



Agua para el desarrollo sostenible: escasez
hídrica y contaminación en el Perú y
América Latina

Monitoreo de la sequía hidrológica en el Perú

Aportes del SENAMHI para la gestión
de recursos hídricos

Sofia Endara

Subdirección de estudios e investigaciones hidrológicas
Dirección de hidrología del SENAMHI

Introducción

Situación actual:



Figura 1. Porcentaje de estrés hídrico en AL (WRI 2024).

Estrés hídrico: Al menos el 50 % de la población mundial (alrededor de 4.000 millones de personas) vive en condiciones de gran escasez de agua durante al menos un mes al año (WRI 2024).

Situación actual

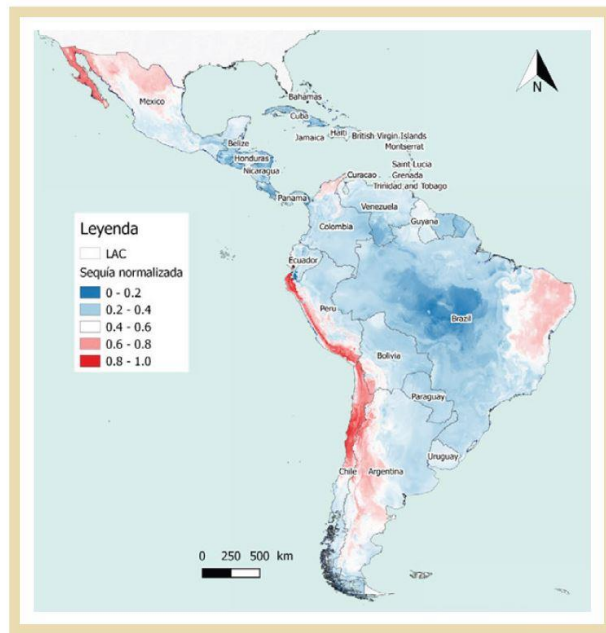
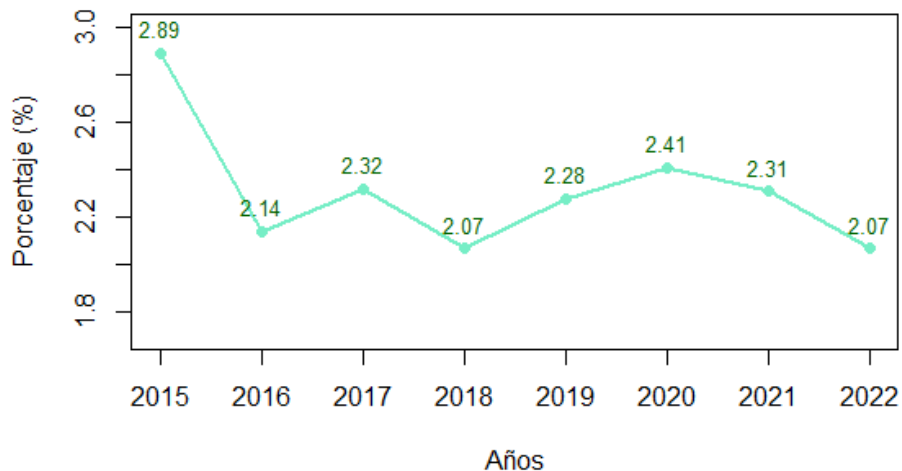


Figura 2. Sequía normalizada en América Latina y el Caribe. A mayor valor, más alta es la diferencia entre la precipitación de un año normal y la de la sequía centenaria con relación a las condiciones normales. Dicha variación puede interpretarse como una medida de exposición a una alta recurrencia de eventos de sequías severas (UNESCO-CAZALAC, 2018).

Situación actual

a)

Nivel de estrés en el Perú



b)

Nivel de estrés por región hidrográfica

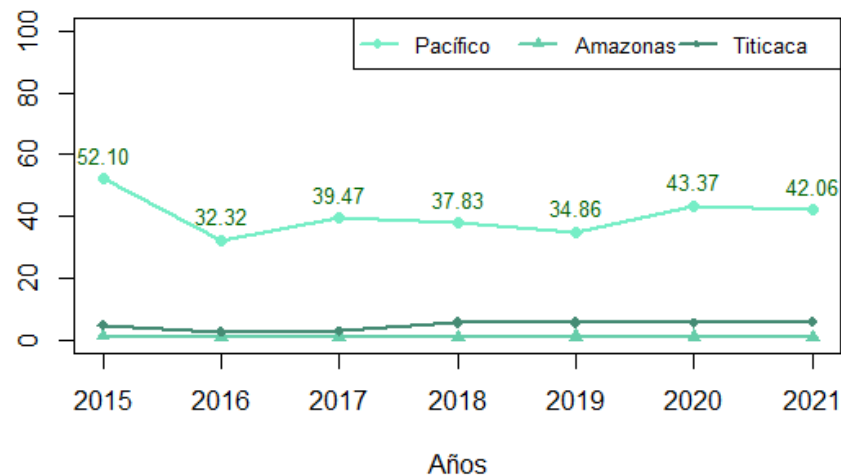


Figura 3. Nivel de estrés hídrico en el Perú. Con requerimiento ambiental, en el periodo 2015-2022 (porcentajes). a) a nivel nacional, b) por regiones hidrográficas.

Fuente: Nota técnica: “El nivel de estrés hídrico es la extracción de agua dulce como porcentaje de los recursos de agua dulce disponibles. Elaboración Ceplan a partir del INEI”.

Objetivo de la presentación:

Mostar los productos y servicios de monitoreo de sequía hidrológica realizados por el SENAMHI.

Rol del SENAMHI en el Monitoreo de Sequías

Líneas de Investigación del SENAMHI

Aprobadas mediante RESOLUCION DE PRESIDENCIA EJECUTIVA N° 087-2019-SENAMHI/PREJ:

1. Observación, desarrollo tecnológico, modelamiento y conocimiento de la dinámica de eventos meteorológicos, climáticos e hidrológicos extremos para la gestión integral de riesgos de desastres.
2. Conocimiento científico meteorológico, climático, agrometeorológico e hidrológico a medida para la implementación de servicios climáticos asociados a la agricultura y seguridad alimentaria, la reducción del riesgo de desastres, salud, agua, entre otros.
3. Escenarios de cambio climático y variabilidad climática decadal para el desarrollo territorial sostenible.
4. Conocimiento y predicción ambiental atmosférica asociadas a contaminación del aire, radiación ultravioleta, las concentraciones de gases de efecto invernadero, entre otros.
5. Evaluación e impulso de los servicios ecosistémicos y fuentes de energía renovable.



Dirección de Hidrología

Sequias ★

- *Sequías hidrológicas*
Inundaciones

Movimientos en masa

Sequías hidrológicas en el Perú

Tipos de sequía

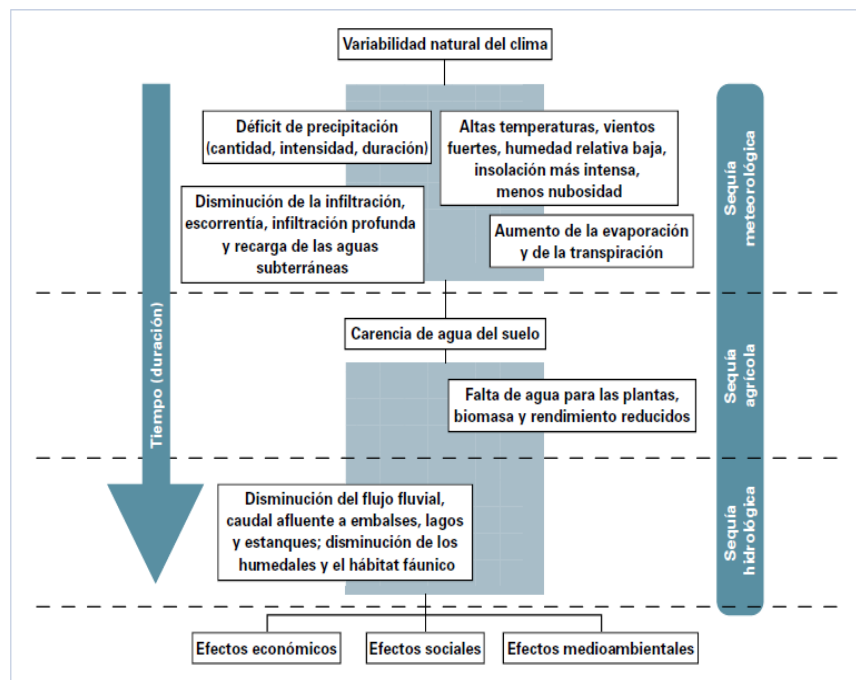


Figura 3. Secuencia de sucesos de sequía y sus efectos para tipos de sequía. Fuente: Centro Nacional de Mitigación de Sequías, universidad de Nebraska-Lincoln, Estados Unidos de América.

La **sequía hidrológica** se refiere a la falta de agua en el sistema hidrológico, manifestándose en caudal bajos en los ríos y niveles bajos en lagos, embalses y aguas subterráneas (Tallaksen LM & Van Lanen HAJ, 2004)

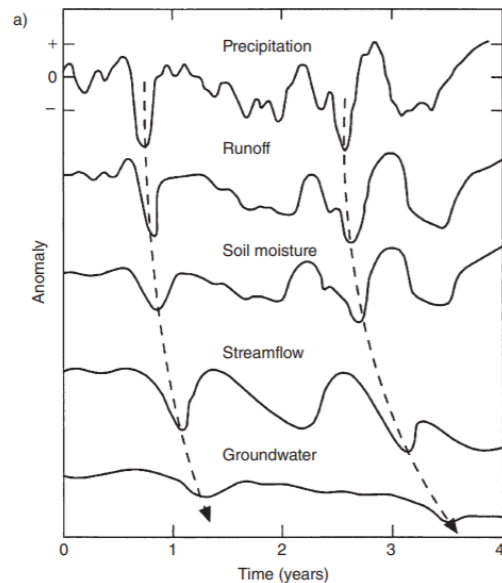


Figura 4. Propagación de sequías

Monitoreo de la sequía hidrológica en el Perú: Aportes del SENAMHI para la gestión de recursos hídricos

Sequía afectaría producción eléctrica y también a 47 EPS: ¿cuál será el impacto?

Pronósticos del Senamhi proyectan la salida de un volumen de generación hidroeléctrica mayor que en época de estiaje de años anteriores.



Foto: <https://gestion.pe/economia/sequia-afectaria-tambien-produccion-electrica-y-encareceria-sus-costos-a-fin-de-ano-noticia/?ref=gesr>



Decreto Supremo que declara el Estado de Emergencia en varios distritos de algunas provincias del departamento de Piura, por peligro inminente ante déficit hídrico

DECRETO SUPREMO N° 117-2024-PCM

con cargo a dar cuenta al Congreso de la República;

DECRETA:

Artículo 1.- Declaratoria del Estado de Emergencia
Declarar el Estado de Emergencia en varios distritos de algunas provincias del departamento de Piura, que se encuentran detallados en el Anexo que forma parte del presente decreto supremo, por peligro inminente ante déficit hídrico, por el plazo de sesenta (60) días calendario, para la ejecución de medidas y acciones de excepción, inmediatas y necesarias, de reducción del Muy Alto Riesgo existente, así como de respuesta y rehabilitación que correspondan.

Artículo 2.- Acciones a ejecutar
El Gobierno Regional de Piura, y los gobiernos locales comprendidos, con la cooperación técnica y seguimiento del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) y la participación del Ministerio de Salud, del Ministerio de Educación, del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, del Ministerio de la Producción, del Ministerio del Interior, del Ministerio de Defensa, del Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social, y demás instituciones públicas y privadas involucradas, ejecutarán las medidas y acciones de excepción, inmediatas y necesarias, de reducción del Muy Alto Riesgo existente, así como de respuesta y rehabilitación que correspondan. Dichas acciones deberán tener nexo directo de causalidad entre las intervenciones y el evento, y podrán ser modificadas de acuerdo a las necesidades y elementos de seguridad que se vayan presentando durante su ejecución, sustentadas en los estudios técnicos de las entidades competentes.

Artículo 3.- Financiamiento
La implementación de las acciones previstas en el presente decreto supremo, se financia con cargo al presupuesto institucional de los pliegos involucrados, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público.

Artículo 4.- Refrendo
El presente decreto supremo es refrendado por el Presidente del Consejo de Ministros, el Ministro de Salud, el Ministro de Educación, el Ministro de Desarrollo Agrario y Riego, el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, el Ministro de la Producción, el Ministro del Interior, el Ministro de Defensa y el Ministro de Desarrollo e Inclusión Social.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los treinta días del mes de octubre del año dos mil veinticuatro.

DINA ERCILIA BOLIARTE ZEGARRA
Presidenta de la República

GUSTAVO LINO ADRIANZEN OLAYA
Presidente del Consejo de Ministros

WALTER ENRIQUE ASTUDILLO CHÁVEZ
Ministro de Defensa

ÁNGEL MANUEL MANERO CAMPOS
Ministro de Desarrollo Agrario y Riego
y Encargado del Despacho del
Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social

JUAN JOSÉ SANTIVÁNEZ ANTUNEZ
Ministro del Interior

DURICH FRANCISCO WHITTEMBURY TALLEDO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

DISTRITOS DECLARADOS EN ESTADO DE EMERGENCIA POR PELIGRO INMINENTE ANTE DÉFICIT HÍDRICO

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	N°	DISTRITO
AYABACA		1	JALÍ
		2	MONTERO
		3	PACAPAMPAPA
		4	SICCHEZ
HUANCABAMBA		5	CANCHAQUE
		6	SAN MIGUEL DE EL FAUQUE
		7	SONDORILLO
MORROPON		8	BUENOS AERES
		9	CHUACIO
		10	CHULLCAMA
		11	LA MANAZA
		12	SANTA CATALINA DE MOSSA
		13	SANTO DOMINGO
PIURA	PATA	14	SALITRAL
		15	AMOTAPE
		16	EL ARENAL
		17	LA HUACA
		18	PATA
		19	TAMARINDO
		20	VICHAYAL
PIURA		21	QUIRA MORI
		22	EL TALAN
		23	LA ARENA
		24	LA UNIÓN
		25	LAS LOMAS
		26	PIURA
		27	TAMBO GRANDE
		28	VENTISEROS DE OCTUBRE
SULLANA		29	LANCONES
		30	MARCAVELICA
		31	QUERECOTILLO
		32	SALITRAL
TALARA		33	SULLANA
		34	EL ALTO

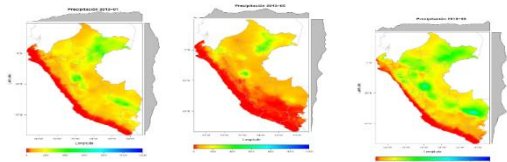
2339817-1

Casos de Éxito

Sistema de Monitoreo y pronóstico de sequías hidrológicas **OASIS**

Datos

PISCO Peruvian Interpolated data of SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations



Datos interpolados en tiempo real,
Pisco precipitación operativo
Po

Aybar et al. (2019)

HYDROLOGICAL SCIENCES JOURNAL
https://doi.org/10.1080/10226667.2019.1649411



SPECIAL ISSUE: HYDROLOGICAL DATA: OPPORTUNITIES AND BARRIERS



Construction of a high-resolution gridded rainfall dataset for Peru from 1981 to the present day

Cesar Aybar^a, Carlos Fernández^{ab}, Adrian Huerta^a, Waldo Lavado^a, Fiorella Vega^a and Oscar Felipe-Obando^a

^aServicio de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Dirección de Hidrología, Lima, Perú; ^bPotsdam Institute for Climate Impact Research, Potsdam, Germany

Open Access Article
PISCO_HyM_GR2M: A Model of Monthly Water Balance in Peru (1981–2020)
by Herold Llauca¹, Waldo Lavado-Castillo¹, Cristian Montenegro^{1,2}, William Santos² and César Aybar³

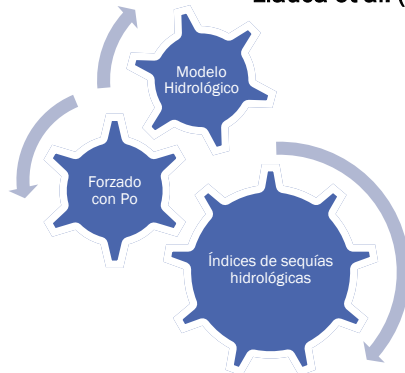
1 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Lima 15072, Perú
2 Laboratoire GET (IRD, CNRS, UPS, CNRS), Institut de Recherche pour le Développement, 31400 Toulouse, France
3 Centro de Investigación y Tecnología del Agua (CITA), Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC), Lima 15085, Perú

* Author to whom correspondence should be addressed.

Academic Editor: Kishore Kumar
Water 2021, 13(3), 1548. https://doi.org/10.3390/w13081548
Received: 2 March 2021 / Revised: 20 March 2021 / Accepted: 6 April 2021 / Published: 10 April 2021
(This article belongs to the Section Hydrology)

View Full Text | Download PDF | Browse Figures | Citation Export

Llauca et al. (2021)



Sistema de Monitoreo y pronóstico de sequías hidrológicas

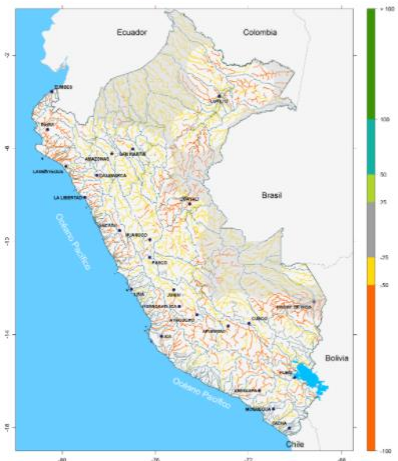
¿Qué es SAGEP?

Sistema de monitoreo y pronóstico de las sequías hidrológicas en el departamento de las condiciones actuales de sequía hidrológica y su pronóstico a través de índices estadísticos de sequía. El cual permite identificar el déficit o exceso de caudal en una determinada región para los tomadores de decisión.

View Actual | Pronóstico | Reportes | Definiciones

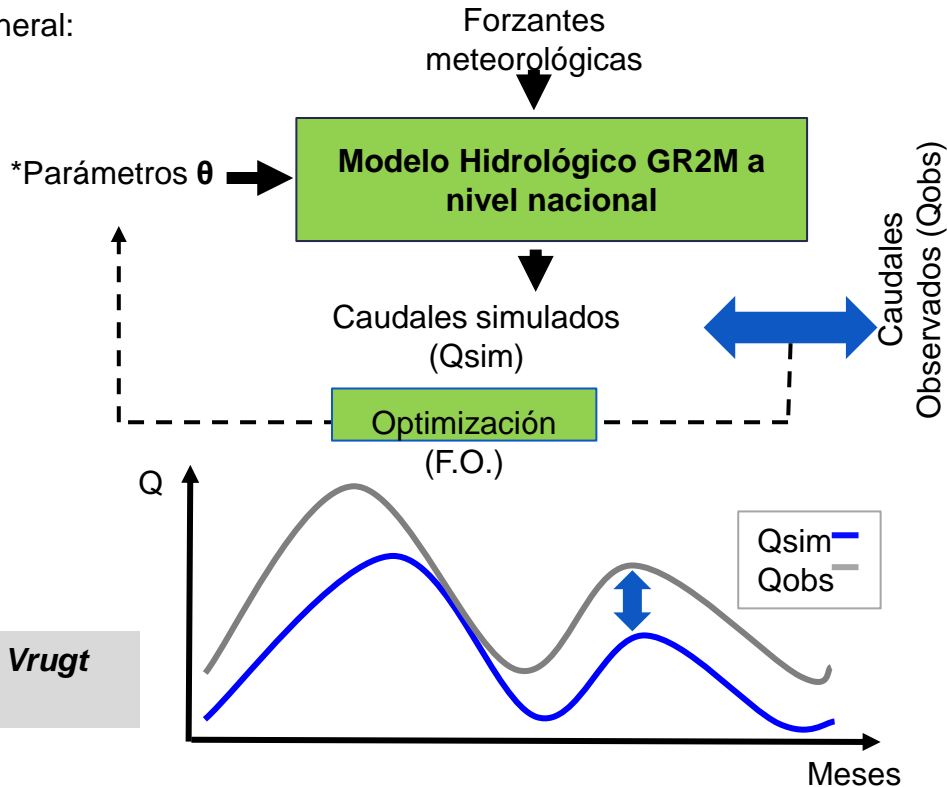
REGIÓN:

MONITOREO DE SEQUÍAS HIDROLÓGICAS EN EL PERÚ
Anomalia de caudal mensual-2021-02

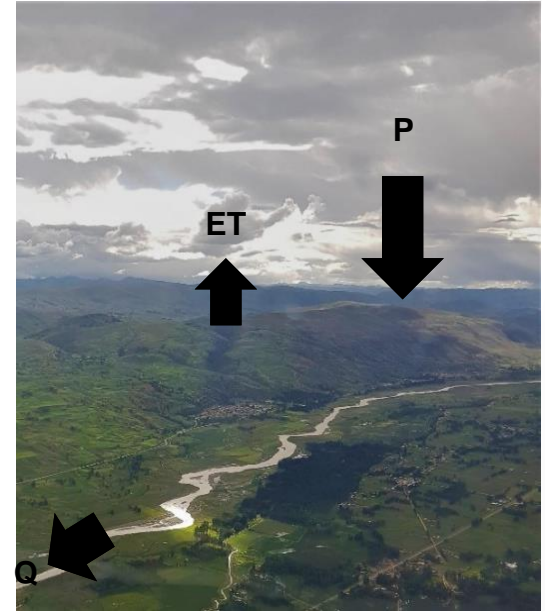


Metodología

Esquema General:



Adaptado de *Vrugt et al. (2008)*



Vista del Río Mantaro

Open Access Article

PISCO_HyM_GR2M: A Model of Monthly Water Balance in Peru (1981–2020)

by Harold Llauca^{1*}, Waldo Lavado-Casimiro¹, Cristian Montesinos¹, William Santini² and Pedro Rau³

¹ Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), Lima 15072, Peru

² Laboratoire GET (IRD, CNRS, UPS, CNES), Institut de Recherche pour le Développement, 31400 Toulouse, France

³ Centro de Investigación y Tecnología del Agua (CITA), Departamento de Ingeniería Ambiental, Universidad de Ingeniería y Tecnología (UITEC), Lima 15063, Peru

* Author to whom correspondence should be addressed.

Academic Editor: Koichiro Kuraji

Water 2021, 13(6), 1048; <https://doi.org/10.3390/w13081048>



INDICE DE SEQUIA HIDROLOGICA

RESUMEN DE PRECIPITACIONES (OCTUBRE 2022)

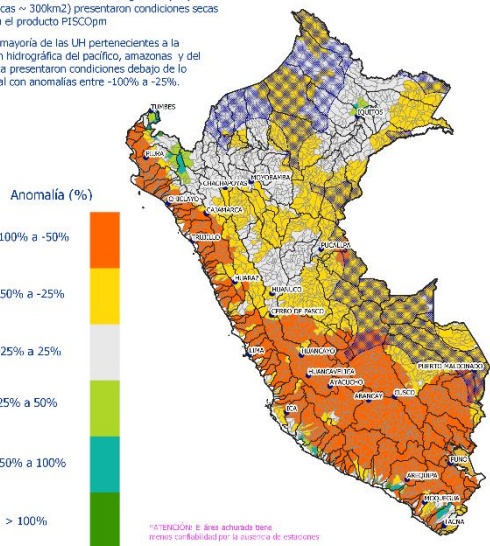
IPN DE 1 MES

IPN: Índice de precipitación normal



En general para las lluvias acumuladas de octubre 2022, a escala de unidades hidrográficas (UH) (cuencas ~ 300km²) presentaron condiciones secas según el producto PISCOpm

En la mayoría de las UH pertenecientes a la región hidrográfica del pacífico, amazonas y del títica presentaron condiciones debajo de lo normal con anomalías entre -100% a -25%.



RESUMEN DE CAUDALES (OCTUBRE 2022)

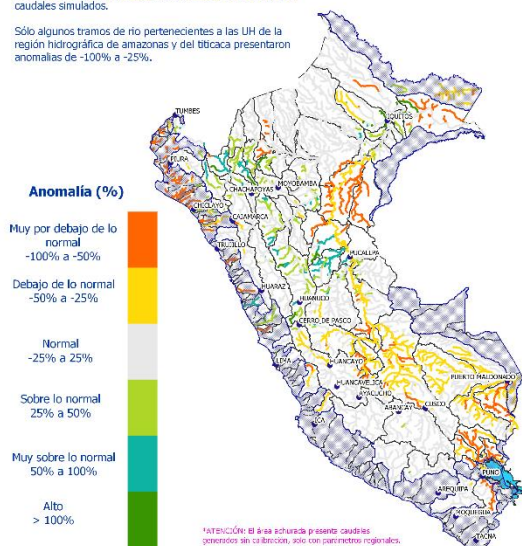
Anomalia de caudal mensual

AC: Anomalia de Caudal



Los caudales mensuales a octubre 2022, por tramos de río a nivel nacional, presentaron condiciones normales a húmedas según el índice de anomalía de caudal a partir de caudales simulados.

Sólo algunos tramos de río pertenecientes a las UH de la región hidrográfica de amazonas y del títica presentaron anomalías de -100% a -25%.



Sistema de Monitoreo y pronóstico de sequías hidrológicas OASIS

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=monitoreo-pronostico-sequias>

3594 sub-cuencas



Insumos para el pronóstico:

- Pronóstico Hidrológico Mensual**
 PISCO Mensual (Forzante met.) Pronóstico climático (escenarios)

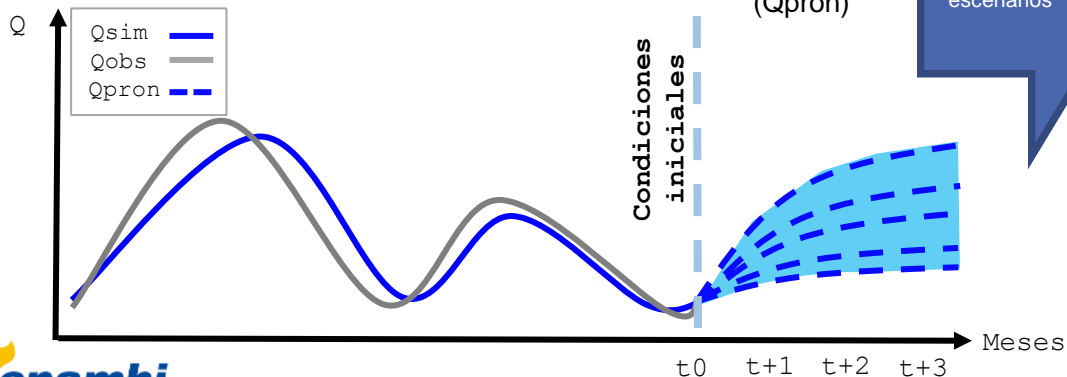
Parámetros calibrados

Modelo Hidrológico GR2M a nivel nacional

Caudales simulados (Q_{sim})

Caudales pronosticados (Q_{pron})

10 posibles escenarios



PRONÓSTICO DE SEQUÍA HIDROLÓGICA (MARZO 2021)

Probabilidad de ocurrencia de déficit de caudales

"Debajo de lo normal" (menor de -25%)



En general, los pronósticos de caudales mensuales para Marzo 2021, a escala unidades hidrográficas (UH) del Perú, presentaron probabilidades menores a 50%. Sólo en algunas rios de UH del VP (zona norte) tienen una probabilidad mayor a 75% que se presenten condiciones "Debajo de lo normal".

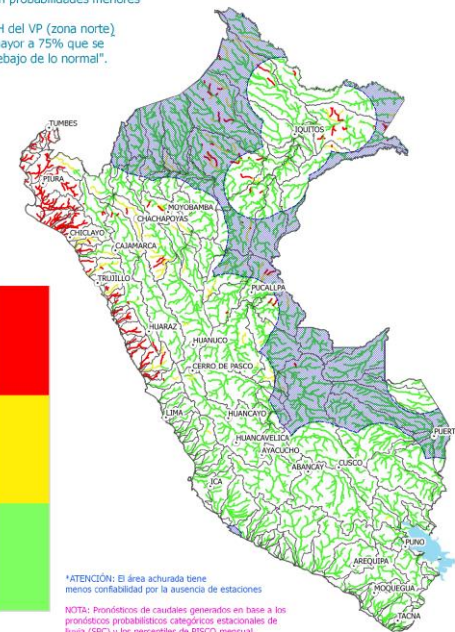
3594 sub-cuencas

Probabilidad (%)

75% a 100%

50% a 75%

< 50%



*ATENCIÓN: El área achurada tiene menos confiabilidad por la ausencia de estaciones

NOTA: Pronósticos de caudales generados en base a los pronósticos probabilísticos categoricos estacionales de lluvia (SFC) y los percentiles de PISCO mensual.

OBJETIVO DE LOS PRONOSTICOS BASADOS EN EL IMPACTO

El objetivo de los pronóstico basados en impacto es que los pronósticos y los avisos dejen de ser descripciones de

“Cómo será ..”

Y que sean evaluaciones de

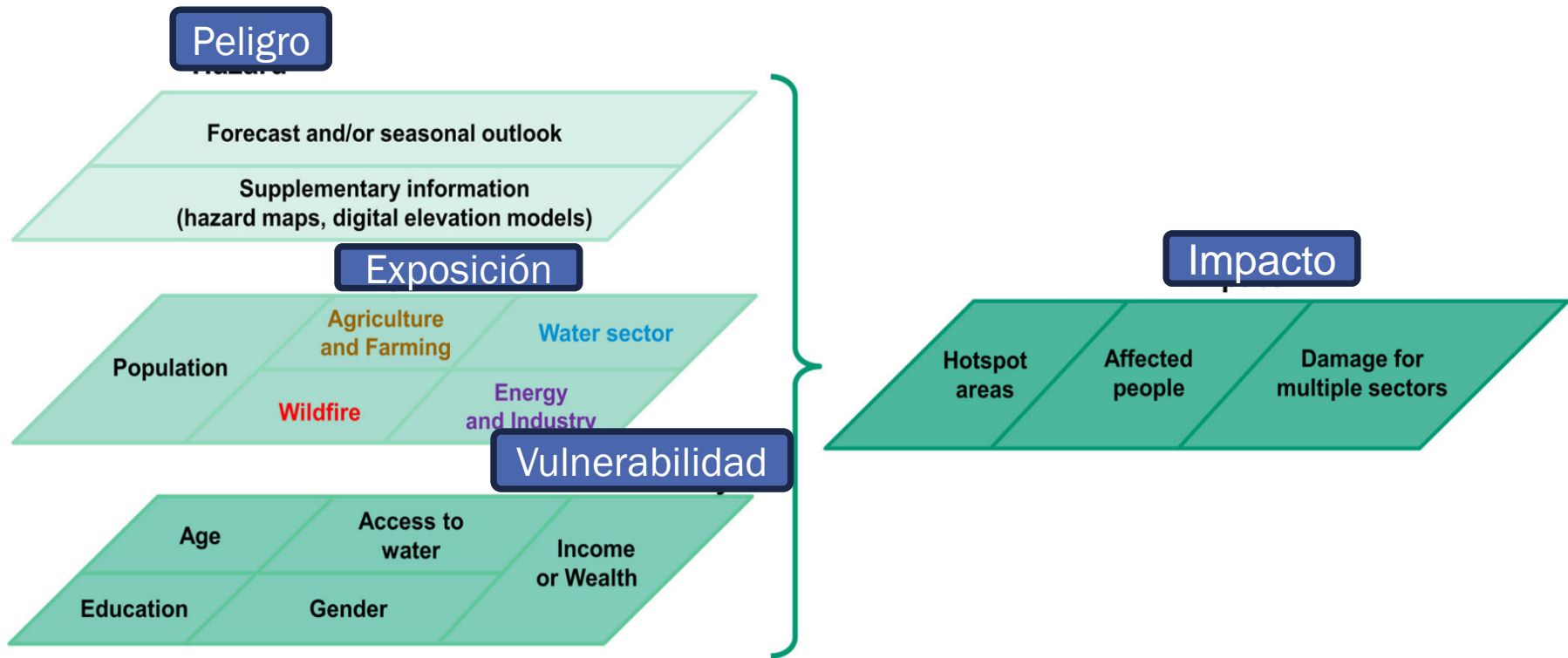
“Qué se podría hacer ..”



[https://Franklin Gothic Book \(Cuerpo\).ly/3Ggtvlg](https://Franklin Gothic Book (Cuerpo).ly/3Ggtvlg)

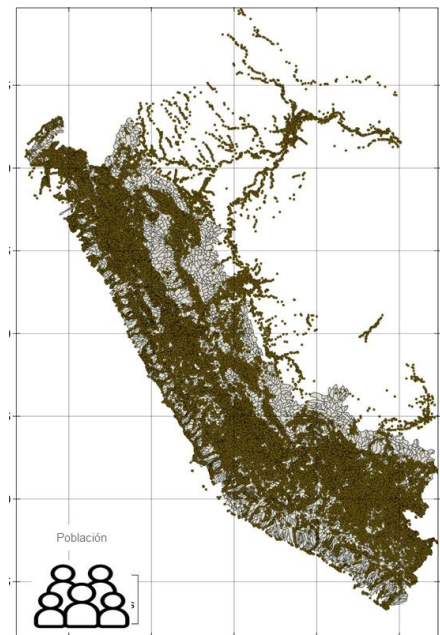
Cortesía Juan Bazo, CRC
CR

Componentes de un Pronóstico basado en impactos (redibujado de UN ESCAP & WMO, 2021)



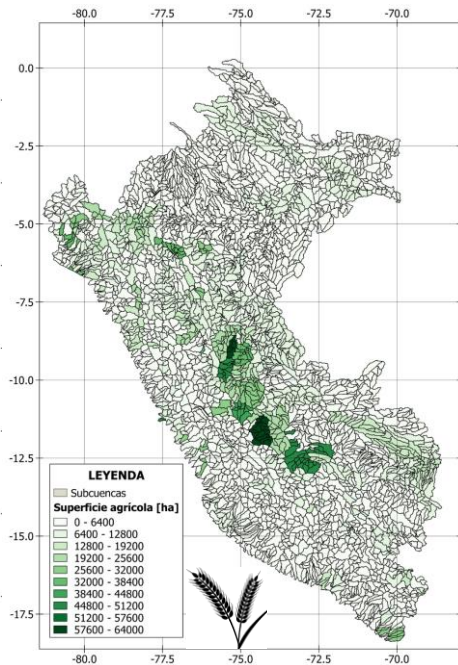
Shyrokaya et al., 2023

EXPOSICION Y VULNERABILIDAD

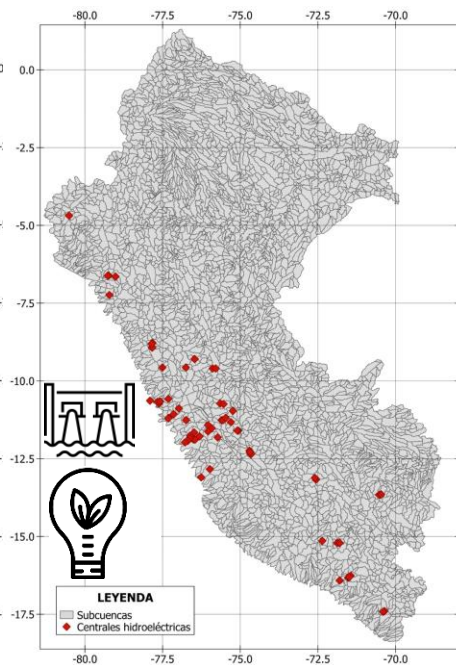


Población

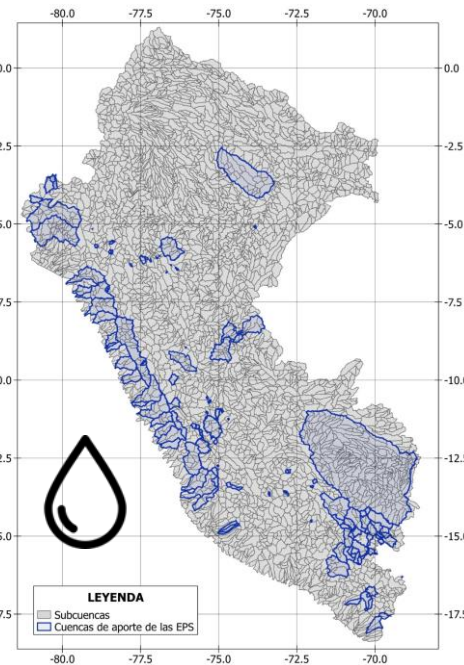
Fuente:
SIGRID
MINAGRI
COES
SUNASS



Superficies agrícolas



Centrales Hidroeléctricas
Potencia efectiva (MW)

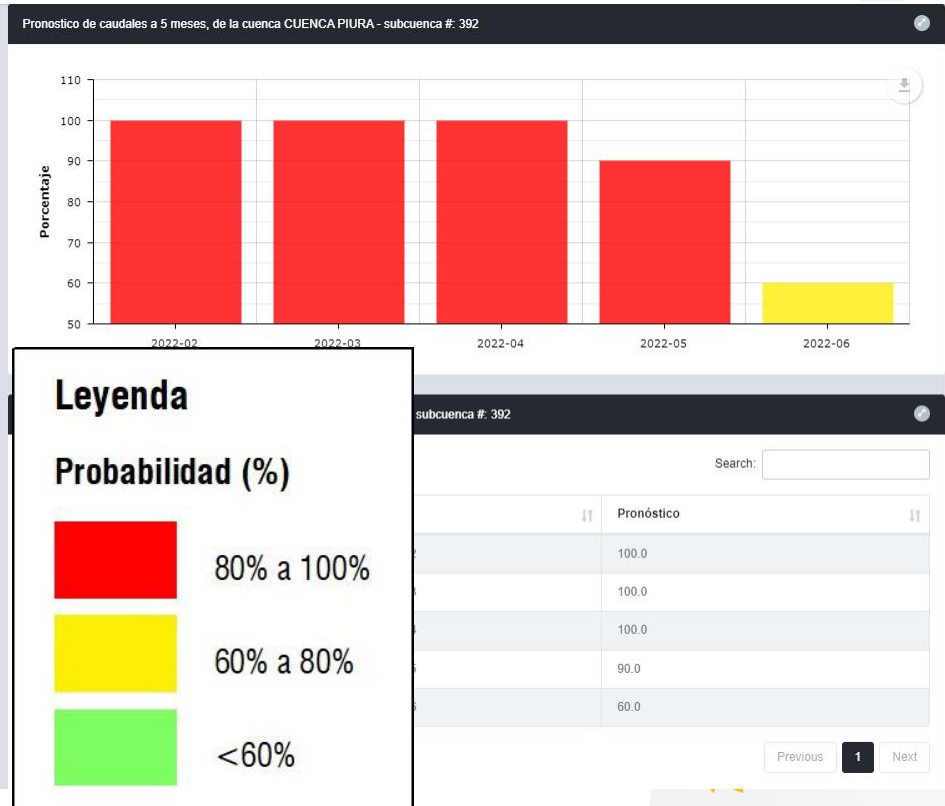
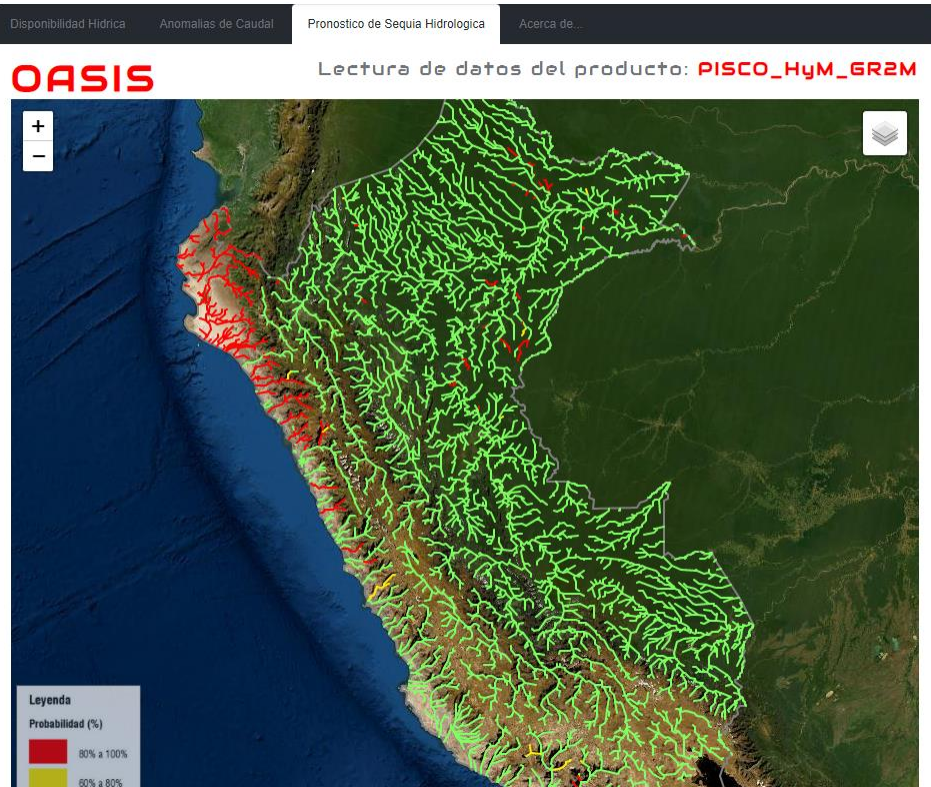


Empresas de Agua Potable
y Alcantarillado (EPS)

3594 subcuencas

Monitoreo de la sequía hidrológica en el Perú: Aportes del SENAMHI para la gestión de recursos hídricos

PORTAL DE OASIS: <https://idesep.senamhi.gob.pe/oasisweb/servicio/data/56/>



Publicaciones:



https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/7024447/6049301-informe-n-02-2024_senamhi-dma-dhi-dam-rev-final-final-25-9-24-lastrev-ff-ff.pdf?v=1727811296



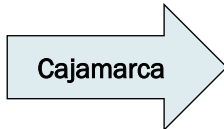
Amazonas

<https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/6030653-condiciones-climaticas-e-hidrologicas-actuales-y-perspectivas-octubre-diciembre-2024-en-amazonas>



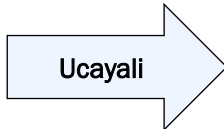
San Martín

<https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/6002045-condiciones-climaticas-e-hidrologicas-actuales-y-perspectivas-en-san-martin-set-nov-2024>



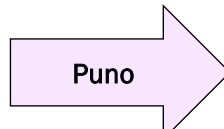
Cajamarca

<https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/6030654-condiciones-climaticas-e-hidrologicas-actuales-y-perspectivas-octubre-diciembre-2024-en-cajamarca>



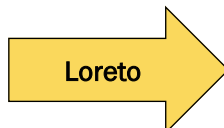
Ucayali

<https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/6015813-condiciones-climaticas-e-hidrologicas-actuales-y-perspectivas-octubre-noviembre-2024-en-ucayali>



Puno

<https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/5951511-analisis-del-comportamiento-de-la-lluvia-caudales-y-niveles-de-agua-en-el-departamento-de-puno-durante-el-ano-hidrologico-2023-2024-y-su-pronostico-para-setiembre-a-noviembre-2024>



Loreto

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6928799/5980298-informe-tecnico-loreto.pdf?v=1726099192>



Cortesía SPC-SENAMHI

Retos y Oportunidades

INDICE INTEGRADO DE SEQUIAS

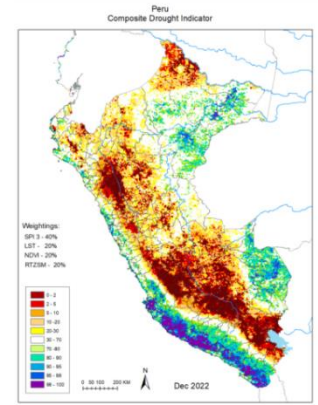
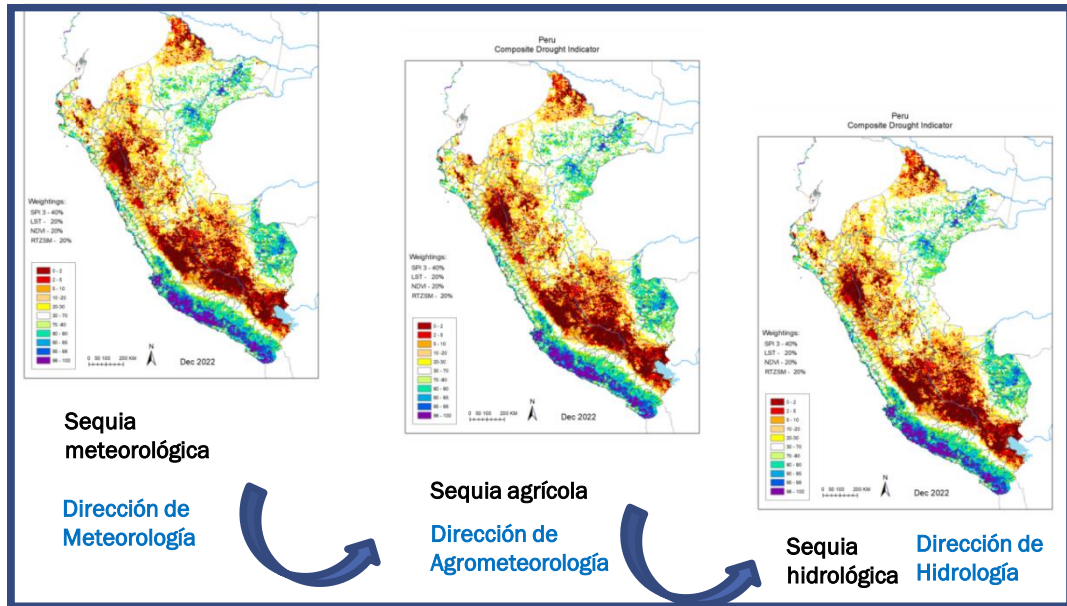


PISCO V 2.1
Precipitación Mensual
Temperatura máxima mensual
Temperatura mínima mensual
Caudales



ACP / Ponderación

Características:
Escala Temporal : Mensual
Resolución Espacial : 10 Km



Indice Integrado de Sequías

Cortesía GTS-SENAMHI



Conclusiones

Conclusiones

- Desarrollo de herramientas y sistemas de monitoreo para evaluar el déficit hídrico en tiempo real es una herramienta de toma de decisión para la gestión del recurso hídrico.
- En el 2024 el SENAMHI ha emitido 8 reportes de condiciones climáticas, agrícolas e hidrológicas contribuyendo a la declaratorias de emergencia regionales y locales.
- Se ha realizado 8 Boletines de sequía hidrológica (2024) para los distintos usuarios y sectores

Gracias
Sofia Endara
sendara@senamhi.gob.pe

