

Informe Técnico N°006

## Periodos secos y húmedos en la vertiente occidental de los Andes peruanos



Laguna Palcacocha – Huaraz, Ancash. 2013  
GoogleMap (D.R. Arroz M.)

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ - SENAMHI**

**Dirección de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica**

Sub-Dirección de Predicción Climática

**06 de diciembre de 2016**

---

**PERSONAL DIRECTIVO**

**Ing. Amelia Díaz Pabló**  
Presidenta Ejecutiva del SENAMHI

**Abg. Alcides Chavarry Correa**  
Secretario General del SENAMHI

**Lic. Luis Alfaro Lozano**  
Director de Meteorología y Evaluación Ambiental Atmosférica

**Ing. Grinia Avalos Roldán**  
Sub-Directora de Predicción Climática

---

**MINISTERIO DEL AMBIENTE**

**SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ – SENAMHI**

---

**06 de diciembre 2016**

# Periodos secos y húmedos en la vertiente occidental de los Andes peruanos

## Resumen

El análisis y determinación de periodos húmedos y secos en regiones donde la demanda del recurso hídrico es alta, permite determinar no solo la disponibilidad del recurso sino también prever la ocurrencia de eventos climáticos extremos como las sequías, lluvias intensas, inundaciones, entre otros eventos extremos. Los aspectos anteriores fueron determinantes, para enfocar el presente informe en relación a la secuencia de periodos secos y húmedos en la vertiente occidental de los Andes peruanos, donde se asientan importantes núcleos urbanos tales como Lima, Arequipa, Trujillo, Huaraz, Chiclayo, así como valles estratégicos para la agro-exportación, además de ser el ámbito donde se emplazan los principales glaciares tropicales del mundo. Se ha utilizado series históricas de precipitación con periodos de registro lo suficientemente extensos para tener certeza en los resultados. Se aplica un análisis simple de las anomalías porcentuales de lluvias en los últimos 30 años, incluyendo sus características más relevantes en estaciones meteorológicas representativas de los sectores nor-occidental (Piura, Lambayeque), centro-occidental (Lima – Ancash) y sur-occidental (Arequipa, Huancavelica, Moquegua y Tacna). Los resultados dan cuenta que la vertiente sur-occidental viene presentando una mayor recurrencia de periodos secos respecto a las regiones centro y nor-occidental. Asimismo, el mes de noviembre de 2016 se configura como el “noviembre más seco” de los últimos 20 años en la sierra nor-occidental (Piura), y de los últimos 30 años en la sierra centro – occidental (Ancash), con deficiencias de hasta -100% (30 días consecutivos sin lluvias); mientras en la sierra sur hay una mayor frecuencia de “noviembres secos”. Finalmente, el evento El Niño 2015/2016 condicionó un marcado déficit de lluvias en toda la vertiente occidental, siendo el periodo diciembre 2015 – marzo 2016 el más seco de los últimos 16 años en la sierra nor-occidental y centro-occidental.

**Palabras clave:** *Lluvia, vertiente occidental de los Andes peruanos, periodos secos, periodos húmedos, sequía.*

## I. Introducción

Los efectos más relevantes debido a la presencia de periodos húmedos y secos en las cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico, en los Andes occidentales del Perú, son las inundaciones y la reducción drástica de la disponibilidad del recurso hídrico, lo cual repercute en los requerimientos necesarios para satisfacer las necesidades hídricas de los diferentes usuarios asentados en núcleos urbanos importantes como Lima, Arequipa, Trujillo, etc.

El régimen de las lluvias en esta región climáticamente seca, es modulado por la variabilidad interanual asociada a El Niño, cuando la Temperatura Superficial del Mar (TSM), anómalamente cálida, condiciona la inestabilidad atmosférica incrementando la probabilidad de formaciones convectivas en la parte media de las cuencas, siendo las lluvias particularmente más intensas en el norte (Tumbes y Piura) debido a la presencia de TSM más cálidas en la franja ecuatorial en interacción con patrones de circulación de mesoescala en niveles medios y altos que actúan

como disparadores de lluvias (Quispe, 2016). Por ejemplo, durante El Niño 1997-1998, la precipitación acumulada en la ciudad de Piura fue de 1802 mm, treinta veces su valor normal (Takahashi, 2004).

Pero esta región, también está expuesta a ciclos secos que pueden limitar la presencia de lluvias en las partes altas de las cuencas ya sea al inicio del periodo lluvioso (setiembre – diciembre) o durante el pico de dicho periodo (enero – marzo). Si estos déficits son prolongados puede configurarse uno de los eventos climáticos más devastadores del planeta: las sequías. De hecho, la región sur occidental, es la más afecta a la presencia de sequías debido a que en los últimos años patrones de circulación atmosférica anómalos (*oestes*) vienen alterando el normal desarrollo del periodo lluvioso en las zonas altas de Arequipa, Moquegua, Tacna y sur de Puno, propiciando un preocupante escenario de inseguridad hídrica.

No es solo de interés científico conocer los mecanismos físicos que modulan la ciclicidad de los



periodos secos y húmedos en la vertiente occidental de los Andes del Perú, sino que la dimensión práctica de esta información ayuda, entre otras cosas, al diseño de planes hidráulicos regionales para asignar el recurso agua considerando la evolución de la disponibilidad y demanda a largo plazo. Los aspectos anteriores fueron determinantes, para orientar el análisis de lluvias en tres zonas de la vertiente occidental de los Andes, donde no solo se asientan centros urbanos densamente poblados y se desarrollan actividades de agricultura intensiva, sino donde también se emplazan los glaciares tropicales más importantes del mundo ubicados a lo largo de la Cordillera Blanca en Ancash, la Cordillera de Huayhuash en Lima, Cordillera de Ampato en Arequipa, entre otros, considerados la reserva sólida de agua dulce que son utilizados para el consumo humano y actividades productivas tales como: agricultura, hidroelectricidad, actividad minera y proyectos agroindustriales; éstos juegan un rol vital en el desarrollo socio-económico de las poblaciones pero además son ecosistemas frágiles y vulnerables a la variabilidad del clima, y que en el contexto de un periodo seco y/o cálido vierten un mayor volumen de aguas como consecuencia de una mayor fusión glaciar, configurándose escenarios de potencial peligro de deslizamientos.

Para efectos de este informe, se aplicará un análisis simple de anomalías porcentuales de las lluvias para el periodo diciembre-marzo (2000-2016), así como un análisis puntual de las lluvias durante el mes de noviembre de los últimos 30 años (1987-2016) a lo largo de la vertiente occidental de los Andes.

## 2. Datos y metodología

Para este trabajo fueron usados los siguientes set de datos:

- Datos mensuales de lluvias provenientes de estaciones meteorológicas ubicadas en las cuencas media y alta de la vertiente occidental de los Andes del Perú (**Tabla 1**). Dichas series de datos cuentan además con control de calidad (Correa *et al.*, 2015; Aguilar *et al.*, 2003) y han sido acumulados de diciembre a marzo durante el periodo 2001-2016.

- Datos diarios de lluvias correspondientes al mes de noviembre (periodo 1987-2016) de estaciones meteorológicas representativas de los tres sectores de la vertiente occidental (ítem 4.3).

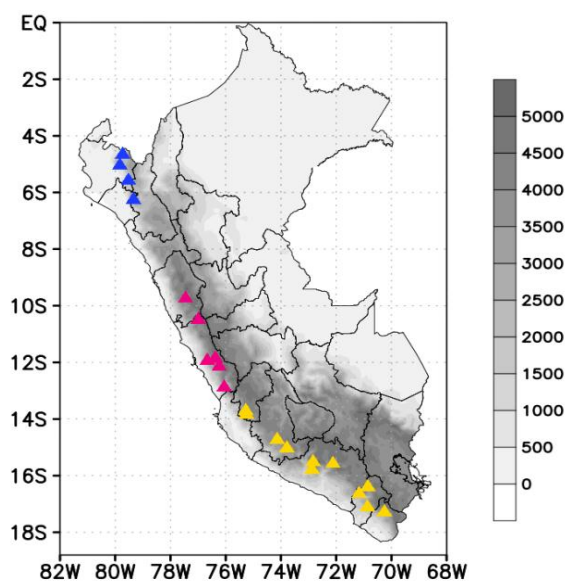
**Tabla 1.** Ubicación de las estaciones en el ámbito norte, central y sur de la vertiente occidental de los Andes peruanos.

Fuente: SENAMHI

REGIÓN	DEPARTAMENTO	ESTACIÓN	LAT (°)	LOE (°)	ALTURA (msnm)
NORTE	PIURA	CHALACO	-5.03	-79.83	1791
	PIURA	HUARMACA	-5.56	-79.52	2142
	PIURA	AYABACA	-4.64	-79.73	2830
	LAMBAYEQUE	INCAHUASI	-6.24	-79.34	2650
CENTRO	ANCASH	CHIQUAN	-10.15	-77.15	3382
	ANCASH	RECUAY	-9.73	-77.45	3444
	LIMA	PACARAN	-12.86	-76.06	721
	LIMA	SANTA EULALIA	-11.92	-76.67	945
	LIMA	HUAROCHIRI	-12.13	-76.23	3182
	LIMA	CAJATAMBO	-10.48	-76.99	4040
SUR	LIMA	MATUCANA	-11.84	-76.38	2431
	AREQUIPA	SALAMANCA	-15.50	-72.83	3303
	AREQUIPA	CHOCO	-15.57	-72.12	3192
	AREQUIPA	YANAQUIHUA	-15.78	-72.88	2815
	AYACUCHO	PUQUIO	-14.71	-74.14	2977
	AYACUCHO	CORACORA	-15.02	-73.78	3172
	HUANCAVELICA	TAMBO	-13.69	-75.27	3113
	HUANCAVELICA	SANTIAGO DE CHOCORVOS	-13.83	-75.25	2794
	MOQUEGUA	PUQUINA	-16.63	-71.17	3284
	MOQUEGUA	UBINAS	-16.38	-70.86	3491
	MOQUEGUA	YACANGO	-17.09	-70.87	2091
	MOQUEGUA	PUQUINA	-16.63	-71.17	3284
TACNA	CANDARAVE	-17.27	-70.25	3435	

## 3. Área de estudio

La zona de estudio abarca el ámbito de la vertiente occidental de los Andes peruanos, estrecha sección de los Andes comprendida entre la línea de cumbres del ramal occidental de los Andes y la línea costera, desde la frontera chilena hasta la ecuatorial en dirección sureste a noroeste. En el Mapa 1 se han ubicado las estaciones meteorológicas más representativas de las cuencas media y alta y se han agrupado en tres secciones para evaluar el comportamiento de las lluvias.



**Mapa 1.** Distribución espacial de las estaciones meteorológicas en el área de estudio. Sector nor-occidental en azul, centro-occidental en rosado y sur-occidental en amarillo.

## 4. Resultados

### 4.1 Lluvias acumuladas diciembre – marzo

En la **Figura 1-3** se observa las anomalías porcentuales de las lluvias en los tres sectores de la vertiente occidental. Es notable la señal de El Niño 2015-2016 catalogado como el tercero más fuerte de los últimos 50 años (OMM, 2016) condicionando marcados déficits de lluvias en las tres secciones de la cordillera occidental durante el pico del periodo lluvioso diciembre 2015 – marzo 2016 del orden de 42% en la sierra nor-occidental, 57% en la sierra centro-occidental y de 58% en la sierra sur-occidental. En los sectores centro y sur occidental, llovió menos de la mitad de lo que se esperaba para el periodo, configurándose uno de los eventos secos más intensos de los últimos 30 años (Reportes del SENAMHI, 2015).



**Figura 1-3.** Anomalías de lluvias (%) (diciembre-marzo) en tres sectores de la vertiente occidental de los Andes peruanos. Sierra nor-occidental (arriba), sierra centro-occidental (centro) y sierra sur-occidental (abajo). Superávit en azul y déficit en naranja.

En la sierra nor-occidental se observa que de los últimos 16 años, 9 de éstos han sido regímenes entre normales<sup>1</sup> (2001/2002; 2004/2005, 2009/2010 y 2014/2015) y húmedos (2000/2001, 2005/2006, 2007/2008, 2008/2009 y 2011/2012).

Mientras que en la sierra centro-occidental las lluvias han presentado un comportamiento alrededor de su normal, destacando más periodos húmedos que secos, con superávits del orden de 60% en el 2000/2001 y 2008/2009. Es importante mencionar que eventos de lluvias intensas pueden desatarse en el contexto de un periodo no necesariamente húmedo, tal y como ocurrió en marzo de 2015 cuando un episodio de lluvias intensas (38 mm/en 24 horas) generó deslizamientos de lodo en las quebradas de San Antonio de Pedregal, Quirio, Libertad, Carossio, Corrales y Santo Domingo en la cuenca media del río Rímac (Lima) así como el posterior desborde del río Rímac afectando viviendas, vías de comunicación y daños a la vida y la salud, en el distrito de Lurigancho Chosica (Informe N° 26, INDECI, 2015).

Otro ha sido el panorama en la sierra sur-occidental, donde han predominado periodos secos en los últimos 16 años (9 de los 16 años) con déficits entre -40% y -60%, aproximadamente; siendo los años 2009/2010, 2013/2014 y 2015/2016 los periodos más secos.

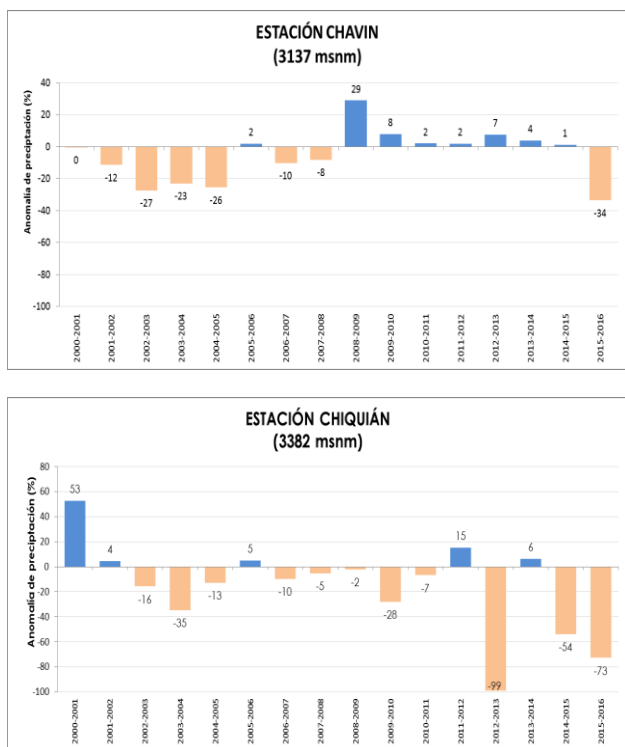
### 4.2 Lluvias acumuladas diciembre – marzo en la sierra de Ancash

El proceso de recarga de los glaciares tiene que ver con la disponibilidad de humedad (lluvias) en un contexto de bajas temperaturas, tal y como ocurre con los glaciares ubicados en latitudes extratropicales donde la estación lluviosa coincide con la temporada de bajas temperaturas (invierno austral). Sin embargo, en el trópico la temporada de mayor disponibilidad de humedad o lluvias se da en el verano (diciembre - marzo), cuando los rayos del sol caen más perpendicularmente sobre la superficie incrementado las temperaturas del aire.

En las **Figuras 4-5** se presenta el comportamiento de las lluvias durante el periodo diciembre – marzo en

<sup>1</sup> Lluvias normales: alrededor de +/- 15 % (SENAMHI, 2010)

los últimos 16 años, en dos puntos de referencia ubicados en la cuenca media y alta de Río Santa (Ancash), región donde se emplaza la cadena de nevados más extensa del Perú y donde recientemente se han reportado incrementos súbitos de los riachuelos de origen glaciar, incrementando peligrosamente el volumen de algunas lagunas glaciares. Se observa una mayor recurrencia de años secos.



**Figura 4-5.** Anomalías de lluvias (%) en dos estaciones meteorológicas de la Región Ancash: Chavín (arriba) y Chiquián (abajo) para diciembre – marzo del periodo 2000-2016. Superávit en azul y déficit en naranja.

### 4.3 Lluvias en noviembre

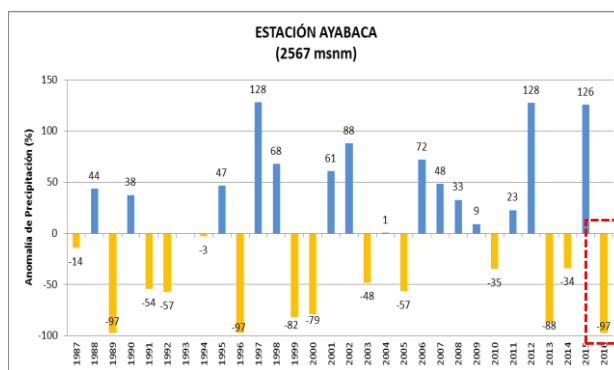
Noviembre es el mes cuando las temperaturas diurnas alcanzan su máximo valor en el año, y si las lluvias se retrasan tal y como viene ocurriendo, puede configurarse un escenario propicio para que la taza de retroceso estacional de los glaciares tropicales se incremente.

En las **Figuras 6-10** se muestra el comportamiento de las lluvias en el mes de noviembre en los últimos 30 años en la vertiente occidental de los Andes. Según los reportes históricos “*noviembre de 2016*” es considerado como el **noviembre más seco de los últimos 20 años en la sierra nor-occidental**

(Piura), (**Figura 6**), de los últimos 30 años en la **sierra centro-occidental** (Ancash) (**Figura 7 y 8**); mientras que en la sierra sur-occidental (Arequipa – Tacna) los “*noviembre secos*” han sido más recurrentes, y “*noviembre de 2016*” ha sido tan seco como el que se registró en el 2008.

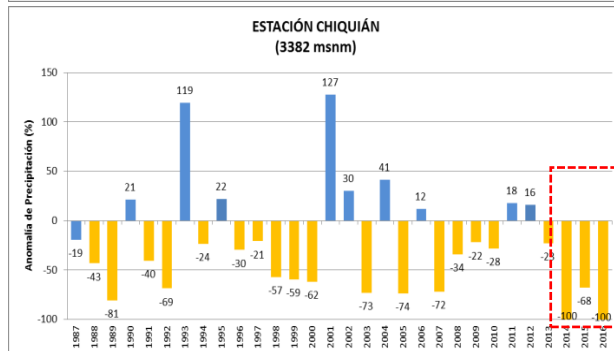
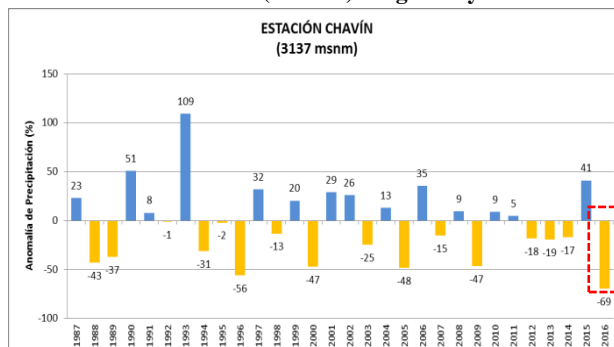
Tanto en Ancash (Estación *Chiquián*) como en Arequipa (Estación *Pillones*), durante noviembre NO se reportaron lluvias (30 días secos consecutivos).

### Sierra nor-occidental (Piura) – Figura 6



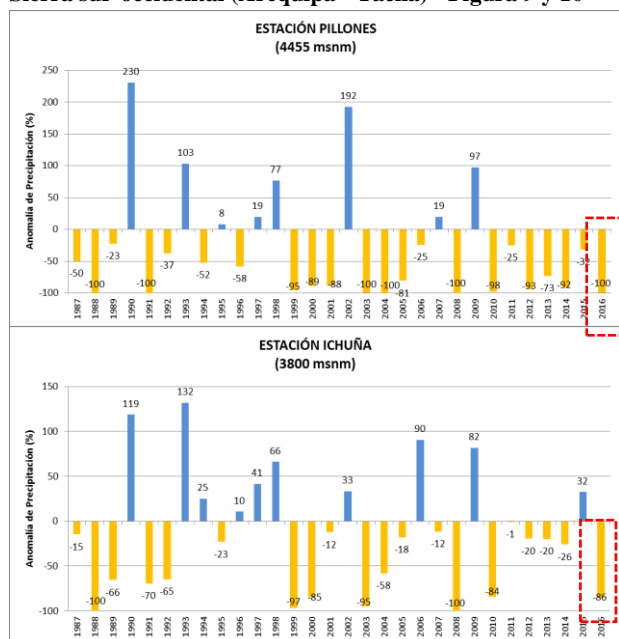
**Figura 6.** Anomalías de lluvias (%) para el mes de noviembre (1987-2016), en la sierra nor-occidental (estación Ayabaca). Superávit en azul y déficit en naranja.

### Sierra centro-occidental (Ancash) - Figura 7 y 8



**Figura 7-8.** Anomalías de lluvias (%) para el mes de noviembre (1987-2016), en la sierra centro-occidental (estaciones Chavín y Chiquián). Superávit en azul y déficit en naranja.

## Sierra sur-occidental (Arequipa - Tacna) - Figura 9 y 10



**Figura 9-10.** Anomalías de lluvias (%) para el mes de noviembre (1987-2016), en la sierra sur-occidental (estaciones Pillones e Ichuña). Superávit en azul y déficit en naranja.

**Nota:** Por razones de espacio solo se colocan estaciones representativas.

## 5. Conclusiones

- Para la serie de datos analizada en el periodo 2000-2016, tanto en la **sierra nor-occidental como centro – occidental** predominan años entre **húmedos y normales**, mientras que en la **sierra sur-occidental** predomina una mayor **recurrencia de años secos**.
- En la sierra centro-occidental si bien predominan años entre húmedos y normales, en promedio, un análisis sobre **la Región Ancash revela una predominancia de años secos** en el periodo 2000-2016.
- Noviembre 2016 es el “**noviembre más seco**” de los **últimos 20 años en la sierra nor-occidental**, mientras que en la **sierra centro-occidental, junto con el año 2014 es el más seco de los últimos 30 años**, con **déficits de hasta 100%** es decir, **30 días consecutivos sin lluvias**. En la sierra sur hay una mayor frecuencia de “**noviembreros secos**”.
- **El Niño 2015/2016** condicionó una **reducción sistemática de las lluvias** a lo largo de la vertiente occidental de los Andes, **particularmente en los sectores norte y centro**, donde no se habían registrado periodos secos tan significativos en los últimos 16 años.

## 6. Referencias

- Aguilar, E.; Brunnet, M.; Peterson T. C.: Guidelines on metadata and homogenization. OMM-TD N°1186, WCDMP N°53, 2003.
- Correa, K.; Castro, V.; Avalos, G.: Control de calidad de datos y homogenización de datos climáticos para la provisión de servicios climáticos en el Perú. Guidelines on quality control and homogenization of. SENAMHI-Peru. 10pp., 2015.
- INDECI. Huaycos afectan el distrito de Lurigancho Chosica Lima Metropolitana. INFORME DE EMERGENCIA N° 581 - 08/05/2015 / COEN – INDECI. 2015
- OMM: Nota de prensa: Episodio El Niño Excepcionalmente Intenso ha superado su intensidad máxima pero persisten sus efectos. Emisión 18 Febrero 2016.
- Quispe, N.: Eventos extremos de lluvia en el contexto de El Niño 1997/98 y El Niño 2015/2016: Mecanismos físicos. Taller regional de evaluación del ENSO en los países andinos – Informe Técnico. CIIFEN. Guayaquil, 2016.
- SENAMHI: Escenarios de Cambio Climáticos en el Perú para el año 2030, en el marco de SCNCC. MINAM/SENAMHI. 2010.
- Takahashi, K.: The atmospheric circulation associated with extreme rainfall events in Piura, Peru, during the 1997–1998 and 2002 El Niño events. *Annales Geophysicae* 22: 3917–3926., 2004.

## Importante

El **SENAMHI**, organismo adscrito al Ministerio del Ambiente, continúa vigilando atentamente la evolución de las condiciones atmosféricas típicas de la temporada de verano que puedan devenir en la ocurrencia de eventos extremos asociados a la variabilidad climática. Durante los siguientes meses nuestros expertos en predicción meteorológica y climática suministrarán periódicamente interpretaciones más detalladas del comportamiento de las lluvias a nivel regional y nacional, los mismos que difundiremos a través de nuestros diferentes servicios de información. Los enlaces para acceder a los sitios web de esos Servicios figuran en los siguientes enlaces:

<http://www.peruclima.pe/?p=fenomeno-el-nino>  
[http://www.senamhi.gob.pe/?p=0140&tip\\_alert=26](http://www.senamhi.gob.pe/?p=0140&tip_alert=26)

Para más información relativa a boletines y suscripciones, puede consultarse la siguiente dirección:

<http://www.senamhi.gob.pe/?p=0701>

---

**Informe elaborado por:**

Avalos G.<sup>1</sup>;

**Contribuciones:**

Barreto C.<sup>1</sup>; Porras P.<sup>1</sup>; Cubas F.<sup>1</sup>; Quispe N.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Subdirección de Predicción Climática

<sup>2</sup> Subdirección de Predicción Meteorológica

**Dirección de Meteorología y Evaluación  
Ambiental Atmosférica**

---

**Lic. Luis Alfaro Lozano**  
Director de Meteorología y  
Evaluación Ambiental Atmosférica

© 2016 SENAMHI-PERÚ  
Jr. Cahuide 758 Jesús María - Lima  
6141407; 6141414 – Anexo 461  
clima@senamhi.gob.pe | [www.senamhi.gob.pe](http://www.senamhi.gob.pe)

Lima – Perú  
06 de diciembre de 2016