

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

LA MOLINA

FACULTAD DE CIENCIAS



**“PRONÓSTICO CATEGÓRICO DE PRECIPITACIONES BASADO
EN LOS VALORES DEL ÍNDICE ICEN Y ONI PARA EL PERÚ”**

Presentada por:

Gabriela Corina Quiroz Mosquera

Trabajo Monográfico para optar por el Título Profesional de

INGENIERO METEORÓLOGO

Lima – Perú

2018

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**FACULTAD DE CIENCIAS
“PRONÓSTICO CATEGÓRICO DE PRECIPITACIONES BASADO
EN LOS VALORES DEL ÍNDICE ICEN Y ONI PARA EL PERÚ”**

Presentada por:

Gabriela Corina Quiroz Mosquera

Trabajo Monográfico para optar por el Título Profesional de

INGENIERO METEORÓLOGO

Sustentada a aprobada ante el siguiente Jurado:

Dr. Ernesto E. Menacho Casimiro
PRESIDENTE

M.Sc. Eusebio Cisneros Tarmeño
MIEMBRO

Mg.Sc. Victoria Calle Montes
MIEMBRO

M.Sc. Eusebio Cisneros Tarmeño
ASESOR

AGRADECIMIENTOS

Al Profesor Guillermo Baigorria por su vocación y talento dignos de toda mi admiración. A mi familia por su apoyo incondicional y a mi nueva familia que son la motivación de mi día a día.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	v
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. EL NIÑO – OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS).....	4
2.2. ÍNDICES DE TELECONEXIÓN EL NIÑO.....	5
2.2.1. Índice Oceánico El Niño (ONI).....	6
2.2.2. Índice Costero El Niño (ICEN)	6
2.3. FENÓMENO EL NIÑO GLOBAL VS COSTERO	7
2.4. ANÁLISIS DE LA VARIANZA - COMPARACIONES MÚLTIPLES ENTRE MEDIAS (ANOVA)	8
III. DESARROLLO DEL TEMA	10
3.1. MATERIALES	10
3.1.1. Datos de estaciones meteorológicas	10
3.1.2. Datos de índices de teleconexión.....	11
3.1.3. Software	11
3.2. METODOLOGÍA	11
3.2.1. Análisis estadístico	11
3.2.2. Uso del software estadístico	13
3.2.3. Elaboración de mapas	14
3.3. RESULTADOS.....	15
3.3.1. Basados en el índice de teleconexión ICEN (Lag0)	15
3.3.2. Basados en el índice de teleconexión ONI (Lag1)	22
IV. CONCLUSIONES	28
V. RECOMENDACIONES	30
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
VII. ANEXOS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Categorías de las anomalías en las condiciones de la temperatura según ONI.....	6
Tabla 2: Categorías de las anomalías en las condiciones de la temperatura según ICEN	7
Tabla 3: Comparativo de gráficos de dispersión de las muestras.....	12
Tabla 4: Tabla de resultados del ENSOCrop (output) considerados para el cálculo.....	15

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Proceso de retroalimentación positiva El Niño (Bjerknes 1966, 1969).....	5
Figura 2: Regiones de medición de la temperatura superficial del mar ubicadas en el Pacífico Tropical asociadas a los índices de teleconexión El Niño	5
Figura 3: Distribución espacial de las estaciones meteorológicas disponibles.	10
Figura 4: Esquema de la metodología estadística.....	11
Figura 5: Ejemplo de posibles resultados generados a partir del análisis estadístico....	13
Figura 6: Interfaz de usuario del programa ENSOCrop.	14
Figura 7: Resultados del ENSOCrop (output).....	14
Figura 8: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ICEN para el mes de diciembre. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.	17
Figura 9: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ICEN para el mes de enero. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.	18
Figura 10: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ICEN para el mes de febrero. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.	19
Figura 11: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ICEN para el mes de marzo. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.	20
Figura 12: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ICEN para el mes de abril. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.	21
Figura 13: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ONI para el mes de diciembre. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.	23
Figura 14: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ONI para el mes de enero. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.	24
Figura 15: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ONI para el mes de febrero. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.....	25
Figura 16: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ONI para el mes de marzo. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.	26
Figura 17: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ONI para el mes de abril. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Lista de Estaciones Meteorológicas	35
Anexo 2: Resultados con significancia estadística	42

RESUMEN

Para la predicción de lluvias a mediano y largo plazo frente la ocurrencia de eventos climáticos que afectan el Perú de manera periódica como el Fenómeno El Niño, se ha implementado una metodología de pronóstico categórico desarrollada por Baigorria (2014) a través del software ENSOCrop. Esta herramienta permite procesar datos mensuales de precipitación histórica de las estaciones de monitoreo que luego son disgregados en tres fases características (fase positiva, neutral y negativa)¹ de los índices de teleconexión ICEN² (en el Pacífico oriental o Región Niño 1+2) y ONI³ (en el Pacífico central o Región Niño 3.4). Finalmente, se reconoce a través de la prueba estadística de análisis de varianza (ANOVA) si las diferencias (promedio y desviación) en el comportamiento de la variable para cada una de las fases mencionadas son significativas.

En el siguiente estudio se muestran los resultados a través de mapas asociados a la temporada de lluvias para Perú, en el que se refleja el comportamiento mensual de las lluvias (sobre lo normal, normal, inferior a lo normal)⁴ relacionado a la fase positiva de los índices ICEN y ONI. Como resultado del análisis estadístico basado en el ICEN se identificaron acumulados de lluvias por encima de lo normal en estaciones ubicadas en las regiones Tumbes, Piura, Lambayeque y el sector occidental de Cajamarca. En la región central del país, no se evidencia persistencia de superávits de lluvias a nivel mensual.

Las estaciones meteorológicas en la sierra sur con el índice ICEN en su fase positiva muestran condiciones deficientes de lluvias de manera dispersa. Por esta razón, se procedió a generar resultados paralelos con el índice ONI debido a su mejor correlación (Lagos 2008) con el comportamiento de lluvias en la región sur del país.

¹ Fase positiva $> +0,4$ / $-0,4 < \text{Fase neutral} < +0,4$ / Fase negativa $< -0,4$.

² ICEN: ENFEN, 2012. Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú (<http://www.imarpe.gob.pe>; www.senamhi.gob.pe; www.dhn.mil.pe; www.igp.gob.pe)

³ ONI: Oceanic Niño Index. <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>

⁴ La normal es considerada como el promedio de acumulados de precipitación durante los años correspondientes a la fase neutral del índice $(-0,4/+0,4)$.

Respecto a la fase positiva del índice ONI, se reconoce también una variabilidad en los acumulados de la precipitación mensual asociada al calentamiento superficial del mar en la región 3.4. Las deficiencias en la región sur se concentran al sur de la región Puno y en el flanco occidental de Tacna, Moquegua y Arequipa, especialmente durante diciembre, enero y febrero. Asimismo, se observan lluvias por debajo de lo normal a lo largo de la región occidental de la sierra cuya característica abarca Lima, Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Moquegua y Tacna en marzo. Cabe resaltar que los escenarios relacionados a ambos índices de monitoreo, atenúan las deficiencias de precipitaciones en la región Puno en este mes.

Palabras clave: Fase positiva, Fenómeno El Niño, ONI, ICEN, normal, ANOVA

ABSTRACT

For the forecast of medium and long-term rainfall during climatic events that affect Peru periodically, such as the El Niño Phenomenon, categorical forecasting software have been developed by Baigorria (2014) which is called ENSOCrop. This tool allows to process monthly mean rainfall data and also its division into three characteristic phases (positive, neutral and negative phase)⁵ based on teleconnection indices such as ICEN⁶ (in the eastern Pacific or Niño 1 + 2 Region) and ONI⁷ (in the central Pacific or Niño Region 3.4). Then, the application of analysis of variance (ANOVA) to monthly data leads to recognize and compare significant differences (average and deviation) on precipitation patterns for each phase.

Mapping results for rainy season reflects the monthly precipitation category (above normal, normal, below normal) ⁸related to positive phase based on ICEN and ONI indices. As a result of the statistical analysis based on ICEN, monthly amount of rainfall above normal were identified at weather stations located in Tumbes, Piura, Lambayeque and western Cajamarca. In the central region of the country, there is no persistent evidence of monthly rainfall surpluses.

Weather stations in the southern highlands related to positive ICEN values shows rainfall conditions in a dispersed manner. Due to this, results were also generated using ONI index, which has better correlation (Lagos, 2008) with rainfalls in the southern region of the country.

Regarding the positive phase of the ONI index, the accumulated monthly precipitation is associated with the superficial heating of the sea in the region 3.4. The deficiencies in the southern region are concentrated in the south of Puno and western slope of Tacna, Moquegua and Arequipa, especially during December, January and February. Likewise,

⁵ Positive phase > +0.4 / -0.4 <Neutral phase <+0.4 / Negative phase <-0.4.

² ICEN: ENFEN, 2012. Operational definition of El Niño and La Niña events and their magnitudes on the coast of Peru (<http://www.imarpe.gob.pe>; www.senamhi.gob.pe; www.dhn.mil.pe www.igp.gob.pe)

³ ONI: Oceanic Child index. <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>

⁴ Normality is considered as the average of the indexes corresponding to the neutral phase of the index (-0.4 / + 0.4).

rainfall below normal is also observed throughout the western Andean region such as Lima, Ayacucho, Huancavelica, Arequipa, Moquegua and Tacna, especially on March. It should be noted that scenarios using both indices reduce the rainfall deficiency pattern in Puno on this month.

Key words: Positive phase, El Niño Phenomenon, ONI, ICEN, normal, ANOVA

I. INTRODUCCIÓN

A fines del siglo XIX, los pescadores del norte del Perú observaron que todos los años hacia finales de diciembre, próximo a la Navidad, solía ocurrir un incremento de la temperatura del agua del mar a lo largo de la costa norte (Eguiguren 1894). Posteriormente, este calentamiento se vinculó a la llegada de una corriente marina de aguas cálidas a la que se le denominó corriente de “El Niño”. En el siglo XX, científicos como Murphy, 1926; y Lobell, 1942 identificaron que la presencia de estas aguas cálidas a lo largo de las costas peruanas era un fenómeno recurrente en el que las condiciones cálidas podrían permanecer durante meses.

El Niño – Oscilación del Sur (ENSO), asociado a la fase cálida, es un evento natural de la variabilidad climática en el que se interrelacionan el océano y la atmósfera en la región tropical del Océano Pacífico (Trenberth, 1997). Uno de los indicadores que explica la respuesta atmosférica es el IOS (Índice Oscilación del Sur) cuyo cálculo es obtenido de la diferencia de los valores superficiales de presión atmosférica entre la isla de Tahití y Darwin (Australia). La isla de Tahití se utiliza como punto representativo del comportamiento de la presión atmosférica en la parte oriental central del Océano Pacífico tropical, en tanto, Darwin es el punto representativo de la presión atmosférica de la parte occidental del mismo océano. Según esta oscilación, la fase cálida del ENSO corresponde a condiciones El Niño (calentamiento oceánico e IOS negativo), mientras que la fase fría del ENSO, corresponde a condiciones La Niña (enfriamiento oceánico e IOS positivo).

La mayoría de estudios realizados para el Perú indican señales climáticas asociadas al ENSO en dos zonas geográficas contrastantes del país: la costa norte peruana y la región del altiplano (Tapley y Waylen 1990) (Trigoso Rubio 2007). Es muy conocido que la Oscilación Sur El Niño asociada a las anomalías positivas de la temperatura superficial del mar en el Pacífico Ecuatorial (Mora y Willems 2012) trae consigo acumulados de

lluvias extremas anormales en la costa norte del país (Horel y Cornejo-Garrido 1986), especialmente los eventos de magnitud moderada y fuerte (Tapley y Waylen 1990). En tanto, los datos históricos de la región Altiplánica evidencian deficiencias de precipitaciones (Lavado y Espinoza 2014), que incluso resultaron en sequías extremas durante eventos El Niño como 1983, 1992 y 1997-1998 (Trigoso Rubio 2007). Cabe resaltar, que este comportamiento anómalo durante el ENSO no se presenta de manera homogénea, siendo la señal climática más pronunciada en el sector occidental de la cordillera comparado al oriental (Aceituno y Garreaud 2000); es decir, el este del Altiplano se correlaciona débilmente con el ENSO; mientras que el oeste del Altiplano se muestra más sensible debido a que la advección de humedad es reducida en eventos El Niño, especialmente durante los meses de verano austral (Vuille et al. 2000).

En los últimos años, los científicos han sectorizado la franja ecuatorial del Océano Pacífico en cuatro cuadrantes para centrar la atención en el proceso de la evolución de las temperaturas de la superficie del océano y en los vientos. Muchos autores se enfocan en los cuadrantes Niño 3.4, debido a que se encontraron fuertes teleconexiones en las regiones del Pacífico tropical central y oriental (Trenberth y Stepaniak 2000); es decir, una correlación significativa, positiva o negativa, en las fluctuaciones de un campo en puntos separados por grandes distancias que sugiere la propagación de la información a través de la atmósfera (American Meteorological Society, 2000).

Para el caso de los andes centrales, Vuille et al. (2000) encontró que la variabilidad de la temperatura del aire en los Andes centrales está relacionada a los cambios de anomalías de la temperatura superficial del mar del Pacífico Central Ecuatorial (región 3.4) con una señal anticipada de 1 a 2 meses. Por otro lado, el autor demostró que la variabilidad interanual de la precipitación está relacionada con las anomalías de la circulación atmosférica durante las fases positiva y negativa de la Oscilación del Sur.

La Administración Nacional para el Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos de Norteamérica - NOAA, identificó áreas de teleconexión en el Pacífico ecuatorial. El Índice Oceánico El Niño (ONI, por sus siglas en inglés) es utilizado para la asociación de condiciones El Niño y La Niña. De manera paralela, el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño – ENFEN, ha determinado un

índice para definir la ocurrencia y magnitud del fenómeno El Niño en la región costera del Perú, denominado ICEN (Índice Costero El Niño). El presente estudio utiliza como insumos los datos mensuales del total histórico de 352 estaciones meteorológicas a nivel nacional para la variable de precipitación, así como la serie del índice ONI e ICEN desde el año 1950. Con esta información se analizarán las diferencias entre los parámetros estadísticos (promedio y desviación estándar) asociados al comportamiento de la precipitación frente a las fases (positiva, neutral y negativa) de los índices El Niño aplicando la prueba estadística ANOVA. Posteriormente, se representará de manera gráfica la categoría pronosticada de la precipitación exclusivamente durante la fase positiva de los índices.

La predicción del clima a través del uso de índices de teleconexión permitirá conocer los posibles escenarios de las condiciones climáticas, en este caso en particular, a nivel mensual frente a la fase positiva o cálida de los indicadores en el Pacífico Ecuatorial. Estos resultados contribuirán a la toma de decisiones asociadas al manejo de riesgos y la planificación de los usuarios y entidades a nivel regional como nacional.

Los objetivos de este trabajo son estimar los parámetros estadísticos (promedio y desviación estándar) de la precipitación en el Perú a nivel mensual (diciembre, enero, febrero, marzo y abril) durante los años que corresponden a las fases de los índices ICEN y ONI, identificar diferencias significativas a través de la prueba estadística ANOVA y representar de manera gráfica la categoría (sobre lo normal, normal y debajo de lo normal) de la precipitación pronosticada durante la fase positiva.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. EL NIÑO – OSCILACIÓN DEL SUR (ENOS)

Es un evento natural de la variabilidad climática en el que se interrelacionan el océano y la atmósfera en la región tropical del Océano Pacífico. Éste término se hizo conocido a partir de los años ochenta, cuando la comunidad científica demostró que había una interacción entre el océano y la atmósfera que lo explicaba. La fase cálida del ENOS corresponde a El Niño (calentamiento oceánico e IOS⁹ negativo), mientras que la fase fría del ENOS, corresponde a La Niña (enfriamiento oceánico e IOS positivo) (Figura 1).

Durante la fase cálida del ENOS (El Niño), la atmósfera tropical se calienta y humedece alterando las zonas de tormentas, las que se desplazan hacia el Pacífico oriental (costa sudamericana). Si bien los peruanos estamos más interesados en lo que ocurre en las cercanías de nuestras costas (cuadrante Niño 1+2), el impacto de las anomalías océano atmosféricas en la franja ecuatorial del Océano Pacífico asociadas al ENOS no solo se limitan a los trópicos, sino que tienen repercusiones en otras regiones del mundo a través de interacciones atmosféricas entre regiones distantes o teleconexión. (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI 2014)

⁹ El Índice de Oscilación del Sur (IOS) es un valor que se obtiene de la diferencia de los valores superficiales de presión atmosférica entre la isla de Tahití y Darwin (Australia). La isla de Tahití se utiliza como punto representativo del comportamiento de la presión atmosférica en la parte oriental central del Océano Pacífico tropical; por su parte, Darwin se utiliza como el punto representativo de la presión atmosférica de la parte occidental del mismo océano. En otras palabras, el IOS es una medida comparativa de cómo cambia la presión atmosférica en dos grandes regiones, occidental y central-oriental, del Océano Pacífico tropical. (http://www.imn.ac.cr/educacion/enos/oscil_sur1.html)

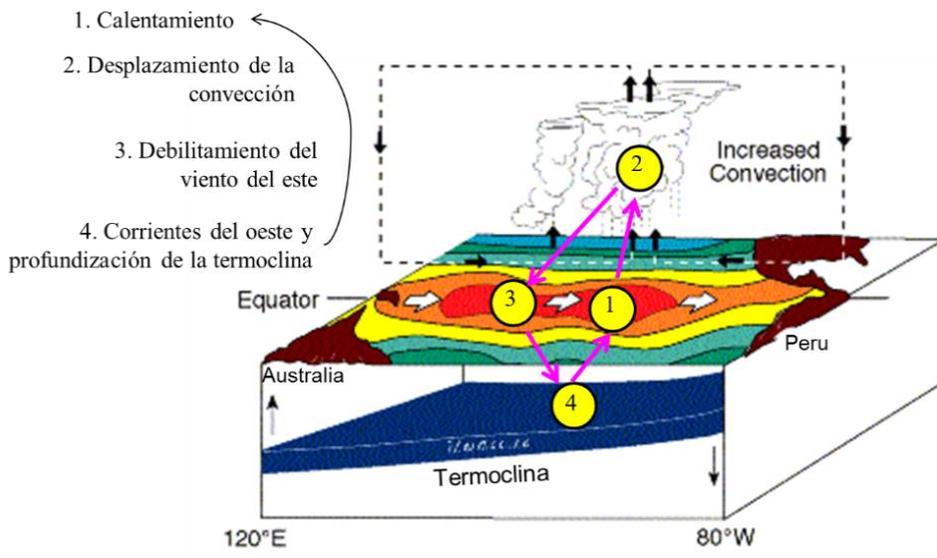


Figura 1: Proceso de retroalimentación positiva El Niño (Bjerknes 1966, 1969)

2.2. ÍNDICES DE TELECONEXIÓN EL NIÑO

Las teleconexiones atmosféricas son cambios en el patrón de circulación atmosférica a nivel global como respuesta a las anomalías convectivas en el Pacífico Ecuatorial.

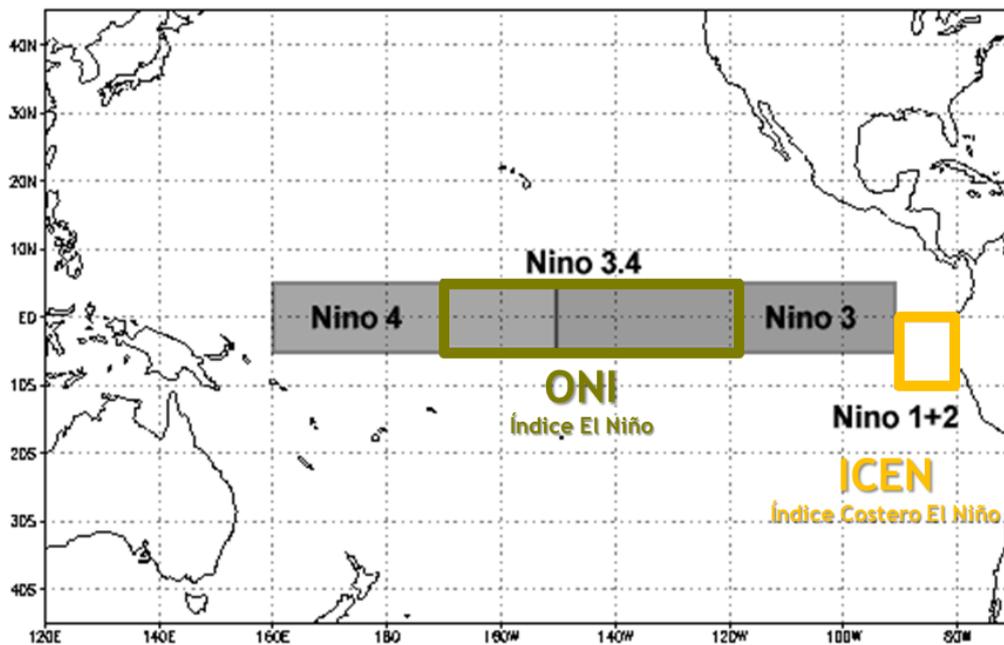


Figura 2: Regiones de medición de la temperatura superficial del mar ubicadas en el Pacífico Tropical asociadas a los índices de teleconexión El Niño

2.2.1. Índice Oceánico El Niño (ONI)

La Administración Nacional para el Océano y la Atmósfera de los Estados Unidos de Norteamérica - NOAA, utiliza el Índice Oceánico El Niño (ONI, por sus siglas en inglés) para la identificación de El Niño y La Niña¹⁰. Este índice se calcula promediando 3 meses consecutivos¹¹ la serie mensual de las anomalías de la temperatura superficial del mar medidas en el Pacífico tropical en la Región El Niño 3.4 (5°N - 5°S, 120° - 170°W).

Se consideran episodios cálidos y fríos cuando el índice ONI supera el umbral de +/- 0,5°C. Cuando dicho umbral es cubierto durante un mínimo de 5 meses continuos, se definen como episodios El Niño (+) o de La Niña (-) (Tabla 1).

Tabla 1: Categorías de las anomalías en las condiciones de la temperatura según ONI.

Categoría	Índice Oceánico El Niño (ONI)
Cálido fuerte	Mayor o igual a +1,4
Cálido moderado	Mayor que +0,9 y menor que +1,4
Cálido débil	Mayor que +0,5 y menor que +1,0
Neutro	Mayor que -0,5 y menor que +0,5
Frío débil	Menor que -0,5 y menor que -0,9
Frío moderado	Menor que -1,0 y menor que -1,5
Frío fuerte	Menor o igual que -1,5

2.2.2. Índice Costero El Niño (ICEN)

El Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño – ENFEN, ha determinado un índice para definir la ocurrencia y magnitud del fenómeno El Niño en la región costera del Perú, denominado ICEN (Índice Costero El Niño). En este contexto, la declaración de condiciones El Niño del ENFEN puede o no coincidir con los diagnósticos de la NOAA, debido a que la NOAA se basa en el monitoreo de las anomalías térmicas del Pacífico ecuatorial central (Región Niño 3.4), cuyas

¹⁰ Fenómeno contrario al fenómeno El Niño, caracterizado por presentar un enfriamiento de la temperatura superficial del mar.

¹¹ Media móvil centrada de tres (3) meses consecutivos.

manifestaciones a gran escala, dependiendo de su intensidad, alteran el clima mundial a través de las teleconexiones, incluyendo el Perú. El ICEN está basado en una media de tres meses consecutivos de anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar en la región denominada Niño 1+2. Es decir, se denomina “Evento El Niño en la región costera del Perú” (o expresión similar) al periodo en el cual el ICEN indique “condiciones cálidas” durante al menos tres (3) meses consecutivos (Tabla 2).(Takahashi y Reupo 2015)

Tabla 2: Categorías de las anomalías en las condiciones de la temperatura según ICEN

Categoría	Índice Costero El Niño (ICEN)
Cálido Extraordinario	Mayor que +3,0
Cálido fuerte	Mayor que +1,7 y menor o igual que +3,0
Cálido moderado	Mayor que +1,0 y menor o igual que +1,7
Cálido débil	Mayor que +0,4 y menor o igual que +1,0
Neutro	Mayor o igual que -1,0 y menor o igual que +0,4
Frío débil	Mayor o igual que -1,2 y menor que -1,0
Frío moderado	Mayor o igual que -1,4 y menor que -1,2
Frío fuerte	Menor que -1,4

FUENTE: ENFEN (2012).

2.3. FENÓMENO EL NIÑO GLOBAL VS COSTERO

El oceanógrafo alemán Berlage reportó la correlación entre las lluvias registradas en la región Piura y las variaciones del llamado “índice de Oscilación Sur” (Walker 1926). Este índice representa las variaciones de la presión atmosférica entre el Pacífico oriental y occidental y fue propuesto entre otros para el pronóstico del monzón de la India. Esta correlación indicaba que El Niño, la corriente oceánica cálida anormalmente fuerte, estaba conectado con una variación atmosférica de gran escala. Más adelante, Bjerknes (1969) explicó el mecanismo físico detrás de la interacción entre el océano y la atmósfera, estableciendo el concepto de “El Niño-Oscilación Sur (ENOS)” como un modo de variabilidad de gran escala, cuya fase cálida puede ser llamada “El Niño global” dado que puede producir impactos remotos en todo el planeta pero cuyo calentamiento del mar no ocurre necesariamente en la costa de Perú sino en el Pacífico

ecuatorial central. Como mostraron Deser y Wallace (1987), las variaciones asociadas a “El Niño”, medidas según la temperatura del mar en Puerto Chicama en La Libertad, y las del “índice de Oscilación Sur” tienen similitudes pero no son las mismas. Es decir, existen eventos “El Niño” que no coinciden con la fase correspondiente de la “Oscilación Sur” y viceversa.

Según ENFEN (2012), “El Niño costero” implica que el mar está caliente frente a Perú independientemente de lo que ocurra con ENOS, pero tampoco considera si ocurren lluvias e inundaciones en la costa. Si tuviéramos que escoger uno de los conceptos anteriores por su relevancia en cuanto a lluvias e inundaciones, este tendría que ser el de FEN, independiente de si se relaciona con ENOS o no (IGP 2017).

2.4. ANÁLISIS DE LA VARIANZA - COMPARACIONES MÚLTIPLES ENTRE MEDIAS (ANOVA)

Los modelos de ANOVA (ANalysis Of VARIance) son técnicas de Análisis Multivariante de dependencia, que se utilizan para analizar datos procedentes de diseños con una o más variables independientes cualitativas (medidas en escalas nominales u ordinales) y una variable dependiente cuantitativa (medida con una escala de intervalo o de razón). En este contexto, las variables independientes se suelen denominar factores (y sus diferentes estados posibles o valores son niveles o tratamientos) y la variable dependiente se conoce como respuesta.

El análisis de la varianza permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de k poblaciones ($k > 2$) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado. Este contraste es fundamental en el análisis de resultados experimentales, en los que interesa comparar los resultados de k 'tratamientos' o 'factores' con respecto a la variable dependiente o de interés.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k = \mu$$

$$H_a: \exists \mu_j \neq \mu \quad j = 1, 2, \dots, k$$

El ANOVA requiere el cumplimiento los siguientes supuestos:

- Las poblaciones (distribuciones de probabilidad de la variable dependiente correspondiente a cada factor) poseen distribución normal.
- Las k muestras sobre las que se aplican los tratamientos son independientes.
- Las poblaciones tienen todas igual varianza (homoscedasticidad).

El ANOVA se basa en la descomposición de la variación total de los datos con respecto a la media global (SCT), que bajo el supuesto de que H_0 es cierta es una estimación de σ^2 obtenida a partir de toda la información muestral, en dos partes:

- Variación dentro de las muestras (SCD) o Intra-grupos, cuantifica la dispersión de los valores de cada muestra con respecto a sus correspondientes medias.
- Variación entre muestras (SCE) o Inter-grupos, cuantifica la dispersión de las medias de las muestras con respecto a la media global.

Las expresiones para el cálculo de los elementos que intervienen en el Anova son las siguientes:

$$\text{Media Global: } \bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} x_{ij}}{n}$$

$$\text{Variación Total: } SCT = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X})^2$$

$$\text{Variación Intra-grupos (tratamientos): } SCD = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^{n_j} (x_{ij} - \bar{X}_j)^2$$

$$\text{Variación Inter-grupos (error): } SCE = \sum_{j=1}^k (x_{ij} - \bar{X}_j)^2 n_j$$

Siendo x_{ij} el i -ésimo valor de la muestra j -ésima; n_j el tamaño de dicha muestra y \bar{X}_j su media.

Cuando la hipótesis nula es cierta $SCE/k - 1$ y $SCD/n - k$ son dos estimadores insesgados de la varianza poblacional y el cociente entre ambos se distribuye según una F de Snedecor con $k - 1$ grados de libertad en el numerador y $n - k$ grados de libertad en el denominador. Por lo tanto, si H_0 es cierta es de esperar que el cociente entre ambas estimaciones será aproximadamente igual a 1, de forma que se rechazará H_0 si dicho cociente difiere significativamente de 1.

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. MATERIALES

3.1.1. Datos de estaciones meteorológicas

Para la generación de los mapas se procesaron datos de precipitación de 352 estaciones meteorológicas (convencionales y pluviométricas) a nivel nacional con el record de años histórico disponible para cada una de ellas.

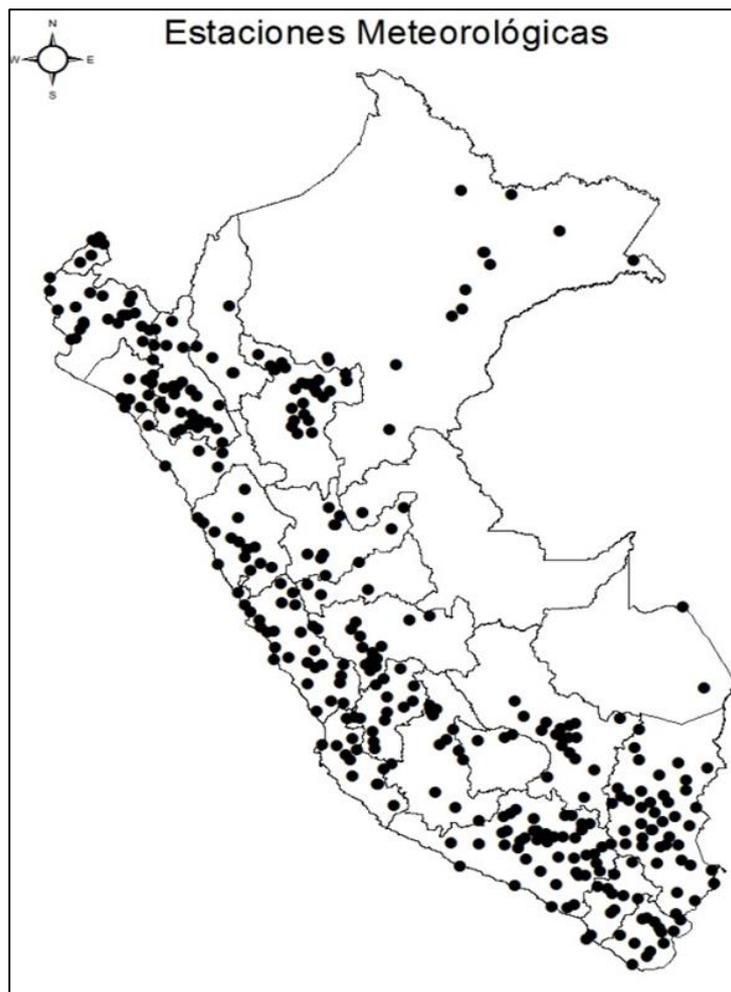


Figura 3: Distribución espacial de las estaciones meteorológicas disponibles.

3.1.2. Datos de índices de teleconexión

Se utilizaron la serie histórica de datos de los índices ONI e ICEN desde el enero de 1950 a julio del 2015.

3.1.3. Software

- EnsoCrop V3.04
- Microsoft Excel 2013
- ArcGis 10.2

3.2. METODOLOGÍA

3.2.1. Análisis estadístico

Para reconocer si los promedios y desviaciones estándar asociadas a las fases de los índices (positiva, neutra y negativa) presentan diferencias significativas estadísticamente, se procedió a aplicar el Análisis de Varianzas bajo la siguiente lógica:

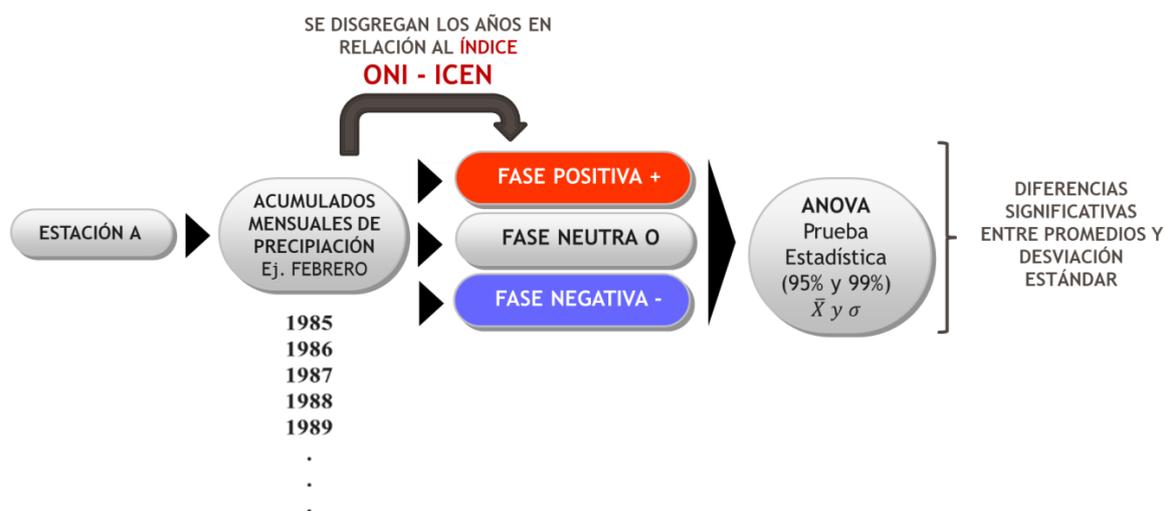
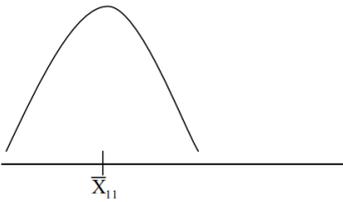
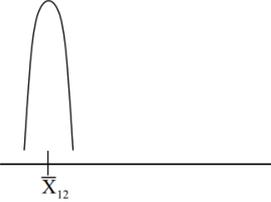
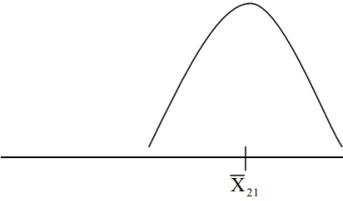
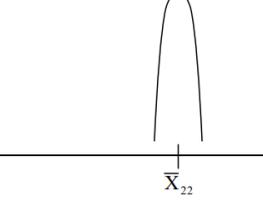


Figura 4: Esquema de la metodología estadística.

Esto debido a que no es suficiente comparar las medias de grupos de la muestra y ver si las medias aritméticas de la variable estudiada son diferentes, ya que la dispersión de las observaciones influirá en la posibilidad de comparar los promedios o medias de cada grupo. Así, la variable X (precipitación) y dos grupos (fase positiva y negativa) y que tenemos dos resultados distintos correspondientes a dos estaciones meteorológicas.

Tabla 3: Comparativo de gráficos de dispersión de las muestras

	Estación Meteorológica A	Estación Meteorológica B
Fase Negativa		
Fase Positiva		

* Acumulado mensual (eje X)/ Frecuencia (eje Y)norm

Es evidente que la conclusión de que la precipitación durante la fase positiva del índice es mayor que en la fase negativa y es más rotundo en la estación meteorológica B que en la A. En la estación meteorológica A se presenta un acumulado mensual de precipitación superior al acumulado durante la fase negativa en promedio ($X_{21} > X_{11}$). Esta situación no se produce tal cual en la estación meteorológica B donde todas las observaciones de fase positiva son superiores a las que corresponden a la fase negativa. En consecuencia la dispersión deberá tenerse en cuenta para realizar una comparación de medias o de grupos y esto es lo que se pretende con el Análisis de la Varianza.

En este análisis con la variable precipitación se identifican las hipótesis nula y alterna:

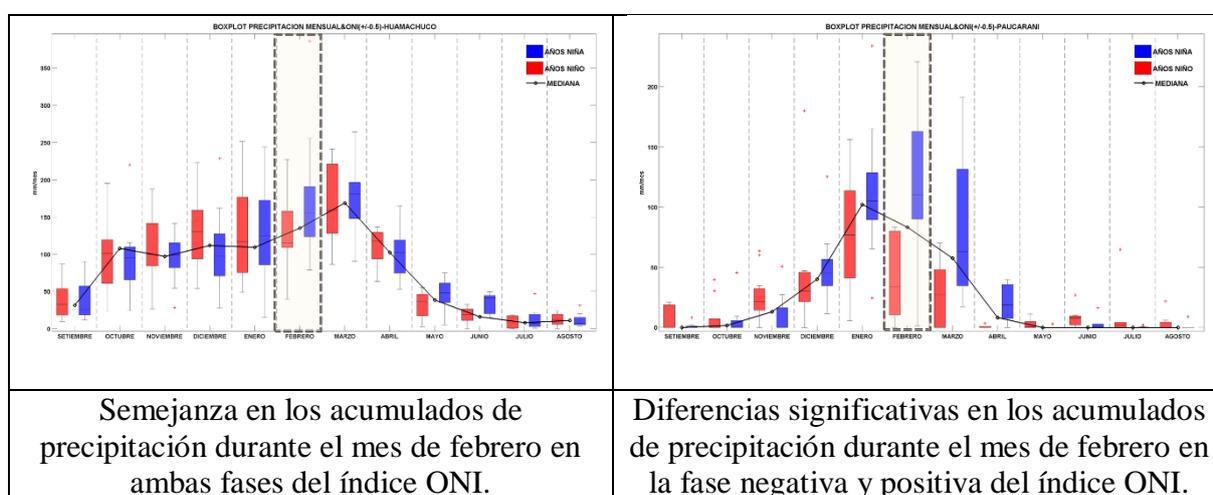
$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \text{ ó } \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma_3^2$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \text{ ó } \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \neq \sigma_3^2$$

Con un nivel de confianza al 95% y 99% se puede detallar que la significancia describiría dos tipos de resultados respecto al comportamiento de la variable.

No Significativo: El calentamiento/enfriamiento del mar no presenta un efecto significativo en la precipitación (Se acepta H_0)

Significativo: El calentamiento/enfriamiento del mar presenta un efecto significativo en la precipitación (Se rechaza H_0)



Semejanza en los acumulados de precipitación durante el mes de febrero en ambas fases del índice ONI.

Diferencias significativas en los acumulados de precipitación durante el mes de febrero en la fase negativa y positiva del índice ONI.

Figura 5: Ejemplo de posibles resultados generados a partir del análisis estadístico.

3.2.2. Uso del software estadístico

A través de la herramienta ENSOCrop¹²(Categorical CropClimate Forecasting Tool) para el procesamiento estadístico de la información se obtiene la siguiente tabla de información:

¹² Esta herramienta también fue usada en la plataforma CropClimate (<http://cropclimate.com/>) iniciativa propuesta por el PhD. Guillermo Baigorria.

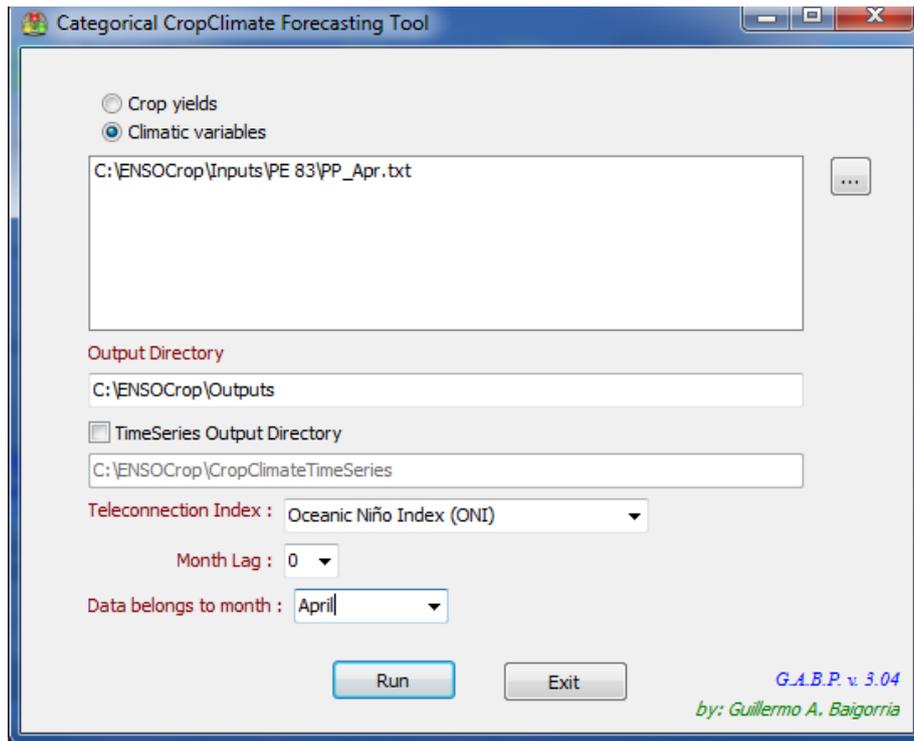


Figura 6: Interfaz de usuario del programa ENSOCrop.

DATOS DE LA ESTACIÓN			PROMEDIOS			DESVIACIÓN ESTÁNDAR		
WS_Name	Latitude	Longitude	PositivePhas	NeutralPhas	NegativePha	PositivePhas	NeutralPhas	NegativePha :
101	5.66	78.54	53.26	55.3	64.62	25.5081	32.9556	32.4438

SIGNIFICANCIA
ESTADÍSTICA

NÚMERO DE AÑOS

Stat_Signific	Num_Positi	Num_Neutr	Num_NegativePhase
ns	10	24	10

Figura 7: Resultados del ENSOCrop (output).

3.2.3. Elaboración de mapas

Según la figura de resultados obtenidos del sistema, se realiza un cálculo menor para la representación gráfica de las fases asociadas a cada índice.

$$\text{Fase positiva} = \text{Media Fase positiva} - \text{Media Fase 0}$$

Valores inferiores a 0 indicaran **superávit** ●

Valores superiores a 0 indicaran **deficiencia** ●

Tabla 4: Tabla de resultados del ENSOCrop (output) considerados para el cálculo

<i>S i g n i f i c a t i v o</i>	<i>Código</i>	<i>Latitud</i>	<i>Longitud</i>	<i>Media Fase +</i>	<i>Media Fase 0</i>	<i>Media Fase -</i>	<i>Significa.</i>	<i>FASE (+)</i>	<i>FASE (-)</i>
	713	15.18	71.65	94.4	29.4	132.5	ns	---	---
	715	15.49	71.45	94.5	89.4	129.7	0.01	5.2	40.3
	717	15.64	71.59	89.4	113.2	102.7	ns	---	---
	719	15.84	71.09	91.7	60.7	115.5	0.01	31.0	54.8
	721	15.62	71.97	99.7	74.3	107.6	0.01	25.3	33.3
	723	17.03	72.02	99.7	74.3	107.6	n/d	---	---
	725	15.5	72.83	37.4	38.5	38.4	ns	---	---
	727	16.59	71.93	1.1	1.0	0.8	ns	---	---
	729	16.33	72.21	1.1	0.6	1.1	0.01	0.5	0.5
733	16.61	72.69	1.1	0.6	1.1	n/d	---	---	

3.3. RESULTADOS

3.3.1. Basados en el índice de teleconexión ICEN (Lag0)

Frente a la fase positiva del Índice Costero El Niño (ICEN) durante el periodo lluvioso, se evidencia precipitación sobre lo normal desde el mes de diciembre en la costa norte del Perú, especialmente en las regiones Tumbes, Piura y Lambayeque. Por otro lado, se muestran condiciones sobre lo normal ¹³ en la costa central en los meses de diciembre y marzo; en tanto en el sector costero de la región Arequipa se identifican condiciones sobre lo normal en los meses de enero y abril, en tanto, en el flanco occidental las lluvias tienden a ser deficientes de diciembre a febrero.

Debido a un calentamiento del mar reflejado en el índice monitoreado frente a la costa norte del país se prevé condiciones por debajo de lo normal de manera marcada al sur de la región Puno; sin embargo, esta deficiencia abarca toda la región durante el mes de febrero.

¹³ La normal es considerada como el promedio de acumulados de precipitación durante los años correspondientes a la fase neutral del índice (-0,4/+0,4).

NOMBRE DE ESTACIÓN	REGIÓN	LATITUD	LONGITUD	DICIEMBRE PP(mm)	ENERO PP(mm)	FEBRERO PP(mm)	MARZO PP(mm)	ABRIL PP(mm)
LAMBAYEQUE	COSTA NORTE	-6,7	-79,92	1,7	11,7	15,2	26,0	7,6
CAYALTI	COSTA NORTE	-6,9	-79,56	4,7	13,5	41,1	45,0	15,6
PAPAYAL	COSTA NORTE	-3,58	-80,24	69,3	219,6	358,7	182,2	68,7
JAEN	SELVA	-5,68	-78,78	-18,6	-24,5	-17,8	33,4	7,4
TINGO MARIA	SELVA	-9,29	-75,99	76,1	-9,6	-24,8	-54,1	92,0
MOYOBAMBA	SELVA	-6	-76,97	24,2	35,1	-47,1	32,7	27,1
SIBAYO	SIERRA SUR	-15,49	-71,45	-19,7	-24,0	-62,3	-7,8	-0,4
IMATA	SIERRA SUR	-15,84	-71,09	-25,8	-18,3	-29,1	-10,2	2,3
CABANACONDE	SIERRA SUR	-15,62	-71,97	-4,0	2,2	-16,0	7,3	4,0
ANDAHUA	SIERRA SUR	-15,49	-72,34	-3,7	-8,0	-35,1	-13,7	5,8
ORCOPAMPA	SIERRA SUR	-15,26	-72,34	-4,8	-11,0	-50,1	-16,2	4,4
HUARAYA MOHO	SIERRA SUR	-15,39	-69,49	-8,5	-5,3	-29,2	-0,3	11,7
ISLA TAQUILE	SIERRA SUR	-15,78	-69,7	-38,9	6,3	-62,4	-5,5	22,7
COJATA	SIERRA SUR	-15,02	-69,35	-20,1	0,0	-12,1	-8,0	24,8
DESAGUADERO	SIERRA SUR	-16,57	-69,04	-13,7	-7,8	-18,6	-24,6	16,7
LARAQUERI	SIERRA SUR	-16,15	-70,07	-24,5	-5,7	-47,4	-26,4	6,9

DICIEMBRE

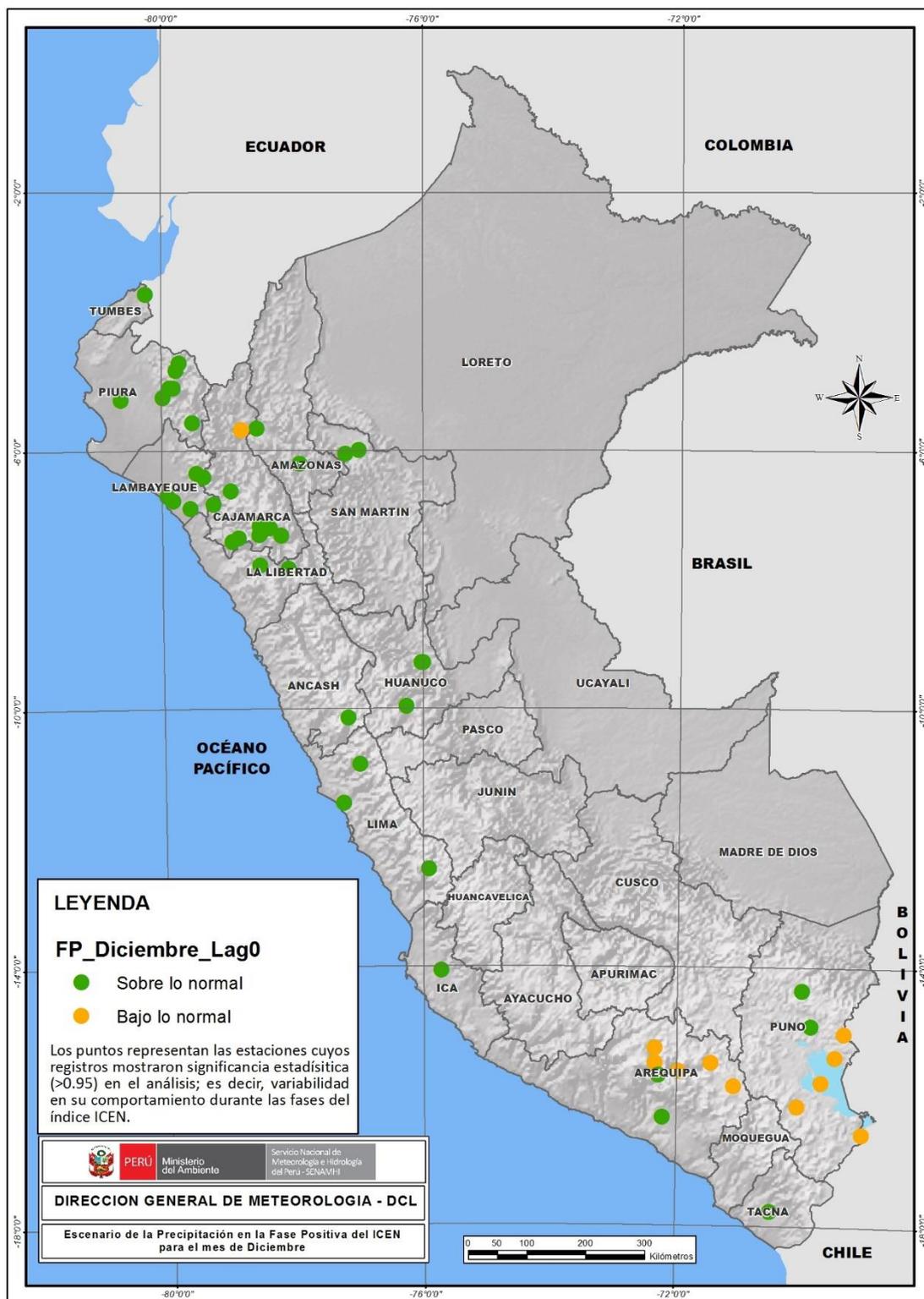


Figura 8: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ICEN para el mes de diciembre. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.

FUENTE: SENAMHI.

ENERO

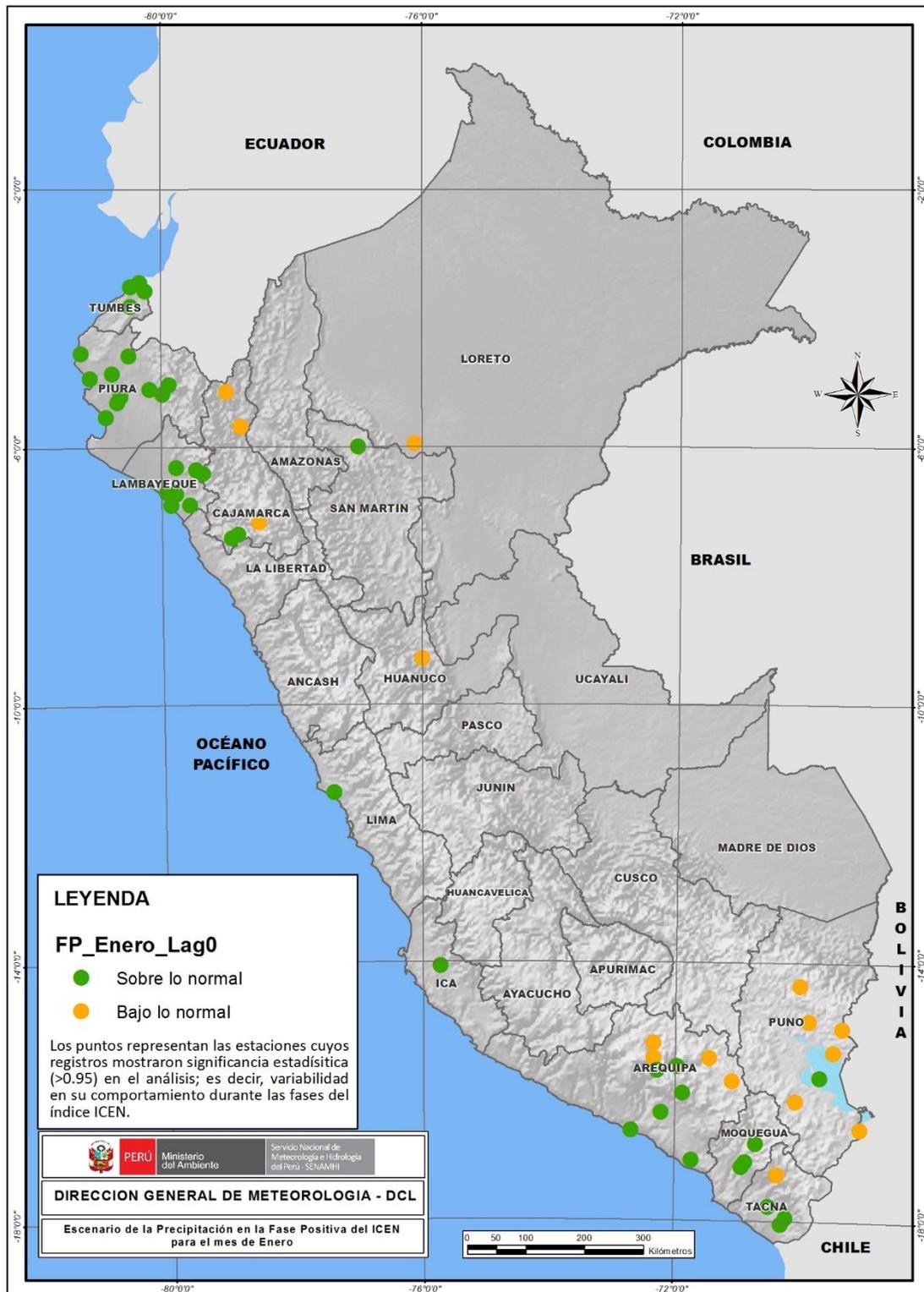


Figura 9: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ICEN para el mes de enero. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.

FUENTE: SENAMHI.

FEBRERO

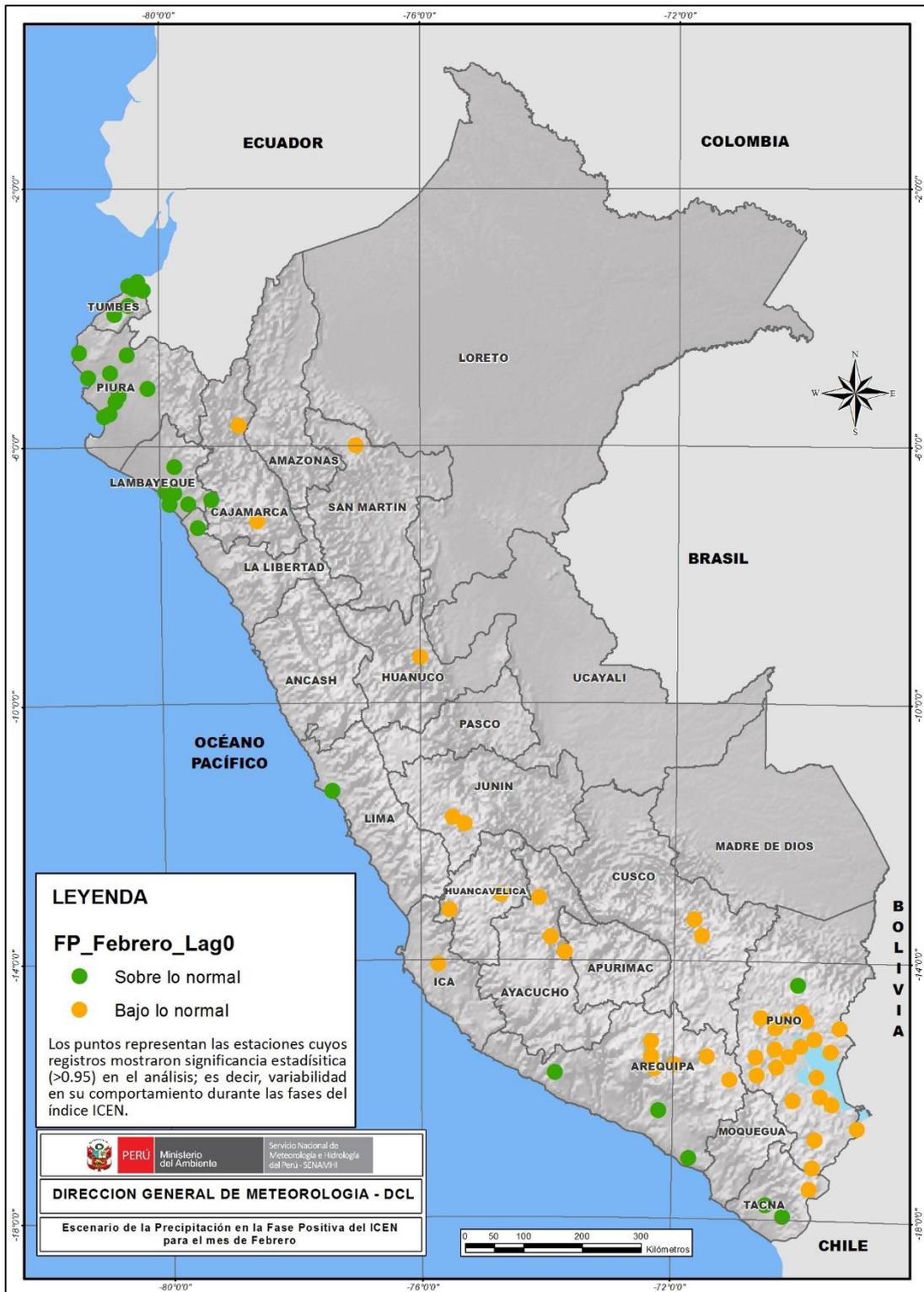


Figura 10: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ICEN para el mes de febrero. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.

FUENTE: SENAMHI.

MARZO

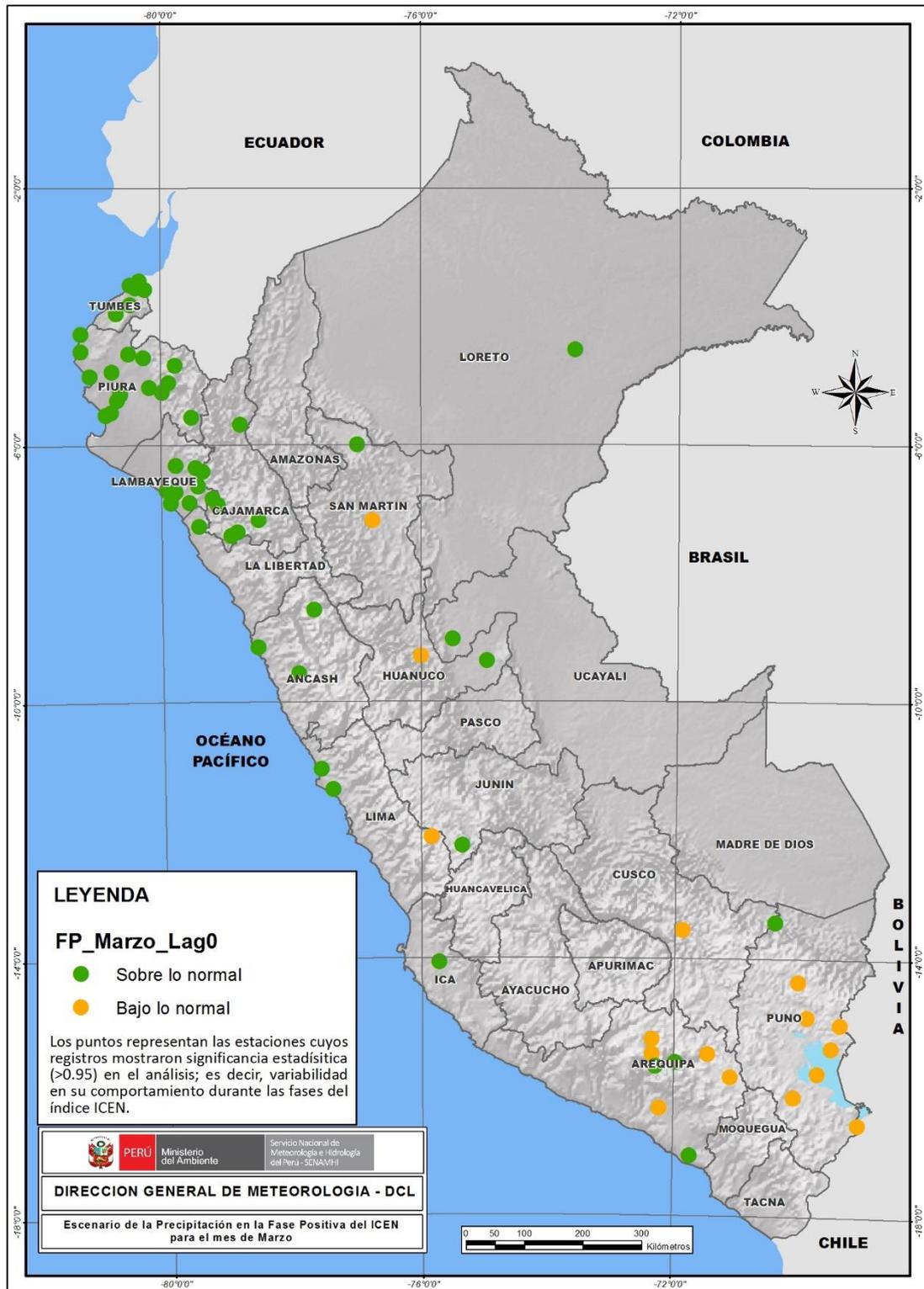


Figura 11: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ICEN para el mes de marzo.

En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.

FUENTE: SENAMHI.

ABRIL

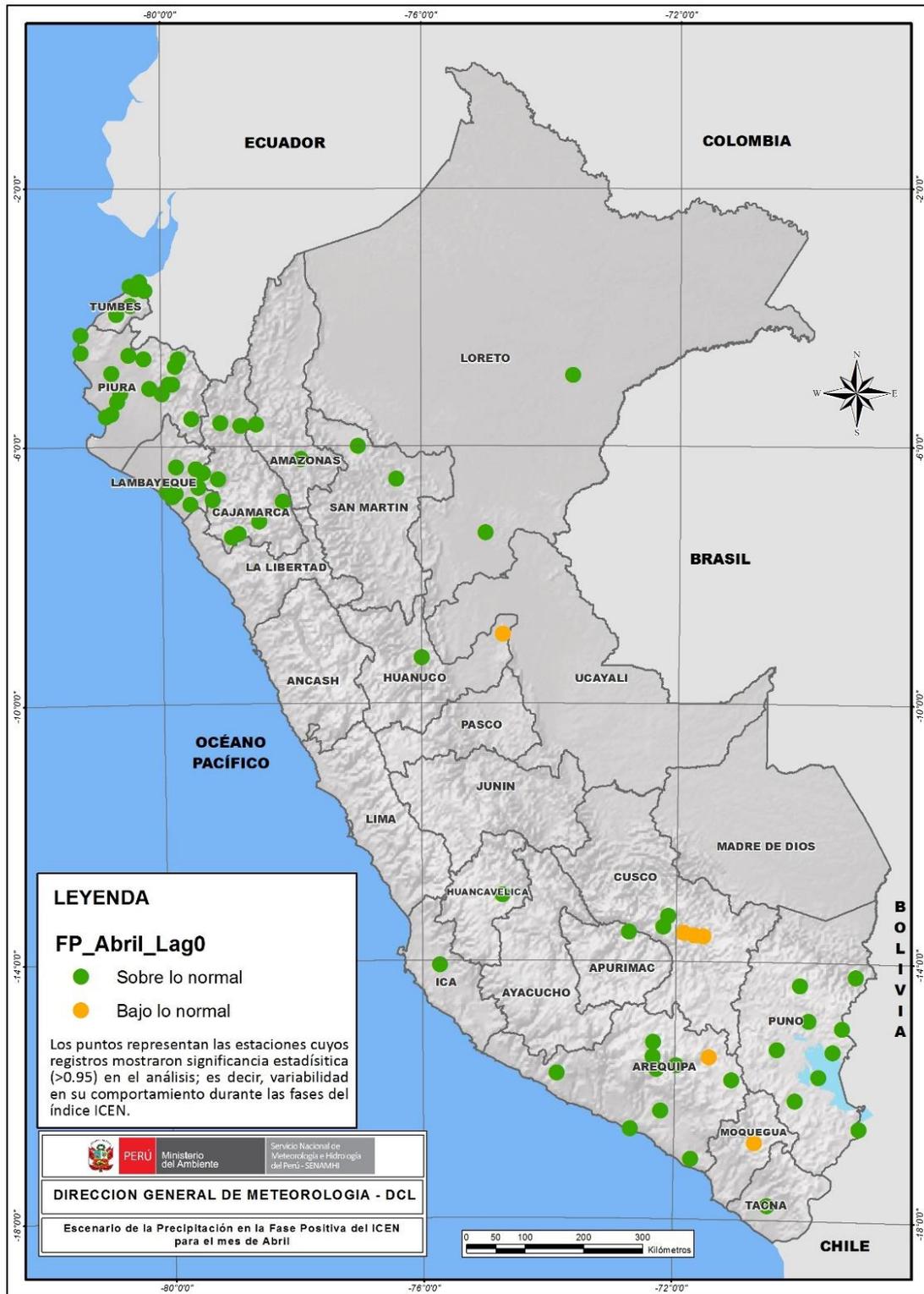


Figura 12: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ICEN para el mes de abril. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.

FUENTE: SENAMHI.

3.3.2. Basados en el índice de teleconexión ONI (Lag1)

El calentamiento en el Pacífico Ecuatorial Central asociado al Índice Oscilación El Niño (ONI) durante la temporada de lluvias en el país presenta una teleconexión con las precipitaciones. La señal climática más clara se manifiesta en la sierra sur, especialmente en el flanco occidental de la cordillera y es aún más robusta en el mes de febrero abarcando incluso el sector central y la región Cajamarca. A pesar de que se distingue una deficiencia de lluvias en la región Puno en la mayoría de los meses, se prevén acumulados sobre lo normal aunque de manera dispersa para el mes de febrero. Por otro lado, los acumulados por encima de lo normal se expresaron de manera permanente en la región Lambayeque; sin embargo, en el extremo norte de la región costera solo se manifestaron durante abril.

NOMBRE DE ESTACIÓN	REGIÓN	LATITUD	LONGITUD	DICIEMBRE PP(mm)	ENERO PP(mm)	FEBRERO PP(mm)	MARZO PP(mm)	ABRIL PP(mm)
CAYALTI	COSTA NORTE	-6,9	-79,56	4,5	5,2	15,4	-2,8	17,5
TINGO MARIA	SELVA	-9,29	-75,99	39,5	-45,3	13,4	28,1	41,6
AUGUSTO WEBERBAUER	SIERRA NORTE	-7,17	-78,5	15,7	-5,1	-9,4	-3,9	9,8
SIBAYO	SIERRA SUR	-15,49	-71,45	-16,6	-39,1	-6,8	-19,7	-11,3
IMATA	SIERRA SUR	-15,84	-71,09	-5,5	-19,8	3,8	-18,8	-15,6
CABANACONDE	SIERRA SUR	-15,62	-71,97	-9,2	-23,5	8,0	-11,1	-2,4
ANDAHUA	SIERRA SUR	-15,49	-72,34	-9,0	-22,8	-2,9	-4,8	-10,2
ORCOPAMPA	SIERRA SUR	-15,26	-72,34	-2,2	-21,2	7,4	-16,7	-6,7
AYO	SIERRA SUR	-15,68	-72,28	-5,2	-2,4	-2,4	-5,4	-3,6
HUARAYA MOHO	SIERRA SUR	-15,39	-69,49	0,7	-63,7	21,1	23,8	-11,5
ISLA TAQUILE	SIERRA SUR	-15,78	-69,7	-27,0	-26,4	-6,9	-23,5	-27,8
COJATA	SIERRA SUR	-15,02	-69,35	-23,9	-15,8	28,1	-6,9	-6,6
DESAGUADERO	SIERRA SUR	-16,57	-69,04	-17,3	-23,9	11,4	-32,5	-3,3
LARAQUERI	SIERRA SUR	-16,15	-70,07	-40,6	-38,6	-5,8	-4,3	-16,0

DICIEMBRE

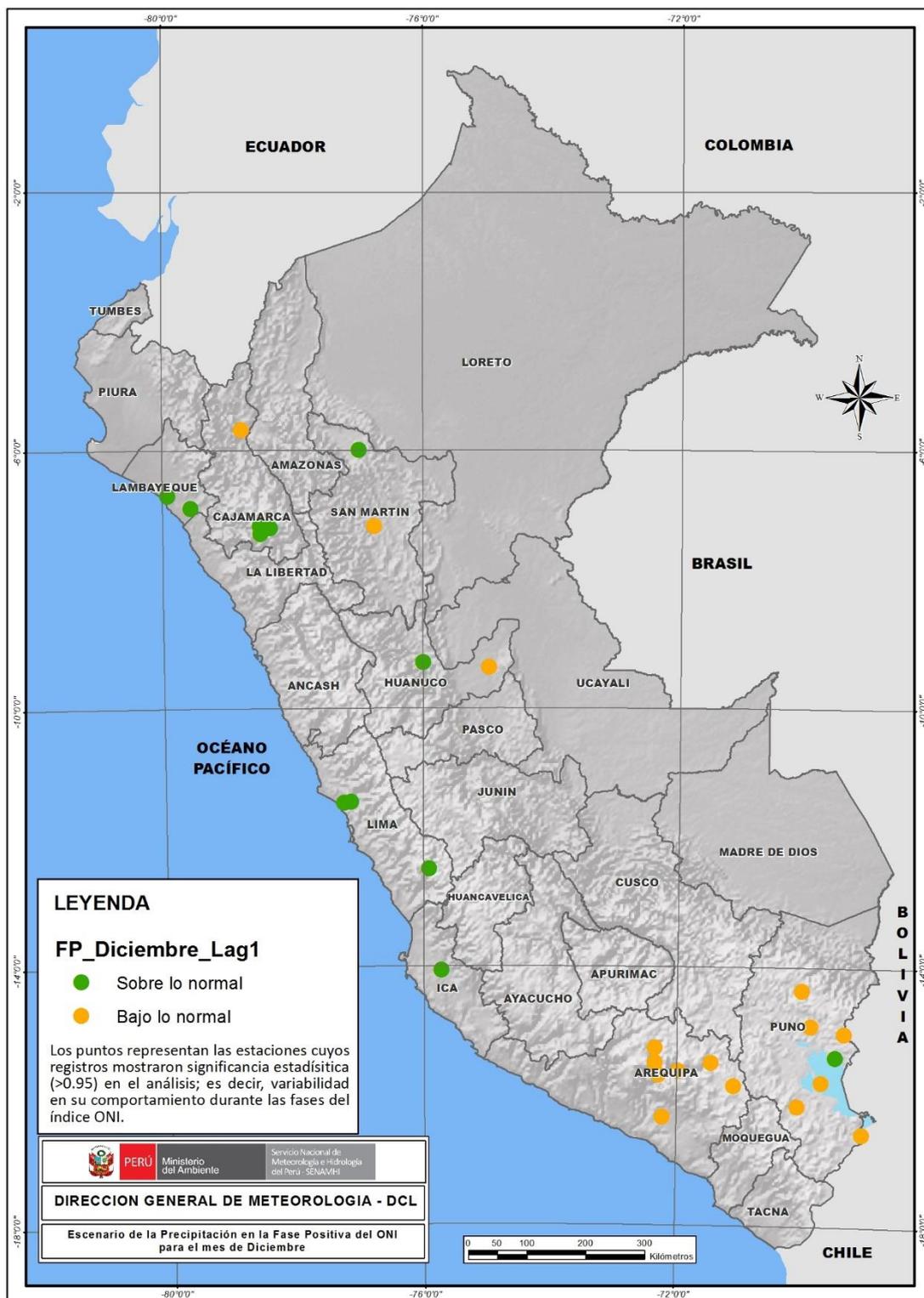


Figura 13: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ONI para el mes de diciembre. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.

FUENTE: SENAMHI.

ENERO

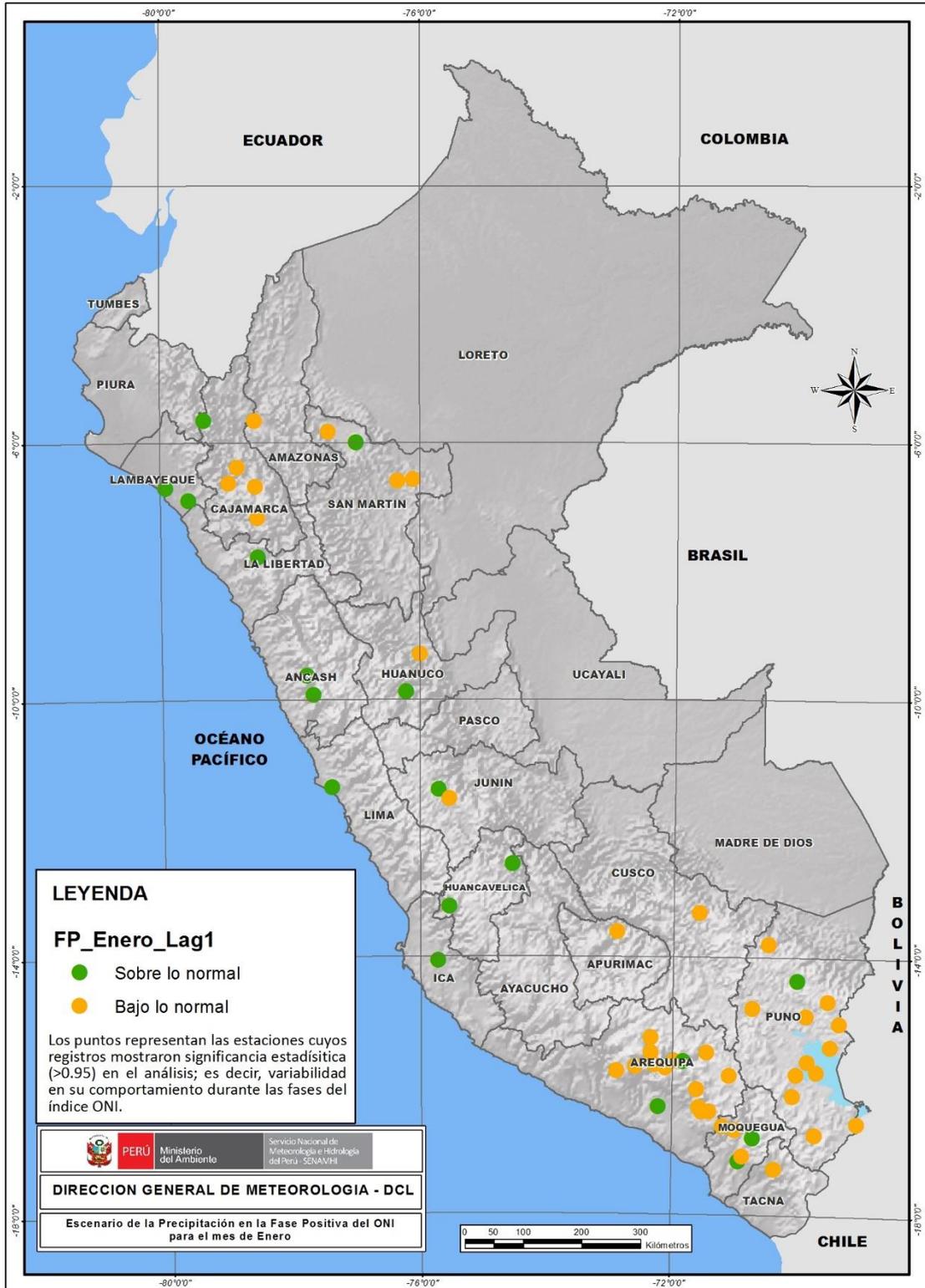


Figura 14: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ONI para el mes de enero. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.

FUENTE: SENAMHI.

FEBRERO

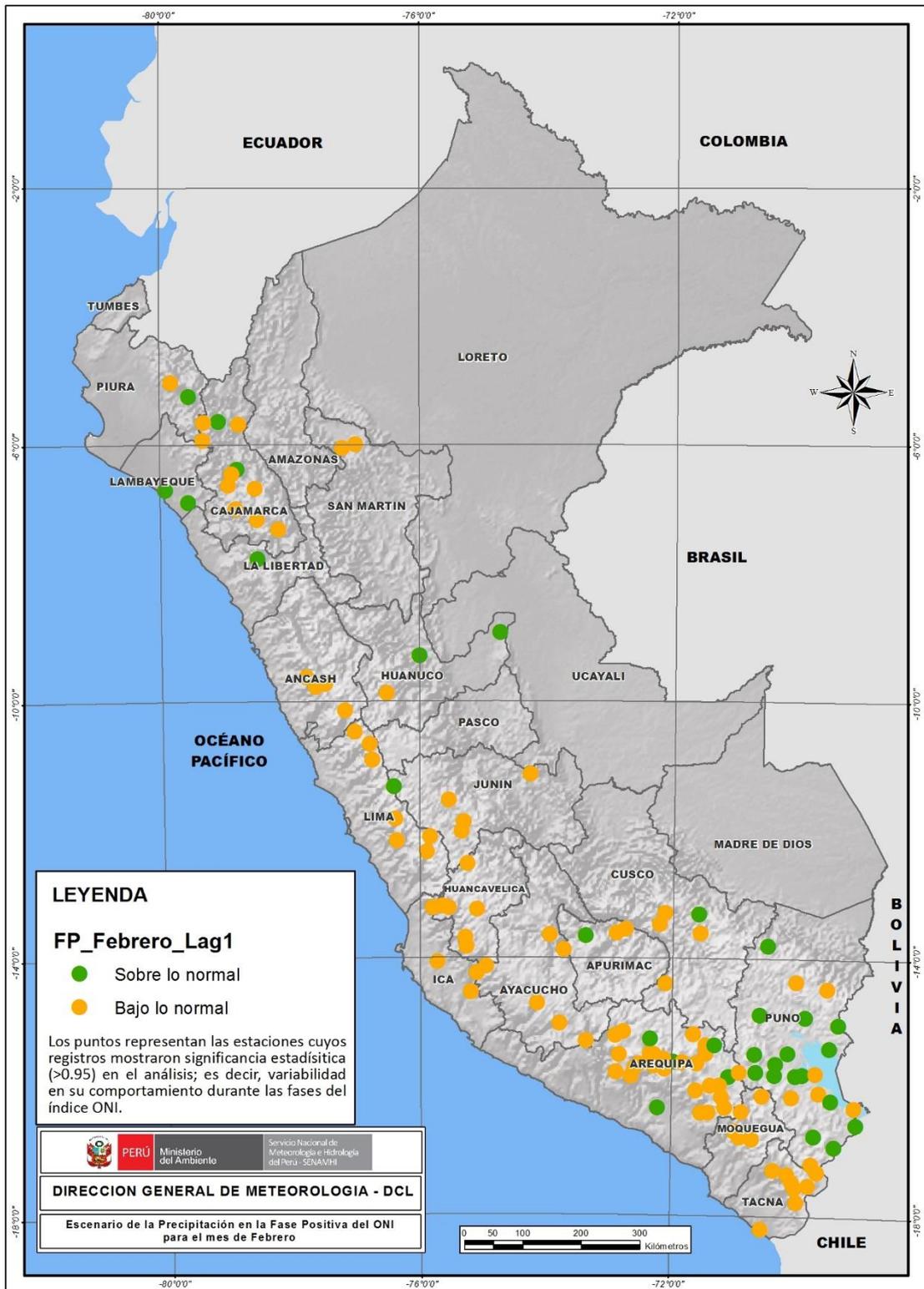


Figura 15: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ONI para el mes de febrero. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.

FUENTE: SENAMHI.

MARZO

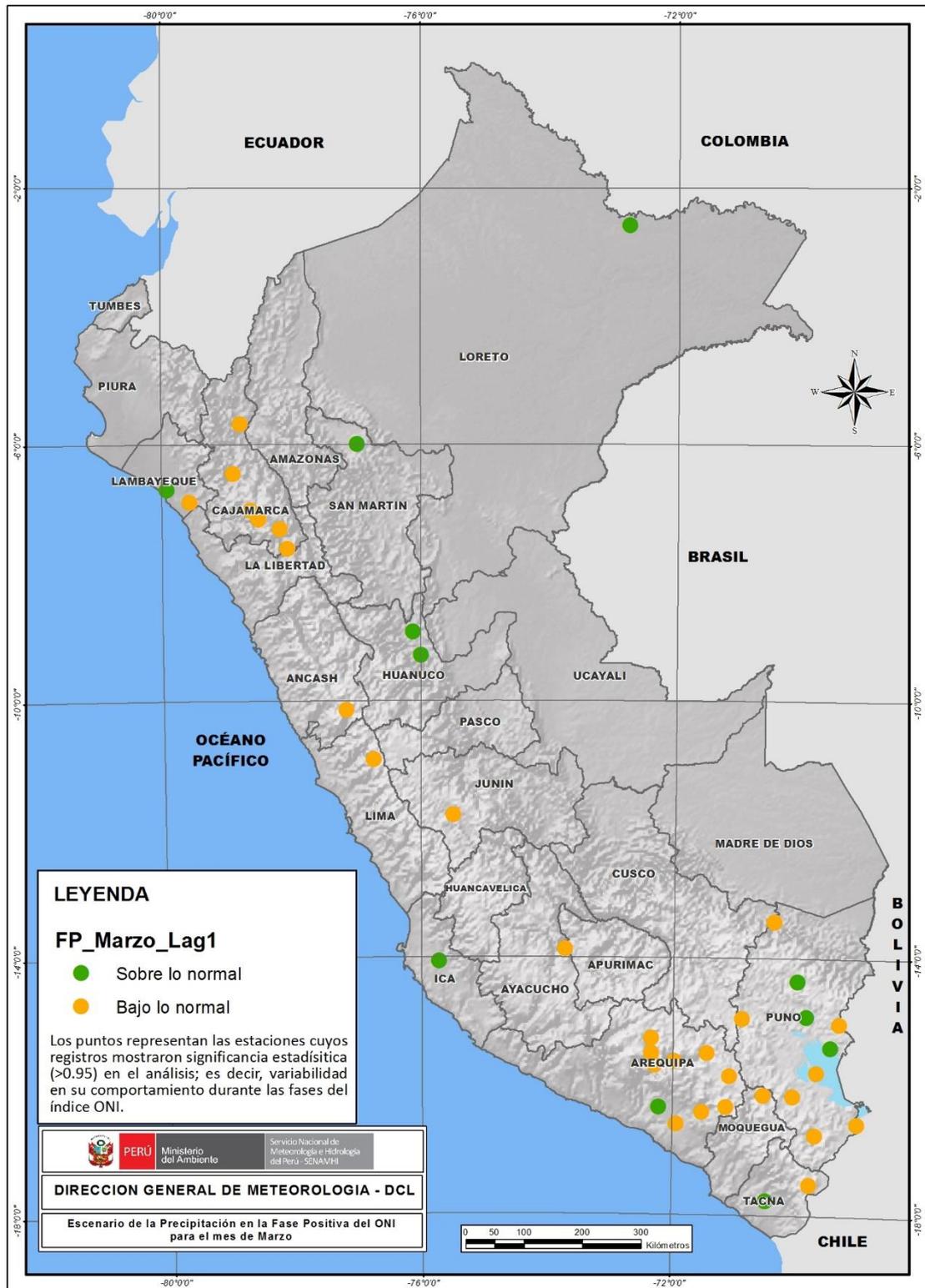


Figura 16: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ONI para el mes de marzo. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.

FUENTE: SENAMHI.

ABRIL

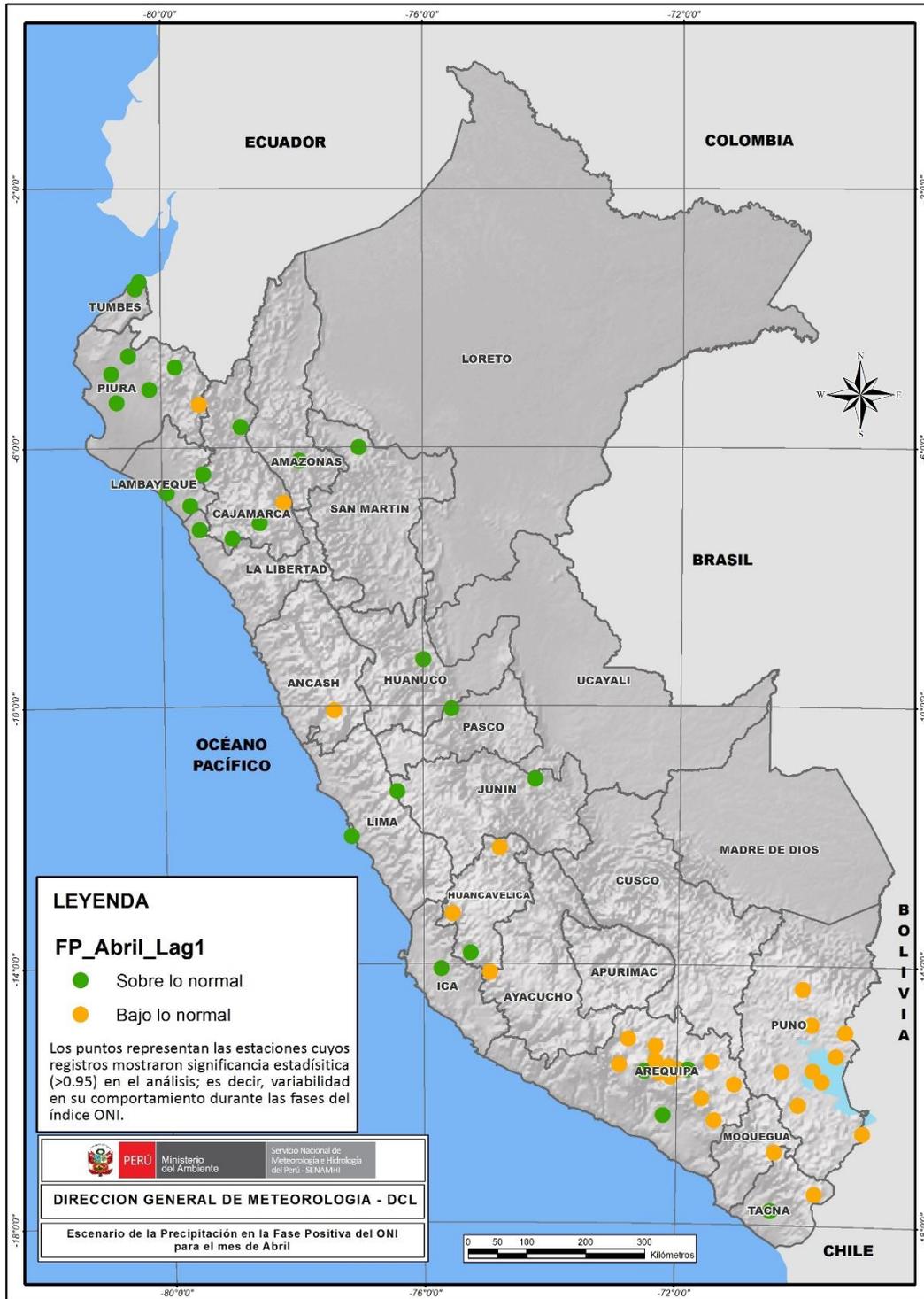


Figura 17: Escenario de lluvias en la Fase Positiva del ONI para el mes de abril. En verde lluvias sobre lo normal y en amarillo lluvias bajo lo normal.

FUENTE: SENAMHI.

IV. CONCLUSIONES

1. Los índices reflejan diferencias significativas con un nivel de confianza de 95% y 99% en el comportamiento de la precipitación acumulada a nivel mensual durante las fases del índice para la costa norte del país con el uso del ICEN, y para la sierra sur con el uso del ONI. Asimismo, existe un mayor número de estaciones que presentan diferencias significativas entre sus acumulados de precipitación frente al ICEN durante febrero (72) y abril (75) y ONI solo en el mes de febrero (127).
2. Tres patrones de señal climática son identificados a nivel nacional. La interacción de estos con las condiciones cálidas del Pacífico Ecuatorial dan como resultado una variación en el comportamiento de la circulación atmosférica a nivel sinóptico. Entre los principales sistemas que caracterizan las lluvias en las regiones del país se distinguen la Zona de Convergencia Intertropical (sector norte), el Anticiclón del Pacífico Sur (costa central y sur) y el Alta de Bolivia (sierra sur).
3. Respecto al ICEN en el mes de febrero, se identifican superávits que superan los 240 mm (Rica Playa, Puerto Pizarro, Papayal, Cañaverál y Tumbes). Estaciones como Lomas de Lachay, Lambayeque y Reque que durante la fase neutra no superan los 6 mm, en la fase positiva pueden triplicar su valor.
4. Respecto al ONI en el mes de febrero, las deficiencias sobre los 80 mm se identificaron en estaciones como Vilca, Pampa de Arrieros, Huac-Huas y Anta Ancachuro. En la sierra central, estaciones con normales inferiores a 150 mm se identificaron deficiencias entre 15 mm y 50 mm. Mientras en la sierra norte, las deficiencias oscilaron entre 40 mm y 15 mm. / En la sierra sur, las deficiencias máximas bordean los 40 mm en diciembre, 60 mm en enero, 80 mm en febrero,

50 mm en marzo y 30 mm en abril.

5. Aunque con ambos índices se logra evidenciar una persistencia en la deficiencia de precipitaciones en la sierra sur, con el índice ICEN estas podrían presentar una recuperación para el mes de abril; sin embargo, con un calentamiento en el Pacífico Central Ecuatorial estas tenderían a intensificarse y prolongarse.
6. En la sierra sur, especialmente en la región Puno, se evidencia que el calentamiento en el Pacífico frente a la costa del país propicia las deficiencias para el mes de febrero; contrario al calentamiento en el Pacífico Central.
7. En la selva se manifiesta una señal climática con el índice ICEN para las estaciones de Jaén, Tingo María y Moyobamba aunque es aislada, se preverían deficiencias en febrero y superávits en abril que comparados a su normal (>90 mm) son valores mínimos.

V. RECOMENDACIONES

1. El análisis estadístico puede aplicarse también a otros índices de teleconexión incluso aquellos asociados a regiones en el Atlántico.
2. Es posible relacionar la serie histórica del índice con desfases respecto a los meses y sus acumulados de precipitación. Esto podría permitir la provisión de un posible escenario asociado al calentamiento en el mar con meses de antelación.
3. Una serie histórica extensa y un robusto control de calidad de datos son cualidades importantes para la obtención de resultados representativos.
4. El análisis estadístico puede ser aplicado a otras variables como temperatura máxima, temperatura mínima y frecuencia de días con lluvia. Esta última en particular complementaría el análisis pues permitiría identificar una mayor (lluvias por encima de lo normal y frecuencia de lluvias debajo de lo normal) o menor (lluvias por encima de lo normal y frecuencia de lluvias sobre de lo normal) recurrencia de eventos extremos.
5. Variar el nivel de confianza en el análisis estadístico permitirá ser más o menos flexibles al identificar la significancia en la diferencia de promedios y desviaciones estándar.
6. La señal climática identificada para algunas estaciones meteorológicas puede deberse a la influencia de factores locales que deberán examinarse de manera independiente.

7. Esta metodología no permite prever la ocurrencia de eventos extremos de lluvias, los cuales sólo pueden ser pronosticados en el corto plazo. Por esta razón, es necesario el seguimiento de las condiciones sinópticas para conocer cuáles son las perspectivas a corto plazo frente a un calentamiento en el Pacífico Ecuatorial.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aceituno, P; Garreaud, RD. 2000. Interannual Rainfall Variability over the South American Altiplano. no.1987: 2779-2789.
- Bjerknes, J. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. Monthly Weather Review, v. 97, p. 163-172, 1969.
- Eguiguren, V. (1894): Las lluvias en Piura. Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima, 4, 241-258
- Deser, C., Wallace, JM. (1987): El Niño events and their relation to the Southern Oscillation, Journal of Geophysical Research, 92 (C13), 14189-14196.
- Horel, JD; Cornejo-Garrido, A. 1986. Convection along the Coast of Northern Peru during 1983: Spatial and Temporal Variation of Clouds and Rainfall. 1986.
- Instituto Geofísico del Perú. 2017. Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño. Boletín Técnico 4(4).
- Lagos, S& N. 2008. El Niño y la Precipitación en los Andes del Perú. 2008: 1-18.
- Lavado, W; Espinoza, JC. 2014. Impactos de El Niño y la Niña en las lluvias del Perú (1965-2007). Revista Brasileira de Meteorologia 29(2): 171-182.
- Mora, DE; Willems, P. 2012. Decadal oscillations in rainfall and air temperature in the Paute River Basin — Southern Andes of Ecuador. 2012: 267-282.
- Reboita, MS; Gan, MA; Porfirio, R; Rocha, DA; Ambrizzi, T. 2010. Regímenes de precipitación en América del Sur: Una Revisión Bibliográfica. 2010: 185-204.
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú – SENAMHI. 2014. El Fenómeno El Niño en el Perú. 2014.
- Takahashi, K; Reupo, J. 2015. Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño. Instituto Geofísico del Perú 2(6).
- Tapley, TD; Waylen, PR. 1990. Spatial variability of annual precipitation and ENSO events in western Peru. 6667(October).
- Trigo Rubio, E. 2007. Human Development Report 2007 / 2008 Climate

Change Impacts and Adaptation in Peru: The Case of Puno and Piura Erika Trigos Rubio Climate Change Impacts and Adaptation in Peru: the Case of. 2007.

- Vuille, M; Bradley, RS; Keimig, F. 2000. Interannual Climate Variability in the Central Andes and Its Relation to Tropical Pacific and Atlantic Forcing its relation to tropical Pacific and Atlantic forcing. no.January.

VII. ANEXOS

Anexo 1: Lista de Estaciones Meteorológicas

N°	NOMBRE DE ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
1	BAGUA CHICA	-78,54	-5,66	410
2	SANTA MARIA DE NIEVA	-77,95	-4,83	227
3	CHACHAPOYAS	-77,88	-6,21	2 450
4	CHACHAPOYAS	-77,85	-6,20	2 536
5	JAMALCA	-78,24	-5,89	1 189
6	HUACATAMBO	-78,42	-9,23	54
7	BUENA VISTA	-78,20	-9,43	216
8	AIIA	-77,61	-9,78	3 440
9	RECUAY	-77,46	-9,73	3 444
10	YUNGAY	-77,77	-9,15	2 527
11	HUARMEY	-78,15	-10,08	20
12	CHQUIAN	-77,15	-10,15	3 382
13	CHIMBOTE	-78,52	-9,15	11
14	CHAMANA	-77,56	-10,21	1 221
15	MALVAS	-77,65	-9,93	3 250
16	PARIACOTO	-77,89	-9,56	1 260
17	CAJAMARQUILLA	-77,75	-9,63	3 325
18	SIHUAS	-77,65	-8,57	3 375
19	LAMPAS BAJO #3	-77,37	-10,07	4 410
20	ABANCAY	-72,88	-13,61	2 776
21	ANDAHUAYLAS	-73,37	-13,66	2 933
22	CURAHUASI	-72,74	-13,55	2 737
23	PAMPAS	-73,82	-13,44	2 032
24	CHAPARRA	-73,87	-15,75	1 033
25	CARAVELI	-73,35	-15,77	1 779
26	COTAHUASI	-72,89	-15,21	2 675
27	CHUQUIBAMBA	-72,64	-15,84	2 832
28	PAMPACOLCA	-72,58	-15,71	2 950
29	CAYLLOMA	-71,77	-15,18	4 299
30	LA ANGOSTURA	-71,65	-15,18	4 256
31	SIBAYO	-71,45	-15,49	3 827
32	CHIVAY	-71,59	-15,64	3 661
33	IMATA	-71,09	-15,84	4 445
34	CABANACONDE	-71,97	-15,62	3 379
35	MOLLENDO	-72,02	-17,03	13
36	SALAMANCA	-72,83	-15,50	3 303
37	LA JOYA	-71,93	-16,59	1 292
38	PAMPA DE MAJES	-72,21	-16,33	1 434
39	CAMANA	-72,69	-16,61	15
40	APLAO	-72,49	-16,07	645
41	PAMPA BLANCA	-71,72	-17,07	100
42	LA HACIENDITA	-71,60	-17,00	282
43	LA PAMPILLA	-71,52	-16,40	2 400
44	CHIGUATA	-71,40	-16,40	2 943
45	EL FRAYLE	-71,19	-16,15	4 119
46	YANAQUIHUA	-72,88	-15,78	3 007
47	MACHAHUAY	-72,51	-15,65	3 150
48	HUANCA	-71,88	-16,03	3 075
49	AREQUIPA	-71,56	-16,34	2 545
50	CHICHAS	-72,91	-15,54	2 120

Continuación...

N°	NOMBRE DE ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
51	PUICA	-72,67	-15,07	3 536
52	PULLHUAY (AYAHUASI)	-72,77	-15,15	3 113
53	ANDAHUA	-72,34	-15,49	3 528
54	ORCOPAMPA	-72,34	-15,26	3 801
55	CHACHAS	-72,28	-15,50	3 130
56	AYO	-72,28	-15,68	1 956
57	CHOCO	-72,12	-15,57	3 192
58	HUAMBO	-72,10	-15,73	3 500
59	MADRIGAL	-71,82	-15,62	3 262
60	TISCO	-71,45	-15,35	4 175
61	SUMBAY	-71,37	-15,98	4 294
62	PORPERA	-71,32	-15,35	4 152
63	PAMPA DE ARRIEROS	-71,60	-16,06	3 715
64	PILLONES	-71,23	-15,98	4 431
65	LAS SALINAS	-71,13	-16,32	4 322
66	HUANTA	-74,25	-12,95	2 682
67	LA QUINUA	-74,13	-13,03	3 316
68	WAYLLAPAMPA	-74,23	-13,08	2 470
69	HUANCAPI	-74,07	-13,75	3 120
70	PUQUIO	-74,15	-14,71	2 977
71	CORACORA	-73,78	-15,02	3 172
72	PAUZA	-73,35	-15,29	2 652
73	PAUCARAY	-73,63	-14,05	3 311
74	AYACUCHO	-74,20	-13,15	2 761
75	HUAC-HUAS	-74,95	-14,13	3 180
76	VILCASHUAMAN	-73,94	-13,64	3 394
77	CHILCAYOC	-73,72	-13,87	3 441
78	EL LIMON	-79,33	-5,93	1 255
79	SAN IGNACIO	-79,00	-5,15	740
80	CHONTALI	-79,09	-5,64	1 652
81	JAEN	-78,78	-5,68	632
82	CHOTA	-78,65	-6,55	2 426
83	AUGUSTO WEBERBAUER	-78,50	-7,17	2 660
84	NIEPOS	-79,13	-6,93	2 424
85	NAMORA	-78,34	-7,20	2 782
86	LLAMA	-79,13	-6,51	2 079
87	HUAMBOS	-78,96	-6,46	2 213
88	SANTA CRUZ	-78,94	-6,63	2 039
89	CUTERVO	-78,81	-6,38	2 616
90	COCHABAMBA	-78,89	-6,46	1 642
91	CONTUMAZA	-78,82	-7,36	2 610
92	GRANJA PORCON	-78,62	-7,03	3 261
93	BAMBAMARCA	-78,53	-6,68	2 577
94	SAN JUAN	-78,49	-7,29	2 469
95	SAN MARCOS	-78,17	-7,32	2 298
96	CELENDIN	-78,13	-6,86	3 050
97	CAJABAMBA	-78,06	-7,63	2 612
98	LLAPA	-78,83	-7,00	2 900
99	MAGDALENA	-78,65	-7,25	1 257
100	ASUNCION	-78,51	-7,31	2 194

Continuación...

N°	NOMBRE DE ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
101	CAJAMARCA	-78,49	-7,14	2 668
102	SALLIQUE	-79,32	-5,65	1 750
103	TOCMOCHE	-79,36	-6,41	1 450
104	SAN BENITO	-78,92	-7,41	1 600
105	AEROPUERTO INTERNACIONAL LIMA	-77,11	-12,02	13
106	QUILLABAMBA	-72,69	-12,86	990
107	GRANJA KCAYRA	-71,87	-13,56	3 219
108	MACHU PICCHU	-72,53	-13,17	2 459
109	URUBAMBA	-72,12	-13,30	3 071
110	ANTA ANCACHURO	-72,20	-13,47	3 340
111	PARURO	-71,83	-13,77	3 047
112	ACOMAYO	-71,68	-13,92	3 227
113	PAUCARTAMBO	-71,59	-13,32	2 924
114	CCATCCA	-71,56	-13,61	3 693
115	QUINCEMIL	-70,75	-13,22	772
116	SANTO TOMAS	-72,10	-14,40	3 253
117	YAURI	-71,42	-14,82	3 927
118	SICUANI	-71,24	-14,25	3 574
119	CAY CAY	-71,70	-13,60	3 150
120	POMACANCHI	-71,58	-14,03	3 686
121	PISAC	-71,85	-13,42	3 147
122	CUSCO	-71,94	-13,54	3 288
123	COLQUEPATA	-71,68	-13,36	3 699
124	TUNEL CERO	-75,09	-13,25	4 475
125	PILCHACA	-75,09	-12,41	3 650
126	HUANCAVELICA	-75,05	-12,78	3 770
127	LIRCAY	-74,73	-12,98	3 513
128	PAUCARBAMBA	-74,54	-12,56	3 370
129	ACOBAMBA	-74,56	-12,86	3 356
130	SALCABAMBA	-74,80	-12,20	3 275
131	HUACHOS	-75,54	-13,22	2 598
132	SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	-75,64	-13,20	2 398
133	CUSICANCHA	-75,31	-13,49	2 657
134	TAMBO	-75,28	-13,69	3 113
135	SANTIAGO DE CHOCORVOS	-75,26	-13,83	2 794
136	HUANCALPI	-75,24	-12,54	4 450
137	CHOCLOCOCHA	-75,03	-13,10	5 069
138	HUANUCO	-76,25	-9,97	2 090
139	JACAS CHICO	-76,50	-9,88	3 673
140	TINGO MARIA	-75,99	-9,29	645
141	TULUMAYO	-75,90	-9,10	1 000
142	AUCAYACU	-76,11	-8,93	560
143	PUERTO INCA	-74,96	-9,37	192
144	TOURNAVISTA	-74,73	-8,93	150
145	SAN RAFAEL	-76,17	-10,32	3 060
146	CORPAC - HUANUCO	-76,21	-9,88	1 859
147	TINGO MARIA	-76,01	-9,29	644
148	PAMPA DE VILLACURI	-75,80	-13,95	430
149	HUANCANO	-75,68	-13,63	844
150	HUAMANI	-75,60	-13,85	1 060

Continuación...

Nº	NOMBRE DE ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
151	HACIENDA BERNALES	-75,96	-13,76	294
152	RIO GRANDE	-75,23	-14,54	317
153	SAN CAMILO	-75,72	-14,07	398
154	COPARA	-74,92	-14,98	600
155	OCUCAJE	-75,68	-14,38	313
156	PALPA	-75,19	-14,54	340
157	PISCO	-76,23	-13,74	11
158	SAN JUAN DE YANAC	-75,79	-13,22	2 540
159	PAMPA BLANCA	-75,10	-14,24	1 025
160	JAUIJA	-75,48	-11,78	3 360
161	MARCAPOMACOCCHA	-76,32	-11,40	4 479
162	TARMA	-75,70	-11,40	3 200
163	HUASAHUASI	-75,62	-11,25	3 359
164	COMAS	-75,13	-11,75	3 640
165	SATIPO	-74,62	-11,22	588
166	PUERTO OCOPA	-74,25	-11,14	830
167	VIQUES	-75,25	-12,16	3 186
168	HUAYAO	-75,33	-12,03	3 360
169	LAIVE	-75,35	-12,25	3 831
170	YANTAC	-76,40	-11,33	4 684
171	RICRAN	-75,53	-11,54	3 687
172	INGENIO	-75,30	-11,88	3 422
173	SANTA ANA	-75,22	-12,00	3 302
174	SAN JUAN DE JARPA 2	-75,43	-12,13	3 650
175	TALLA (GUADALUPE)	-79,42	-7,27	105
176	HUAMACHUCO	-78,06	-7,83	3 290
177	TRUJILLO	-79,10	-8,08	35
178	CALLANCAS	-78,50	-7,78	2 074
179	CACHICADAN	-78,15	-8,10	2 890
180	LAMBAYEQUE	-79,92	-6,70	12
181	INCAHUASI	-79,34	-6,24	2 650
182	CAYALTI	-79,56	-6,90	70
183	FERREÑAFE	-79,78	-6,73	29
184	REQUE	-79,85	-6,90	15
185	JAYANCA (LA VIÑA)	-79,77	-6,32	65
186	TINAJONES	-79,43	-6,65	200
187	EL ESPINAL	-79,21	-6,83	450
188	CHICLAYO	-79,83	-6,78	27
189	PUCHACA	-79,47	-6,35	800
190	ALCANTARILLA	-77,55	-11,05	120
191	PARAMONGA	-77,78	-10,67	120
192	CAMAY	-77,65	-10,91	59
193	LOMAS DE LACHAY	-77,37	-11,37	300
194	SANTA ROSA	-77,38	-11,22	380
195	HUAYAN	-77,12	-11,45	350
196	CAJATAMBO	-76,99	-10,48	3 405
197	OYON	-76,77	-10,67	3 676
198	PICOY	-76,73	-10,92	3 075
199	ÑAÑA	-76,84	-11,99	523
200	DONOSO	-77,23	-11,47	180

Continuación...

N°	NOMBRE DE ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
201	CANTA	-76,62	-11,47	2 974
202	MATUCANA	-76,37	-11,84	2 431
203	CAÑETE	-76,33	-13,08	116
204	HUARANGAL	-77,10	-11,78	300
205	LA CAPILLA 2	-76,49	-12,52	442
206	HUAROCHIRI	-76,23	-12,13	3 182
207	YAUYOS	-75,91	-12,49	2 294
208	PACARAN	-76,06	-12,86	721
209	PAMPA LIBRE	-76,97	-10,87	1 960
210	ANTIOQUIA	-76,50	-12,08	1 839
211	SAN LAZARO DE ESCOMARCA	-76,35	-12,18	3 840
212	CARANIA	-75,88	-12,34	3 875
213	HUANGASCAR	-75,85	-12,90	2 533
214	VILCA	-75,83	-12,11	3 810
215	EL ESTRECHO	-72,75	-2,58	141
216	TAMSHIYACU	-73,15	-4,00	94
217	SAN ROQUE	-73,25	-3,75	95
218	SANTA CLOTILDE	-73,67	-2,49	120
219	PEBAS	-71,86	-3,31	97
220	SAN RAMON	-76,10	-5,95	131
221	NAUTA	-73,60	-4,52	112
222	REQUENA	-73,84	-5,04	117
223	GENARO HERRERA	-73,65	-4,90	124
224	CABALLOCOCHA	-70,51	-3,91	69
225	CONTAMANA	-75,00	-7,35	150
226	JUANCITO	-74,87	-6,03	124
227	IQUITOS	-73,26	-3,74	87
228	YURIMAGUAS	-76,13	-5,89	139
229	IÑAPARI	-69,60	-10,95	250
230	PUERTO MALDONADO	-69,22	-12,60	214
231	MOQUEGUA	-70,92	-17,17	1 450
232	ILO	-71,29	-17,63	75
233	PUNTA COLES	-71,38	-17,70	25
234	PUQUINA	-71,18	-16,63	3 284
235	OMATE	-70,98	-16,68	2 080
236	UBINAS	-70,87	-16,38	3 491
237	YACANGO	-70,86	-17,09	2 091
238	CARUMAS	-70,70	-16,81	2 976
239	QUINISTAQUILLAS	-70,90	-16,78	1 590
240	ICHUÑA	-70,54	-16,14	3 792
241	YANAHUANCA	-76,51	-10,49	3 190
242	POZUZO	-75,55	-10,05	1 000
243	OXAPAMPA	-75,39	-10,59	1 850
244	CERRO DE PASCO	-76,26	-10,69	4 260
245	MIRAFLORES	-80,62	-5,17	30
246	MALLARES	-80,75	-4,86	29
247	EL ALTO	-81,22	-4,27	252
248	PARTIDOR	-80,26	-4,64	250
249	LA ESPERANZA	-81,08	-4,93	6
250	CHUSIS	-80,84	-5,53	6

Continuación...

N°	NOMBRE DE ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
251	MORROPON	-79,98	-5,18	109
252	AYABACA	-79,73	-4,64	2 830
253	SAUSAL DE CULUCAN	-79,78	-4,76	1 015
254	HUANCABAMBA	-79,55	-5,25	3 177
255	SAN MIGUEL	-80,67	-5,30	20
256	HUARMACA	-79,53	-5,56	2 244
257	CHULUCANAS	-80,17	-5,10	87
258	TALARA	-81,22	-4,54	71
259	PIURA	-80,62	-5,21	22
260	BERNAL	-80,76	-5,49	7
261	LANCONES	-80,49	-4,58	123
262	SANTO DOMINGO	-79,88	-5,03	1 475
263	CHALACO	-79,82	-5,03	1 791
264	PACAYPAMPA	-79,67	-4,98	2 315
265	SONDORILLO	-79,41	-5,34	1 900
266	OLLACHEA	-70,49	-13,80	3 420
267	PUNO	-70,02	-15,82	3 840
268	LLALLY	-70,90	-14,95	4 111
269	PAMPAHUTA	-70,67	-15,49	4 320
270	LAGUNILLAS	-70,65	-15,77	4 250
271	CHUQUIBAMBILLA	-70,73	-14,80	3 910
272	AYAVIRI	-70,60	-14,88	3 920
273	MACUSANI	-70,42	-14,07	4 331
274	PROGRESO	-70,36	-14,69	3 905
275	LAMPA	-70,37	-15,36	3 900
276	CABANILLAS	-70,34	-15,64	3 890
277	AZANGARO	-70,20	-14,91	3 863
278	LOS UROS	-69,91	-15,80	3 808
279	ARAPA	-70,12	-15,14	3 920
280	MUÑANI	-69,96	-14,78	4 119
281	HUANCANE	-69,75	-15,20	3 860
282	HUARAYA MOHO	-69,49	-15,39	3 890
283	CAPACHICA	-69,85	-15,62	3 819
284	TAMBOPATA	-69,15	-14,22	1 264
285	CRUCERO ALTO	-70,92	-15,77	4 470
286	PUCARA	-70,37	-15,03	3 885
287	TARACO	-69,97	-15,31	3 820
288	ISLA TAQUILE	-69,70	-15,78	3 815
289	MAÑAZO	-70,35	-15,81	3 942
290	SANTA ROSA	-70,79	-14,63	3 940
291	LIMBANI	-69,69	-14,13	3 183
292	ANANEA	-69,55	-14,68	4 660
293	COJATA	-69,35	-15,02	4 344
294	MAZO CRUZ	-69,71	-16,75	3 970
295	ILAVE	-69,63	-16,08	3 850
296	JULI	-69,45	-16,20	3 825
297	PIZACOMA	-69,38	-16,92	3 940
298	TAHUACO - YUNGUYO	-69,07	-16,31	3 860
299	DESAGUADERO	-69,04	-16,57	3 860
300	LARAQUERI	-70,07	-16,15	3 970
301	CRUCERO	-70,03	-14,36	4 130
302	JULIACA	-70,17	-15,47	3 820
303	JULIACA	-70,15	-15,47	3 826
304	SAN GABAN	-70,41	-13,44	635
305	PUTINA	-69,88	-14,91	3 878

Continuación...

Nº	NOMBRE DE ESTACIÓN	LONGITUD	LATITUD	ALTITUD
306	CUYO CUYO	-69,54	-14,47	3 494
307	CAPAZO	-69,74	-17,19	4 419
308	SAPOSOA	-76,78	-6,92	312
309	NARANJILLO	-77,40	-5,83	900
310	EL PORVENIR	-76,33	-6,59	202
311	TABALOSOS	-76,61	-6,41	341
312	RIOJA	-77,18	-6,05	817
313	MOYOBAMBA	-76,97	-6,00	842
314	PACHIZA	-76,78	-7,28	347
315	BELLAVISTA	-76,55	-7,05	247
316	LAMAS	-76,52	-6,42	747
317	LA UNION	-76,49	-7,17	250
318	SAUCE	-76,21	-6,69	600
319	NAVARRO	-75,77	-6,36	145
320	CAMPANILLA	-76,68	-7,44	290
321	ALAO	-76,72	-6,52	407
322	PONGO DE CAYNARACHI	-76,30	-6,33	240
323	JUANJUI	-76,74	-7,17	275
324	TARAPOTO	-76,38	-6,51	249
325	DOS DE MAYO (J. OLAYA)	-76,41	-7,41	307
326	SORITOR	-77,09	-6,14	890
327	JEPELACIO	-76,90	-6,10	1 192
328	SAN PABLO	-76,58	-6,81	274
329	SAN ANTONIO	-76,42	-6,42	578
330	CHAZUTA	-76,09	-6,57	170
331	PELEJO	-75,80	-6,22	145
332	CALANA	-70,20	-17,95	871
333	LOCUMBA	-70,76	-17,61	641
334	CHUAPALCA	-69,64	-17,31	4 177
335	SAMA GRANDE	-70,48	-17,78	534
336	CANDARAVE	-70,25	-17,27	3 435
337	TARATA	-70,04	-17,47	3 050
338	LA YARADA	-70,53	-18,21	58
339	TACNA	-70,27	-18,05	452
340	PAMPA UMALZO (TITIJONES)	-70,43	-16,88	4 609
341	CAIRANI	-70,34	-17,29	3 920
342	SUSAPAYA	-70,12	-17,35	3 420
343	PALCA	-69,96	-17,78	2 953
344	TALABAYA	-69,99	-17,56	3 420
345	PAUCARANI	-69,78	-17,53	4 556
346	RICA PLAYA	-80,46	-3,81	113
347	PUERTO PIZARRO	-80,46	-3,51	7
348	PAPAYAL	-80,24	-3,58	45
349	EL SALTO	-80,32	-3,44	6
350	CAÑAVERAL	-80,67	-3,95	159
351	TUMBES	-80,38	-3,55	25
352	AGUAYTIA	-75,50	-9,03	270

Anexo 2: Resultados con significancia estadística

Índice ONI para el mes de *febrero*

NOMBRE DE ESTACIÓN	RR	Latitude	Longitude	NEUTRO	Positiva_Phase	Negativa_Phase
AJJA	SIERRA CENTRO	-9,78	-77,61	81,6	-27,6	10,0
RECUAY	SIERRA CENTRO	-9,73	-77,46	121,4	-24,5	17,4
CHQUIAN	SIERRA CENTRO	-10,15	-77,15	137,8	-45,9	41,9
CAJAMARQUILLA	SIERRA CENTRO	-9,63	-77,75	91,4	-29,9	103,7
HUACHOS	SIERRA CENTRO	-13,22	-75,54	105,3	-42,1	69,6
SAN JUAN DE CASTROVIRREYNA	SIERRA CENTRO	-13,2	-75,64	57,5	-25,4	11,3
HUANCALPI	SIERRA CENTRO	-12,54	-75,24	173,1	-73,9	-4,1
JACAS CHICO	SIERRA CENTRO	-9,88	-76,5	149,6	-14,7	41,0
SAN JUAN DE YANAC	SIERRA CENTRO	-13,22	-75,79	62,2	-43,2	-16,4
HUAYAO	SIERRA CENTRO	-12,03	-75,33	128,8	-30,2	11,5
YANTAC	SIERRA CENTRO	-11,33	-76,4	97,1	18,7	62,7
RICRAN	SIERRA CENTRO	-11,54	-75,53	111,0	-31,9	13,2
CALLANCAS	SIERRA CENTRO	-7,78	-78,5	62,1	14,6	57,3
CAJATAMBO	SIERRA CENTRO	-10,48	-77	135,9	-54,6	8,9
OYON	SIERRA CENTRO	-10,67	-76,77	115,222	-41,5	-7,9
PICOY	SIERRA CENTRO	-10,92	-76,73	86,7	-11,8	35,3
MATUCANA	SIERRA CENTRO	-11,84	-76,37	76,1	-26,1	7,5
SAN LAZARO DE ESCOMARCA	SIERRA CENTRO	-12,18	-76,35	117,5	-51,3	31,3
CARANIA	SIERRA CENTRO	-12,35	-75,88	128,9	-51,1	23,6
VILCA	SIERRA CENTRO	-12,11	-75,83	237,7	-103,9	-54,4
EL LIMON	SIERRA NORTE	-5,93	-79,33	52,7	-15,5	18,8
CHONTALI	SIERRA NORTE	-5,64	-79,09	91,7	21,0	66,8
COCHABAMBA	SIERRA NORTE	-6,46	-78,89	76,7	-16,5	25,2
BAMBAMARCA	SIERRA NORTE	-6,68	-78,53	86,8	-15,0	27,4
SAN MARCOS	SIERRA NORTE	-7,32	-78,17	118,4	-39,7	13,5
LLAPA	SIERRA NORTE	-7	-78,83	149,4	-28,0	34,3
SALLIQUE	SIERRA NORTE	-5,65	-79,32	90,1	-23,1	31,0
CHALACO	SIERRA NORTE	-5,03	-79,82	208,2	-33,1	55,2

NOMBRE DE ESTACIÓN	RR	Latitude	Longitude	NEUTRO	Positiva_Phase	Negativa_Phase
COTAHUASI	SIERRA SUR	-15,21	-72,89	95,6	-25,6	19,1
PAMPACOLCA	SIERRA SUR	-15,71	-72,58	65,1	-20,6	39,7
SALAMANCA	SIERRA SUR	-15,5	-72,83	96,5	-24,4	35,8
LA PAMPILLA	SIERRA SUR	-16,4	-71,52	26,3	-16,4	30,8
CHIGUATA	SIERRA SUR	-16,4	-71,4	48,7	-19,7	52,1
EL FRAYLE	SIERRA SUR	-16,16	-71,19	66,6	-18,3	38,1
YANAQUIHUA	SIERRA SUR	-15,78	-72,88	40,4	-11,9	55,9
MACHAHUAY	SIERRA SUR	-15,65	-72,51	92,1	-37,6	53,7
PULLHUAY (AYAHUASI)	SIERRA SUR	-15,15	-72,77	182,7	-79,5	48,9
CHOCO	SIERRA SUR	-15,57	-72,12	74,8	-32,9	15,0
MADRIGAL	SIERRA SUR	-15,62	-71,82	93,3	-16,4	59,9
PAMPA DE ARRIEROS	SIERRA SUR	-16,06	-71,6	116,2	-80,9	7,2
LAS SALINAS	SIERRA SUR	-16,32	-71,14	76,1	-23,5	31,9
PUQUIO	SIERRA SUR	-14,71	-74,14	122,5	-55,5	12,8
CORACORA	SIERRA SUR	-15,02	-73,78	136,3	-68,6	15,2
PAUZA	SIERRA SUR	-15,29	-73,36	65,4	-19,8	20,7
HUAC-HUAS	SIERRA SUR	-14,13	-74,95	183,371	-85,8	96,6
VILCASHUAMAN	SIERRA SUR	-13,64	-73,94	169,1	-52,5	26,3
CHILCAYOC	SIERRA SUR	-13,87	-73,72	223,1	-73,3	38,8
URUBAMBA	SIERRA SUR	-13,3	-72,12	87,0	-21,0	5,7

NOMBRE DE ESTACIÓN	RR	Latitudo	Longitudo	NEUTRO	Positiva_Phase	Negativa_Phase
ANTA ANCACHURO	SIERRA SUR	-13,47	-72,2	212,9	-84,9	-46,1
CCATCCA	SIERRA SUR	-13,61	-71,56	115,2	-12,6	18,5
SANTIAGO DE CHOCORVOS	SIERRA SUR	-13,83	-75,26	67,8	-36,5	45,4
OMATE	SIERRA SUR	-16,68	-70,98	35,9	-21,6	34,5
UBINAS	SIERRA SUR	-16,38	-70,87	66,2	-14,9	51,4
CARUMAS	SIERRA SUR	-16,81	-70,7	229,5	-148,3	-59,0
QUINISTAQUILLAS	SIERRA SUR	-16,78	-70,9	26,7	-14,0	15,0
PAMPAHUTA	SIERRA SUR	-15,49	-70,68	125,7	15,6	65,1
LAGUNILLAS	SIERRA SUR	-15,77	-70,65	106,3	13,9	73,1
CABANILLAS	SIERRA SUR	-15,64	-70,34	104,5	13,4	58,9
LOS UROS	SIERRA SUR	-15,8	-69,91	84,3	27,4	105,4
HUARAYA MOHO	SIERRA SUR	-15,39	-69,49	122,408	21,1	38,4
MAÑAZO	SIERRA SUR	-15,81	-70,35	114,5	15,1	54,8
COJATA	SIERRA SUR	-15,02	-69,35	96,1	28,1	22,8
ILAVE	SIERRA SUR	-16,08	-69,64	112,6	-11,2	65,6
JULI	SIERRA SUR	-16,2	-69,45	119,9	20,2	124,3
DESAGUADERO	SIERRA SUR	-16,57	-69,04	114,7	11,4	80,3
JULIACA	SIERRA SUR	-15,47	-70,15	72,4	19,9	56,6
CUYO CUYO	SIERRA SUR	-14,47	-69,54	141,0	-38,7	0,4
CAPAZO	SIERRA SUR	-17,19	-69,74	136,1	-39,0	27,0
TARATA	SIERRA SUR	-17,47	-70,04	78,5	-48,4	27,1
SUSAPAYA	SIERRA SUR	-17,35	-70,12	55,1	-18,9	60,0
TALABAYA	SIERRA SUR	-17,56	-69,99	45,4	-15,0	50,7
PAUCARANI	SIERRA SUR	-17,52	-69,78	80,0	-35,5	54,6

Índice ICEN para el mes de febrero

NOMBRE DE ESTACIÓN	RR	Latitudo	Longitudo	NeutralPhase_Mean	FasePostiva	FaseNegativa
LOMAS DE LACHAY	COSTACENTRO_SUR	-11,37	-77,37	2,1	14,1	-0,2
TALLA (GUADALUPE)	COSTA_NORTE	-7,27	-79,42	8,7	29,1	-4,3
LAMBAYEQUE	COSTA_NORTE	-6,7	-79,92	5,7	15,2	-3,7
CAYALTI	COSTA_NORTE	-6,9	-79,56	11,5	41,1	-4,0
FERREÑAFE	COSTA_NORTE	-6,73	-79,78	8,4	78,4	-5,4
REQUE	COSTA_NORTE	-6,9	-79,85	4,1	17,1	-2,2
JAYANCA (LA VIÑA)	COSTA_NORTE	-6,32	-79,77	24,2	78,2	-12,9
EL ESPINAL	COSTA_NORTE	-6,83	-79,21	71,3	118,2	-29,9
MIRAFLORES	COSTA_NORTE	-5,17	-80,62	23,5	107,9	-14,9
MALLARES	COSTA_NORTE	-4,86	-80,75	39,9	112,8	-24,5
LA ESPERANZA	COSTA_NORTE	-4,93	-81,08	17,4	44,3	-14,0
CHUSIS	COSTA_NORTE	-5,53	-80,84	6,7	66,8	-3,4
SAN MIGUEL	COSTA_NORTE	-5,3	-80,67	20,3	104,1	-15,0
CHULUCANAS	COSTA_NORTE	-5,1	-80,17	150,8	44,3	-111,2
TALARA	COSTA_NORTE	-4,54	-81,22	1,4	48,9	-0,9
PIURA	COSTA_NORTE	-5,21	-80,62	8,672	67,7	-0,6
BERNAL	COSTA_NORTE	-5,49	-80,76	10,1	78,5	-7,1
LANCONES	COSTA_NORTE	-4,58	-80,49	78,8	164,5	-52,3
RICA PLAYA	COSTA_NORTE	-3,81	-80,46	140,0	246,4	-71,3
PUERTO PIZARRO	COSTA_NORTE	-3,51	-80,46	84,1	246,7	-39,2
PAPAYAL	COSTA_NORTE	-3,58	-80,24	132,3	358,7	-58,7
EL SALTO	COSTA_NORTE	-3,44	-80,32	110,1	225,0	-58,5
CAÑAVERAL	COSTA_NORTE	-3,95	-80,67	127,3	248,7	-74,1
TUMBES	COSTA_NORTE	-3,55	-80,38	67,9	241,4	-41,7