



PERÚ

Ministerio
del Ambiente



Reporte de Condiciones secas y húmedas en el Perú durante el año hidrológico 2019-2020

Elaborado por:

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica: G.Ávalos, K.Correa

Dirección de Hidrología: S. Endara, J. Sosa, W. Lavado

Dirección de Agrometeorología: K. Quevedo, C.Tello, M.Ortega



Octubre 2020

Contenido

I. INTRODUCCIÓN	2
II. OBJETIVOS	2
III. ANÁLISIS DEL AÑO HIDROLÓGICO 2019-2020	2
3.1 METEOROLÓGICO	3
3.1.1 Condiciones pluviométricas	3
3.2 HIDROLÓGICO	9
3.2.1 Condiciones hidrológicas.....	9
3.3 AGRÍCOLA.....	16
3.3.1 Condiciones hídricas en terrenos agrícolas en zonas de secano	16
IV. CONCLUSIONES	32
V. RECOMENDACIONES	33

I. INTRODUCCIÓN

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú-SENAMHI realiza el monitoreo permanente y elabora las perspectivas en el corto y mediano plazo de las condiciones meteorológicas, hidrológicas y agrometeorológicas para el territorio peruano. Información relevante y oportuna para la toma de decisiones de los diferentes usuarios sectoriales, la misma que es generada a través de sus Direcciones de Línea: Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica, Dirección de Hidrología y Dirección de Agrometeorología.

El presente reporte tiene por finalidad evaluar las condiciones secas y húmedas en el año hidrológico 2019-2020 (setiembre-agosto) a nivel nacional mediante el análisis meteorológico, hidrológico y agrícola, para lo cual empleará una serie de indicadores e índices que son estimados y empleados como parte del monitoreo y la vigilancia operativa que realiza el SENAMHI.

En este sentido, habiendo finalizado el año hidrológico 2019-2020 y conforme a las competencias institucionales del SENAMHI en el marco del SINAGERD, se ha visto conveniente elaborar y compartir el presente informe a las Entidades competentes para la toma de acciones en la Gestión del Riesgo ante peligros hidrometeorológicos.

II. OBJETIVOS

- Describir el comportamiento de lluvias durante el año hidrológico 2019-2020.
- Describir el comportamiento de los caudales y volúmenes de agua almacenados en los embalses durante el año hidrológico 2019-2020.
- Describir las condiciones de disponibilidad hídrica para los cultivos de papa y maíz amiláceo durante el año hidrológico 2019-2020.

III. ANÁLISIS DEL AÑO HIDROLÓGICO 2019-2020

A continuación, se presenta el análisis meteorológico, hidrológico y agrometeorológico en base a una serie de indicadores e índices estadísticos estimados a partir de datos provenientes de la red de estaciones meteorológicas e hidrológicas de la red observacional del SENAMHI y de datos

grillados PISCO¹ (Peruvian Interpolated data of SENAMHI's Climatological and Hydrological Observations).

Señalar que debido a la pandemia del COVID-19 y al D.S N°044-2020-PCM emitido por el estado peruano para el cumplimiento del aislamiento social obligatorio, la calidad y continuidad de los registros meteorológicos, hidrológicos y fenológicos de las estaciones del SENAMHI se vieron afectadas, limitando el monitoreo en algunas zonas del país.

3.1 METEOROLÓGICO

3.1.1 Condiciones pluviométricas

3.1.1.1 Índice IPN

El Índice de Precipitación Normal (IPN, por sus siglas en inglés) es una medida de desviación de las precipitaciones a largo plazo más sencillas de calcular. Se toma como “Normal²”, al valor promedio de la precipitación 1981-2010, en un lugar y período prolongado de tiempo. Puede ser calculado para un mes, una temporada o un año. Du et al., 2013 clasifica los valores de IPN según el grado de sequedad o humedad en porcentajes. Para fines prácticos se ha utilizado el siguiente esquema de clasificación de IPN (%) construido en función al déficit de precipitación a impactos en la agricultura (SENAMHI, 2016).

Tabla 1. Categorías del IPN (%) según el grado de sequedad y humedad

Tipo de Sequía	IPN (%)
Extremadamente seco	$-100 < IPN \leq -60$
Moderadamente seco	$-60 < IPN \leq -15$
Normal	$-15 < IPN \leq 15$
Húmedo	$15 < IPN \leq 60$
Muy húmedo	$60 < IPN \leq 100$
Extremadamente Húmedo	$IPN > 100$

El IPN-12 de agosto 2020 (año hidrológico setiembre 2019 a agosto 2020) por unidades hidrográficas (UH) en general presentó condiciones normales a húmedas a nivel nacional. Sólo en las UH perteneciente a la región hidrográfica de pacífico (zona norte) presentaron condiciones secas con anomalías de -100% a -15%. Ver **Mapa 1**.

¹ <http://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SENAMHI/.HSR/.PISCO/index.html?Set-Language=es>

² Normal climatológica: Se definen como los valores medios de los datos climatológicos calculados para periodos consecutivos de 30 años actualizables cada 10 años, siendo el periodo vigente 1981-2010 el utilizado para la vigilancia y monitoreo operativo del clima. Cuando los datos no son continuos se pueden calcular normales ajustadas. OMM-N°49, 2019.

RESUMEN DE PRECIPITACIONES (Setiembre 2019 a Agosto 2020)

IPN DE 12 MESES

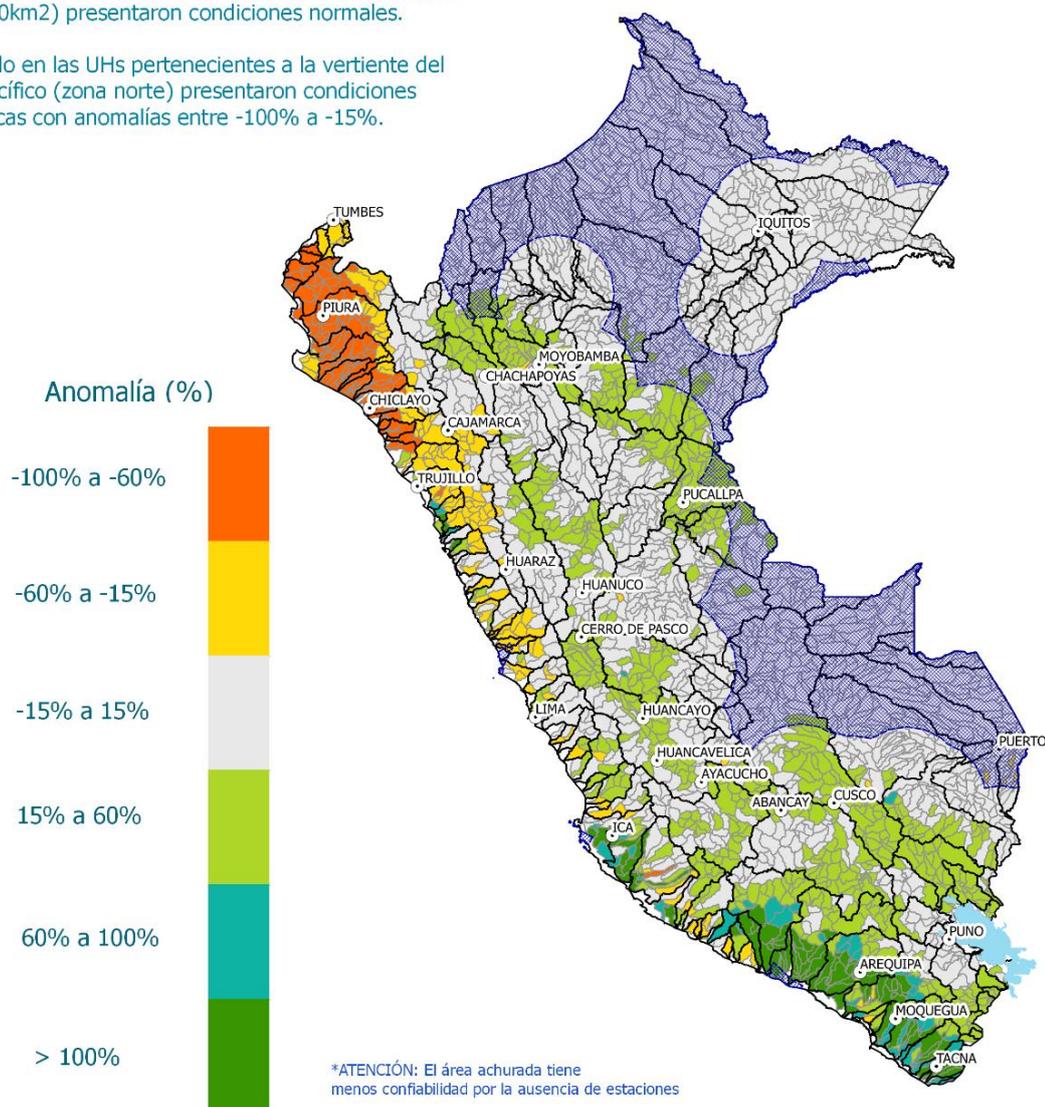
IPN: Índice de precipitación normal



Dirección de
Hidrología

En general, las lluvias acumuladas en el año hidrológico setiembre 2019 a agosto 2020, a escala de unidades hidrográficas (UH) del Perú (cuencas ~ 300km²) presentaron condiciones normales.

Sólo en las UHs pertenecientes a la vertiente del pacífico (zona norte) presentaron condiciones secas con anomalías entre -100% a -15%.



Basado en el Producto PISCOpm V2.1
Para más detalle ver:
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=observacion-de-inundaciones>
<https://www.senamhi.gob.pe/?p=sequias>

Más información
[wlvavado@senamhi.gob.pe](mailto:wlavado@senamhi.gob.pe) / ofelipe@senamhi.gob.pe

Mapa 1. IPN-12, año hidrológico SET 2019-AGO2020/PISCO-SENAMHI

Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=sequias>

3.1.1.2 Índice SPI

El SPI (Standardized Precipitation Index, por sus siglas en inglés)³, es uno de los principales productos de la vigilancia del clima listado en las Directrices de la Organización Meteorológica Mundial que permite vigilar las precipitaciones, ya sea en términos de lluvias intensas o deficiencias que pueden provocar sequías o inundaciones. Permite comparar la “inhabitualidad” de las precipitaciones en estaciones de zonas climáticas diferentes dentro de un país y entre países, donde la media y la variabilidad de las precipitaciones podrían diferir sustancialmente (OMM N°1204, 2017)⁴. Este índice constituye un punto de partida para la vigilancia de las sequías meteorológicas⁵ (OMM N°1173, 2016)⁶.

Tabla 1. Valores del SPI (McKee, 1993).

Intensidad	Categoría
>=+2	Extremadamente Húmedo
1.5 a 1.99	Muy Húmedo
1.0 a 1.49	Moderadamente Húmedo
-0.99 a +0.99	Normal
-1.0 a -1.49	Moderadamente Seco
-1.5 a -1.99	Severamente Seco
<=-2.0	Extremadamente Seco

La estimación de este índice a nivel nacional para el año hidrológico 2019-2020, indica que según el SPI-12 de agosto 2020 2020 (año hidrológico setiembre 2019 a agosto 2020) prevalecieron condiciones normales a extremadamente húmedas, concentrándose los excesos de lluvias principalmente en San Martín, Huánuco, Ucayali, Pasco, Junín, Cusco, Puno y Arequipa entre muy húmedas a extremadamente húmedas. Ver **Mapa 2**.

³ OMM-N° 1090 Índice normalizado de precipitación/Guía del usuario. 2012

https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO_standardized_precipitation_index_user_guide_es_2012.pdf

OMM-N° 1173 Manual de indicadores e índices de sequía. 2016

https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO-GWP_Manual-de-indicadores_2016

⁴ https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=4215

⁵ Déficit de precipitación que se alcanza durante un periodo previamente determinado y puede dar origen a las sequías agrícolas, hidrológicas y socioeconómicas (OMM-N°1006, 2006).

⁶ https://www.droughtmanagement.info/literature/WMO-GWP_Manual-de-indicadores_2016



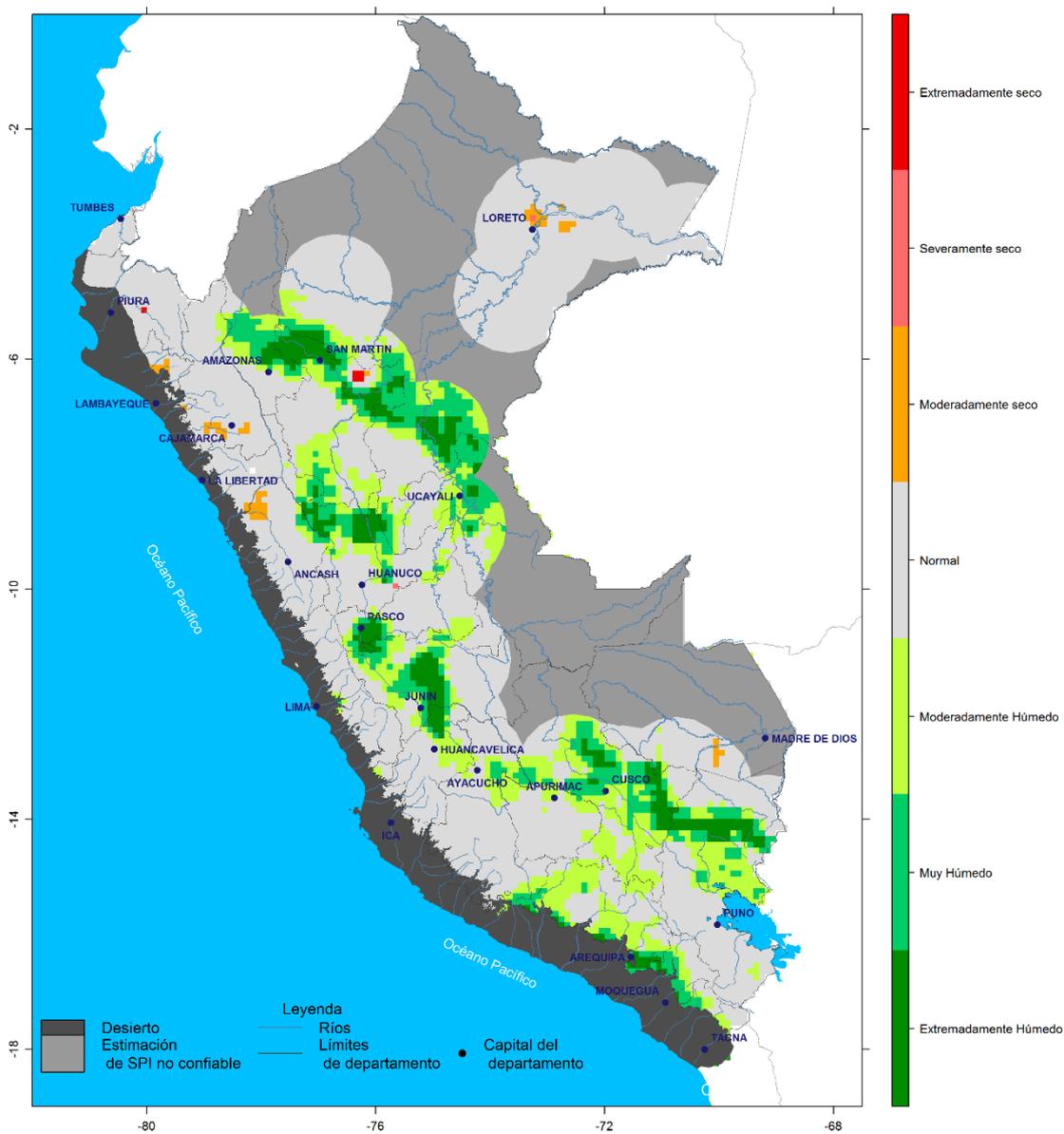
PERÚ

Ministerio del Ambiente



MONITOREO DE SEQUÍAS EN EL PERÚ

Índice Estandarizado de Precipitación (SPI - 12 meses) Agosto 2020



Mapa 2. IPN-12, año hidrológico SET 2019- AGO 2020/PISCO-SENAMHI

Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=sequias>

VERANO 2020

En gran parte del territorio nacional, las lluvias presentan un comportamiento estacional; es decir, los mayores acumulados de lluvias se concentran en la estación de verano (diciembre a marzo), representando aproximadamente 70% a 80% del acumulado anual, meses en los cuales las lluvias se caracterizan por ser muy frecuentes e intensas, y de no seguir este patrón, pueden suscitarse deficiencias sistemáticas de lluvias, conllevando a la ocurrencia de sequías.

Las condiciones más resaltantes en nuestro país durante los meses más lluviosos, es decir, entre enero a marzo del 2020, fueron los déficits de lluvias de -15% a -60% y -60% a -100% en el tercio norte y centro occidental; y los excesos de lluvias de +60% a +150% en el tercio suroccidental, registrándose récords de acumulados diarios en la costa sur (Camaná (Arequipa – 32,4 mm/día), Copara (Ica – 17,3 mm/día) y Jorge Basadre (Tacna – 23,8 mm/día)). Así mismo, entre los patrones atmosféricos que modularon el comportamiento de lluvias observado en el verano 2020, se tiene la posición y amplitud de la Alta de Bolivia (AB)⁷ y el alto contenido de humedad atmosférica favorecieron la ocurrencia de lluvias en el tercio sur; no obstante, al estar la AB desplazada al sur de su posición habitual, condicionó un patrón anómalo de vientos del oeste en niveles medios⁸ y altos⁹ de la atmósfera sobre el tercio norte, limitando la activación de lluvias.

Para más detalles de lo acontecido durante el periodo lluvioso 2019-2020, se puede revisar el **Informe Técnico: “Periodo Lluvioso 2019/2020 a nivel nacional”**, el mismo que ha sido elaborado por la Subdirección de Predicción Climática (SPC) de la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica (DMA) del SENAMHI y se encuentra publicado la página web institucional:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1325635/INFORME-LLUVIAS-2019-2020%20FINAL-29-09-2020v2.pdf>

Finalmente, indicar que como parte del monitoreo continuo del clima y la provisión oportuna de productos y/o servicios climáticos que realiza el SENAMHI, en los meses de verano se difundieron boletines, reportes técnicos, informes técnicos, notas de prensa y se brindó el servicio de “Foros Climáticos Virtuales de Condiciones Secas y Húmedas” a los usuarios del sector agua de la

⁷ Circulación antihoraria del aire en niveles altos de la atmósfera (desde 8 a 14 km de altitud). Se manifiesta principalmente en el verano e incentiva lluvias en la sierra y selva peruana.

⁸ Altura desde aproximadamente 4 000 a 6 000 metros.

⁹ Altura desde aproximadamente 7 000 a 18 000 metros.

Autoridad Nacional del Agua (ANA) a través de sus Unidades Administrativas y Locales (ALAs y AAAs). En ese sentido, entre los reportes e informes técnicos emitidos, se tienen los siguientes:

Tabla 3. Reportes e Informes Técnicos de deficiencias de lluvias y lluvias intensas.

N°	Título	Disponible	Contexto	Declaratoria de Emergencia
1	"Condiciones secas en la zona norte del Perú durante Enero y Febrero 2020"	https://www.senamhi.gob.pe/loa/file/02662SENA-3.pdf	Deficiencia de Lluvias	
2	"Condiciones secas en la zona norte del Perú durante Enero, Febrero y Marzo 2020"	https://www.senamhi.gob.pe/loa/file/02662SENA-4.pdf	Deficiencia de Lluvias	Si Solicitado por el MINAM
3	"Condiciones deficitarias en la cuenca Chicama durante el año hidrológico 2019-2020"	https://www.senamhi.gob.pe/loa/file/02662SENA-5.pdf	Deficiencia de Lluvias	Si Solicitado por el MINAM
4	"Situación sinóptica en la sierra y costa sur durante enero y febrero 2020"	https://www.senamhi.gob.pe/loa/file/01403SENA-31.pdf	Lluvias intensas	
5	Análisis de las condiciones atmosféricas actuales y perspectiva de precipitaciones para la zona sur del país"	https://www.senamhi.gob.pe/loa/file/01403SENA-32.pdf	Lluvias intensas	
6	"Condiciones secas en costa y sierra norte del Perú (enero-agosto 2020) y perspectivas hasta el verano 2021"	https://www.senamhi.gob.pe/loa/file/02662SENA-6.pdf	Deficiencia de Lluvias	

Cabe resaltar que los reportes técnicos "Condiciones secas en la zona norte del Perú durante Enero, Febrero y Marzo 2020" y "Condiciones deficitarias en la cuenca Chicama durante el año hidrológico 2019-2020" fueron elaborados por el SENAMHI a solicitud del Ministerio del Ambiente (MINAM) para dar opinión técnica sobre Declaratoria de Emergencia por afectación a la disponibilidad del recurso hídrico.

3.2 HIDROLÓGICO

3.2.1 Condiciones hidrológicas

El comportamiento de los caudales y niveles de agua se caracterizan por presentar durante junio a noviembre tendencia descendente en la región hidrográfica del Pacífico y Titicaca, a excepción de los ríos de la región hidrográfica del Amazonas zona norte, debido a que presentan dos periodos de máximos entre marzo y abril y entre noviembre y diciembre.

3.2.1.1 Anomalía de caudal mensual

El Índice de Anomalía de Caudal (AC) es una medida de desviación de caudales a largo plazo. Se toma como “Normal”, al valor promedio de caudal (período de 20 o 30 años), en un lugar y período prolongado de tiempo. Puede ser calculado para un mes, una temporada o un año. Se clasifica los valores de AC según condiciones bajas o superior a su normal en porcentajes. Para fines prácticos se ha utilizado el siguiente esquema de clasificación de AC (%) construido por criterio adoptado por La Dirección de Hidrología del SENAMHI luego de un consenso a nivel de profesionales.

Tabla 4. Categorías del AC (%)

Tipo de Sequía	AC (%)
Muy debajo de lo normal	$-100 < AC \leq -50$
Debajo lo normal	$-50 < AC \leq -25$
Normal	$-25 < AC \leq 25$
Sobre lo normal	$25 < AC \leq 50$
Muy sobre lo normal	$50 < AC \leq 100$
Alto	$AC > 100$

En la Tabla 5 los caudales promedio mensual de junio a setiembre 2020 registrados en ríos de la Región Hidrográfica del Pacífico (RHP), Región hidrográfica del Amazonas (RHA) y Región Hidrográfica del Titicaca (RHT), se hace énfasis en el comportamiento de los últimos 4 meses. Al respecto, en el Pacífico norte se registró un comportamiento muy por debajo de lo “normal”, evidenciado con anomalías negativas entre -2% y -95% respecto a su promedio histórico del mismo mes. Asimismo, en la Figuras de 1 a 5 se muestra los niveles y caudales diarios de los ríos de las RHP, RHT y RHA para el año hidrológico 2019-2020.

Tabla 5. Evolución de caudales diarios de Setiembre 2019 a Agosto 2020

REGION HIDROGRAFICA	ZONA	DEPARTAMENT O	RÍO	ESTACION	UNIDAD	CAUDAL (m3/s) - NIVEL (m)												ANOMALIA AÑO H. 19-20	TENDENCIA Set19 - Ago20	UMBRAL ROJO (m3/s) - (m)
						Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Ene-20	Feb-20	Mar-20	Abr-20	May-20	Jun-20	Jul-20	Ago-20			
Pacífico	Norte	Tumbes	Tumbes	El Tigre	m3/s	14.73	14.92	21.60	57.62	85.86	139.17	170.68	134.20	88.36	61.57	36.50	22.77	-32%	↓	1000
		Piura	Chira	El Círculo	m3/s	12.28	24.39	26.93	83.00	103.92	134.49	125.40	163.17	118.70	60.82	40.86	14.41	-27%	↓	900
		Lambayeque	Chancay-Lambayeque	Racarumi	m3/s	3.97	11.96	35.64	51.67	25.41	18.12	44.72	78.08	40.26	18.17	21.37	8.14	-14%	↔	500
		La Libertad	Chicama	Salinar	m3/s	1.41	2.47	5.80	28.55	22.54	23.04	40.74	34.90	13.52	3.26	0.79	0.32	-45%	↓	340
		Cajamarca	Jequetepeque	Yonan	m3/s	0.90	4.82	12.98	40.69	18.81	15.52	27.40	33.06	13.25	4.06	2.73	1.06	-48%	↓	720
	Centro	Lima	Chancay-Huaral	Sto. Domingo	m3/s	7.30	7.06	8.16	20.43	16.94	32.40	24.87	20.58	16.49	7.40	6.58	6.59	-7%	↔	140
			Chillón	Obrajillo	m3/s	1.57	1.47	2.03	8.57	4.96	9.49	7.99	5.11	4.17	1.76	1.62	1.65	-17%	↓	40
			Rímac	Chosica	m3/s	21.20	21.83	23.33	34.18	33.10	45.61	43.12	30.34	25.18	19.89	20.61	20.57	-10%	↔	120
			Mala	La Capilla	m3/s	0.95	1.05	3.42	26.57	17.72	35.36	39.67	20.78	6.96	1.69	1.02	0.92	-20%	↓	110
	Sur	Arequipa	Ocoña	Ocoña	m3/s	35.29	32.75	35.14	50.31	128.85	347.21	332.49	129.90	66.22	55.59	46.81	42.71	12%	↔	580
			Camaná	Huatiapa	m3/s	24.26	22.55	23.06	22.47	84.26	294.35	s/d	s/d	s/d	38.21	33.95	30.73	-15%	↔	400
		Tacna	Sama	Coruca	m3/s	1.08	1.44	1.46	1.51	5.09	9.23	10.19	4.55	3.17	1.92	1.39	1.17	49%	↑	20
Titicaca	Puno	Ramis	Pte.Carretera	m3/s	6.38	5.61	20.42	57.72	192.45	352.11	254.11	105.39	47.34	21.54	14.00	9.53	27%	↑	465	
		Ilave	Ilave	m3/s	6.23	4.79	8.37	6.45	52.38	237.42	119.53	51.17	13.72	6.29	5.92	5.58	42%	↑	700	
		Huancané	Huancané	m3/s	1.62	2.83	4.55	8.15	30.36	79.01	s/d	s/d	s/d	s/d	2.42	1.94	-6%	↔	145	
Amazonas	Norte	San Martín	Huallaga	Huayabamba	m	8.57	9.23	9.65	10.12	9.66	9.59	9.77	9.55	9.36	8.79	8.79	8.39	-0.0215	↔	12.4
				Tocache	m	0.66	1.70	2.40	4.38	3.67	3.68	3.51	2.91	2.02	1.33	1.30	0.68	0.07	↔	5.3
	Centro	Huánuco	Tingo María	m	0.85	1.40	1.73	1.80	2.29	2.44	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	0.037	↔	4.6	
	Sur	Apurímac	Apurímac	Pte. Cunyac	m3/s	59.59	60.13	109.43	244.25	410.51	791.45	630.69	290.74	159.13	97.29	78.30	65.88	0%	↔	1500
		Cusco	Vilcanota	Pisac	m3/s	25.66	27.41	63.56	137.48	180.60	274.13	222.18	110.21	54.39	35.80	27.70	26.42	56%	↑	320

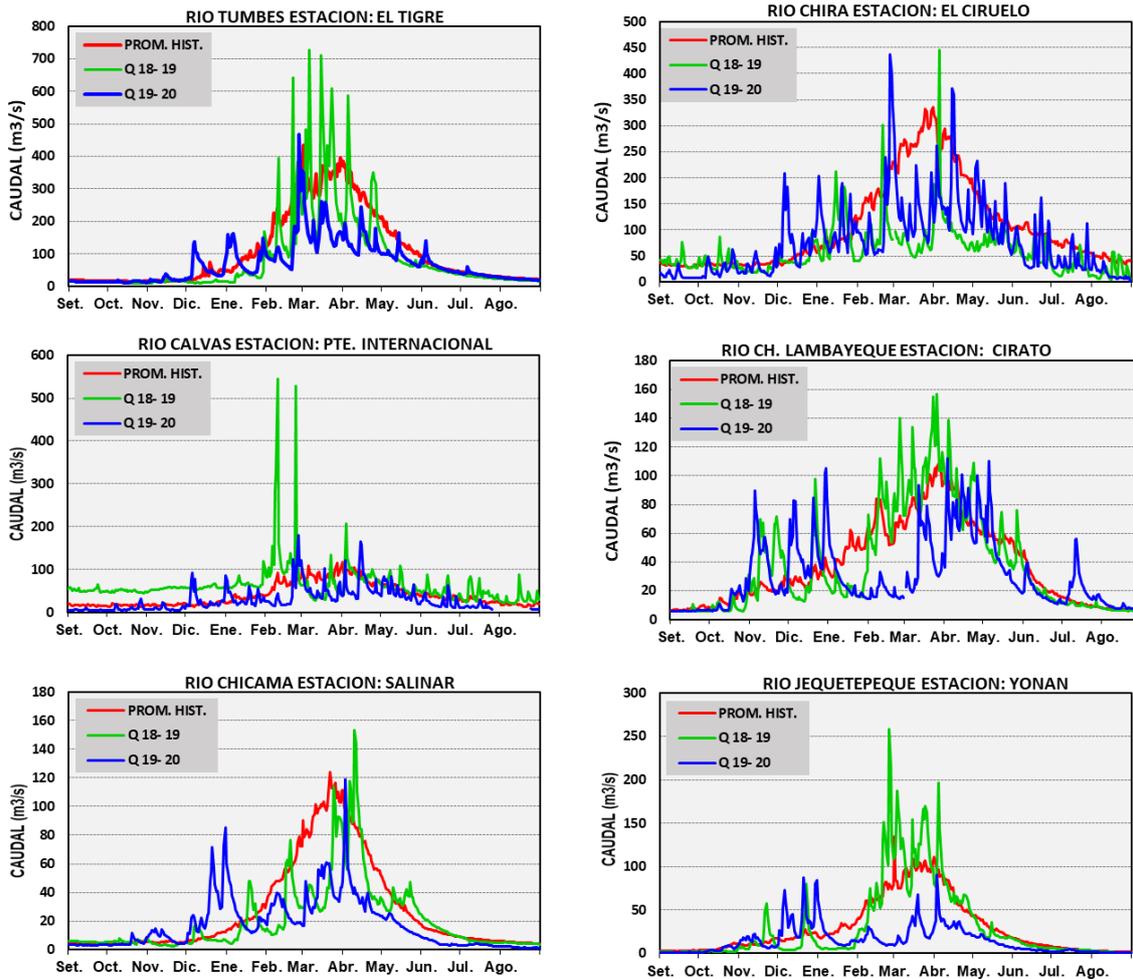


Figura 1. Caudales de los ríos Región Hidrográfica del Pacífico - zona norte.

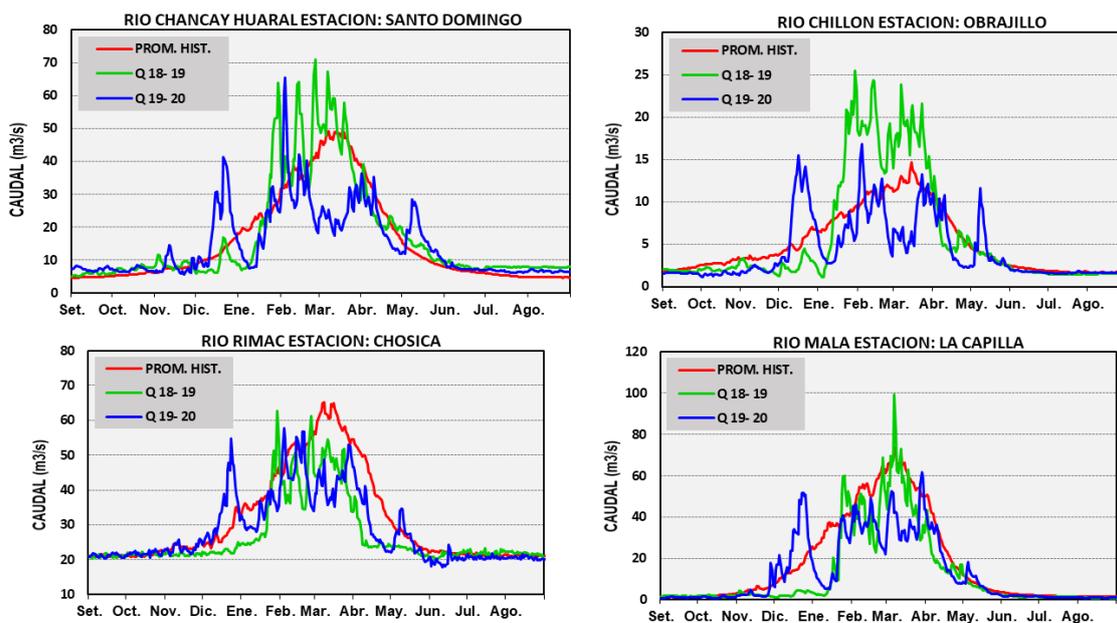


Figura 2. Caudales de los ríos Región Hidrográfica del Pacífico - zona centro.

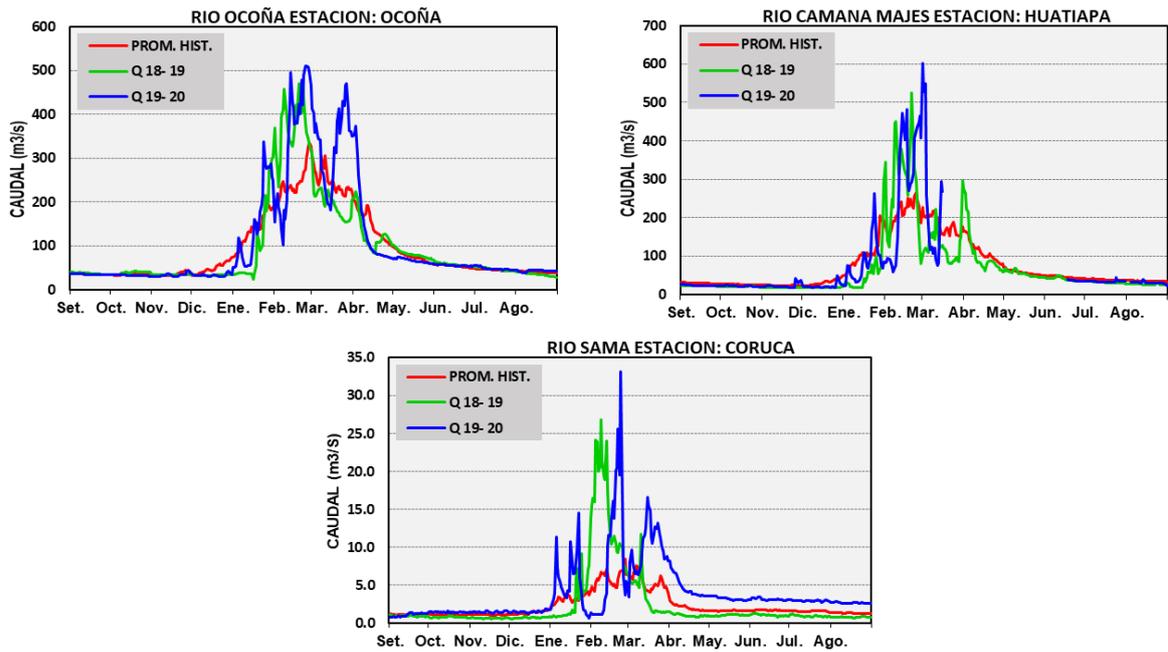


Figura 3. Caudales de los ríos Región Hidrográfica del Pacífico - zona sur.

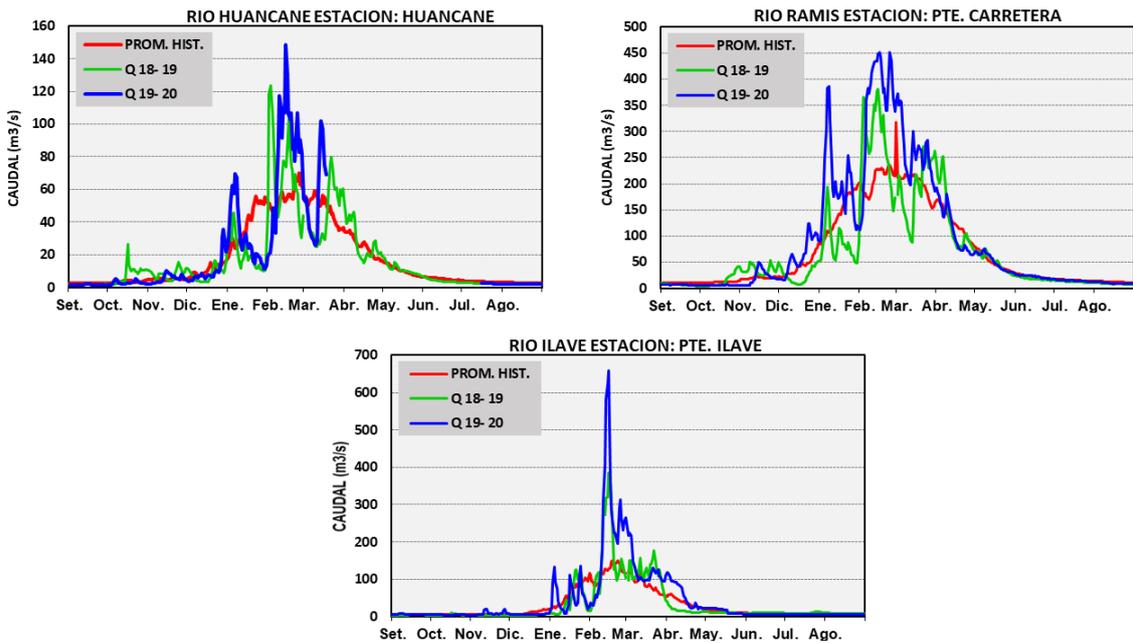


Figura 4. Caudales de los ríos Región Hidrográfica del Titicaca.

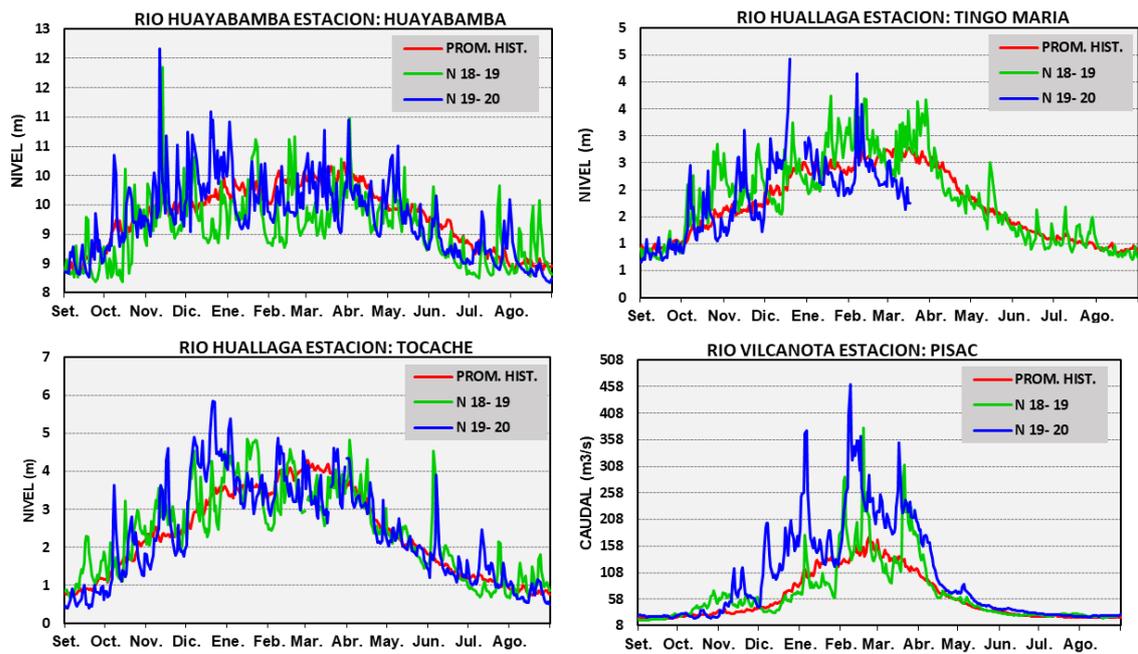
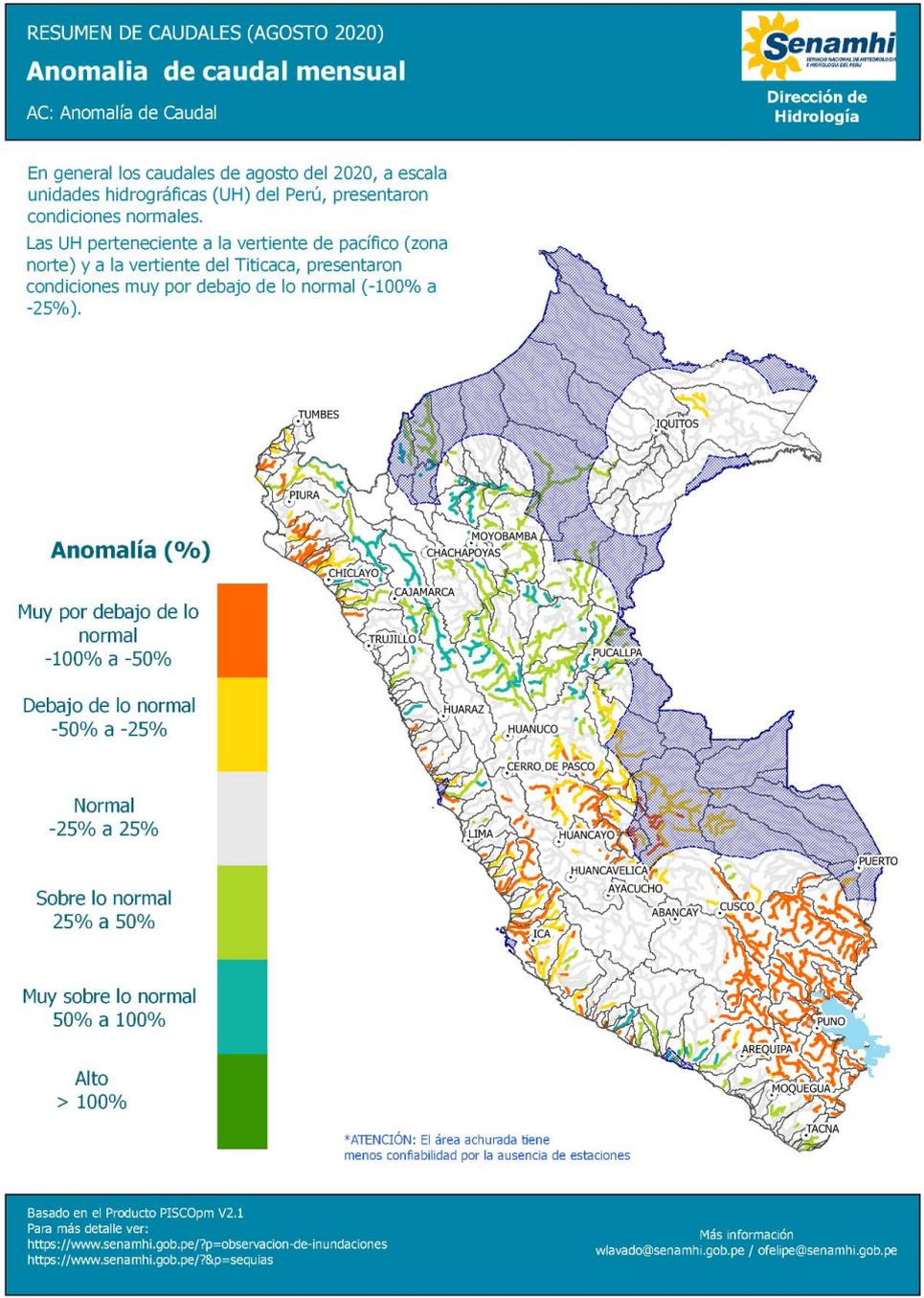


Figura 5. Caudales de los ríos Región Hidrográfica del Amazonas.

Respecto a las anomalías de caudales mensuales a nivel nacional a escala de unidades hidrográficas (UH) presentaron condiciones “debajo de lo normal” y “muy debajo de lo normal” en las RHP (norte y centro) y RHT con anomalías negativas de -100% a -25%. Mientras, en la RHA (zona norte) presentó anomalías positivas (25% a 100%) “sobre lo normal”.



Mapa 3. Anomalia de caudal mensual para año hidrológico 2019-2020. Los caudales mensuales son obtenidos de una simulación con el modelo hidrológico GR2M
 Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-82.pdf>

3.2.1.2 Volúmenes de agua almacenados en embalses

Las represas de la zona norte registraron volumen acumulado en el orden 33 a 80 % de la capacidad útil de almacenamiento lo cual representa una limitada disponibilidad hídrica a Agosto 2020. En la zona centro el Sistema de Lagunas Rímac finalizó el periodo con un volumen total almacenado de 79% (284,0 MMC), lo que indica una buena disponibilidad del recurso hídrico considerando las demandas presentes en la cuenca del Rímac. En la zona sur, aún se ve favorecida la acumulación de volúmenes total almacenado de agua alcanzando volúmenes entre 60 a 100 % de sus capacidades útiles (<https://www.senamhi.gob.pe/load/file/02609SENA-110.pdf>).

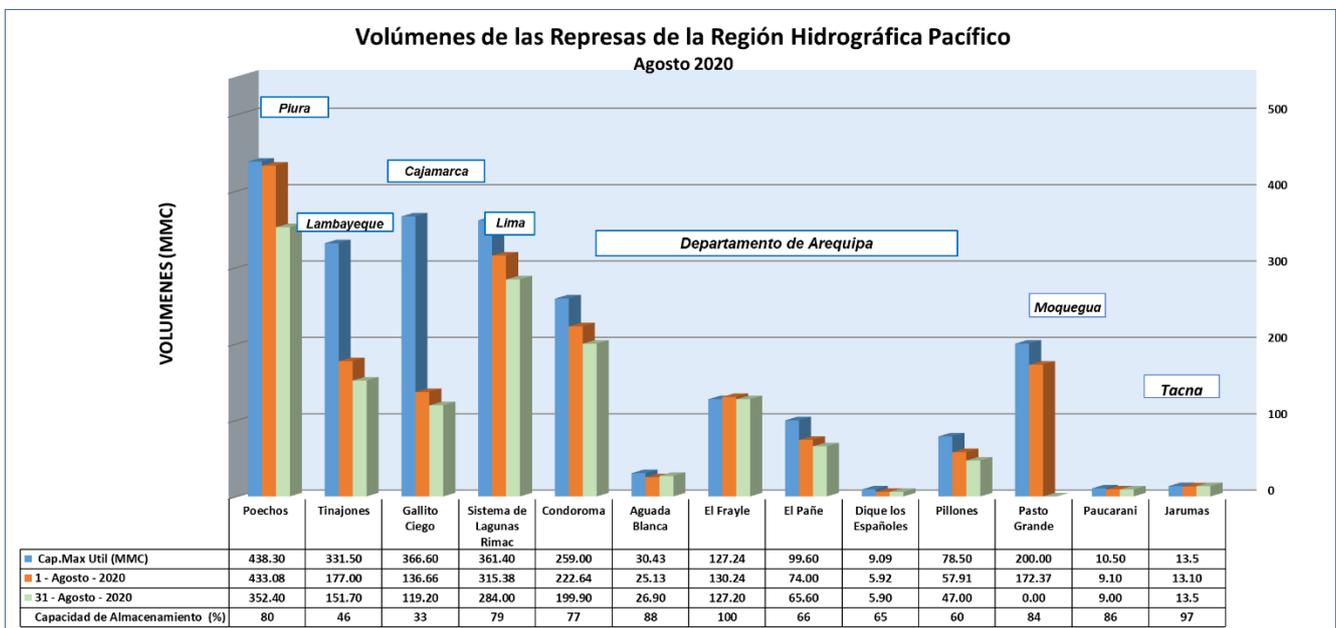


Figura 6. Volúmenes de las Represas en la Región Hidrográfica del Pacífico- Agosto 2020

Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=boletines>

3.3 AGRÍCOLA

3.3.1 Condiciones hídricas en terrenos agrícolas en zonas de secano

A continuación, se hace un análisis a nivel nacional de las condiciones hídricas para dos de los cultivos de mayor extensión en el país, maíz amiláceo y papa blanca, mediante el índice WRSI (Water Requirements Satisfaction Index); y mediante estimación de deficiencias y excesos hídricos, basándonos en el balance hídrico agrícola.

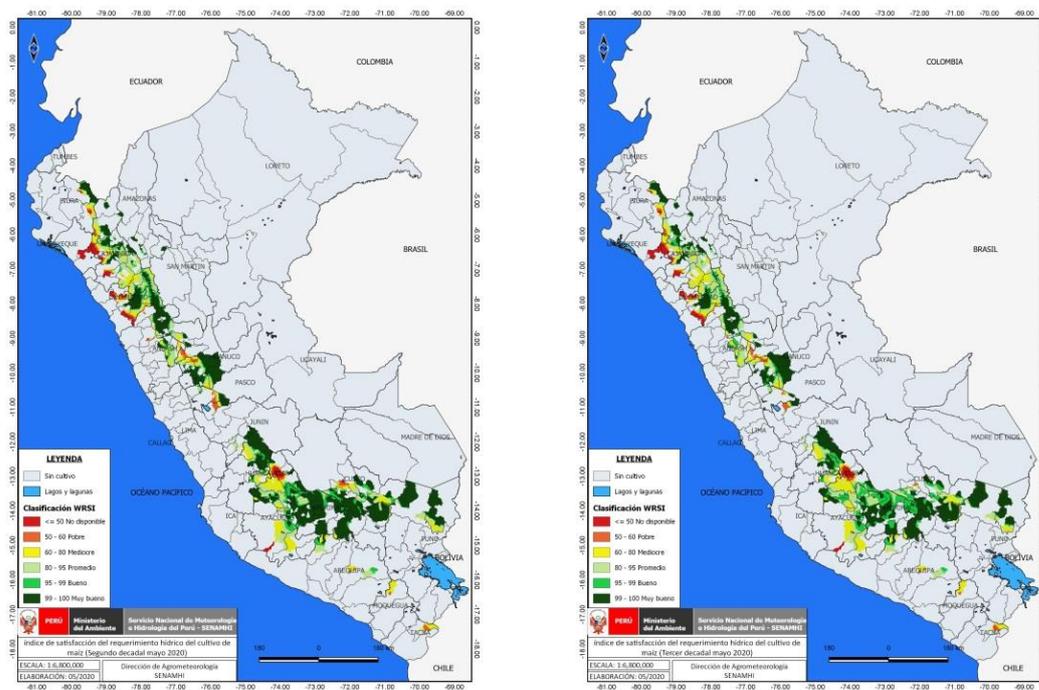
El WRSI, es un indicador del desarrollo del cultivo basado en la disponibilidad de agua durante su periodo de crecimiento (FAO); considera la relación entre el abastecimiento (precipitación) y demanda de agua (evapotranspiración) que el cultivo experimenta durante su desarrollo hasta la cosecha mediante el uso de apropiados coeficientes de cultivo (Kc) y la capacidad de retención de agua por los suelos. Una de las características de este índice es que es acumulativo, es decir los resultados mostrados a fines de campaña muestran el resultado final de las condiciones hídricas generadas durante todo el desarrollo de crecimiento del cultivo, entendiéndose que las coloraciones de amarillo a rojo (mediocre, pobre y no disponible) están relacionados con una disminución en el rendimiento, de menor a mayor impacto, y coloraciones verdes (promedio, bueno y muy bueno) rendimientos finales dentro de lo normal a superiores.

Para la estimación del periodo de crecimiento del cultivo se utilizaron las fechas de siembra obtenidas de la base de datos de intenciones de siembra de MINAGRI, a nivel distrital; del mismo modo, las delimitaciones de las áreas agrícolas provienen de MINAGRI. Es necesario indicar también, que las figuras 7 y 8 muestran los últimos decadiarios correspondientes al periodo de cosecha, y conforme culmina la campaña agrícola en los distritos las áreas de cultivo van no mostrándose en el mapa, significando que dichos terrenos se encuentran en descanso.

3.3.1.1 Cultivo de maíz amiláceo

A continuación, se muestra el comportamiento temporal del WRSI de la campaña agrícola 2019-2020; el cual corresponde a los decadiarios finales de la campaña 14 al 17 (2do decadal de mayo a 2do decadal de junio) que muestran el resumen de lo acontecido durante todo del desarrollo de crecimiento del cultivo (Figura 9). Los resultados del índice muestran valores menores progresivos, con énfasis en la sierra sur, departamentos de Ayacucho y Apurímac; y en la sierra norte del país, zona occidental de los departamentos de Piura, Lambayeque, La Libertad y Cajamarca. Estas regiones, presentan los umbrales más bajos del índice, de mediocre a pobre, por lo cual es probable que los rendimientos se hayan visto afectados, salvo en aquellas zonas donde tienen acceso a riego complementario.

Entre las zonas donde el índice refleja suficiente cantidad hídrica, están las que vinculan los departamentos de Cusco y Apurímac, Huancavelica y Junín, zona oriental de La Libertad, entre otros, en coloración verde oscuro.



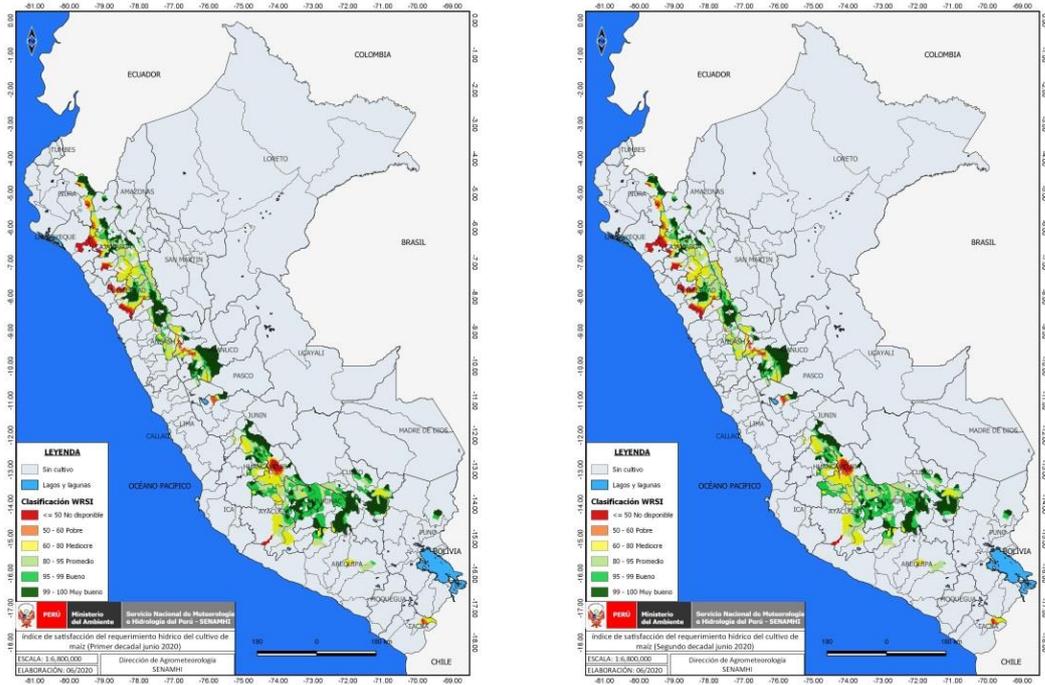


Figura 9. Desde el mapa superior izquierdo hacia la derecha: WRSI de la 2da década de mayo a 2da década de junio para el cultivo de maíz amiláceo en la sierra.

De acuerdo a los requerimientos climáticos del cultivo (Figura 10), se muestra que las etapas más sensibles al déficit hídrico se presentan desde la germinación hasta la fase de espiga, por tanto, se analizan de manera particular los excesos y déficit de humedad presentado entre la 1era década de setiembre hasta el mes de enero del 2020, periodo en donde la mayoría de hectáreas sembradas llegan a cruzar la fase de espiga.

Periodo Fenológico	Crecimiento Vegetativo								
	Crecimiento reproductivos				Maduración				
Parte aérea	Germinación	Emergencia (1)	Desarrollo de hojas (2)	Panojamiento (3)	Espigamiento (4)	Maduración lechoso (5)	Maduración pastosa (6)	Maduración Cornea (7)	Senescencia
Parte radicular		Brotaamiento de raíces	Desarrollo y crecimiento de raíces						
Ocurrencia de la fase (dds) ¹		10 - 15	90 - 100	100 - 115	115 - 135	135 - 160	160 - 190		190 - 225
Temperatura Óptima	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 21°C	15°C a 25°C	15°C a 20°C	15°C a 20°C		15°C a 20°C
Temperatura Crítica	< 10°C a 30°C >	< 10°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 7°C a 30°C >	< 7°C a 30°C >	< 7°C a 30°C >	< 7°C a 30°C >		< 7°C a 30°C >
Humedad óptima	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%		60% - 80%
Déficit hídrico	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Tolerante	Tolerante		Tolerante

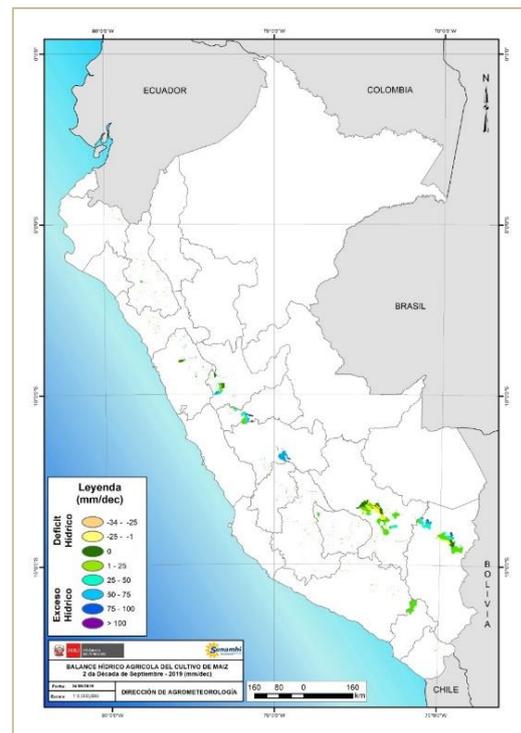
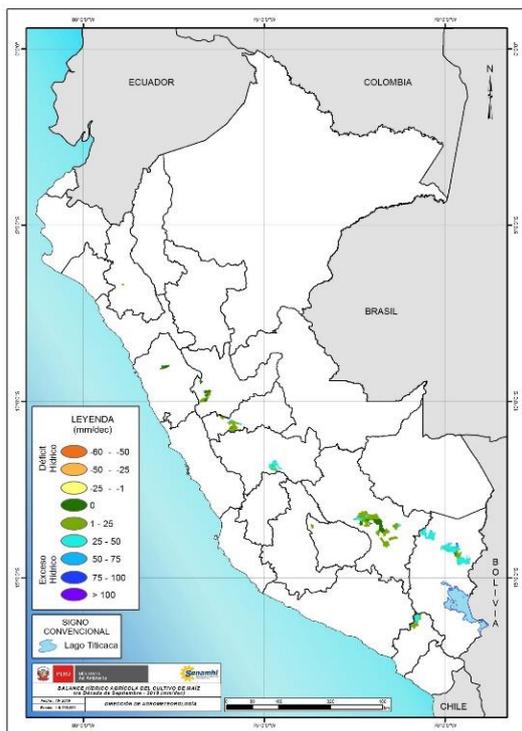
¹dds: días después de la siembra

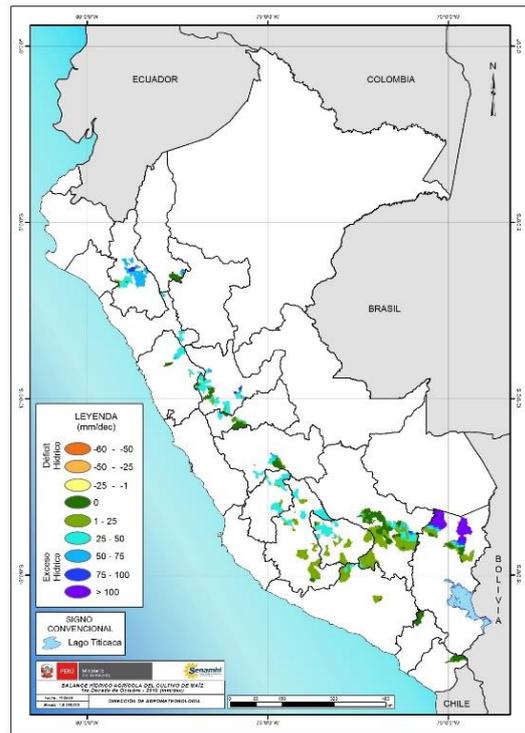
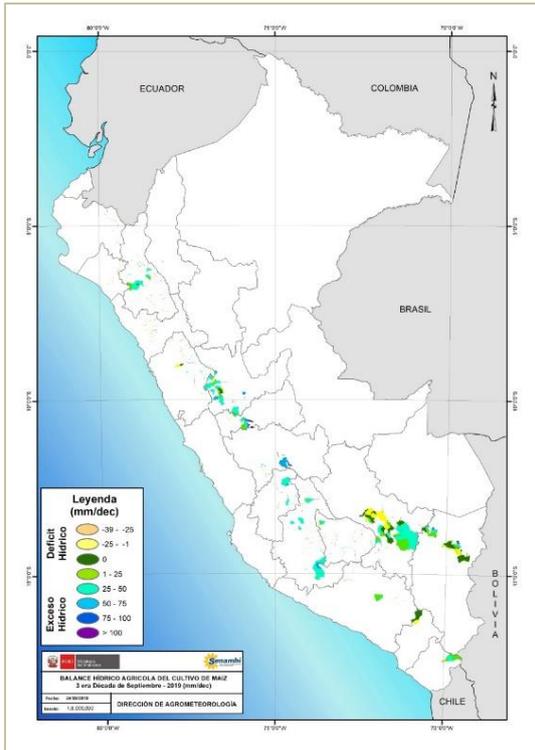
Fuente: SENAMHI-DA
Elaboración: MINAGRI-DGPA-DEEIA

Figura 10. Requerimientos climáticos del cultivo de maíz amiláceo

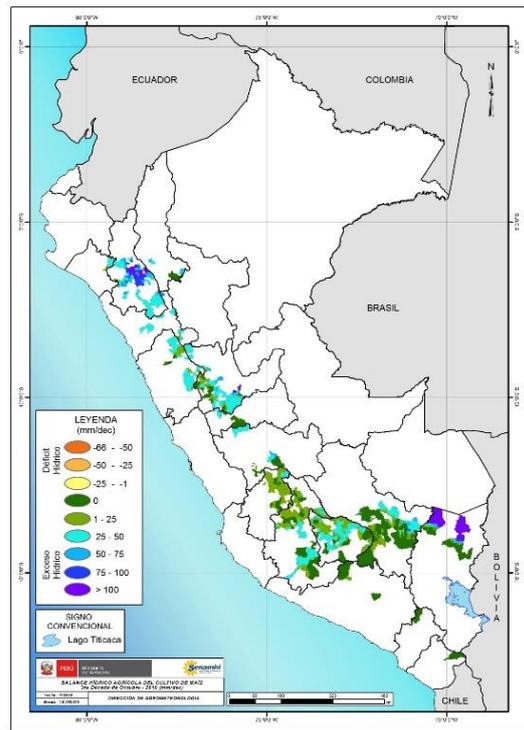
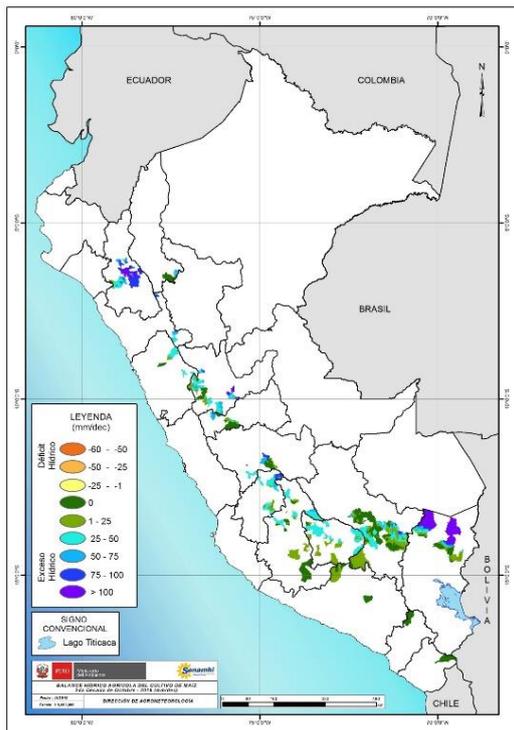
Según se observa en la Figura 11, al inicio de la campaña agrícola (fines del mes de octubre), en los departamentos de Lambayeque, La libertad y Cajamarca, se presentaron condiciones adecuadas de humedad para el cultivo de maíz amiláceo, los cuales se mantuvieron hasta 3era década de diciembre. A partir de la 1ra y 2da década de enero, se observa en la sierra de Lambayeque las primeras deficiencias hídricas, llegando a superar los 50 mm, lo cual se mantuvo durante las décadas siguientes hasta el término de la campaña. En lo que respecta a la sierra del departamento de Piura, las deficiencias comenzaron a observarse a partir de la segunda década de febrero.

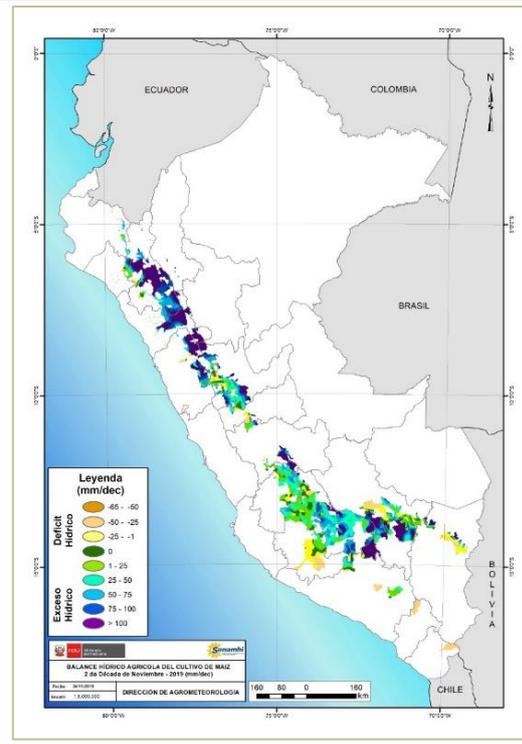
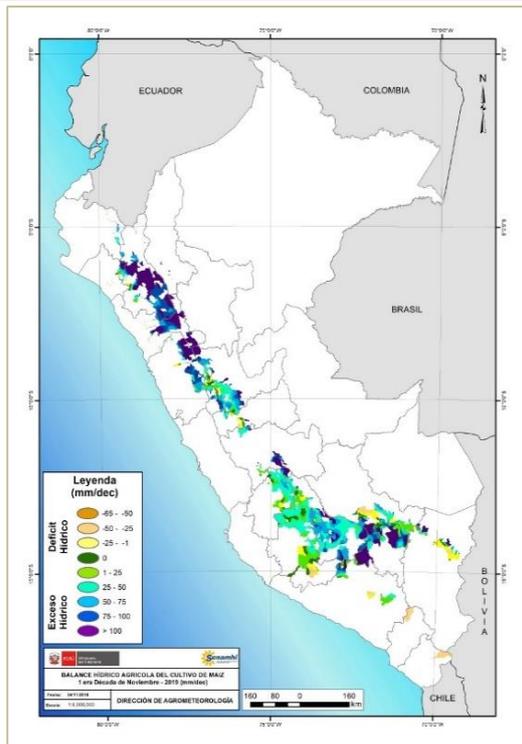
Al sur del país, en cambio se observó excesos de humedad durante toda la campaña agrícola, exceptuando la 2da y 3era década de noviembre en la zona sur de Ayacucho, norte de Cusco y norte de Puno, los cuales mejoraron sus condiciones de humedad en el mes de diciembre, para luego volver a presentarse ligeras deficiencias a partir del mes de enero, junto con la sierra central a partir de la primera década de abril, el cual debido a la etapa de desarrollo en que se encontraba el cultivo de maíz no hubo mayor afectación, salvo en zonas muy localizadas, sobre todo en aquellos terrenos donde no cuenta con sistema de riego.



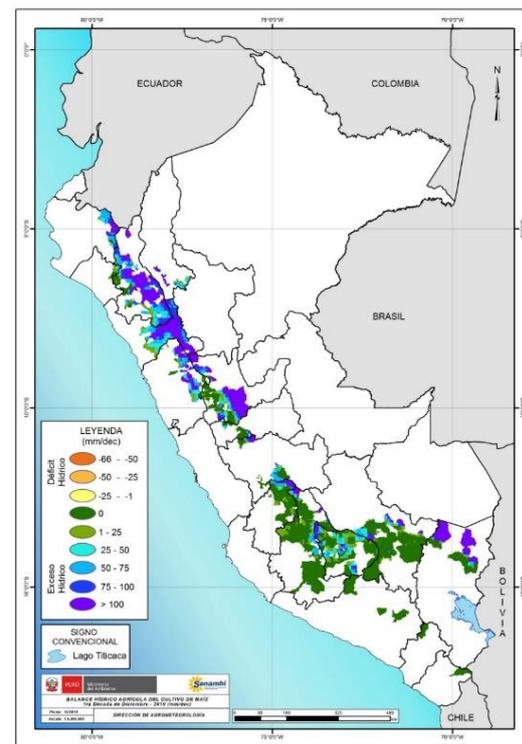
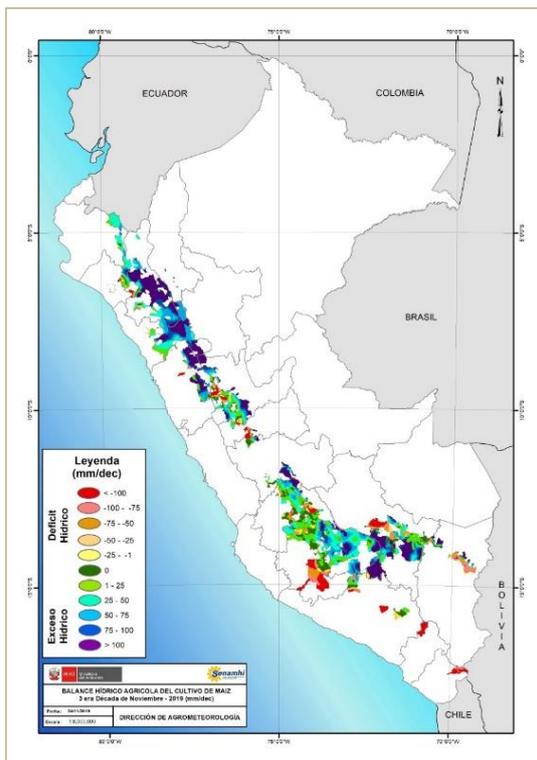


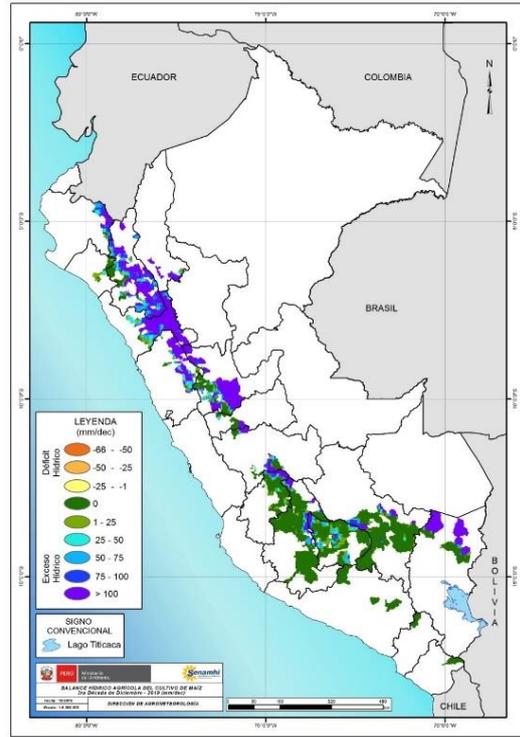
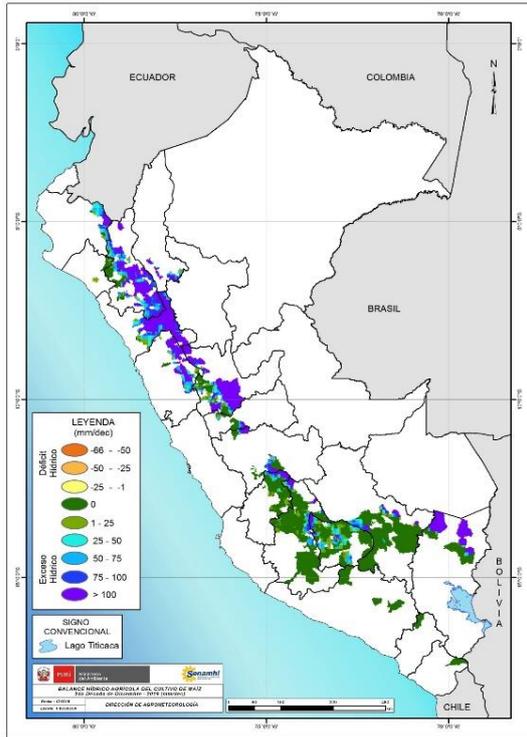
a) 1era decada de setiembre a 1ra decada de octubre, campaña 2019-2020



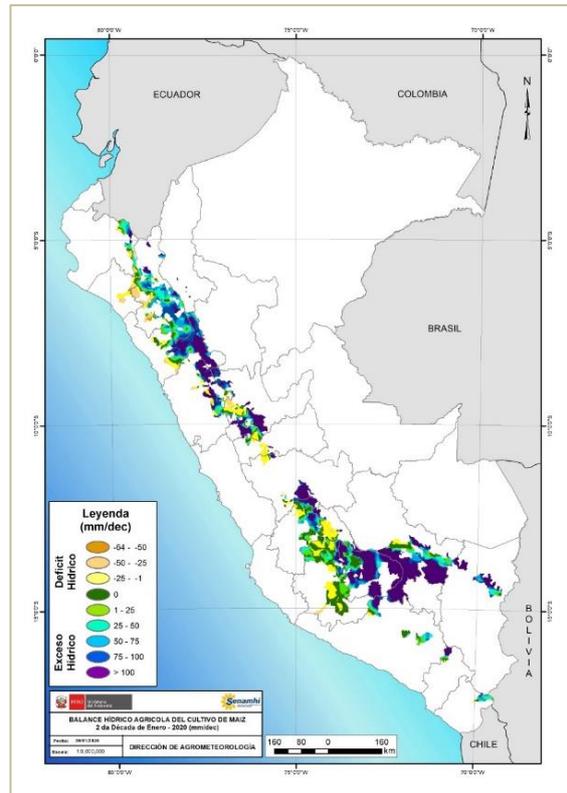
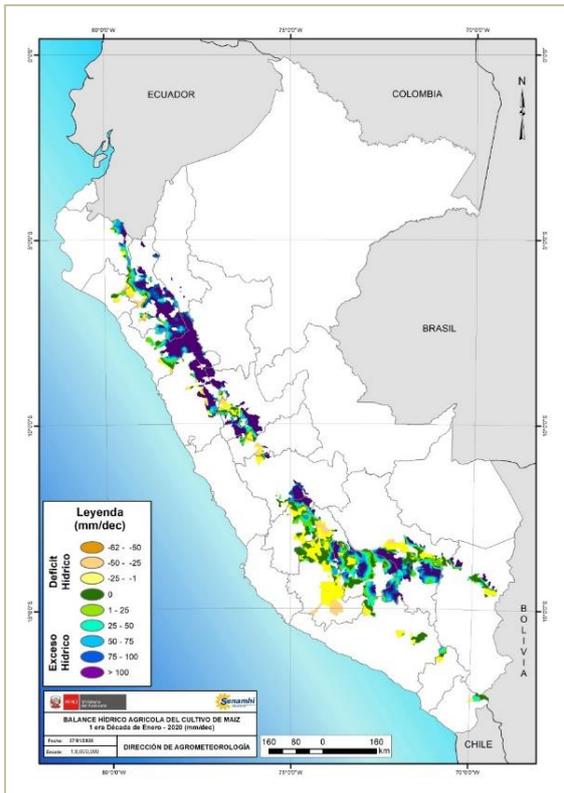


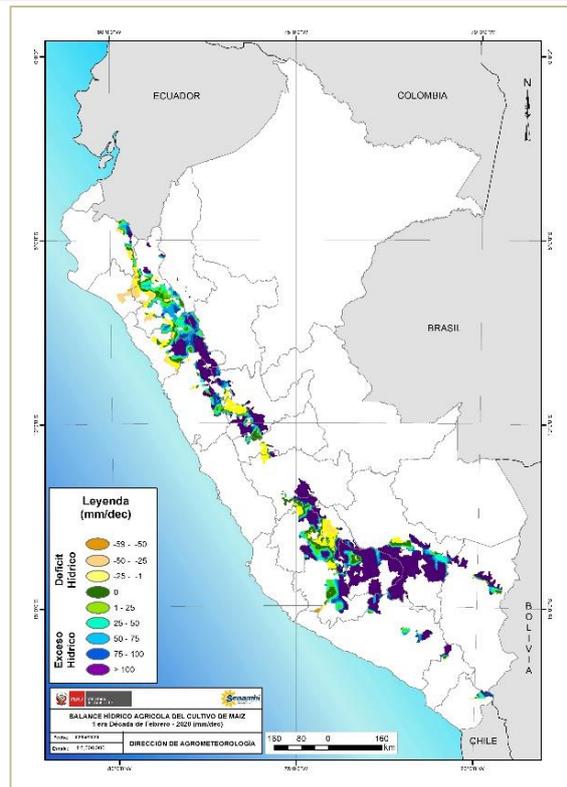
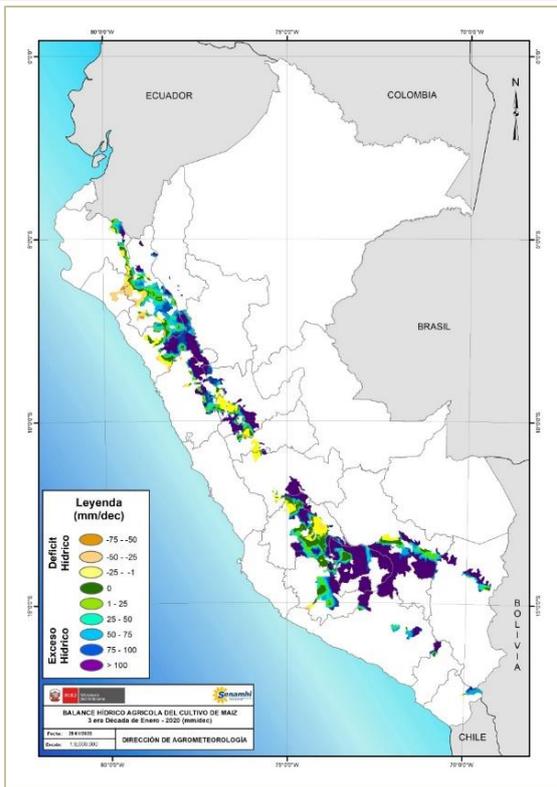
b) desde 2da decada de octubre a 2da decada de noviembre, campaña 2019-2020



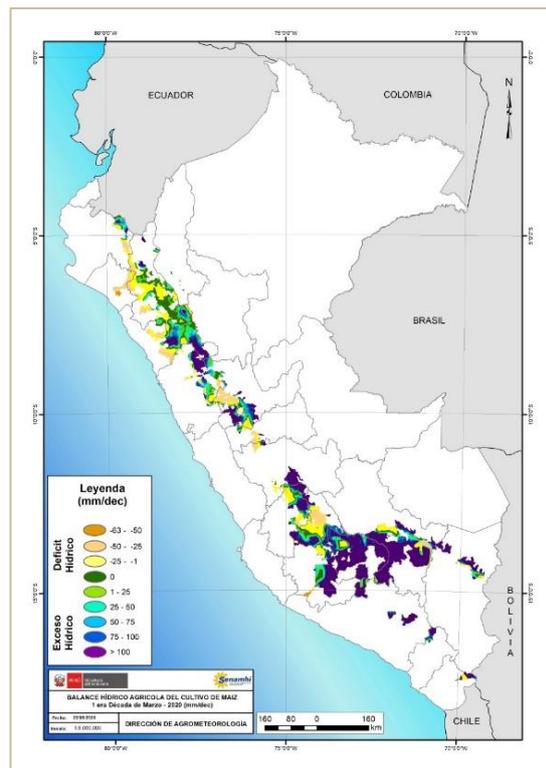
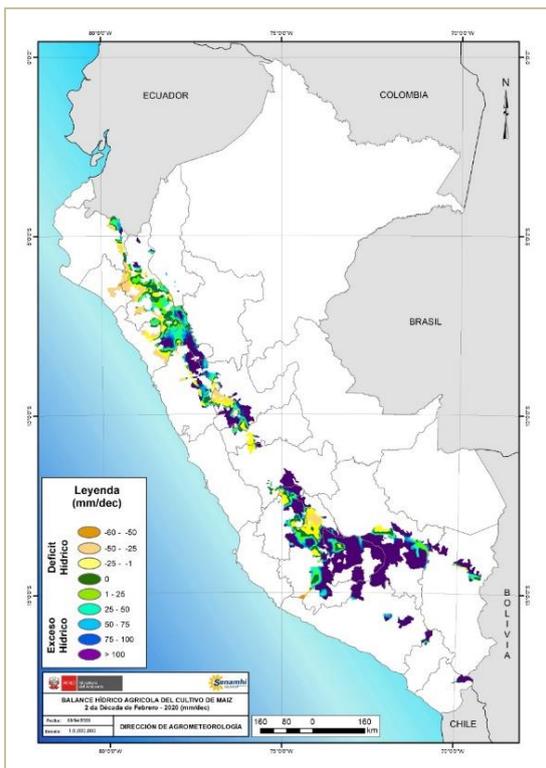


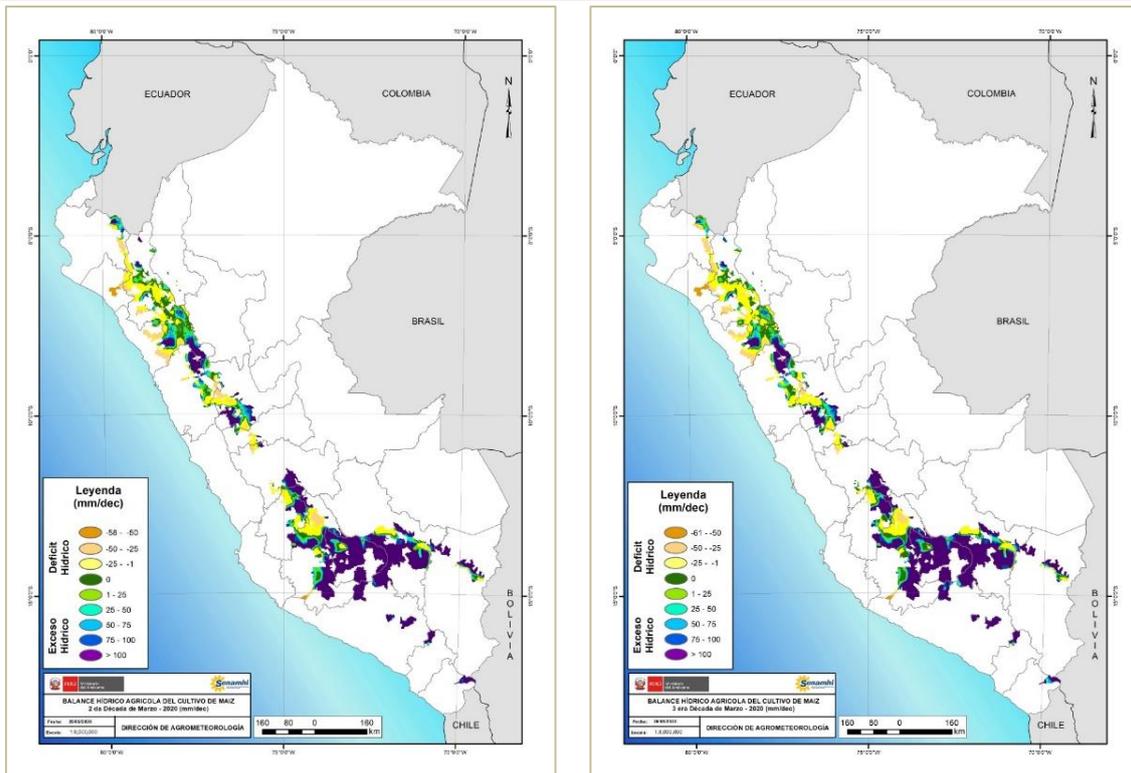
c) 3ra decada de noviembre a 3era decada de diciembre, campaña 2019-2020





d) desde 1ra decada de enero a 1era decada de febrero, campaña 2019-2020





e) 2da decada de febrero a 3era decada de marzo, campaña 2019-2020

Figura 11. Mapas de deficiencia y excesos hídricos para el cultivo de maíz amiláceo, de 1er década de setiembre hasta 3ra década de marzo, campaña 2019-2020, bajo condiciones de sequo

3.3.1.2 Cultivo de papa blanca

En la Figura 12 se puede observar el comportamiento del índice WRSI para el cultivo de papa durante la campaña agrícola 2019-2020, donde se muestra como la satisfacción hídrica estuvo deficiente sobre todo al norte del país (zona occidental de Lambayeque, La Libertad y Cajamarca), lo que puede haber ocasionado pérdidas en los rendimientos finales. En la zona sur del país, norte y sur de Ayacucho y centro de Cusco, también muestra valores bajos del índice, indicando una insatisfacción hídrica alta.

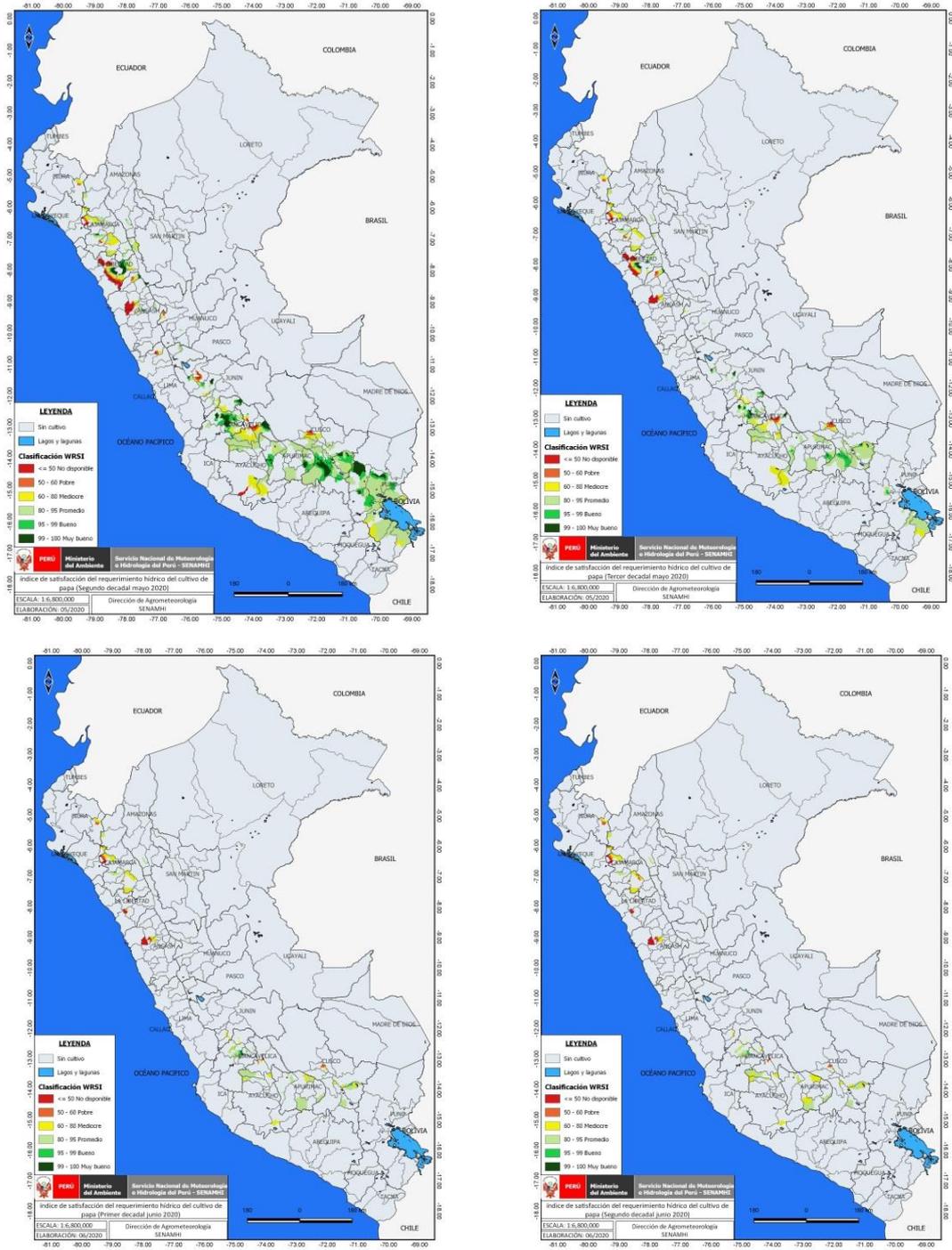


Figura 12. Desde el mapa superior izquierdo hacia la derecha: WRSI desde la 2da década de mayo a 2da década de junio para el cultivo de papa, bajo condiciones de secano

En la Figura 13 se muestra que la papa blanca es sensible a los déficits de humedad desde la etapa temprana de crecimiento hasta la floración, el cual dura un aproximado de 140 días desde su siembra, por tanto, considerando que la gran mayoría de

hectáreas son sembradas entre la 1er década de setiembre a 1era década de octubre a nivel nacional (Figura 12.a), se ha considerado que las etapas de mayor sensibilidad del cultivo a las deficiencias hídricas se proyectan hasta 2da y 3era década de febrero.

Periodo Fenológico	Crecimiento Vegetativo						Crecimiento reproductivos		Maduración	
	Parte aérea	Brotamiento	Emergencia (1)	Brotos laterales (2)	Boton Floral (3)	Floración (4)	Maduración de bayas (5)	Senescencia		
Parte radicular	Formación de raíces y tallos	Desarrollo y crecimiento de raíces			Emisión y crecimiento de estolones	crecimiento y llenado de estolones	Maduración de tubérculos			
Ocurrencia de la fase (dds) ¹										
* Variedad Precoz		15 - 20	25 - 35	60 - 70	80 - 95	100 - 120				
* Variedad semitardía		20 - 25	35 - 45	75 - 90	100 - 120	130 - 160				
* Variedad tardía		25 - 30	45 - 55	95 - 105	135 - 150	180 - 200				
Temperatura Óptima	17°C a 25°C	17°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	15°C a 25°C	14°C a 20°C				
Temperatura Crítica	< 5°C a 30°C >	< 5°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 6°C a 30°C >	< 5°C a 28°C >				
Humedad óptima	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%	60% - 80%				
Déficit hídrico	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Sensible	Tolerante				

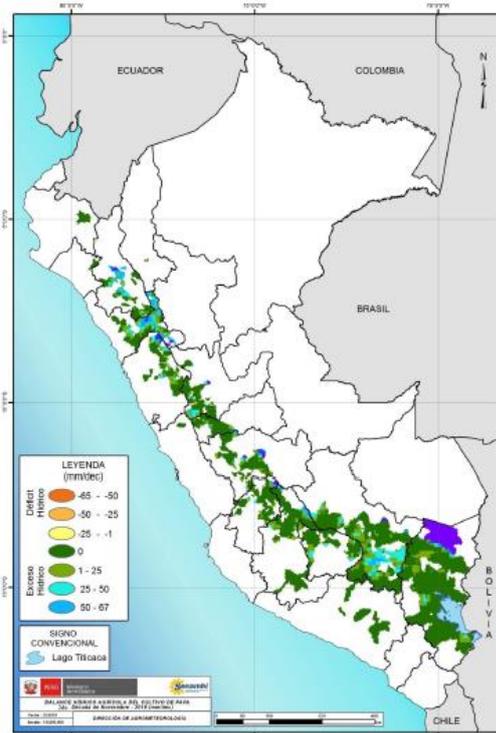
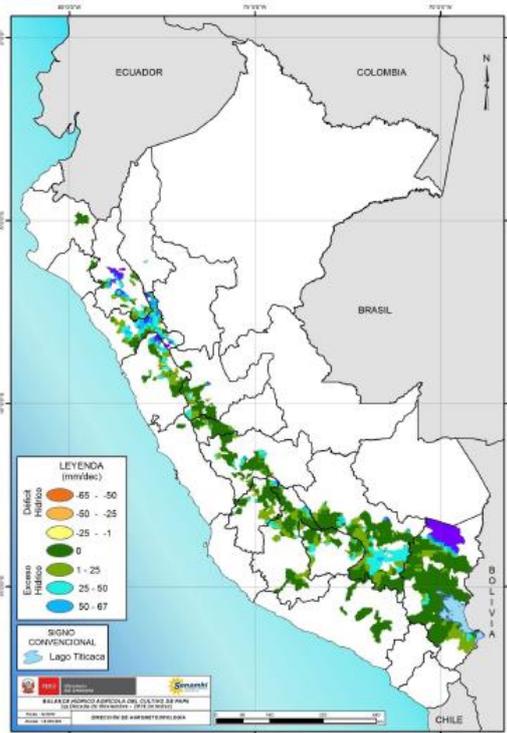
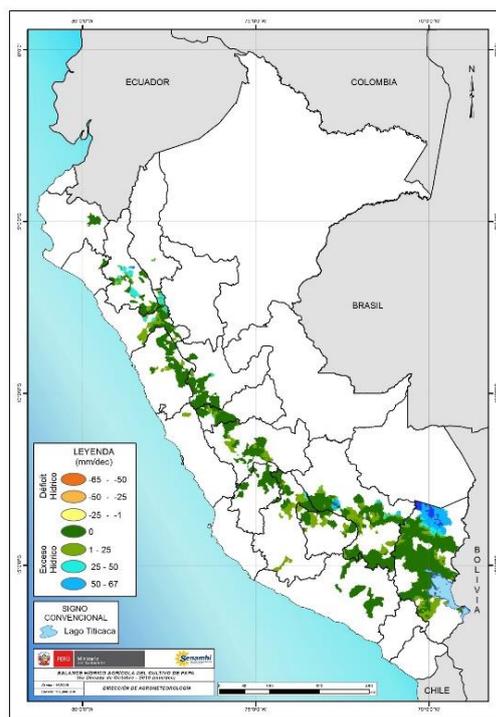
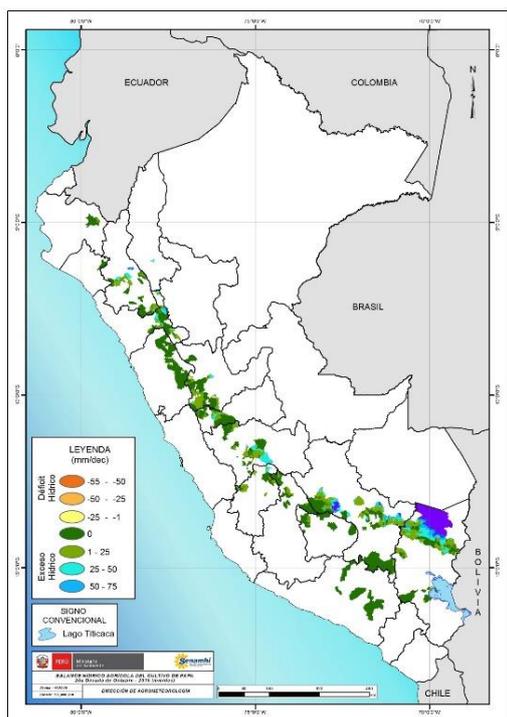
¹dds: días después de la siembra

Fuente: www.senamhi.gob.pe

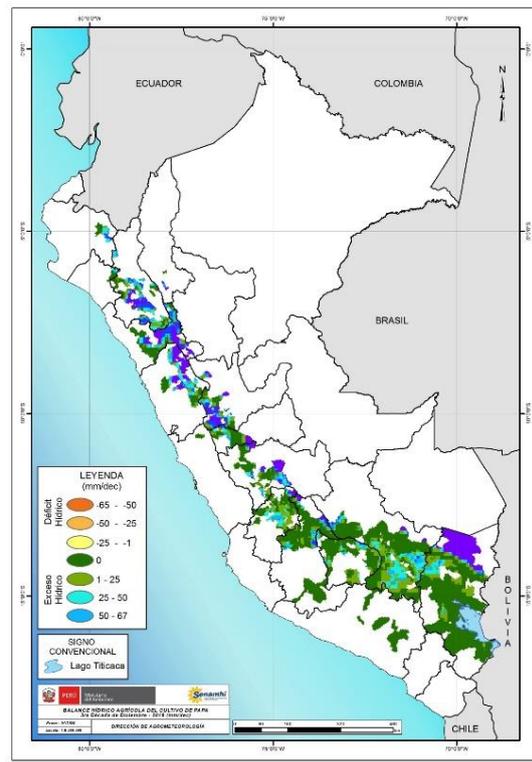
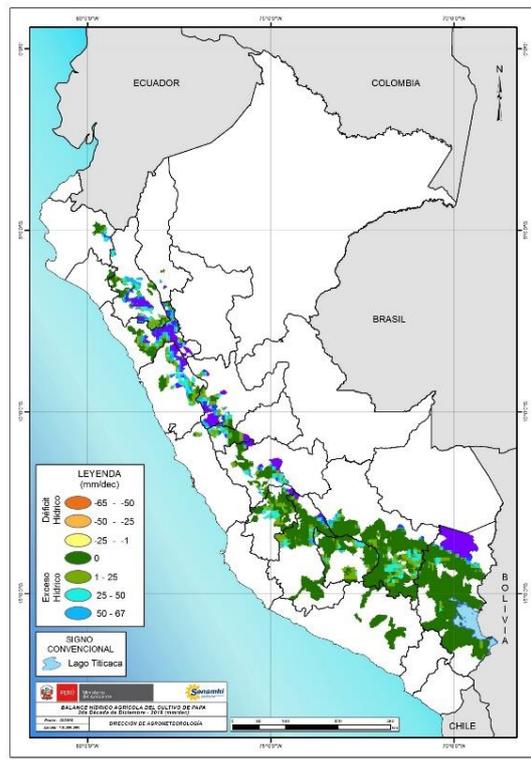
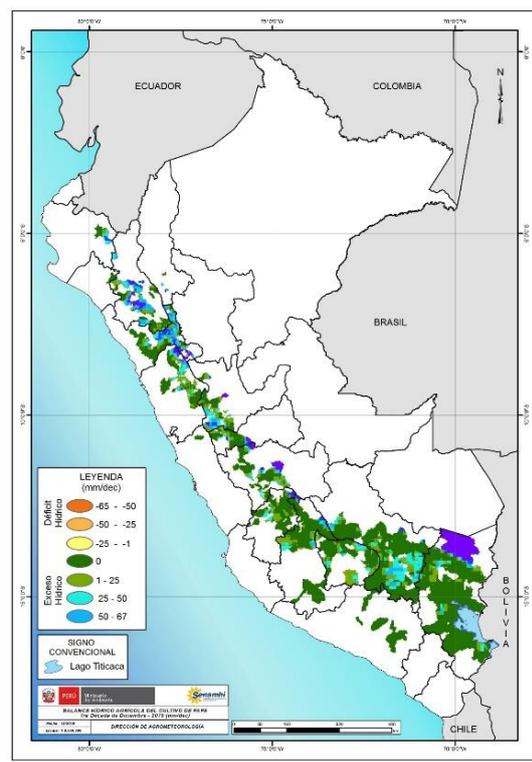
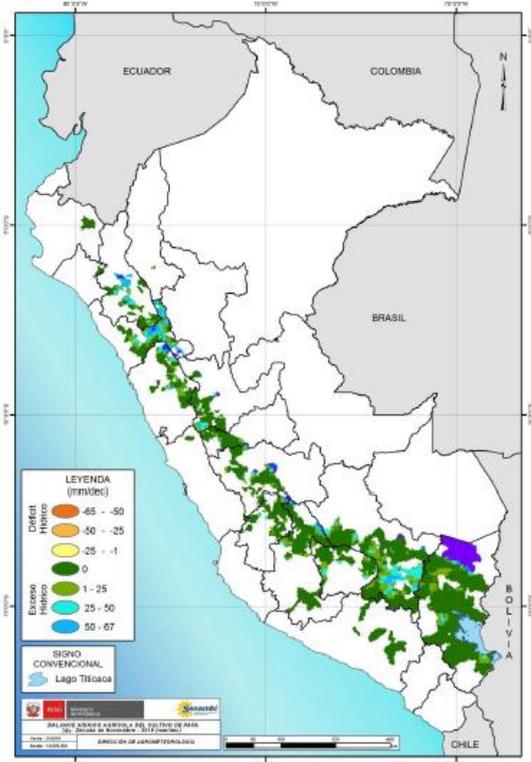
Elaboración: DGPA-DEEIA

Figura 13. Requerimientos climáticos del cultivo de papa

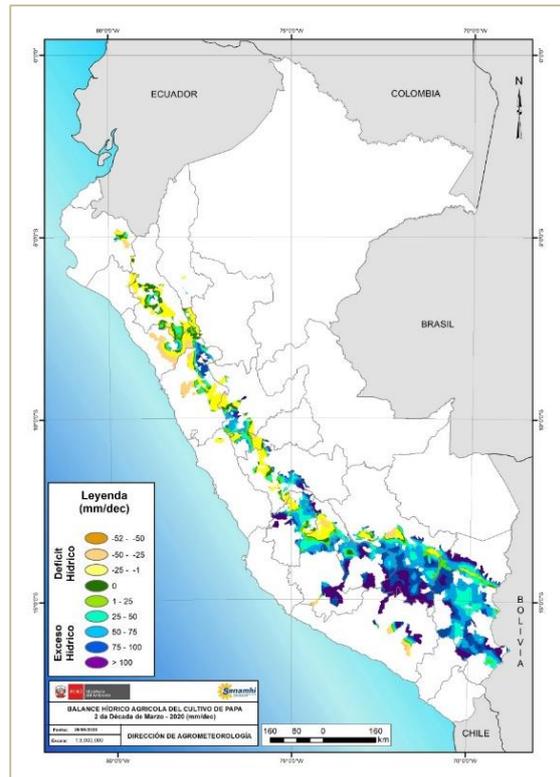
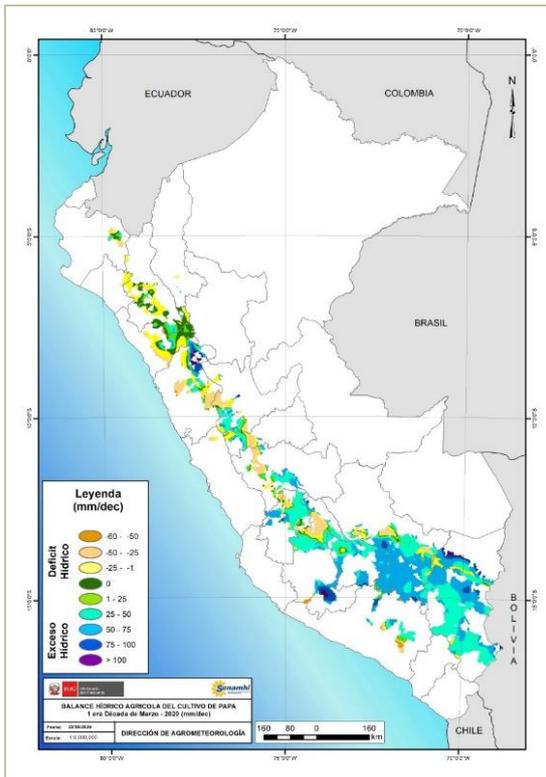
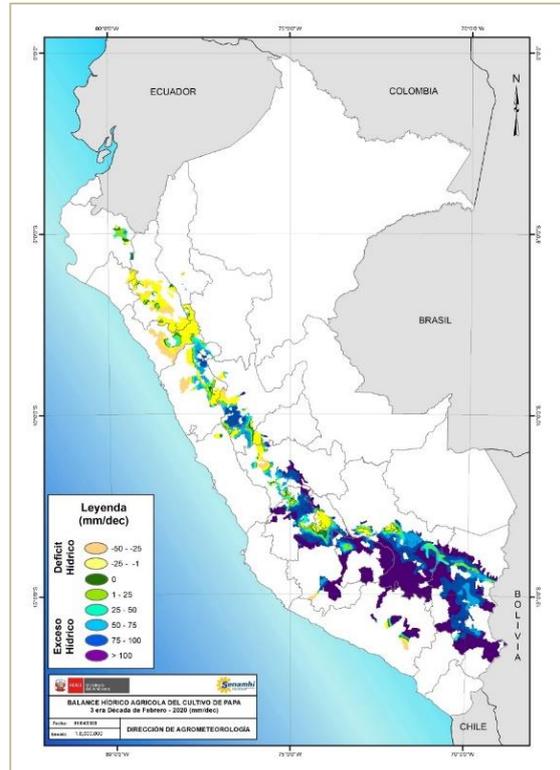
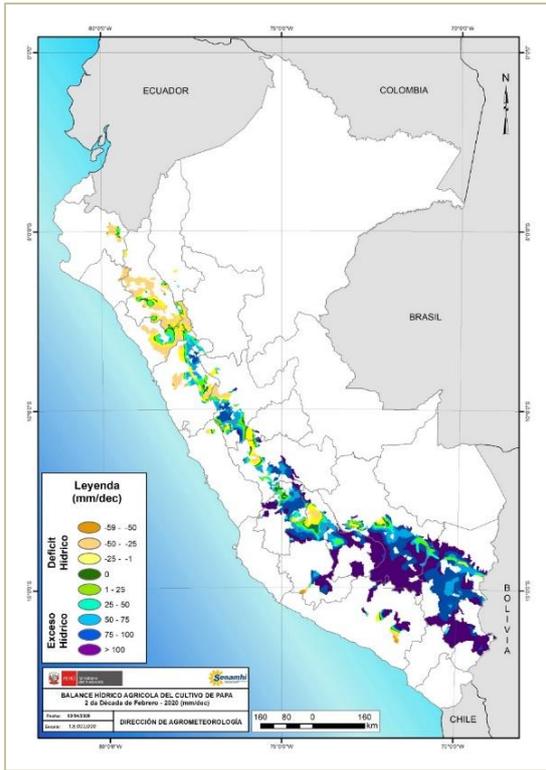
La evolución de déficit de humedad durante la campaña 2019-2020 para el cultivo de papa blanca, mostraron condiciones óptimas desde inicios de campaña hasta la 3ra década de diciembre, incluso llegándose a presentar excesos de humedad durante dicho periodo; sin embargo, a partir de enero se comenzó a observar déficit hídrico de hasta 42 mm. Así también, se observaron deficiencias hídricas en la sierra de Lambayeque, sierra central y departamento de Ayacucho, para mostrar ligeras mejorías a la tercera década de enero para la zona central y sur del país, pero manteniendo las condiciones deficitarias en la sierra norte, mostrando cierta mejoría en zonas localizadas del departamento de Cajamarca en la primera década de marzo.



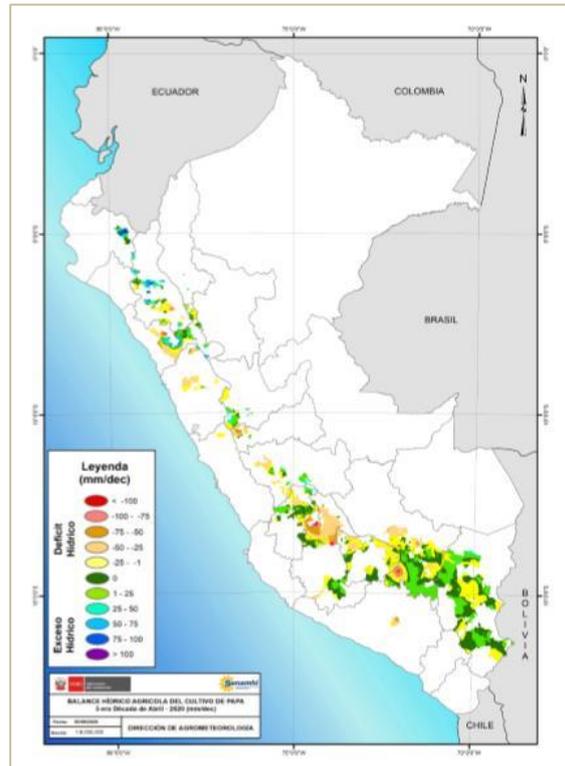
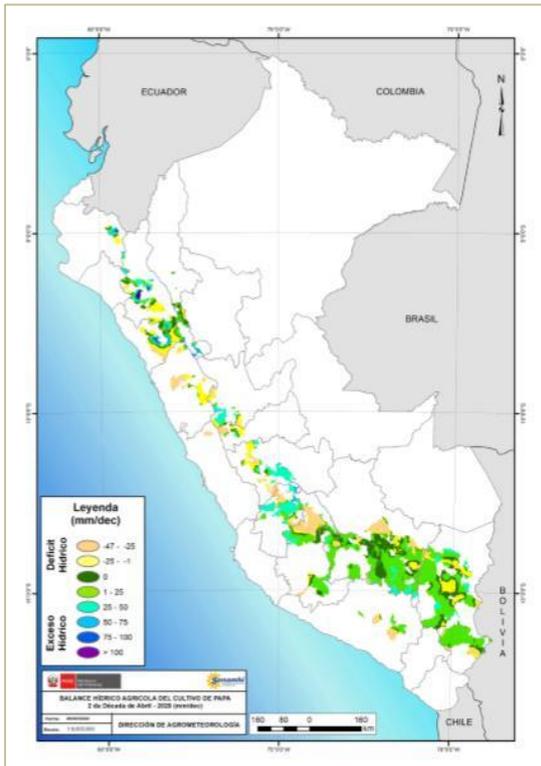
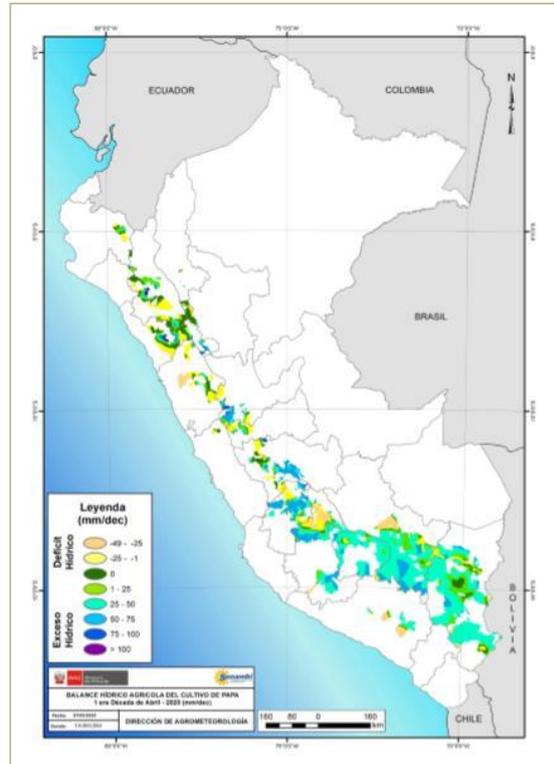
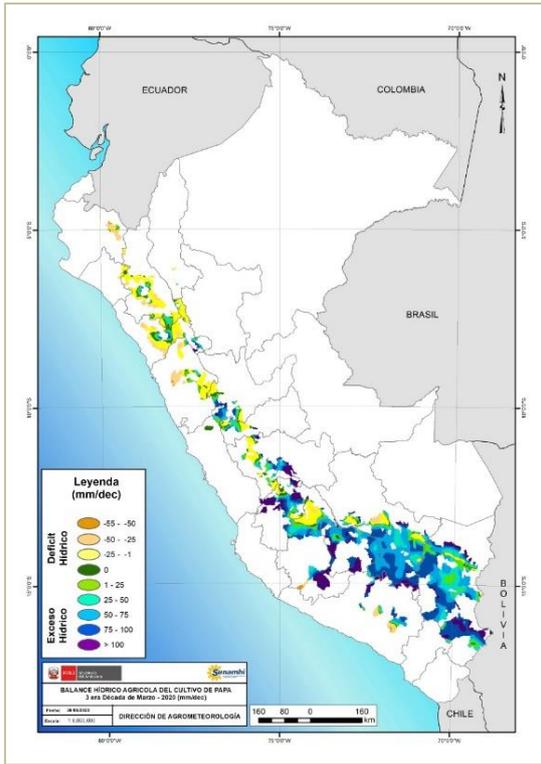
a) 2da década de octubre a 2da década de noviembre



b) 3ra decada de noviembre a 3era decada de diciembre



d) 2da década de febrero a 2da década de marzo



e) 3era década de marzo a 3ra década de abril

Figura 14. Mapas de deficiencia y excesos hídricos para el cultivo de papa blanca, de 1era década de setiembre a 3ra década de abril, campaña 2019-2020, bajo condiciones de secano.

IV. CONCLUSIONES

1. Según el IPN-12, el año hidrológico 2019- 2020 fue un año seco para la zona norte del país (Piura, Cajamarca, Lambayeque y La Libertad) con anomalías de -100% a -15% y parte del tercio central (Ancash) con anomalías de -60% a -15%, en tanto, otro fue el escenario para la zona sur del país donde prevalecieron superávits de lluvias en el orden de +15% a >+100%, tanto en la sierra sur oriental (Cusco y Puno) como en la costa y sierra sur occidental (Ica, Arequipa, Moquegua y Tacna).

2. La disponibilidad hídrica superficial durante el año hidrológico 2019-2020 tuvo un marcado déficit en los ríos de la zona norte de la región hidrográfica del pacífico, con anomalías de caudal del orden de -14%, -27%, -32%, -45% y -48% correspondiente a las cuencas de los ríos Chancay-Lambayeque, Chira, Tumbes, Chicama y Jequetepeque. Por otro lado en la zona central y sur de esta región hidrográfica la disponibilidad hídrica tuvo un comportamiento de normal a superior a sus promedios históricos. La disponibilidad hídrica en la región hidrográfica del Titicaca tuvo un comportamiento de normal a superior a sus promedios históricos, mientras que en la región hidrográfica del Atlántico el comportamiento hídrico fue normal.

3. En cuanto a la disponibilidad de agua en los principales represamientos de la costa norte, las represas de Poechos, Gallito Ciego y Tinajones terminaron el año hidrológico con una capacidad de almacenamiento de 80%, 33% y 46%, respectivamente. Los principales represamientos de la zona sur como Condorama, Aguada Blanca, El Fraile, El Pañe, Dique los españoles y Pillones, almacenaron el 77%, 88%, 100%, 66%, 65% y 60% de su capacidad máxima de almacenamiento respectivamente

En referencia al cultivo de maíz amiláceo, durante la campaña 2019-2020 se observaron deficiencias hídricas en la sierra sur, departamentos de Ayacucho y Apurímac; y en la sierra zona occidental de los departamentos de Piura, Lambayeque, La Libertad y Cajamarca con umbrales del índice, que estuvieron en el rango de mediocre a pobre.

4. Para el cultivo de papa blanca, se mostró condiciones óptimas de humedad desde inicios de campaña hasta la 3ra década de diciembre 2019, incluso llegándose a presentar excesos de humedad durante dicho periodo; sin embargo, a partir de enero 2020 se comenzó a observar déficit hídrico de hasta

42 mm en la sierra de Lambayeque, sierra central y departamento de Ayacucho. Solo se mostraron ligeras mejorías a la tercera década de enero 2020 para la zona central y sur del país.

V. RECOMENDACIONES

Habiendo iniciado el periodo de lluvias 2020-2021, el SENAMHI recomienda a los diferentes sectores, tomadores de decisiones e instancias competentes de nuestro país, se mantengan informados a través de los diferentes productos y/o servicios de información climática que nuestra entidad pone a disposición del público:

Avisos Meteorológicos

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-meteorologicovigente&a=2019&b=115&c=022&d=SENA>

Pronósticos climáticos de lluvias, temperatura máxima y mínima del aire

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

Comunicados ENFEN sobre las condiciones EL NIÑO/LA NIÑA

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=fenomeno-el-nino>

Boletines informativos

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=boletines>

Boletines de sequías

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

Umbral de precipitación de estaciones meteorológicas convencionales

<https://www.senamhi.gob.pe/pdf/clim/umbrales-precipitaciones-absol.pdf>

Monitoreo hidrológico y los avisos emitidos

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

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=aviso-hidrologico>

Pronóstico de caudales

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

Pronóstico de Riesgo Agroclimático Setiembre 2020-Enero 2021

<https://www.gob.pe/institucion/senamhi/informes-publicaciones/1137540-pronostico-de-riesgo-agroclimatico-setiembre-2020-enero-2021>

Mayor información del **monitoreo de sequías meteorológicas, agrícolas e hidrológicas** que elabora el SENAMHI a través de la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica, Dirección de Agrometeorología y Dirección de Hidrología, se detalla en el siguiente enlace:

<https://www.senamhi.gob.pe/?&p=sequias>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú –SENAMHI

Jirón Cahuide 785 – Jesús María, Lima -Perú Teléfono: (01) 6141414