



ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA

Manual Técnico: MT-DMA-002

Versión: 01

DIRECCIÓN DE METEOROLOGÍA Y EVALUACIÓN AMBIENTAL ATMOSFÉRICA – SUBDIRECCIÓN DE PREDICCIÓN CLIMÁTICA

Elaborado por:	Grinia Jesús Avalos Roldán Subdirectora Subdirección de Predicción Climática Yury Wilson Escajadillo Fernández Especialista en Predicción Climática Patricia Porras Vásquez Especialista en Servicios Climáticos de los Trópicos Patricia del Pilar Rivera Girón Analista de Climatología Lenin Abimael Suca Huallata Analista en Investigación Climática	Firma: Firma Digital  Firmado digitalmente por AVALOS ROLDAN Grinia Jesus FAU 20131366028 hard Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 29.08.2025 15:15:24 -05:00 Firma Digital  Firmado digitalmente por ESCAJADILLO FERNANDEZ Yury Wilson FAU 20131366028 hard Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 29.08.2025 15:18:32 -05:00 Firma Digital  Firmado digitalmente por PORRAS VASQUEZ Patricia FAU 20131366028 hard Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 29.08.2025 15:25:17 -05:00 Firma Digital  Firmado digitalmente por RIVERA GIRON Patricia Del Pilar FAU 20131366028 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 29.08.2025 15:31:18 -05:00 Firma Digital  Firmado digitalmente por SUCA HUALLATA Lenin Abimael FAU 20131366028 soft Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 29.08.2025 15:33:53 -05:00
Revisado por:	Melvin Carrera Zamalloa Directora Unidad de Modernización y Gestión de la Calidad	Firma:
Aprobado por:	Julio Urbiola Del Carpio Director Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica	Firma:

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	2 de 32

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	3
2.	OBJETIVO	3
3.	ALCANCE	3
4.	ACRÓNIMOS, SIGLAS Y DEFINICIONES	4
5.	DESARROLLO.....	7
6.	ANEXOS.....	31
7.	TABLA DE CONTROL DE CAMBIOS	31

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	3 de 32

1. INTRODUCCIÓN

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) cumple un rol fundamental en la generación, emisión y difusión de pronósticos meteorológicos, hidrológicos y climáticos, como parte de sus funciones misionales orientadas a brindar información técnica confiable, oportuna y útil para la sociedad. En un país altamente vulnerable a fenómenos naturales como lluvias intensas, sequías, heladas, friajes, y eventos climáticos extremos como El Niño/La Niña y la sequía, los pronósticos emitidos por el SENAMHI permiten anticipar condiciones que podrían afectar la vida, los medios de subsistencia, la infraestructura y la actividad económica en general.

El SENAMHI, a través de sus pronósticos estacionales y subestacionales apoya a los tomadores de decisiones en los distintos niveles de gobierno, así como a sectores productivos clave como agricultura, salud, transporte, energía, agua y gestión del riesgo de desastres. La difusión de esta información mediante canales oficiales y mecanismos de articulación interinstitucional garantiza que la ciencia climática aplicada esté al servicio de la acción pública y el bienestar ciudadano.

El presente Manual describe las herramientas y procedimientos empleados en la *elaboración y emisión* de pronósticos climáticos de precipitación y temperaturas extremas a escala semanal, mensual y estacional, así como los escenarios de lluvia de verano. Estos productos, desarrollados por la Subdirección de Predicción Climática de la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica, constituyen insumos técnicos fundamentales para la planificación, preparación y prevención frente a escenarios de riesgo climático. Su generación forma parte de la provisión de servicios climáticos que impulsa el SENAMHI, en concordancia con los objetivos estratégicos establecidos en su Plan Estratégico Institucional (PEI) y las acciones previstas en su Plan Operativo Institucional (POI), y alineado al Marco Mundial para los Servicios Climáticos (MMSC) de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). Asimismo, estas actividades se enmarcan en los principios de la Ley de Modernización de la Gestión del Estado y en las disposiciones del Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, que aprueba el reglamento de la Ley N° 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SINAGERD), así como el Decreto Supremo N° 034-2014-PCM, que aprueba el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014-2021. Todo ello orientado a fortalecer la toma de decisiones basada en evidencia científica, con enfoque preventivo, multisectorial y orientado a resultados, en beneficio de la población y los sectores sensibles al clima.

2. OBJETIVO

Estandarizar las actividades relacionadas con la generación y emisión de pronósticos realizados por la Subdirección de Predicción Climática en el marco de la elaboración y emisión de pronósticos climáticos estacionales y subestacionales (S2S) de las variables de precipitación y temperatura, los cuales comprenden el procesamiento de información y marco metodológico, verificación, publicación y difusión.

3. ALCANCE

Las disposiciones contenidas en el presente documento son de aplicación y cumplimiento de la Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica (DMA), las Direcciones Zonales (DDZZ) y la Unidad Funcional Operativa de Comunicaciones (UFC).

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	4 de 32

4. ACRÓNIMOS, SIGLAS Y DEFINICIONES

4.1. Acrónimos, y Siglas

- 4.1.1. **CCA:** Correlación Canónica
- 4.1.2. **CENEPRED:** Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
- 4.1.3. **CIIFEN:** Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño
- 4.1.4. **COEN:** Centro de Operaciones de Emergencia Nacional
- 4.1.5. **CPT:** Climate Predictability Tool
- 4.1.6. **DAM:** Dirección de Agrometeorología
- 4.1.7. **DDZZ:** Direcciones Zonales
- 4.1.8. **DHI:** Dirección de Hidrología
- 4.1.9. **DMA:** Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica
- 4.1.10. **ECMWF:** European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
- 4.1.11. **EPS:** Ensemble Prediction System o Sistema de Predicción por Conjuntos
- 4.1.12. **GFS:** Global Forecast System (Sistema Global de Pronósticos, de NOAA)
- 4.1.13. **INDECI:** Instituto Nacional de Defensa Civil
- 4.1.14. **MINAM:** Ministerio del Ambiente
- 4.1.15. **MINSALUD:** Ministerio de Salud
- 4.1.16. **MJO:** Oscilación Madden-Julian (Madden-Julian Oscillation)
- 4.1.17. **MMSC:** Marco Mundial para los Servicios Climáticos
- 4.1.18. **MOS:** Model Output Statistics o Estadísticas de Salida del Modelo
- 4.1.19. **NCEP:** Centros Nacionales de Predicción Ambiental
- 4.1.20. **NMME:** Ensamble Multimodelo Americano
- 4.1.21. **NOAA:** Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (National Oceanic and Atmospheric Administration)
- 4.1.22. **OMM:** Organización Meteorológica Mundial
- 4.1.23. **OTI:** Oficina de Tecnologías de la Información y la Comunicación.
- 4.1.24. **PCM:** Presidencia del Consejo de Ministros
- 4.1.25. **S2S:** Subseasonal-to-Seasonal o escala subestacional a estacional
- 4.1.26. **SEA:** Subdirección de Evaluación del Ambiente Atmosférico

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	5 de 32

4.1.27. SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

4.1.28. SMN: Subdirección de Modelamiento Numérico

4.1.29. SPC: Subdirección de Predicción Climática

4.1.30. SPM: Subdirección de Predicción Meteorológica

4.1.31. UFC: Unidad Funcional Operativa de Comunicaciones.

4.2. Definiciones

4.2.1. Análisis de componentes principales¹ (ACP): El análisis de componentes principales es una técnica utilizada para describir un conjunto de datos en términos de nuevas variables no correlacionadas.

4.2.2. Análisis de Correlaciones canónicas² (ACC): Este análisis se enfoca en la correlación entre combinaciones lineales pertenecientes a grupos de variables. Su objetivo es determinar el par de combinaciones lineales que tienen la correlación más alta; el CPT utiliza ACC para correlacionar los modos de variabilidad (ACP) entre un predictor y un predictante.

4.2.3. Climate Predictability tool (CPT): Herramienta computacional desarrollada por la International Research Institute for Climate and Society (IRI, por sus siglas en inglés) para generar pronósticos estacionales basadas en metodologías estadísticas.

4.2.4. EQM (Empirical Quantil Mapping)³ : Es una técnica estadística utilizada para corregir sesgos en modelos climáticos o de pronóstico. Su finalidad es ajustar su distribución de probabilidad para que coincida con la observada. Lo hace emparejando cuantiles de la serie simulada con los cuantiles empíricos de una serie observada.

4.2.5. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)⁴: Organización intergubernamental independiente especializada en la producción de pronósticos numéricos del tiempo que abarcan hasta 15 días, así como pronósticos estacionales que pueden extenderse hasta 12 meses.

4.2.6. Good Index⁵: En el uso operativo del CPT se interpreta como el valor que resume qué tan buenos son los pronósticos usando la mejor combinación de los modos de variabilidad entre un predictor y predictante. Por defecto, valores próximos a “1” son los óptimos.

¹ S. Wilks, D. (2006). Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. 2 ed. United States. Elsevier. P. 463-507

² S. Wilks, D. (2006). Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. 2 ed. United States. Elsevier. P. 509-528

³ Themeßl, M. J., Maraun, D., & Held, I. M. (2011). Empirical-statistical downscaling and error correction of daily precipitation from regional climate models. Climate Dynamics, 37, 367–382.

⁴ Ver: <https://www.ecmwf.int/en/forecasts>

⁵ Ver: https://iri.columbia.edu/wp-content/uploads/2013/07/CPT_Tutorial.pdf

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	6 de 32

4.2.7. Hindcast: Datos históricos de los modelos dinámicos considerando un lead time y start time de interés. Para el presente manual los hindcast son las salidas de temperatura superficial del mar.

4.2.8. IRI Data Library⁶: Herramienta de análisis y repositorio de datos en línea de libre acceso que permite visualizar, analizar y descargar datos relacionados con el clima a través de un navegador web estándar.

4.2.9. Lead Time: Periodo de predicción desde la iniciación del modelo, por ejemplo:

- Para un pronóstico del trimestre Febrero-Marzo-Abril con condiciones iniciales de Enero, se considera:
Start time: enero
Lead time: 1.5 (Febrero), 2.5 (Marzo) y 3.5 (Abril), promedios.

4.2.10. North American Multi-Model Ensemble (NMME)⁷: Sistema de pronósticos estacionales de varios modelos acoplados de los principales centros de modelado en América del Norte.

4.2.11. Predictor: Es una variable independiente utilizada para estimar el valor de otra variable dependiente. En el contexto del pronóstico climático, las variables océano-atmosféricas actúan como predictoras, proporcionando información clave para anticipar variables climáticas como la precipitación y la temperatura.

4.2.12. Predictante: Se refiere a las variables o datos utilizados para realizar predicciones sobre eventos futuros. En este manual, los predictantes son la precipitación, la temperatura máxima y la temperatura mínima, analizados a escala mensual y trimestral.

4.2.13. Persistencia: Característica de algunas variables océano-atmosféricas a mantener condiciones similares en el tiempo.

4.2.14. Receiver operating characteristic (ROC): ROC es una representación de la habilidad de un sistema de pronóstico, en el cual las ratios de aciertos y falsas alarmas son comparadas (Swets 1973⁸; Mason, 1982⁹). El ROC es comúnmente usado para evaluar la calidad de los pronósticos probabilísticos (Stanski et al, 1989¹⁰; Mason y Graham 1999¹¹)

4.2.15. Start time: Referida a la fecha en que se inicializó el modelo numérico.

⁶ Ver: <https://iridl.ldeo.columbia.edu/index.html>

⁷ Ver : <https://www.ncei.noaa.gov/products/weather-climate-models/north-american-multi-model>

⁸ Swets, J. A. 1973. The relative operating characteristic in psychology. Science. 182: 990-1000.

⁹ Mason, I. 1982. A model for assessment of weather forecast. Aust. Meteor. Mag. 30:291-303.

¹⁰ Stanski, H.R. et al. 1989. Survey of common verification methods in meteorology. WMO World Weather Watch Tech. Rep. 8. WMO TD 358, 114p.

¹¹ Mason, S.J. Graham, N.E. 1999. Conditional probabilities, relative operating characteristics and relative operating levels. Wea. Forecastings. 14:713-725.

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	7 de 32

4.2.16. Two-Alternative Forced Choice (2AFC): Es un método de evaluación de umbrales y provee una indicación de la calidad del pronóstico (Mason y Weigel, 2009¹²).

5. DESARROLLO

5.1. PRONÓSTICO TRIMESTRAL, MENSUAL Y ESCENARIO DE LLUVIAS DE VERANO

El SENAMHI, pone a disposición de los usuarios los pronósticos probabilísticos de lluvias mensuales, trimestrales y verano, basados en la señal climática de la temperatura superficial de la mar, altura geopotencial, vientos zonales en niveles de 200 mb y lluvia pronosticada por modelos dinámicos de fuentes externas (NMME y ECMWF).

El pronóstico mensual, trimestral y escenario de verano emitido por el SENAMHI se elabora en términos probabilísticos y se actualiza mensualmente. Los escenarios de lluvia para el verano se generan exclusivamente entre los meses de agosto y noviembre, debido a que en este periodo hay una menor incertidumbre que en los meses previos. La elaboración de estos productos sigue los siguientes pasos:

5.1.1. DATOS DE ENTRADA

Los datos de entrada para el modelo estadístico están divididos en dos grupos:

a. Predictores en base a datos modelados

Son incluidos dentro del proceso de pronóstico trimestral los datos de temperatura superficial del mar (SST), vientos zonales a 200 hPa y altura geopotencial a 200 hPa, fundamentales para mejorar la precisión de los pronósticos estacionales. Estos datos provienen del North American Multi-Model Ensemble (NMME) y del modelo del European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF). La SST influye en patrones de precipitación y fenómenos como El Niño/La Niña, mientras que los vientos zonales y la altura geopotencial ayudan a entender la circulación atmosférica y las condiciones sinópticas. Los datos (*hindcast* y pronosticados) son descargados desde los siguientes enlaces:

- North American Multi-Model Ensemble (NMME). Enlace: <https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.Models/.NMME/>
- European Centre for Medium-Range Weather Forecasts4 (ECMWF). Enlace: <https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.EU/.Copernicus/.CDS/.C3S/.ECMWF/>.

¹² Mason, S.J. Weigel, A.P. 2009. A generic forecast verification framework for administrative purposes. Mon. Weather Rev. 137: 331-349.

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	8 de 32

b. Configuraciones de descarga de predictores

Los principales modelos empleados en los procesos operativos del pronóstico trimestral y mensual están descritos en la Tabla 1.

Tabla 1: Modelos empleados en el pronóstico de fuentes NMME y ECMWF

FUENTE	MODELO*	CENTRO DE MODELAMIENTO
NMME	CCSM4	National Center for Atmospheric Research
	CFSv2	NOAA - National Centers for Environmental Prediction
	CanCM4i	Canadian Coupled Global Climate Model
	GEM-NEMO	Canadian Coupled Global Climate Model
	CanSIPS-IC3	Canadian Coupled Global Climate Model
	GFDL-SPEAR	Geophysical Fluid Dynamics Laboratory Climate Model
	NASA-GEOSS2S	NASA
ECMWF	ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
	METEO-FRANCE SYSTEM8	Météo-France - Copernicus Climate Change Service

Se debe tener en cuenta que estas fuentes de predicción deben ser actualizadas de acuerdo con las Tablas 2, 3 y 4 considerando la fecha de inicialización del modelo (**Start time**) y su respectivo **Lead Time**.

Tabla 2: Configuración actualización de descarga de predictores, escala trimestral

PREDICTOR			PRONÓSTICO TRIMESTRAL DE LLUVIA Y TEMPERATURAS
Start time	Lead time	Proyección el predictor	
Diciembre	1.5-3.5	Enero-Marzo	Enero-Marzo
Enero		Febrero- Abril	Febrero- Abril
Febrero		Marzo-Mayo	Marzo-Mayo
Marzo		Abril- Junio	Abril- Junio
Abril		Mayo-Julio	Mayo-Julio
Mayo		Junio- Agosto	Junio- Agosto
Junio		Julio- Septiembre	Julio- Septiembre
Julio		Agosto-Octubre	Agosto-Octubre
Agosto		Setiembre-Noviembre	Setiembre-Noviembre
Setiembre		Octubre-Diciembre	Octubre-Diciembre
Octubre		Noviembre- Enero	Noviembre- Enero
Noviembre		Diciembre- Febrero	Diciembre- Febrero

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	9 de 32

Tabla 3: Configuración actualización de descarga de predictores, escala mensual

PREDICTOR			PRONÓSTICO MENSUALES DE LLUVIA Y TEMPERATURAS
Start time	Lead time	Proyección del predictor	
Diciembre	1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5	Enero, Febrero, Marzo, Abril y Mayo	Enero, Febrero, Marzo, Abril y Mayo
Enero		Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Junio	Febrero, Marzo, Abril, Mayo y Junio
Febrero		Marzo, Abril, Mayo, Junio y Julio	Marzo, Abril, Mayo, Junio y Julio
Marzo		Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto	Abril, Mayo, Junio, Julio y Agosto
Abril		Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre	Mayo, Junio, Julio, Agosto y Septiembre
Mayo		Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre	Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre
Junio		Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre	Julio, Agosto, Septiembre, Octubre y Noviembre
Julio		Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre	Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre
Agosto		Setiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre y Enero	Setiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre y Enero
Setiembre		Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero	Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero
Octubre		Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo	Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo
Noviembre		Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril	Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y Abril

Tabla 4: Configuración actualización de descarga de predictores, escenario de lluvia de verano.

PREDICTOR			ESCENARIO DE LLUVIA
Start time	Lead time	Proyección de predictor	
Agosto	5.5-7.5	Enero- Marzo	Enero- Marzo
Setiembre	4.5-6.5		
Octubre	3.5-5.5		
Noviembre	2.5-4.5		

Cada ejecución/experimento se realiza con distintas variables y dimensiones espaciales provenientes de los *hindcast* y *forecast* de los modelos descritos en la Tabla 1, estas configuraciones se describen en la Tabla 5.

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	10 de 32

Tabla 5: Dimensiones espaciales y variables asociadas a los predictores desde el NMME y ECMWF.

Pronóstico	Variable	Latitud 1	Latitud 2	Longitud 1	Longitud 2	Región
Precipitación	Temperatura Superficial del Mar	15	-15	120	290	Pacífico
	Temperatura Superficial del Mar	15	-15	120	345	Pacífico + Atlántico
	Temperatura Superficial del Mar	20	10	290	345	Atlántico
	Vientos Zonales a 200 hPa	15	-15	120	345	Pacífico + Atlántico
	Vientos Zonales a 200 hPa	-7	-25	265	300	Alta de Bolivia
	Altura Geopotencial a 200 hPa	15	-15	120	290	Pacífico
	Precipitación	2	-20	274	290	Perú
Temperatura s Extremas	Temperatura Superficial del Mar	15	-15	120	290	Pacífico
	Temperatura Superficial del Mar	15	-15	120	345	Pacífico + Atlántico
	Temperatura Superficial del Mar	20	10	290	345	Atlántico
	Vientos Zonales a 200 hPa	15	-15	120	345	Pacífico + Atlántico
	Vientos Zonales a 200 hPa	-7	-25	265	300	Alta de Bolivia
	Altura Geopotencial a 200 hPa	15	-15	120	290	Pacífico

Ante la no disponibilidad de predictores provenientes de las fuentes mencionadas anteriormente, se cuenta con el instructivo Manejo de Fuentes de Predictores para la Actualización de Pronósticos Estacionales ([IN-DMA-004](#)) el cual describe las contingencias para contar con información alternativa de predictores.

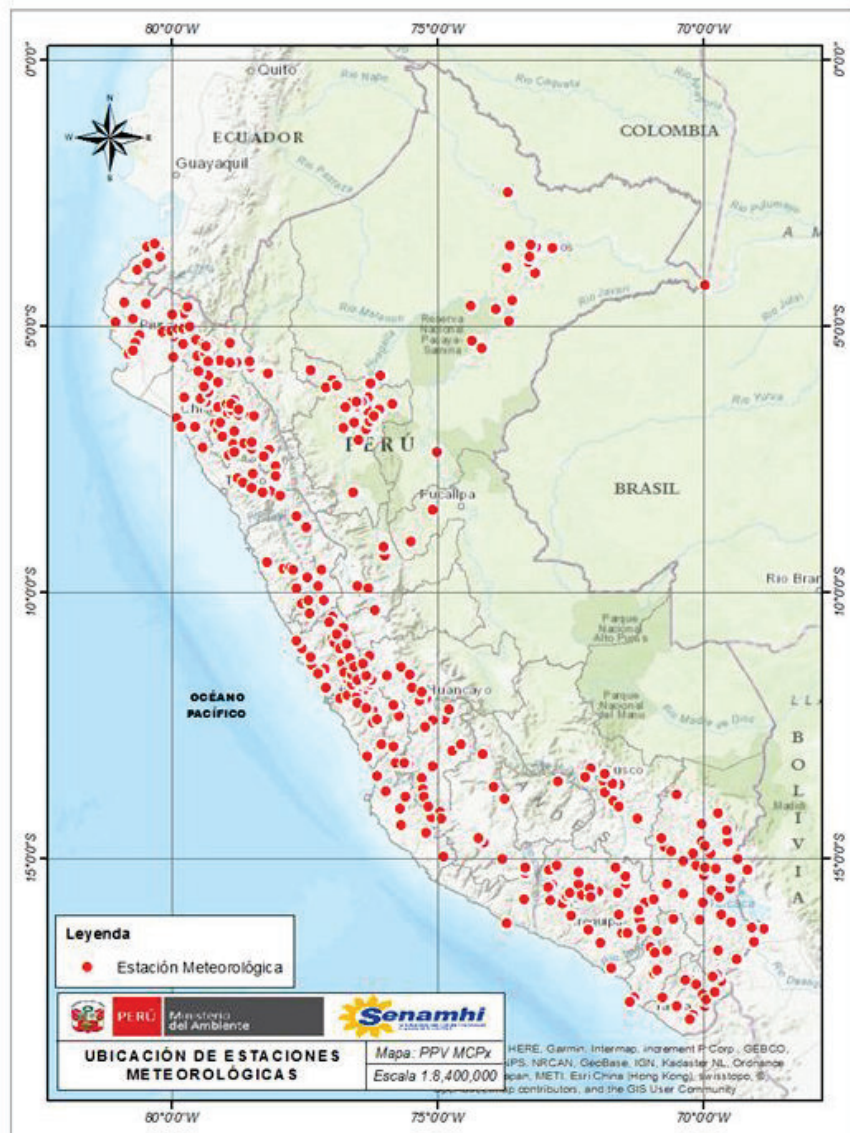
c. Predictantes

Corresponden a los datos mensuales (récord de 30 años aproximadamente) de precipitación, temperaturas extremas (máxima y mínima) expresadas en milímetros (mm) y en °C respectivamente, provenientes de 278¹³ estaciones a nivel nacional aproximadamente (Ver Figura 01).

¹³ Dependiendo de la información disponible considerando los récords más largos de información. Las estaciones empleadas para el pronóstico suelen variar, es así que los pronósticos de temperatura poseen menos estaciones que los de precipitación.

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	11 de 32

Figura 01: Mapa de la red de estaciones meteorológicas usadas en el pronóstico estacional



Como información complementaria, también se utilizan los datos del The Peruvian Interpolated data of the SENAMHI's Climatological and hydrological Observations (PISCO) provenientes del siguiente enlace: <https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.SENAMHI/.HSR/.PISCO/?Set-Language=es>

5.1.2. PROCESAMIENTO COMPUTACIONAL

Los pronósticos estacionales preliminares se generan con el software CPT Versión 15.05 (Climate Predictability Tool, para sistema operativo Linux). La metodología consiste en el **dowscaling estadístico mediante CCA**, usando datos grillados (Predictores), con el

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	12 de 32

objetivo estimar el comportamiento de las precipitaciones y temperaturas (Predictantes) para el periodo objetivo.

Dentro de los archivos que se ejecutan en el CPT se tienen de dos tipos con los siguientes nombres:

a. Los archivos de descarga de modelos globales

Tabla 6: Archivos y rutas de acceso para descarga de modelos para pronóstico estacional y de verano

Escala	Variables de descarga	Ruta de acceso	Nombre del archivo
Estacional	Temperatura superficial del mar (TSM)	/home/sea/CPT_SEASONAL_FORECAST/X_PRED_MOD	iri_download_models_cpt_SST_PP.sh
	Precipitación (PP)		iri_download_models_cpt_SST_PP.sh
	Vientos Zonales (U)		iri_download_models_cpt_UV_G.sh
	Altura Geopotencial (G)		iri_download_models_cpt_UV_G.sh
Verano	Temperatura superficial del mar (TSM)	/home/sea/CPT_LONGTERM_SEASONAL_FORECAST/X_PRED_MOD	iri_download_models_cpt_SST_PP.sh
	Precipitación (PP)		iri_download_models_cpt_SST_PP.sh
	Vientos Zonales (U)		iri_download_models_cpt_UV_G.sh
	Altura Geopotencial (G)		iri_download_models_cpt_UV_G.sh

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	13 de 32

Figura 02: Código de descarga de modelos de TSM y PP para el pronóstico estacional y verano

```

1 ytarget=SON          # ESTACION/MES OBJETIVO, EN INGLES, EJEM: NDJ, DJF, JFM,
2 yeartofcst=2025
3
4 xic_m=AUG            # USAR INGLES: JAN, DEC, AUG,..
5 xvar=SST             # SST o PP
6
7 seasontargetlen=3    # 3 si quieres estacional, 1 si es mensual, ojo con ytarget
8 #model_list=(GEMS-NEMO NASA-GEOS52S CanCM4i-IC3 CFS2 CanCM4i CanSIPsv2 CanGEM-NEMO CCSM4 GFDL-SPEAR ECMWF-SEASS Meteo-France-
9 #CURRENT NMME MODELS 2022
10 #model_list=(ECMWF CFS2 CanSIPsv2 CanCM4i-IC3 GEMS-NEMO NASA-GEOS52S CCSM4 GFDL-SPEAR) # ultimo a considerar
11 model_list=(ECMWF CFS2 CanSIPsv2 GEMS-NEMO NASA-GEOS52S CCSM4 GFDL-SPEAR CanCM4i-IC3)
12
13 #model_list=(ECMWF CanCM4i-IC3 GEMS-NEMO CFS2 CCSM4 NASA-GEOS52S GFDL-SPEAR)
14 # NOTA -----
15 # lead de NMME: 0.5 a 11.5
16 # lead de CS3: 0.5 a 5.5
17 # -----
18 # -----
19 # -----
20 # - Obtener informacion basica # -----
21
22 xic_mt=${xic_m,,} # lowercase all
23 xic_mf=${xic_mt^} # uppercase only first letter
24 xvar_f=${xvar,,} # uppercase to lowercase
25 options=$(grep "${xic_mf}" "${ytarget}" url_sf_options.txt) #ubica opciones
26 lead1=$(echo ${options} | awk -F " " '{print $3}') #selecciona primer lead
27 export LC_NUMERIC="en_US.UTF-8"
28 leadf=$(echo $lead1 | awk '{print $1 + $2}') # selecciona ultimo lead
29

```

Estos archivos deben modificarse según el periodo de proyección. Para ello, es necesario que el pronosticador de la SPC ajuste los parámetros como el periodo de proyección estacional (ytarget), el año de la proyección (yeartofcst), el mes de las condiciones iniciales (xic_m) y la variable de descarga (xvar, ver Tabla 6). Dichos ajustes se aplican en las escalas de pronóstico estacional y de verano (ver Tablas 2, 4 y 5).

Tabla 7: Archivos y rutas de acceso para descarga de modelos para pronóstico mensual

Variables de descarga	Ruta de acceso	Nombre del archivo
Temperatura superficial del mar (TSM)	/home/sea/CPT_MONTHLY_F ORECAST_exp/X_PRED_MO D	iri_monthly_download_models_cpt_S ST_PP.sh
Precipitación (PP)		iri_monthly_download_models_cpt_S ST_PP.sh
Vientos Zonales (U)		iri_monthly_download_models_cpt_U V_G.sh
Altura Geopotencial (G)		iri_monthly_download_models_cpt_U V_G.sh

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	14 de 32

Figura 03: Código de descarga de modelos de TSM y PP para el pronóstico mensual.

```

1
2 initialyear=2025 # año de la condicion inicial
3 #yearofcst=2021 # año del mes inicial
4 xic_m=AUG # condicion inicial , USAR INGLES: JAN, FEB, etc..
5
6 xvar=PP # PP o SST

8 #model_list=(CFS2 CanCM41 CanSIPsv2 CanGEM-NEMO CCSM4 GFDL-SPEAR NASA-GEOS525 ECMWF-SEASS Meteo-France-System7 GloSea6-GC2-System600 CMCC-SPSv3 DWD-
9 GCES2pb)
9 #CURRENT NNMME MODELS 2022
10 #model_list=(GEMS-NEMO NASA-GEOS525 CanCM41-IC3 CFS2 CCSM4 GFDL-SPEAR)
11 #model_list=(ECMWF CanCM41-IC3 GEMS-NEMO CFS2 CCSM4 NASA-GEOS525 GFDL-SPEAR) OFICIAL
12 #model_list=(ECMWF CanSIPsv2 CFS2 CCSM4 NASA-GEOS525 GFDL-SPEAR)
13 #model_list=(ECMWF CanSIPsv2 CFS2 CCSM4 GFDL-SPEAR)
14 #model_list=(CFS2 CanCM41)
15
16 #-----
17 #-----
18 #-----
19
20 # ESTACION/MES OBJETIVO, EN INGLES, EJEM: NDJ, DJF, JFM.
21 if [ $xic_m == "JAN" ]; then ytarget_list=(FEB MAR APR MAY JUN) ; fl
22 if [ $xic_m == "FEB" ]; then ytarget_list=(MAR APR MAY JUN JUL) ; fl
23 if [ $xic_m == "MAR" ]; then ytarget_list=(APR MAY JUN JUL AUG) ; fl
24 if [ $xic_m == "APR" ]; then ytarget_list=(MAY JUN JUL AUG SEP) ; fl
25 if [ $xic_m == "MAY" ]; then ytarget_list=(JUN JUL AUG SEP OCT) ; fl
26 if [ $xic_m == "JUN" ]; then ytarget_list=(JUL AUG SEP OCT NOV) ; fl
27 if [ $xic_m == "JUL" ]; then ytarget_list=(AUG SEP OCT NOV DEC) ; fl
28 if [ $xic_m == "AUG" ]; then ytarget_list=(SEP OCT NOV DEC JAN) ; fl
29 if [ $xic_m == "SEP" ]; then ytarget_list=(OCT NOV DEC JAN FEB) ; fl
30 if [ $xic_m == "OCT" ]; then ytarget_list=(NOV DEC JAN FEB MAR) ; fl
31 if [ $xic_m == "NOV" ]; then ytarget_list=(DEC JAN FEB MAR APR) ; fl
32 if [ $xic_m == "DEC" ]; then ytarget_list=(JAN FEB MAR APR MAY) ; fl
33

```

De manera similar a las proyecciones estacionales y de verano, las proyecciones mensuales requieren modificaciones en las líneas del script por parte del pronosticador de la SPC según el periodo de la proyección. En este caso, los parámetros que deben ajustarse son el año de las condiciones iniciales (initialyear), el mes de las condiciones iniciales (xic_m) y la variable de descarga (xvar, ver Tabla 7). Estos ajustes corresponden a la escala de pronóstico mensual (ver Tablas 3 y 5).

b. Los archivos de ejecución del pronóstico climático

Tabla 8: Archivos y rutas de acceso de ejecución para pronóstico estacional y de verano

Escala	Tipo de datos	Ruta de acceso	Nombre del archivo
Estacional	PISCO	/home/sea/CPT_SEASONAL_FORECAST	sf_pisco_v2024.sh
	Estaciones		sf_stns_v2024.sh
Verano	PISCO	/home/sea/CPT_LONGTERM_SEASONAL_FORECAST	sf_pisco_v2024.sh
	Estaciones		sf_stns_v2024.sh

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	15 de 32

En la ejecución de los códigos por parte del pronosticador de la SPC, para generar las salidas preliminares de los escenarios de pronóstico estacional y de verano, es necesario ajustar el script de acuerdo con el periodo de la proyección. Para ello, es necesario modificar los parámetros correspondientes al periodo de proyección estacional (ytarget), el año de la proyección (yearofcst), así como el mes de las condiciones iniciales (xic_m) y de los datos observados (xic), los cuales deben coincidir.

Figura 04: Código de ejecución de pronóstico estacional y de verano.

```

1#!/usr/bin/env bash
2
3# -----
4# - - - CPT configuration inputs - - - - -
5# -----
6# direccion principal
7dir_p=$(pwd)
8##
9## MODOS PARA X E Y
10#-----
11maxeof=5 # Numero de modos de EOF a emplear
12maxccan=5 # Maximo numero de modos de CCA a emplear
13# -----
14# DETALLES DE PREDICTANTE (Y)
15# -----
16ytarget=SON # Estacion o mes objetivo, poner iniciales en ingles. Por ejemplo: NDJ, DJF,etc; o FEB, DEC, etc.
17yearofcst=2025 # Año de la estacion objetivo
18# -----
19# DETALLES DE PREDICTOR (X)
20# -----
21xic=AUG # Mes de los datos observados
22xic_m=AUG # Mes de iniciación del pronostico por parte de los GCNs
23# -----
24abotmp=0.33 # umbral superior
25beltmp=0.33 # umbral inferior
26# -----
27aboppc=0.33 # umbral superior para la variable PP
28belppc=0.33 # umbral inferior para la variable PP

```

De igual manera, en las proyecciones mensuales se deben realizar ajustes según el periodo de la proyección. En este caso, es necesario modificar los parámetros correspondientes al año inicial de la proyección (iniyea) y al mes de las condiciones iniciales (xic_m).

Tabla 9: Archivos y rutas de acceso de ejecución para pronóstico mensual

Tipo de datos	Ruta de acceso	Nombre del archivo
PISCO	/home/sea/CPT_MONTHLY_FOREC AST_exp	sf_pisco_v2024.sh
Estaciones		sf_stns_v2024.sh

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	16 de 32

Figura 05: Código de ejecución de pronóstico mensual

```

Abrir [R] sf_stns_mon_v2024.sh Guardar
sf_pisco_mon_v2024.sh sf_stns_mon_v2024.sh

1# -----
2# - - - CPT configuration inputs - - -
3# -----
4# direccion principal
5# dir_p=$(pwd)
6##
7## MODOS PARA X E Y
8# -----
9# maxeof=5 # Numero de modos de EOF a emplear
10# maxccam=5 # Maximo numero de modos de CCA a emplear
11# -----
12# DETALLES DE PREDICTOR (X)
13# -----
14# inityear=2025 # asociado a la condicion inicial
15# xic_m=JUL # Mes de iniciación del pronostico por parte de los GCMs
16# -----
17# abotmp=0.33 # umbral superior
18# beltmp=0.33 # umbral inferior
19# -----
20# aboppc=0.33 # umbral superior para la variable PP
21# belppc=0.33 # umbral inferior para la variable PP
22# -----
23# missing value flag
24# missflag=-9999 # etiqueta para valores faltantes
25# missperc=30 # Porcentaje de datos faltantes
26# nnk=1 # numero de vecino cercano para la completacion de datos
27# -----

```

Tras realizar todos los experimentos con las configuraciones especificadas en las Tablas 2, 3, 4 y 5, se realiza la valorización del pronóstico, esto mediante el valor del goodness index, el cual nos sirve de referencia general para evaluar el desempeño del pronóstico realizado.

En esta etapa se generan pronósticos preliminares para variables meteorológicas de interés (Precipitación, Temperatura máxima y Temperatura mínima). Para ello se debe considerar que:

- Por cada experimento se obtiene una cantidad de pronósticos como modelos disponibles existan, aproximadamente 8 pronósticos generados por experimento.

Tabla 10: Archivos y rutas de acceso de ejecución para pronóstico mensual

Escala	Tipo de datos	Ruta de acceso	Carpeta
Estacional	PISCO	/home/sea/CPT_SEASONAL_FORECAST/SF_PISCO	*(año)_(trimestre)_PISCO
	Estaciones	/home/sea/CPT_SEASONAL_FORECAST/SF_STNS	*(año)_(trimestre)_STNS
Verano	PISCO	/home/sea/CPT_LONGTERM_SEASONAL_FORECAST/SF_PISCO	** (año)_JFM_PISCO_ic_(mes)
	Estaciones	/home/sea/CPT_LONGTERM_SEASONAL_FORECAST/SF_STNS	** (año)_JFM_STNS_ic_(mes)
Mensual	PISCO	/home/sea/CPT_MONTHLY_FORECAST_exp/SF_PISCO	***MF_(año)_(mes)_PISCO
	Estaciones	/home/sea/CPT_MONTHLY_FORECAST_exp/SF_STNS	***MF_(año)_(mes)_STNS

* Año y trimestre de la proyección de pronóstico estacional

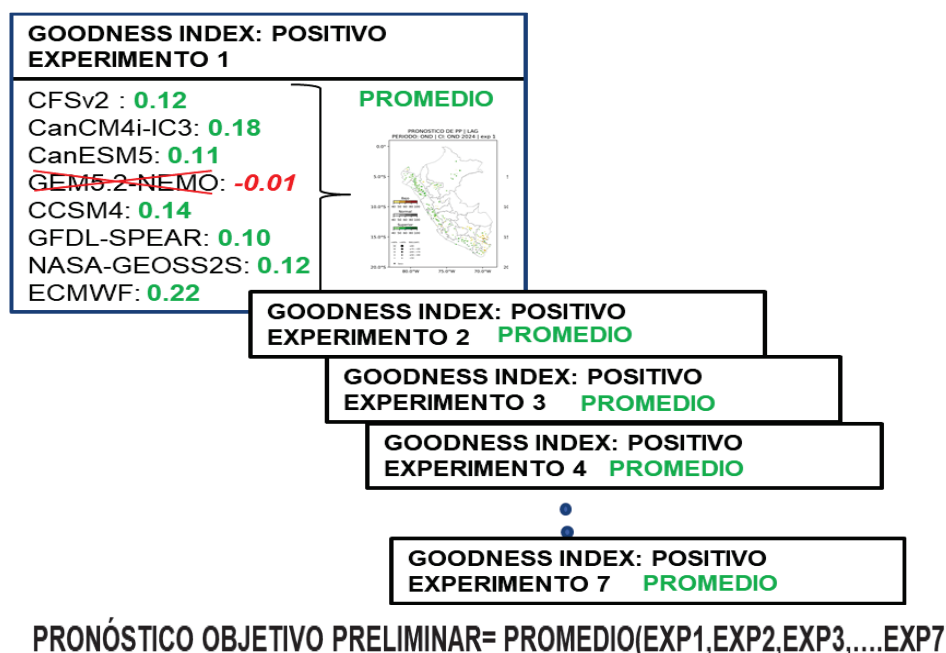
** Año de la proyección y mes de condiciones iniciales

*** Año de la proyección y mes de condiciones iniciales

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	17 de 32

- Todos los pronósticos son regionalizados para las regiones costa norte, costa centro, costa sur, sierra norte occidental, sierra norte oriental, sierra centro occidental, sierra centro oriental, sierra sur occidental, sierra sur oriental, selva norte alta, sierra norte baja, selva central y selva sur; se tomó como base la [Nota Técnica N° 001-2020/SENAMHI/DMA/SPC \(marzo 2020\)](#).
- Todos los pronósticos provenientes de un experimento se promedian si muestran un goodness index positivo; este ejercicio se repite para todos los experimentos.
- Finalmente, los resultados promediados por cada experimento se vuelven a promediar y se obtiene un pronóstico final.

Figura 06: Esquema general para la obtención de un pronóstico promedio



Adicionalmente, se generan métricas de habilidad a nivel de estación (incluidas en el software CPT); como son: el ROC (Relative Operating Characteristic), el cual es empleado para pronósticos por debajo y por encima de lo normal; y como métrica general de calidad del pronóstico se usa el 2AFC (Two-alternative Forced Choice). Para pronósticos por encima o por debajo de lo normal se usa el índice ROC; y para pronósticos dentro de lo normal el índice 2AFC, como medida de habilidad para los pronósticos en punto de estación. Estas métricas son de uso para el post-procesamiento para un análisis por cada pronóstico específico que son generados en forma gráfica. En las Figuras 07 y 08 se muestran algunas salidas preliminares de los pronósticos generados.

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	18 de 32

Figura 07: Ouputs generados de en base a los puntos de estación, se observan las correlaciones canónicas entre predictores y predictantes, además de los pronósticos asociados.

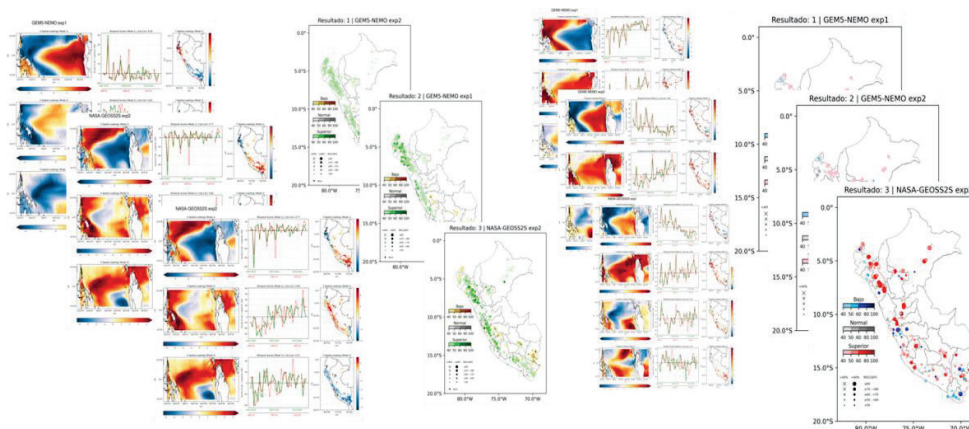
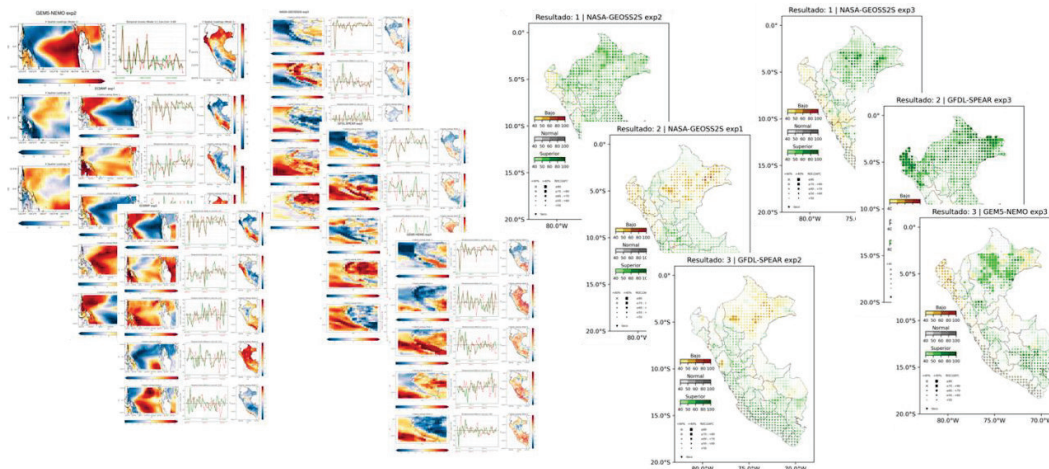


Figura 08. Ouputs generados de en base a los datos PISCO, se observan las correlaciones canónicas entre predictores y predictantes, además de los pronósticos asociados.



	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	19 de 32

5.1.3. CONSENSO

El consenso¹⁴ consiste en dos reuniones virtuales y/o presenciales de acuerdo a la disponibilidad de los participantes, convocadas por la SPC vía correo electrónico durante la última semana de cada mes y se realiza en dos etapas:

Primera etapa: participación de las Direcciones Zonales (DDZZ) del SENAMHI, donde se recopilan los aportes y análisis de las perspectivas subestacionales y estacionales a escala regional.

Segunda etapa: participación del equipo técnico de las Subdirecciones de Modelamiento Numérico (SMN), Predicción Meteorológica (SPM) y Predicción Climática (SPC). En esta fase se evalúan los pronósticos preliminares obtenidos en el preprocesamiento, considerando además fuentes adicionales de información, como las que se detallan a continuación:

- Monitoreo de temperaturas y precipitación: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=condiciones-climaticas>
- Climate Prediction Center/ Current Conditions/ NOAA: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/precip/CWlink/MJO/enso.shtml>
- WMO Lead Center for Long Range Forecast Multi-Model Ensemble (LC-LRFMME): https://www.wmolc.org/seasonPmmeUI/plot_PMME
- North American Multi-Model Ensemble (NMME):
- <https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/international/nmme/nmme.shtml>
- Copernicus Climate Change Service (C3S): https://climate.copernicus.eu/charts/packages/c3s_seasonal/
- The APEC Climate Center (APCC): <https://www.apcc21.org/?lang=en>
- Outputs models de lluvia, temperaturas extremas, circulación atmosférica, entre otros son expuestos por SPM, SMN y SPC.

A partir del análisis colegiado y conjunto entre especialistas, se llega a consenso y el respectivo pronóstico

5.1.4. ELABORACIÓN DE INFORME TÉCNICO Y PUBLICACIÓN

Los resultados finales del pronóstico trimestral, mensual y/o del escenario de verano son presentados en un formato regional elaborado por el equipo de la SPC, considerando sectores climáticos¹⁵ homogéneos. Dichos resultados se consolidan en un Informe Técnico, validado por la SPC, el cual incorpora los siguientes aportes:

- DHI: resumen del estado actual de los principales reservorios del país.
- DAM: información sobre las condiciones agrometeorológicas asociadas al pronóstico.

¹⁴ El consenso es realizado para evaluar el pronóstico trimestral, mensual (el mes más próximo) en principio, los escenarios de verano son generados a partir de las salidas estadísticas y un ajuste experto.

¹⁵ Sectorización climática del territorio peruano. Nota Técnica N° 001-2020/SENAMHI/DMA/SPC. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12542/976>

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	20 de 32

El informe incluye también información georreferenciada y la versión digital del documento se encuentra disponible en los siguientes enlaces:

- Pronóstico Trimestral: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-climatico>
- Pronóstico mensual: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-climatico&pro=mensual>
- Escenario de verano de lluvias: <https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-climatico&pro=verano>

El Informe Técnico validado por la SPC y los archivos georreferenciados son difundidos vía correo electrónico por el equipo de pronóstico de la SPC a instituciones claves, tales como: INDECI, CENEPRED, MINSA, CIIFEN, MINAM, entre otros.

Figura 09: Esquema general para la generación de pronósticos trimestrales, mensuales y escenario de verano (no incluye etapa de consenso).



NOTA: En las fechas de cambios de estación (verano, otoño, invierno y primavera) los Informes Técnicos de pronostico vienen acompañados de una Nota de Prensa elaborada por la SPC, SPM y SEA y validada por la UFC y SPC.

5.1.5. ETAPA DE ACTUALIZACIÓN WEB

En esta etapa se emplea el aplicativo desarrollado por la OTI (<https://idesep.senamhi.gob.pe/pronostico/login>) el cual proporciona 4 recursos para actualizar el pronóstico en la web de manera automatizada mediante el uso de archivos Excel, las cuales son “Pronóstico trimestral tipo punto”, “Pronóstico trimestral tipo polígono”, “Pronóstico mensual” y “Pronóstico de verano”.

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	21 de 32

Figura 10. Aplicativo para actualización en web de producto de pronóstico de la SPC



Cargar Pronóstico

Seleccione el tipo de pronóstico que desea cargar y adjunte el archivo correspondiente.

Tipo de Pronóstico

- ☐ Pronóstico Trimestral tipo punto
- ☐ Pronóstico Trimestral tipo polígono
- ☐ Pronóstico Mensual
- ☐ Pronóstico de Verano

[Desconectar](#)

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	22 de 32

5.2.DESCRIPCIÓN DE NOMENCLATURA DE LOS PRONÓSTICOS TRIMESTRALES, MENSUALES Y ESCENARIOS DE LLUVIA DE VERANO

En principio, los pronósticos son emitidos en un formato probabilístico, el cual consta de 3 probabilidades de ocurrencia:

- **Superior** (categoría asociada a valores sobre el percentil 66 de la base climática de 30 años)
- **Normal** (categoría asociada a valores próximos a sus valores normales, es decir entre el percentil 33 y percentil 66 de la base climática de 30 años)
- **Inferior** (categoría asociada a valores inferiores el percentil 33 de la base climática de 30 años)

Sin embargo, existe casos especiales en que estas probabilidades de ocurrencia son próximas en dos categorías, en estos aplicaría una recategorización de los escenarios de ocurrencia sin adicionar probabilidades intermedias. A continuación, se hace una breve descripción de la nomenclatura de las categorías basados en las probabilidades de los pronósticos emitidos por la SPC:

Tabla 11: Escenarios de pronóstico

ESCENARIO DE LLUVIAS	ESCENARIO DE TEMPERATURAS EXTREMAS	DESCRIPCIÓN
Superior	Superior	Escenario más probable es "Superior" a lo normal (sobre el percentil 66).
Normal – superior	Normal – superior	Las probabilidades de ocurrencia varían entre el escenario "Normal" (entre el percentil 66 y percentil 33) e "Inferior" (inferior al percentil 33) son próximas (hasta en 4 puntos) y son las más altas.
Normal	Normal	Escenario más probable de lluvia dentro de condiciones normales (entre el percentil 66 y percentil 33).
Normal inferior	Normal inferior	Las probabilidades de ocurrencia varían entre el escenario "Normal" (entre el percentil 66 y percentil 33) e "Inferior" a lo normal (inferior al percentil 33) son próximas (hasta en 4 puntos) y son las más altas.
Inferior	Inferior	Escenario más probable es "Inferior" a lo normal (inferior al percentil 33).
PERIODO SECO*		Adicionalmente, se ha generado una nomenclatura adicional asociada al "Periodo Seco", en donde las lluvias son nulas o escasas, que generalmente se presenta entre los meses de mayo y agosto

*Solo aplicable para el periodo de estiaje / meses con lluvias limitadas estacionalmente.

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	23 de 32

5.3. CALENDARIO DE PUBLICACIONES

Sobre el cronograma de publicaciones, el calendario considera lo siguiente:

- Generación de pronósticos preliminares
- Realización de los Consensos
- Elaboración de informes
- Fechas de cambio de estación
- Elaboración de Nota de prensa

Para mayores detalles, se ha generado un archivo descriptivo 2025 en el siguiente enlace:

<https://senamhi.gob-pe/EckmJOEQmsdKiCgaUPvhLslBhzvhwHBertGdbbIs0sXFow?e=xvloXg>

NOTA IMPORTANTE: En caso de que las condiciones océano-atmosféricas presenten un cambio de tendencia significativo antes de la siguiente actualización programada del pronóstico, se deberá evaluar la pertinencia de actualizar el pronóstico vigente correspondiente al mismo trimestre o mes objetivo en coordinación con las direcciones zonales, y de ser necesario, proceder con la actualización del Informe Técnico vigente para su publicación y difusión con su respectivo correlativo.

5.4. VISUALIZACIÓN E INTERFACE WEB

Los pronósticos se encuentran disponibles en la página web institucional de Vigilancia Climática, a través del siguiente enlace: <https://www.senamhi.gob.pe/site/vigilancia-climatica/>

En la sección “Pronóstico estacional y subestacional” se puede acceder a los submenús “Trimestral”, “Mensual”, “Escenario de Verano” y “Semanal”, los cuales agrupan los productos de predicción elaborados por la SPC en sus distintas escalas temporales.

Figura 11: Opciones para elegir producto de pronóstico de la SPC



	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	24 de 32

Figura 12: Interfaz web de pronóstico estacional trimestral, visualización principal del producto.



	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	25 de 32

5.5. VERIFICACIÓN DEL PRONÓSTICO TRIMESTRAL Y MENSUAL

La verificación de los pronósticos climáticos se realiza de manera sistemática y estandarizada mediante un entorno de programación en Python, lo que permite automatizar los procesos y asegurar la trazabilidad de los resultados. Esta metodología comprende varias etapas clave, desde la recopilación de datos hasta la generación de informes de verificación, como se detalla a continuación (Ver flujo grama, en Figura 13):

a. Entrada de datos

Se utilizan tanto los datos observados (trimestrales y mensuales) como los pronósticos generados para los mismos periodos.

b. Entorno de procesamiento

La verificación se ejecuta en un entorno Colab (Python), lo cual facilita el tratamiento automatizado de grandes volúmenes de información, la adaptación de los formatos de entrada y la implementación de métricas estadísticas especializadas.

c. Procesamiento

Adaptación de archivos

Antes de iniciar el análisis, los archivos de entrada (observaciones y pronósticos) son verificados y adaptados, asegurando que los campos requeridos estén correctamente estructurados para el procesamiento automático.

Aplicación de métricas de verificación

Se aplican diversas métricas estadísticas que permiten evaluar la habilidad predictiva de los pronósticos, entre las que destacan:

- **RPSS** (Ranked Probability Skill Score)
- **HSS** (Heidke Skill Score)
- **Porcentaje de acierto**
- **Bias de frecuencia**

Estas métricas proporcionan información cuantitativa sobre el grado de coincidencia entre las condiciones pronosticadas y las observadas.

d. Resultados

Generación de productos de verificación

Los resultados se sintetizan en boletines técnicos de verificación, tanto **trimestrales** como **mensuales**, que recogen los principales hallazgos y desempeños por región y variable climática.

Almacenamiento y publicación interna

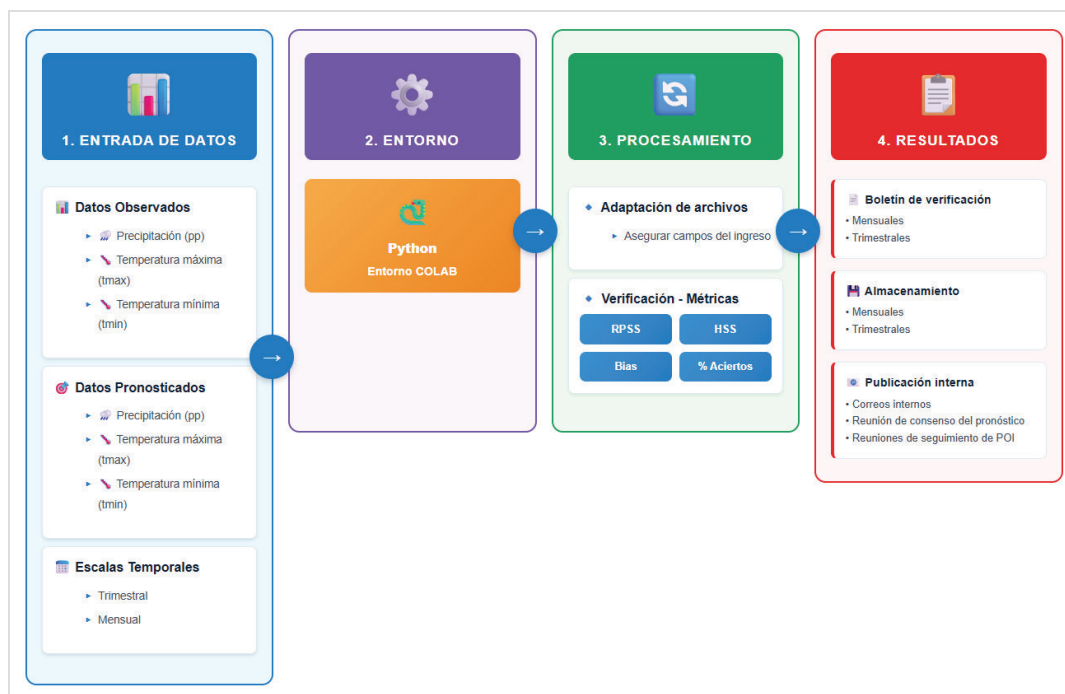
Las salidas generadas durante el proceso de verificación, incluyendo archivos de resultados, gráficos estadísticos y boletines técnicos, se almacenan de manera sistemática para su consulta y respaldo.

Posteriormente, estos productos son difundidos a través de canales internos, como el correo institucional, y también se presentan en espacios de discusión técnica, entre ellos la reunión de consenso del pronóstico y las reuniones periódicas de seguimiento del POI.

Estas instancias permiten socializar los principales resultados, analizar el desempeño alcanzado y retroalimentar el proceso de elaboración de nuevos pronósticos.

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	26 de 32

Figura 13. Flujograma del proceso de verificación del pronóstico estacional y mensual.



5.6. PRONÓSTICO SEMANAL DE LLUVIAS Y TEMPERATURA

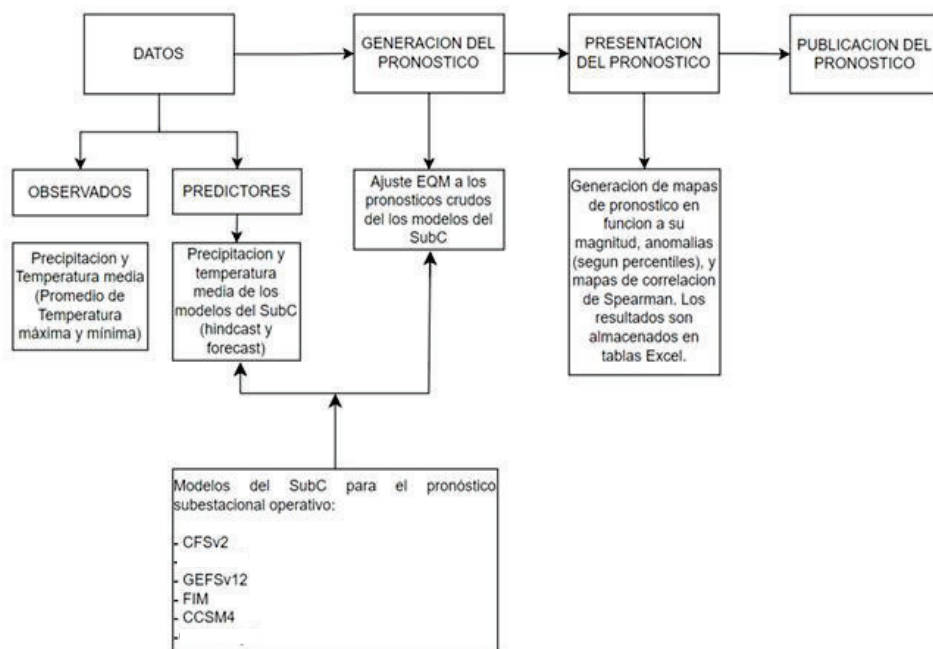
5.6.1. MÉTODO Y PROCESAMIENTO

Los pronósticos semanales de lluvias y temperatura emitidos por la SPC se basan en la calibración de los modelos GEFSv12, FIMr1p1, CFSv2 y CCSM4, utilizando tanto datos *hindcast* como *forecast*. El proceso de generación y emisión de los pronósticos de temperatura y lluvia a escala semanal se realiza todos los viernes a cargo del pronosticador de la SPC e inicia con la descarga de los datos *forecast* de cada modelo, seleccionando aquellos con la condición inicial más reciente. Para ello, ya se cuenta previamente con una base de datos *hindcast* completa.

Una vez descargados los datos, se procede a la calibración mediante el método de Empirical Quantile Mapping (EQM), utilizando como referencia los datos observados de la red de estaciones del SENAMHI junto con los *hindcast*. Este procedimiento se ejecuta en el sistema de Computación de Alto Rendimiento "NUNA" del SENAMHI, el cual permite procesar y generar pronósticos semanales tanto a nivel de estación meteorológica (precipitación y temperatura media) como en formato espacial, utilizando como insumo la base de datos PISCO, especialmente en la variable de precipitación, para un horizonte de hasta cuatro semanas. La generación de mapas de pronósticos es en términos de valores (magnitud), umbrales (percentiles del 1 al 99), y correlación de Spearman (indicador de habilidad del pronóstico en función a los datos *hindcast*).

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	27 de 32

Figura 14. Esquema de planteamiento para el pronóstico subestacional operativo semanal.



Es importante tener en cuenta que las variables de los datos observados corresponden a las estaciones meteorológicas del SENAMHI con datos faltantes no mayor al 10%, y no mayor al 40% para el caso de las temperaturas extremas, ambas para el periodo 1991-2020. Las variables analizadas son precipitación y temperatura media (promedio de la temperatura máxima y mínima).

Asimismo, para el ajuste EQM (Empirical Quantile Mapping) con frecuencia semanal se considera descargas de datos semanales con desfase (lag) desde -1 días a +1 días con respecto al día de iniciación del pronóstico. Esta asunción permite poseer cinco veces más los datos históricos para la calibración con EQM de los datos semanales.

El método EQM es aplicado a punto de grilla donde el ajuste se lleva a cabo en los puntos de retícula coincidentes con la ubicación espacial de los datos observados (estaciones meteorológicas). Por lo tanto, las estadísticas resultantes de cada ajuste son independientes para cada punto de grilla y no representan necesariamente a un patrón regional de ajuste.

El pronóstico subestacional (semanal) desarrollado permite la visualización de los pronósticos de precipitación para las cuatro siguientes semanas a partir del viernes de cada semana (inicialización los miércoles, típicamente los jueves está disponible). Utiliza el período climatológico de 1999 a 2016 y está compuesto por un conjunto de modelos a partir del GEFSv12, FIMr1p1, CFSv2 y CCSM4, que son calibrados mediante el EQM. En las Figuras 15, 16 y 17 se presentan los mapas de pronósticos en sus formatos categóricos (percentiles).

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	28 de 32

Figura 15. Salida de los 4 modelos (GEFSv12, FIMr1p1, CFSv2 y CCSM4) y el promedio de los modelos disponibles de pronóstico de precipitación de la SEMANA 1.

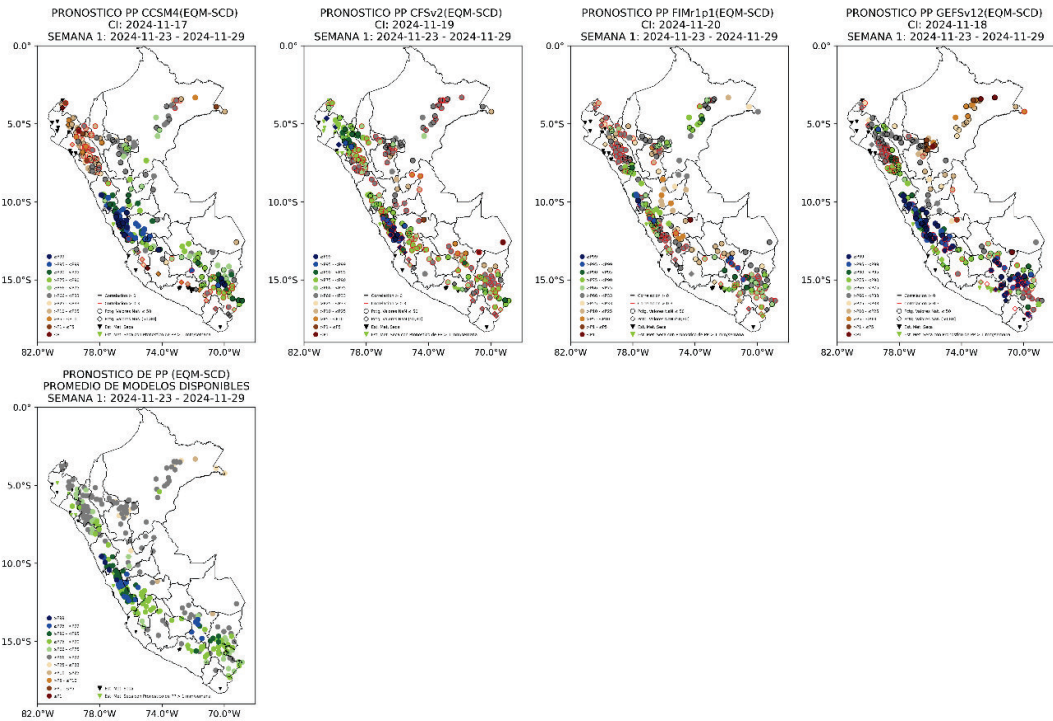
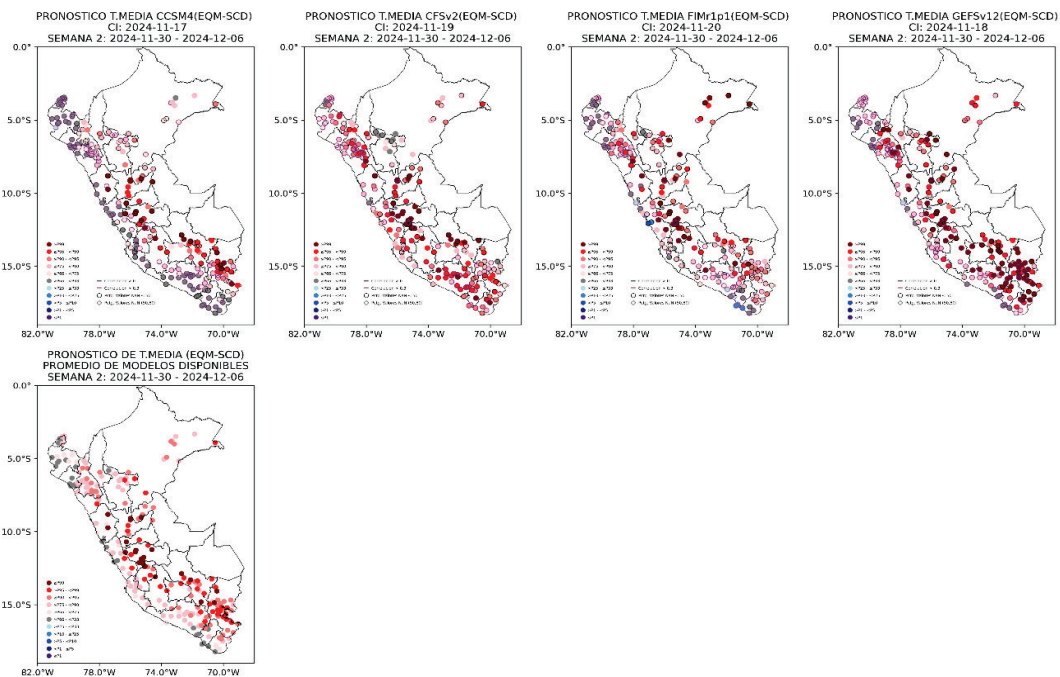
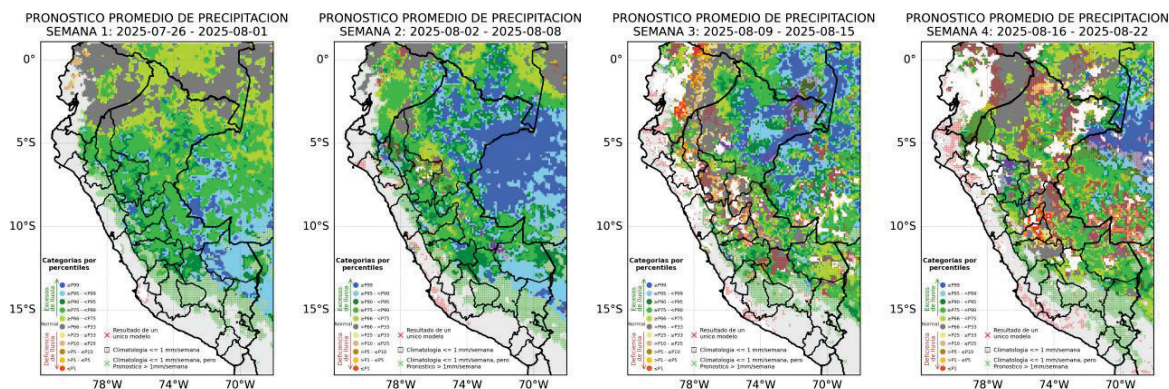


Figura 16. Salida de los 4 modelos (GEFSv12, FIMr1p1, CFSv2 y CCSM4) y el promedio de los modelos disponibles para el pronóstico de temperatura media de la SEMANA 2



	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	29 de 32

Figura 17. Salida de los 4 modelos (GEFSv12, FIMr1p1, CFSv2 y CCSM4) de precipitación grillado con base de datos PISCO



La generación del presente pronóstico se encuentra implementado en el Servidor de alto rendimiento NUNA y se debe considerar los siguientes pasos:

NOTA: GENERACIÓN OPERATIVA DEL PRONÓSTICO SEMANAL

En la actualidad la generación del presente pronóstico se encuentra implementado en el Servidor de alto rendimiento NUNA y se debe considerar los siguientes pasos:

NUNA acceso:

Ingresar desde terminal Linux:

User: User

Password: Clave

- 1) **Digitar : labs2s (te mueve a /scratch/DMA/s2s_fcst)**
- 2) **Check files disponibles con el comando: "ls"**
 - Pronostico_semanal_estaciones.
 - Pronostico_semanal_pisco.
- 3) **Para Pronostico_semanal_estaciones:**
 - cd Pronostico_semanal_estaciones

Disponibles "pr_fcst" y "tas_fcst". (Ejemplo precipitación: pr_fcst)

 - cd pr_fcst.
 - gedit run_fcst.sh (editar yeari,moni,dayi) / guardar
 - ejecutar como: ./run_fcst.sh
- 4) **Para Pronostico_semanal_pisco:**
 - cd Pronostico_semanal_pisco/pisco_pr_fcst
 - gedit run_fcst_pisco.sh (editar yeari,moni,dayi) / guardar
 - ./run_fcst_pisco.sh
- 5) **Copiar archivos desde Workstation o cualquier maquina Linux de SENAMHI**
 - Scp -r
spc001@10.10.50.253:/scratch/DMA/s2s_fcst/Pronostico_semanal_pisco/pisco_pr_fcst/pr_pisco_subseasonal_fcst_2025-06-17.
 - Colocar password (para concluir copia de archivos)
 - Repositorio final en máquina Linux: /Documentos/Descargas_s2s_nuna

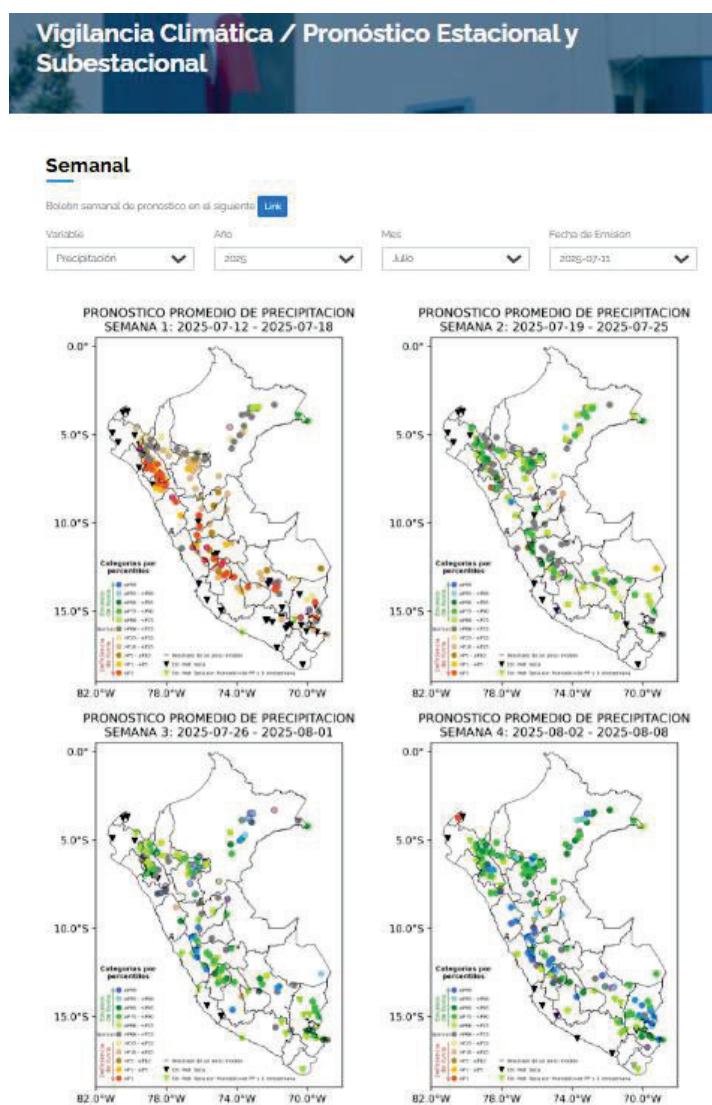
Ruta de acceso a las salidas de pronóstico semanal desde cualquier máquina externa, mediante dirección Anydesk del puesto de trabajo: 607105484
- 6) **Jupyter hub NUNA desde maquinas Tsunami: <http://10.10.50.251:8000/>**

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	30 de 32

5.6.2. VISUALIZACIÓN E INTERFACE WEB

La interfaz web del pronóstico semanal (https://www.senamhi.gob.pe/site/vigilancia-climatica/pages/pronostico_estacional_subestacional_semanal.php) consta de mapas temáticos que muestran las condiciones previstas de precipitación y temperatura promedio a nivel nacional para cada semana. Los mapas están clasificados en categorías según percentiles, valores determinísticos pronosticados y mapas de correlación como una aproximación de la habilidad (skill) y se actualizan cada viernes por semana a través de intranet de la entidad.

Figura 18. Interfaz web de pronóstico semanal



	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	31 de 32

6. ANEXOS

6.1. Anexo A: Bibliografía

7. TABLA DE CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Sección	Detalle de cambios
01		Versión inicial

	MANUAL TÉCNICO	Código	MT-DMA-002
	ELABORACIÓN Y EMISIÓN DE PRONÓSTICOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA	Versión	01
		Página	32 de 32

Anexo A

BIBLIOGRAFÍA

- S. Wilks, D. (2006). Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. 2 ed. United States. Elseiver. P. 463-507
- S. Wilks, D. (2006). Statistical Methods in the Atmospheric Sciences. 2 ed. United States. Elseiver. P. 509-528
- Themeßl, M. J., Maraun, D., & Held, I. M. (2011). Empirical-statistical downscaling and error correction of daily precipitation from regional climate models. *Climate Dynamics*, 37, 367–382.
- Swets, J. A. 1973. The relative operating characteristic in psychology. *Science*. 182: 990-1000.
- Mason, I. 1982. A model for assessment of weather forecast. *Aust. Meteor. Mag.* 30:291-303.
- Stanski, H.R. et al. 1989. Survey of common verification methods in meteorology. WMO World Weather Watch Tech. Rep. 8. WMO TD 358, 114p.
- Mason, S.J. Weigel, A.P. 2009. A generic forecast verification framework for administrative purposes. *Mon. Weather Rev.* 137: 331-349.
- Sectorización climática del territorio peruano. Nota Técnica N° 001-2020/SENAMHI/DMA/SPC. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12542/976>
- Hans von Storch and Francis W. Zwiers., (2004). Statistical Analysis in Climate Research. Cambridge University
- Fonseca. I and Harumi. M (2012) Climate Fields over South America and Variability of SACZ and PSA in HadGEM2-ES. *American Journal of Climate Change*, 2012, 1, 132-144 DOI:10.4236/ajcc.2012.13011.
- Maarten H. y Ambaum P. 2004: Calculating EOFs and principal component time-series. Department of Meteorology, University of Reading, UK.
- Mason, S.J. Graham, N.E. 1999. Conditional probabilities, relative operating characteristics and relative operating levels. *Wea. Forecastings*. 14:713-725.
- ENANDES et al., 2024: Guía de pronósticos subestacionales del Proyecto.
- WWRP; WCRP. (s.f.). Subseasonal to Seasonal Prediction Project. Disponible en: <http://s2sprediction.net/>
- Vitart, F., Robertson, A.W. (2019). Chapter 1 - Introduction: Why Sub-seasonal to Seasonal Prediction (S2S)?. En A. Robertson & F. Vitart (Eds.), *Sub-Seasonal to Seasonal Prediction* (pp. 3-15).
- Vitart, F., Robertson, A.W. (2018). The sub-seasonal to seasonal prediction project (S2S) and the prediction of extreme events. *npj Clim. Atmos. Sci.*