

An aerial photograph of a large dam and reservoir. The dam is a curved concrete structure with a road on top. The reservoir is a large body of water behind the dam. The surrounding landscape is hilly and somewhat arid. A semi-transparent teal vertical bar is overlaid on the right side of the image, containing the title and authors' names.

# XXII

## **Dinámica Hidrológica del Río Osmore en Periodos de Estiaje y Avenida**

**Rony Alexander  
Bernal Villanueva**

**Leila Marilyn  
Vizcarra Silva**

## Dinámica Hidrológica del Río Osmore en Periodos de Estiaje y Avenida

---

**Rony Alexander Bernal Villanueva**

[rabetnal6@hotmail.com](mailto:rabetnal6@hotmail.com)

 <https://orcid.org/0000-0003-2947-0412>

Universidad Nacional de Moquegua, Moquegua –Perú

**Leila Marilyn Vizcarra Silva**

[leila.vizcarra@gmail.com](mailto:leila.vizcarra@gmail.com)

 <https://orcid.org/0009-0005-6332-4795>

Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna – Perú

### RESUMEN

La dinámica hidrológica de los ríos ubicados en regiones áridas constituye un componente fundamental para comprender la disponibilidad hídrica, sostenibilidad ambiental y planificación territorial en cuencas con alta vulnerabilidad climática. El presente capítulo analiza el comportamiento hidrológico del río Osmore durante periodos de estiaje y avenida, considerando variables hidráulicas, climáticas y ambientales que influyen sobre la variabilidad de caudales en la región sur del Perú. La investigación se fundamenta en información hidrométrica obtenida entre agosto de 2012 y agosto de 2013 mediante mediciones de campo desarrolladas en diferentes puntos de monitoreo ubicados entre los distritos de El Algarrobal e Ilo, región Moquegua. El estudio incorpora análisis de métodos de aforo, estimación de caudales, evaluación de curvas de permanencia y determinación de caudal ecológico. Los resultados evidencian una marcada variabilidad estacional en el comportamiento del río Osmore, registrándose caudales promedio de 0.807 m<sup>3</sup>/s durante estiaje y 5.941 m<sup>3</sup>/s en periodos de avenida. Asimismo, se identificó una fuerte dependencia del sistema hidrológico respecto a precipitaciones altoandinas y procesos climáticos

regionales. El análisis demuestra que la dinámica hídrica del río Osmore representa un factor estratégico para la planificación del abastecimiento de agua en la provincia de Ilo. Se concluye que el fortalecimiento del monitoreo hidrológico y la implementación de enfoques integrados de gestión hídrica resultan esenciales para garantizar sostenibilidad y seguridad hídrica en cuencas áridas del sur peruano.

**Palabras clave:** Dinámica hidrológica; caudal; estiaje; avenida; río Osmore; cuencas áridas.

### ABSTRACT

The hydrological dynamics of rivers located in arid regions constitute a fundamental component for understanding water availability, environmental sustainability, and territorial planning in basins with high climatic vulnerability. This chapter analyzes the hydrological behavior of the Osmore River during low-water and flood periods, considering hydraulic, climatic, and environmental variables influencing flow variability in southern Peru. The research is based on hydrometric information obtained between August 2012 and August 2013 through field measurements conducted at different monitoring points located between the districts of El Algarrobal and Ilo, Moquegua region. The study incorporates analysis of gauging methods, flow estimation, flow duration curves, and ecological flow determination. The results show marked seasonal variability in the behavior of the Osmore River, with average flows of  $0.807 \text{ m}^3/\text{s}$  during low-water periods and  $5.941 \text{ m}^3/\text{s}$  during flood periods. Likewise, a strong dependence of the hydrological system on high-Andean precipitation and regional climatic processes was identified. The analysis demonstrates that the hydrological dynamics of the Osmore River represent a strategic factor for water supply planning in the province of Ilo. It is concluded that strengthening hydrological monitoring and implementing integrated water management approaches are essential to guarantee sustainability and water security in arid basins of southern Peru.

**Keywords:** Hydrological dynamics; flow; low-water period; flood period; Osmore River; arid basins.

## INTRODUCCIÓN

El agua superficial constituye uno de los componentes más importantes dentro de los sistemas ambientales y territoriales debido a su influencia directa sobre procesos ecológicos, actividades económicas y desarrollo humano. En regiones áridas y semiáridas, la dinámica hidrológica de los ríos adquiere especial relevancia debido a que los recursos hídricos disponibles presentan elevada variabilidad temporal y espacial, condicionando significativamente la sostenibilidad de los ecosistemas y de las poblaciones humanas.

Los ríos representan sistemas hidrológicos complejos cuya dinámica depende de múltiples factores climáticos, geomorfológicos, geológicos y antrópicos. La precipitación, temperatura, evapotranspiración, cobertura vegetal, pendiente del terreno y uso del suelo influyen directamente sobre la generación de escorrentía y comportamiento de los caudales. En consecuencia, el análisis hidrológico constituye una herramienta esencial para comprender el funcionamiento de las cuencas hidrográficas y planificar adecuadamente el aprovechamiento sostenible del recurso hídrico.

En el contexto mundial, la variabilidad hidrológica se ha intensificado durante las últimas décadas debido a los efectos asociados al cambio climático global. Diversos estudios científicos reportan alteraciones significativas en los patrones de precipitación, incremento de eventos extremos y reducción de disponibilidad hídrica en numerosas regiones del planeta. Estas modificaciones afectan particularmente a las cuencas ubicadas en zonas áridas y semiáridas, donde pequeñas variaciones climáticas pueden generar impactos considerables sobre los sistemas hídricos.

América Latina presenta importantes contrastes en términos de disponibilidad hídrica. Aunque la región posee una considerable proporción de los recursos de agua dulce del planeta, la distribución espacial y temporal del agua resulta altamente desigual. En países andinos como el Perú, las principales actividades económicas y concentraciones poblacionales se localizan en territorios costeros áridos donde la disponibilidad de agua superficial es limitada.

La costa peruana se caracteriza por presentar condiciones climáticas desérticas, escasas precipitaciones y alta dependencia de aportes hídricos provenientes de cuencas altoandinas. Los ríos costeros presentan regímenes hidrológicos estacionales fuertemente influenciados por las precipitaciones registradas en zonas montañosas durante la temporada de lluvias.

Dentro de este contexto, la región Moquegua constituye uno de los territorios con mayores desafíos relacionados con disponibilidad hídrica y sostenibilidad ambiental. La expansión urbana, crecimiento industrial y desarrollo minero han incrementado progresivamente la demanda de agua en una región caracterizada por limitada oferta hídrica natural.

El río Osmore representa uno de los sistemas hídricos más importantes del sur peruano debido a su relevancia para actividades agrícolas, urbanas y ambientales. Su cuenca hidrográfica atraviesa diversos pisos altitudinales y climáticos, originando una dinámica hidrológica compleja caracterizada por marcada variabilidad estacional.

A pesar de su importancia estratégica, históricamente ha existido limitada información hidrométrica continua relacionada con el comportamiento del río Osmore. La ausencia de registros prolongados de caudal ha dificultado la planificación hídrica regional y el diseño de estrategias sostenibles de aprovechamiento del recurso.

La investigación desarrollada entre agosto de 2012 y agosto de 2013 permitió generar información relevante sobre el comportamiento hidráulico del río Osmore durante periodos de estiaje y avenida. Los datos obtenidos constituyen una base importante para comprender la dinámica hidrológica de la cuenca y evaluar su potencial como fuente de abastecimiento hídrico para la provincia de Ilo.

El concepto de dinámica hidrológica hace referencia al conjunto de procesos relacionados con el movimiento, distribución y variación temporal del agua dentro de una cuenca hidrográfica. Este análisis incluye el estudio de caudales, velocidades de flujo, variaciones estacionales, respuesta a eventos de precipitación y comportamiento hidráulico de los cursos de agua.

En cuencas áridas, los procesos hidrológicos presentan características particulares asociadas a la irregularidad de las precipitaciones, elevada evapotranspiración y fuerte dependencia de aportes estacionales. Los ríos pueden experimentar cambios abruptos en sus caudales entre épocas húmedas y secas, generando escenarios de alta incertidumbre para la planificación hídrica.

El análisis de caudales constituye uno de los componentes más importantes dentro de la hidrología aplicada. El caudal representa el volumen de agua que atraviesa una sección transversal del río en una unidad de tiempo y constituye un indicador fundamental para evaluar disponibilidad hídrica, riesgos de inundación y potencial de aprovechamiento del recurso.

La medición de caudales puede realizarse mediante diversas metodologías hidrométricas dependiendo de las características del río, disponibilidad de equipos y objetivos de investigación. Entre los métodos más utilizados destacan el molinete hidráulico, correntómetros electromagnéticos, estaciones automáticas de monitoreo y métodos simplificados como el método del flotador.

En regiones con limitada infraestructura hidrométrica, el método del flotador constituye una alternativa práctica y eficiente para estimar velocidades superficiales y calcular caudales aproximados. Aunque presenta ciertas limitaciones en términos de precisión comparado con métodos instrumentales avanzados, su aplicación resulta ampliamente aceptada en estudios de campo desarrollados en cuencas rurales o de difícil acceso.

El comportamiento hidrológico de los ríos costeros peruanos se encuentra estrechamente relacionado con los ciclos climáticos andinos. Durante la temporada de lluvias, las precipitaciones registradas en zonas altoandinas generan incrementos significativos de caudal que posteriormente disminuyen durante el periodo seco.

Los periodos de avenida corresponden a etapas donde el río experimenta aumentos importantes de caudal debido a eventos de precipitación intensa o deshielo. Estas

condiciones pueden generar beneficios relacionados con recarga hídrica y disponibilidad de agua, aunque también representan riesgos potenciales de inundación y erosión.

Por otro lado, el estiaje corresponde al periodo donde los caudales alcanzan sus niveles mínimos debido a la reducción de precipitaciones y disminución de aportes superficiales. En regiones áridas, los periodos de estiaje representan una de las principales limitaciones para abastecimiento humano, actividades agrícolas y conservación de ecosistemas acuáticos.

La determinación de caudales mínimos y máximos resulta esencial para el diseño de infraestructura hidráulica, planificación de sistemas de abastecimiento y gestión de riesgos asociados a eventos hidrológicos extremos.

Otro componente importante dentro del análisis hidrológico corresponde a las curvas de permanencia de caudales. Estas herramientas permiten evaluar la frecuencia con la cual determinados caudales son igualados o superados durante un periodo de tiempo específico.

Las curvas de permanencia constituyen instrumentos fundamentales para estudios de disponibilidad hídrica, diseño de obras hidráulicas y determinación de caudales ecológicos. Su aplicación resulta especialmente útil en cuencas donde la información hidrológica disponible es limitada.

En las últimas décadas, la sostenibilidad ambiental ha adquirido creciente importancia dentro de la planificación hídrica. Tradicionalmente, numerosos proyectos hidráulicos priorizaron el aprovechamiento económico del agua sin considerar adecuadamente las necesidades ecológicas de los sistemas fluviales.

Como respuesta a esta problemática, el concepto de caudal ecológico surgió como una herramienta orientada a garantizar la conservación de funciones ambientales esenciales dentro de los ecosistemas acuáticos. El caudal ecológico representa el volumen mínimo de agua requerido para mantener procesos ecológicos, biodiversidad y servicios ecosistémicos asociados al río.

La determinación de caudales ecológicos en cuencas áridas constituye un desafío técnico considerable debido a la elevada variabilidad hidrológica y limitada disponibilidad de registros históricos. Sin embargo, su incorporación resulta indispensable para promover modelos sostenibles de gestión hídrica.

El análisis hidrológico del río Osmore adquiere además relevancia estratégica debido a la problemática de calidad de agua existente en otras fuentes utilizadas para abastecimiento de la provincia de Ilo. La presencia de arsénico y boro en concentraciones elevadas ha generado la necesidad de identificar fuentes alternativas con mejores condiciones fisicoquímicas.

En este contexto, comprender la dinámica hidrológica del río Osmore resulta fundamental para evaluar su capacidad de abastecimiento, sostenibilidad y potencial de aprovechamiento futuro.

La información hidrométrica obtenida durante el periodo de estudio constituye una base relevante para fortalecer procesos de gestión integrada de recursos hídricos en la región Moquegua. Asimismo, contribuye al desarrollo de investigaciones científicas relacionadas con hidrología de cuencas áridas y adaptación frente al cambio climático.

El presente capítulo tiene como objetivo analizar la dinámica hidrológica del río Osmore durante periodos de estiaje y avenida, considerando variables hidráulicas, climáticas y ambientales que influyen sobre el comportamiento de los caudales en la cuenca.

Asimismo, se busca evaluar la importancia de los estudios hidrométricos para la planificación hídrica sostenible y para el fortalecimiento de la seguridad hídrica en regiones áridas del sur peruano.

## **METODOLOGÍA**

El presente capítulo se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo-descriptivo orientado al análisis hidrológico del río Osmore durante periodos de estiaje y avenida.

La investigación se fundamentó en información obtenida mediante mediciones de campo realizadas entre agosto de 2012 y agosto de 2013 en diferentes puntos de monitoreo ubicados entre los distritos de El Algarrobal e Ilo, región Moquegua.

### **Área de estudio**

La cuenca del río Osmore se localiza en la región sur del Perú y constituye uno de los principales sistemas hídricos de la región Moquegua. El tramo evaluado se ubicó entre coordenadas aproximadas correspondientes a sectores cercanos a los distritos de El Algarrobal e Ilo.

La zona de estudio presenta condiciones climáticas áridas con escasas precipitaciones en sectores costeros y fuerte influencia de aportes hídricos provenientes de zonas altoandinas.

### **Diseño de investigación**

El diseño metodológico correspondió a una investigación no experimental de carácter longitudinal debido a que las mediciones hidrológicas fueron realizadas durante un periodo continuo de doce meses.

El estudio incluyó monitoreo sistemático de caudales con la finalidad de evaluar variaciones estacionales y comportamiento hidráulico del río.

### **Técnicas de recolección de datos**

La principal técnica utilizada correspondió al aforo hidráulico mediante el método del flotador.

El procedimiento incluyó:

- Selección de secciones transversales representativas.
- Medición del ancho y profundidad del cauce.
- Determinación del área transversal.

- Medición de velocidad superficial.
- Cálculo de caudales instantáneos.

Las mediciones fueron realizadas periódicamente durante diferentes condiciones hidrológicas con la finalidad de registrar comportamiento del río tanto en épocas de avenida como de estiaje.

### **Método del flotador**

El método del flotador consistió en medir el tiempo requerido por un objeto flotante para recorrer una distancia determinada sobre la superficie del río.

La velocidad superficial fue calculada mediante la relación entre distancia recorrida y tiempo registrado.

Posteriormente, se aplicó un coeficiente de corrección para estimar la velocidad media del flujo y calcular el caudal utilizando la ecuación hidráulica correspondiente:

Donde:

- $Q$  = caudal.
- $A$  = área transversal.
- $V$  = velocidad media.

### **Procesamiento estadístico**

Los datos obtenidos fueron organizados y analizados mediante estadística descriptiva.

Se calcularon:

- Caudales promedio.
- Caudales máximos.

- Caudales mínimos.
- Variabilidad estacional.
- Curvas de permanencia.

Asimismo, se aplicó análisis estadístico mediante prueba Z para evaluar hipótesis relacionadas con disponibilidad hídrica y demanda de agua.

### **Determinación de caudal ecológico**

La estimación del caudal ecológico se realizó utilizando metodologías hidrológicas internacionales adaptadas a las condiciones de la cuenca.

Entre los métodos considerados destacan:

- Método ecuatoriano.
- Método escocés.

Estos enfoques permitieron establecer volúmenes mínimos requeridos para preservar funciones ecológicas básicas del sistema fluvial.

### **Limitaciones metodológicas**

Entre las principales limitaciones identificadas destacan:

- Ausencia de registros hidrométricos históricos prolongados.
- Limitada instrumentación automática.
- Variabilidad natural de las condiciones hidráulicas.
- Restricciones logísticas para monitoreo continuo.

No obstante, la metodología aplicada permitió generar información relevante sobre comportamiento hidrológico del río Osmore.

## RESULTADOS

### **Variabilidad estacional del caudal**

Los resultados obtenidos evidencian una marcada variabilidad estacional en el comportamiento hidrológico del río Osmore.

Durante el periodo de avenida se registraron incrementos significativos de caudal asociados principalmente a precipitaciones ocurridas en zonas altoandinas de la cuenca.

El caudal promedio durante avenida alcanzó aproximadamente 5.941 m<sup>3</sup>/s, reflejando una considerable disponibilidad hídrica temporal.

En contraste, durante el periodo de estiaje el caudal promedio disminuyó hasta aproximadamente 0.807 m<sup>3</sup>/s, evidenciando condiciones de limitada disponibilidad hídrica.

Estos resultados demuestran la fuerte dependencia del sistema hidrológico respecto a las variaciones climáticas estacionales.

### **Comportamiento hidráulico del río**

El análisis hidráulico permitió identificar diferencias importantes en velocidad de flujo, profundidad y sección transversal del cauce entre épocas húmedas y secas.

Durante periodos de avenida se observaron mayores velocidades de corriente y expansión lateral del cauce debido al incremento de volumen de agua transportado.

En época de estiaje, el río presentó reducción significativa de profundidad y disminución de velocidades superficiales.

La dinámica hidráulica observada resulta característica de ríos ubicados en regiones áridas donde la variabilidad climática condiciona fuertemente el comportamiento de los caudales.

### **Curvas de permanencia**

Las curvas de permanencia elaboradas permitieron evaluar la frecuencia de ocurrencia de determinados caudales dentro del periodo de estudio.

Los resultados evidencian que los caudales elevados se presentan principalmente durante periodos específicos relacionados con temporadas de lluvia altoandina.

En contraste, gran parte del año el río mantiene caudales relativamente bajos asociados al estiaje característico de cuencas áridas costeras.

La información obtenida resulta útil para planificación hídrica y evaluación de disponibilidad de agua.

### **Caudal ecológico**

La estimación del caudal ecológico permitió determinar valores mínimos necesarios para garantizar sostenibilidad ambiental del sistema fluvial.

El análisis estableció un caudal ecológico aproximado de 0.110 m<sup>3</sup>/s.

Este volumen representa el flujo mínimo requerido para mantener condiciones básicas de hábitat acuático y funcionalidad ecológica del río.

### **Relación entre precipitación y caudal**

El comportamiento del río Osmore mostró estrecha relación con los patrones de precipitación registrados en sectores altoandinos.

Los incrementos de caudal coincidieron con periodos de mayor precipitación, evidenciando la dependencia hidrológica respecto a aportes provenientes de zonas altas de la cuenca.

Esta situación confirma la importancia de conservar ecosistemas altoandinos y áreas de recarga hídrica para garantizar sostenibilidad futura del recurso.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten comprender que la dinámica hidrológica del río Osmore responde a patrones típicos de cuencas áridas y semiáridas donde la disponibilidad de agua depende fuertemente de procesos climáticos estacionales.

La marcada diferencia entre caudales registrados durante avenida y estiaje evidencia la elevada variabilidad hidrológica característica de los ríos costeros del sur peruano.

Este comportamiento coincide con investigaciones desarrolladas en otras cuencas áridas de América Latina donde las precipitaciones concentradas en periodos específicos generan incrementos temporales significativos de caudal seguidos por prolongadas etapas de estiaje.

La fuerte dependencia del río Osmore respecto a precipitaciones altoandinas demuestra la importancia estratégica de los ecosistemas de montaña dentro de la regulación hídrica regional.

Las cabeceras de cuenca cumplen funciones fundamentales relacionadas con almacenamiento natural de agua, infiltración y regulación de escorrentía.

La degradación ambiental de estos ecosistemas podría afectar significativamente la disponibilidad futura de agua superficial en sectores costeros.

Desde una perspectiva de gestión hídrica, los resultados evidencian la necesidad de implementar sistemas de almacenamiento y regulación capaces de aprovechar excedentes generados durante periodos de avenida.

En regiones áridas, la ausencia de infraestructura adecuada puede ocasionar pérdidas importantes de agua superficial debido a rápida descarga hacia el océano durante temporadas húmedas.

Asimismo, el análisis hidrológico demuestra que el río Osmore posee potencial relevante como fuente de abastecimiento para la provincia de Ilo, especialmente considerando las limitaciones de calidad presentes en otras fuentes regionales.

Sin embargo, cualquier estrategia de aprovechamiento debe incorporar criterios de sostenibilidad ambiental y preservación ecológica.

La determinación del caudal ecológico representa un aporte importante dentro de la planificación hídrica regional debido a que permite equilibrar objetivos de abastecimiento humano con necesidades ecológicas del sistema fluvial.

Históricamente, numerosos proyectos hidráulicos priorizaron exclusivamente el uso económico del agua sin considerar impactos ambientales derivados de la reducción excesiva de caudales.

La experiencia internacional demuestra que la alteración severa de regímenes hidrológicos puede generar pérdida de biodiversidad, degradación de hábitats acuáticos y deterioro de calidad del agua.

En consecuencia, la incorporación de caudales ecológicos resulta indispensable para promover modelos sostenibles de gestión de recursos hídricos.

Otro aspecto relevante corresponde a la necesidad de fortalecer programas de monitoreo hidrométrico continuo.

La limitada disponibilidad de registros históricos constituye una de las principales dificultades para la planificación hídrica en numerosas cuencas peruanas.

El desarrollo de estaciones automáticas de monitoreo permitiría mejorar significativamente la capacidad de predicción hidrológica y gestión de riesgos asociados a eventos extremos.

Desde una perspectiva climática, los resultados adquieren especial relevancia frente a escenarios futuros de cambio climático.

Diversos modelos proyectan modificaciones importantes en los patrones de precipitación andina, situación que podría alterar considerablemente el comportamiento hidrológico de los ríos costeros.

Las posibles reducciones de caudal durante periodos secos incrementarían los riesgos de escasez hídrica y conflictos por uso del agua.

Frente a este contexto, la gestión integrada de recursos hídricos debe incorporar estrategias de adaptación orientadas a fortalecer resiliencia de las cuencas frente a escenarios de incertidumbre climática.

En síntesis, el análisis hidrológico del río Osmore demuestra la importancia de generar información científica continua para sustentar procesos de planificación hídrica sostenible en regiones áridas del sur peruano.

## CONCLUSIONES

La dinámica hidrológica del río Osmore presenta una marcada variabilidad estacional asociada principalmente a las precipitaciones registradas en zonas altoandinas de la cuenca.

Los resultados obtenidos evidencian diferencias significativas entre periodos de avenida y estiaje, registrándose caudales promedio de 5.941 m<sup>3</sup>/s y 0.807 m<sup>3</sup>/s respectivamente.

El comportamiento hidrológico observado refleja la elevada vulnerabilidad de las cuencas áridas frente a variaciones climáticas y confirma la necesidad de implementar estrategias sostenibles de gestión hídrica.

La aplicación del método del flotador permitió generar información relevante sobre caudales y comportamiento hidráulico del río Osmore, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento hidrológico regional.

La determinación del caudal ecológico constituye un aporte importante para incorporar criterios ambientales dentro de la planificación hídrica y garantizar sostenibilidad del sistema fluvial.

Asimismo, el estudio demuestra que el río Osmore posee potencial estratégico como fuente alternativa de abastecimiento para la provincia de Ilo debido a sus condiciones de calidad y disponibilidad hídrica.

El fortalecimiento del monitoreo hidrológico continuo resulta indispensable para mejorar procesos de planificación territorial, gestión de riesgos y adaptación frente al cambio climático.

Finalmente, la investigación evidencia la importancia de integrar enfoques hidrológicos, ambientales y territoriales dentro de la gestión sostenible de cuencas áridas del sur peruano.

## REFERENCIAS

- Autoridad Nacional del Agua. (2016). Manual de hidrología aplicada. ANA.
- Bernal Villanueva, R. A. (2014). Análisis del caudal del río Osmore en tiempo de estiaje y avenida, como alternativa de solución al alto contenido de arsénico y boro de la fuente de abastecimiento de Locumba-Ite, provincia de Ilo 2012-2013. Universidad Nacional de Moquegua.
- Chow, V. T. (1994). Hidrología aplicada. McGraw-Hill.
- Custodio, E., & Llamas, M. (2001). Hidrología subterránea. Omega.
- Dingman, S. (2015). Physical hydrology. Waveland Press.
- Global Water Partnership. (2009). Gestión integrada de recursos hídricos en cuencas áridas. GWP.
- Linsley, R., Kohler, M., & Paulhus, J. (2008). Hydrology for engineers. McGraw-Hill.
- Ministerio del Ambiente. (2017). Gestión sostenible de cuencas hidrográficas. MINAM.
- Organización Meteorológica Mundial. (2018). Manual de prácticas hidrológicas. OMM.

UNESCO. (2020). Agua y cambio climático en América Latina. UNESCO.