299. <https://doi.org/10.1073/pnas.0911113107>
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2011). Zonificación Ecológica y Económica como base para el Ordenamiento Territorial, Cajamarca.
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2011). Estudio de Geología. Cajamarca
- Gobierno Regional de Cajamarca. (2012). Estudio Hidrológico de la Región Cajamarca.
- Gobierno Regional de Cajamarca (2014). Diagnóstico Territorial del Departamento de Cajamarca, Noviembre 2014.
- Göncü, S., & Albek, E. (2010). Modeling climate change effects on streams and reservoirs with HSPF. *Water Resources Management*, 24(4), 707–726. <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9466-6>
- Hall, J., & Murphy, C. (2010). Vulnerability Analysis of Future Public Water Supply Under Changing Climate Conditions: A Study of the Moy Catchment, Western Ireland. *Water Resources Management*, 24(13), 3527–3545. <https://doi.org/10.1007/s11269-010-9618-8>
- Hamouda, M. A., Nour El-Din, M. M., & Moursy, F. I. (2009). Vulnerability assessment of water resources systems in the Eastern Nile Basin. *Water Resources Management*, 23(13), 2697–2725. <https://doi.org/10.1007/s11269-009-9404-7>
- Hinkel, J. (2011). Indicators of vulnerability and adaptive capacity; towards a clarification of the science–policy interface. *Global Environmental Change Journal*, 21, 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002>
- INEI (2017). Perú: Principales Indicadores Departamentales. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales_Est/Lib1421/libro.pdf
- Ionescu, C., Klein, R. J. T., Hinkel, J., Kavi Kumar, K. S., & Klein, R. (2009). Towards a formal framework of vulnerability to climate change. *Environmental Modeling and Assessment*, 14(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s10666-008-9179-x>

- IPCC (2014) Anexo II: Glosario [Mach, K.J., S. Planton y C. von Stechow (eds.)]. En: 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 [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, págs. 127-141.
- Juwana, I., Muttill, N., & Perera, B. J. C. (2012). Indicator-based water sustainability assessment — A review. *Science of The Total Environment*, 438, 357–371. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.08.093>
- Kok, M., Lüdeke, M., Lucas, P., Sterzel, T., Walther, C., Janssen, P., de Soysa, I. (2016). A new method for analysing socio-ecological patterns of vulnerability. *Regional Environmental Change*, 16(1), 229–243. <https://doi.org/10.1007/s10113-014-0746-1>
- Le Cozannet, G., Ait-Kaci, A., Colas, S., De Lacaze, X., Lecacheux, S., Mirgon, C., Oliveros, C. (2013). Recent GIS based national assessments of climate change consequences in France: methods, results and lessons learnt. *Journal of Coastal Research*, 165(65), 1421–1426. <https://doi.org/10.2112/SI65-240.1>
- Le Quesne, T., Matthews, J., Von der Heyden, C., Wickel, A. J., Wilby, R., Hartmann, J., Kimura de Freitas, G. (2010). *Flowing forward: freshwater ecosystem adaptation to climate change in water resources management and biodiversity conservation*. Washington (DC): World Bank, (28).
- Lemos, M. C., & Kirchhoff, C. (2016). Climate Information and Water Management: Building Adaptive Capacity or Business as Usual? *The Oxford Handbook of Water Politics and Policy*, (December 2017), 1–25. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199335084.013.17>
- Lin, Y., Lee, T., & Shih, H. (2012). Assessment of the Vulnerability and Risk of Climate Change on Water Supply and Demand in Taijiang Area, 6(7), 736–744.
- Lioubimtseva, E., & Henebry, G. M. (2009). Climate and environmental change in arid Central Asia: Impacts, vulnerability, and adaptations. *Journal of Arid Environments*, 73(11), 963–977. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.04.022>
- Madu, B. I. A. (2012). *Spatial Vulnerability of Rural Households to Climate Change in Nigeria*, (May).
- Mapplecroft (2014). Índice de vulnerabilidad y adaptación al cambio climático en la región de América Latina y el Caribe. Revisado 08/12/17 <http://www20.iadb.org/intal/catalogo/PE/2014/15019es.pdf>
- Marfai, M. A., & King, L. (2008). Potential vulnerability implications of coastal inundation due to sea level rise for the coastal zone of Semarang city, Indonesia. *Environmental Geology*, 54(6), 1235–1245. <https://doi.org/10.1007/s00254-007-0906-4>
- Mastrandrea, M. D., Heller, N. E., Root, T. L., & Schneider, S. H. (2010). Bridging the gap: Linking climate-impacts research with adaptation planning and management. *Climatic Change*, 100(1), 87–101. <https://doi.org/10.1007/s10584-010-9827-4>
- Matthews, J. H., & Le Quesne, T. (2009). Adapting water management a primer on coping with climate change. *Adapting Water Management a Primer on Coping with Climate Change*, (March), 35. Revisado 23/11/17 <http://www.worldwildlife.org/climate/Publications/WWFBinaryitem12534.pdf>
- Mclaughlin, S., & Cooper, J. A. G. (2010). A multi-scale coastal vulnerability index: A tool for coastal managers? *Environmental Hazards*, 9(3), 233–248. <https://doi.org/10.3763/ehaz.2010.0052>
- Mejia, A. (2014). *Water Scarcity in Latin America and the Caribbean: Myths and reality*. Water for the Americas: Challenges and Opportunities, 1–286.
- Meléndrez, E. H. (1986). *Cómo escribir una tesis*.

- Miller, F., & Bowen, K. (2013). Questioning the assumptions: The role of vulnerability assessments in climate change adaptation. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 31(3), 190–197. <https://doi.org/10.1080/14615517.2013.819724>
- Miller, F., Osbahr, H., Boyd, E., Thomalla, F., Bharwani, S., Ziervogel, G., Nelson, D. (2010). Resilience and vulnerability: Complementary or conflicting concepts? *Ecology and Society*, 15(3). <https://doi.org/11>
- Milly, P. C. D., Betancourt, J., Falkenmark, M., Hirsch, R. M., Kundzewicz, Z. W., Lettenmaier, D. P., & Stouffer, R. J. (2008). Stationarity is dead: whither water management? *Science (New York, N.Y.)*, 319(5863), 573–574. <https://doi.org/10.1126/science.1151915>
- MINAGRI. (2008). Gestión sostenible de los recursos hídricos para el desarrollo de Cajamarca.
- Nguyen, T. T. X., Bonetti, J., Rogers, K., & Woodroffe, C. D. (2016). Indicator-based assessment of climate-change impacts on coasts: A review of concepts, methodological approaches and vulnerability indices. *Ocean and Coastal Management*, 123, 18–43. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.11.022>
- Null, S. E., Viers, J. H., & Mount, J. F. (2010). Hydrologic response and watershed sensitivity to climate warming in California's Sierra Nevada. *PLoS ONE*, 5(4). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0009932>
- O'Connell, E. (2017). Towards Adaptation of Water Resource Systems to Climatic and Socio-Economic Change. *Water Resources Management*, 31(10), 2965–2984. <https://doi.org/10.1007/s11269-017-1734-2>
- Olmstead, S. M. (2014). Climate change adaptation and water resource management: A review of the literature. *Energy Economics*, 46, 500–509. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.09.005>
- OMS/UNICEF. (2015). Informe de actualización 2015 y evaluación del ODM. *Progresos En Materia de Saneamiento y Agua Potable*, 90.
- ONU. (2003). Agua para todos. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001295/129556s.pdf>
- Pandey, R., Kala, S., & Pandey, V. P. (2014). Assessing climate change vulnerability of water at household level. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 20(8), 1471–1485. <https://doi.org/10.1007/s11027-014-9556-5>
- Pandey, V. P., Babel, M. S., Shrestha, S., & Kazama, F. (2011). A framework to assess adaptive capacity of the water resources system in Nepalese river basins. *Ecological Indicators*, 11(2), 480–488. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.07.003>
- Plummer, R., de Loë, R., & Armitage, D. (2012). A Systematic Review of Water Vulnerability Assessment Tools. *Water Resources Management*, 26(15), 4327–4346. <https://doi.org/10.1007/s11269-012-0147-5>
- Raposo, J. R., Dafonte, J., & Molinero, J. (2013). Assessing the impact of future climate change on groundwater recharge in Galicia-Costa, Spain. *Hydrogeology Journal*, 21(2), 459–479. <https://doi.org/10.1007/s10040-012-0922-7>
- Renaud, F., & Perez, R. (2010). Climate change vulnerability and adaptation assessments. *Sustainability Science*, 5(2), 155–157. <https://doi.org/10.1007/s11625-010-0114-0>
- Romieu, E., Welle, T., Schneiderbauer, S., Pelling, M., & Vinchon, C. (2010). Vulnerability assessment within climate change and natural hazard contexts: Revealing gaps and synergies through coastal applications. *Sustainability Science*, 5(2), 159–170. <https://doi.org/10.1007/s11625-010-0112-2>
- Sampieri, et al. (2014). Diseños no experimentales. En *Metodología de la Investigación*. México D.F.: McGRAW-HILL.

- Shabbir, R., & Ahmad, S. S. (2016). Water resource vulnerability assessment in Rawalpindi and Islamabad, Pakistan using Analytic Hierarchy Process (AHP). *Journal of King Saud University - Science*, 28(4), 293–299. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2015.09.007>
- Simonović, S. P. (2009). Managing water resources. *Methods and tools for a systems approach*, 40, 681.
- Stathatou, P., Kampragou, E., Grigoropoulou, H., Assimacopoulos, D., Karavitis, C., Porto, M. F. A., Reyna, S. (2016). Vulnerability of water systems: a comprehensive framework for its assessment and identification of adaptation strategies. *Desalination and Water Treatment*, 57(5), 2243–2255. <https://doi.org/10.1080/19443994.2015.1012341>
- Sullivan, C., & Meigh, J. (2005). Targeting attention on local vulnerabilities using an integrated index approach: The example of the climate vulnerability index. *Water Science and Technology*, 51(5), 69–78.
- Sullivan, C. a. (2011). Quantifying water vulnerability: a multi- dimensional approach. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 25(4), 627–640.
- Sullivan, C., & Huntingford, C. (2009). Water resources, climate change and human vulnerability. 18th World IMACS/MODSIM Congress, (July), 3984–3990. Revisado 15/12/17 http://www.hcmu.edu.vn/images/stories/qhqt/hoatdongqhqt/file_2-2.pdf
- Sun, F., Kuang, W., Xiang, W., & Che, Y. (2016). Mapping Water Vulnerability of the Yangtze River Basin: 1994–2013. *Environmental Management*, 58(5), 857–872. <https://doi.org/10.1007/s00267-016-0756-5>
- UNESCO. (2011). La UNESCO y la educación “Toda persona tiene derecho a la educación.” *Unesco*, 1, 34. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002127/212715s.pdf>
- UNESCO. (2012). Gestión para la Reducción del Riesgo de Desastres y Sistemas de Alerta Temprana, Manual para docentes.
- UNESCO, Institute for Statistics (2016). 50 Aniversario del Día Internacional de la Alfabetización : Las tasas de alfabetización están en aumento pero millones de personas siguen siendo analfabetas. Setiembre 2016. No. 38.
- Union, A. G. (2012). An Alternate Approach to Assessing Climate Risks. *EOS Transactions American Geophysical Union*, 93(41), 401–412. <https://doi.org/10.1029/2012EO410001>
- Vafeidis, A. T., Nicholls, R. J., McFadden, L., Tol, R. S. J., Hinkel, J., Spencer, T., Klein, R. J. T. (2008). A New Global Coastal Database for Impact and Vulnerability Analysis to Sea-Level Rise. *Journal of Coastal Research*, 244, 917–924. <https://doi.org/10.2112/06-0725.1>
- van Liew, M. W., Feng, S., & Pathak, T. B. (2012). Climate change impacts on streamflow, water quality, and best management practices for the shell and logan creek watersheds in Nebraska. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 5(1), 13–34. <https://doi.org/10.3965/j.ijabe.20120501.003>
- Wan, L., Xia, J., Hong, S., Bu, H., Ning, L., & Chen, J. (2015). Decadal climate variability and vulnerability of water resources in arid regions of Northwest China. *Environmental Earth Sciences*, 73(10), 6539–6552. <https://doi.org/10.1007/s12665-014-3874-5>
- Wang, X., Ma, F. B., & Li, J. Y. (2012). Water Resources Vulnerability Assessment based on the Parametric-system Method: a Case Study of the Zhangjiakou Region of Guanting Reservoir Basin, North China. *Procedia Environmental Sciences*, 13(2011), 1204–1212. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2012.01.114>

- Wang, X., Ma, F., Li, C., & Zhu, J. (2015). A bayesian method for water resources vulnerability assessment: A case study of the Zhangjiakou Region, North China. *Mathematical Problems in Engineering*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/120873>
- Whitehead, P. G., Wilby, R. L., BATTARBEE, R. W., KERNAN, M., & WADE, A. J. (2009). A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological Sciences Journal*, 54(1), 101–123. <https://doi.org/10.1623/hysj.54.1.101>
- Wisbaum, W., Colaborado, H., Barbero, B., Allí, D., Arias, M., Benloch, I., ... Lezama Isabel Tamarit, I. (2011). La Desnutrición Infantil: Causas, consecuencias y estrategias para su prevención y tratamiento. *Unicef*, 1, 21. Recuperado de <https://old.unicef.es/sites/www.unicef.es/files/Dossierdesnutricion.pdf>
- Wolf, S., Hinkel, J., Hallier, M., Bisaro, A., Lincke, D., Ionescu, C., & Klein, R. J. T. (2013). Clarifying vulnerability definitions and assessments using formalisation. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, 5(1), 54–70. <https://doi.org/10.1108/17568691311299363>
- Yanhui, L., Liang, T., Jing, W., & Xianqiu, L. (2012). Study on Water Resource Vulnerability Evaluation of Hani Terrace Core Area in Yuanyang, Yunnan. *Procedia Earth and Planetary Science*, 5(2011), 268–274. <https://doi.org/10.1016/j.proeps.2012.01.046>
- Zsamboky, M., Fernández-bilbao, A., Smith, D., Knight, J., & Allan, J. (2011). Impacts of climate change on disadvantaged UK coastal communities, (March), 63. <https://doi.org/10.15414/raae.2013.16.02.24-39>