Las ciencias oceanográficas y su relación con el fenómeno La Niña

Capitán de fragata Julio César Chilet Correa
Oficial de Marina en actividad. Licenciado en Ciencias Marítimas Navales por la Escuela Naval del Perú, con especialidad en Guerra de Superficie e Hidrografía y Navegación. Posgrado en Administración Marítima y Portuaria por la Escuela Nacional de Marina Mercante y magíster en Estrategia Marítima por la Escuela Superior de Guerra Naval de la Marina de Guerra del Perú. Es jefe de la División de Infraestructura del Departamento de Contratos y oficial jefe de la Oficina de Informes Institucionales de la Dirección de Contrataciones del Material.



RESUMEN
Los procesos atmosféricos son los más complicados de predecir. A pesar del desarrollo de tecnologías de última generación para la interpretación de imágenes digitales por parte de los científicos, existen contados instrumentos que nos permiten pronosticarlos y, por ende, establecer las estrategias necesarias para mitigar sus efectos. A la fecha, luego de disiparse la presencia del fenómeno El Niño en la región, un nuevo fenómeno poco conocido, de nombre La Niña, puede desarrollarse. Por ello, es importante conocer los temas científicos relacionados, a fin de tomar las decisiones con anterioridad a su ocurrencia.

PALABRAS CLAVE: El Niño, La Niña, Comité Multisectorial del Estudio Nacional del Fenómeno del Niño, vientos, Oscilación decadal del Pacífico.

ABSTRACT
The atmospheric processes are the most complicated to predict. Despite of the development of cutting edge technologies for interpretation of digital images by the scientists, there are a few instruments that allows us to foretell them and, hence, to establish the necessary strategies to mitigate their effects. Up to date, after clearing the presence of El Niño Phenomenon in the region, a new phenomenon little known, named La Niña, can be developed. For that, it is important to know the scientific subjects related, in order to take decisions previous to its occurrence.

KEYWORDS: El Niño, La Niña, Multisectoral Committee of the National Study of El Niño Phenomenon, winds, Pacific Decadal Oscillation.

"El astrónomo es, de alguna forma, independiente de su compañero astrónomo, ya que puede esperar en su observatorio hasta que la estrella que desea observar llegue a su meridiano, pero el meteorólogo tiene sus observaciones limitadas por un horizonte muy limitado, y no puede hacer mucho sin la ayuda de otros numerosos observadores que le suministren observaciones contemporáneas en un área de extensión amplia".

James Pollard Espy

• Artículo recibido el 5 de junio de 2016, aprobado para su publicación el 2 de junio de 2016

Introducción

El 21 de abril de 2016, el Comité Multisectorial del Estudio Nacional del Fenómeno del Niño (Enfen), mediante el Comunicado Oficial 08-2016, cambió el estado de alerta a "no activo", debido a la declinación del evento El Niño costero, iniciado en la costa peruana en otoño de 2015.

Sin embargo, en algunas ocasiones, cuando culmina un evento El Niño, es probable la aparición de un evento La Niña. Como contraparte del primero, tiene un patrón climático caracterizado por el enfriamiento de las aguas superficiales del océano a lo largo de la costa oeste tropical de América del Sur. Pero lo que muchos lectores se preguntarán es: ¿cómo se origina este fenómeno? ¿Cómo podemos conocerlo debido a su procedencia océano-atmosférica? Y sobre todo, ¿cómo podemos tomar las precauciones a fin de aminorar sus consecuencias en las diferentes regiones? A continuación, trataré de absolver estas y otras dudas referentes a este apasionante tema científico.

Los vientos, origen y fundamentos básicos

Para comenzar, es importante conocer qué es el viento y cómo se produce. La palabra *viento* viene de la raíz latina *ventus*. En meteorología es estudiado como la variable de estado de movimiento del aire que se desplaza tanto de forma horizontal como vertical. Se origina por la rotación del planeta y la diferencia de temperatura entre la tierra y el mar. La dirección del viento depende de la distribución y evolución de los centros isobáricos[1]; se transporta desde los centros de alta presión (anticiclones) hacia los de baja presión (depresiones), y su fuerza es más grande cuanto mayor es la gradiente de presiones. La fuerza del viento se mide en nudos o kilómetros por hora. Se utiliza la escala de Beaufort, que cuantifica la velocidad del viento desde una brisa hasta un huracán.

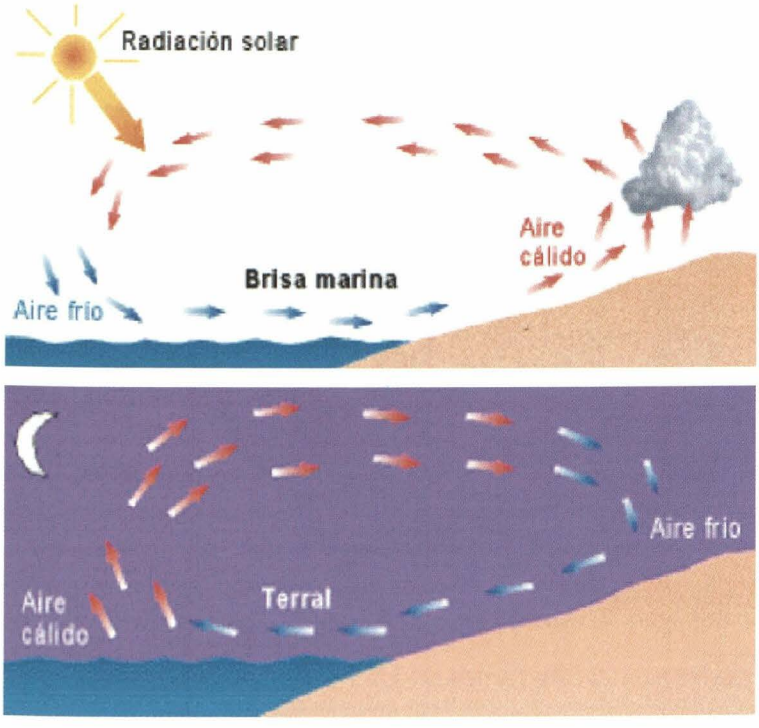
El viento se origina en la energía del Sol como fuente de calor. El movimiento del aire se debe principalmente a una propiedad intrínseca de los gases, porque el aire caliente sube y el aire frío baja. Este es el principio básico que permite la generación y el movimiento del viento y la meteorología es la ciencia encargada de su estudio.

1. Líneas que unen puntos de la Tierra de igual presión atmosférica.

El movimiento básico del aire se divide en dos tipos:

1. Circulación local: el Sol irradia una gran cantidad de energía y provoca que se caliente la superficie de la Tierra. Sin embargo, el agua y la tierra absorben y liberan el calor a diferentes velocidades. Este calentamiento originado de forma desigual genera zonas de alta y baja presión, lo cual produce el movimiento del aire.

La energía calorífica de la radiación solar es la generatriz de todos los procesos meteorológicos y climáticos que existen en la Tierra. Incluso en nuestras labores cotidianas podemos darnos cuenta de que durante el día la tierra se calienta con mayor rapidez que en el mar. Asimismo, el aire situado sobre la tierra se eleva y su lugar es ocupado por aire más frío que proviene del mar. Este movimiento provoca que el viento fluya desde el mar hasta las costas y que se cree una brisa marina. Por la noche la tierra se enfría rápidamente, mientras que el agua conserva el calor del día y eleva el aire en el mar hasta formar una brisa de tierra.

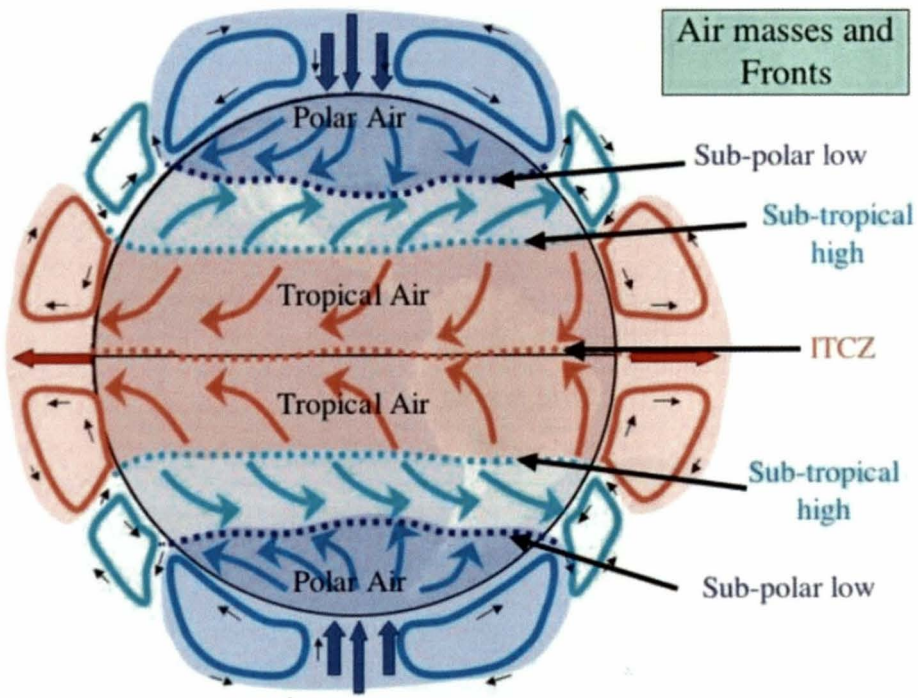


Brisa marina y terrestre.

Es importante mencionar que a mayores alturas el sentido se invierte, a menos que otros sistemas de vientos mayores alteren el proceso. El viento siempre se va a desplazar de una zona de alta a una de baja presión.

2. Circulación mundial: a nivel mundial, el ecuador[2] es la parte del planeta más cercana al Sol, donde se origina el aire caliente y la circulación mundial del viento. Entre aproximadamente los 10° de latitud norte y sur se ubica la Zona de Calma Ecuatorial[3], un área de baja presión donde el aire circula principalmente de manera vertical. En la Zona de Calma Ecuatorial el aire caliente sube unos 10 kilómetros de la superficie, mientras que el aire frío lo empuja; al estar en lo alto, el aire se enfría y regresa a la Tierra.

La circulación del viento en el planeta esta influenciada por el efecto Coriolis[4], un movimiento del aire causado por la rotación del planeta. Como resultado,

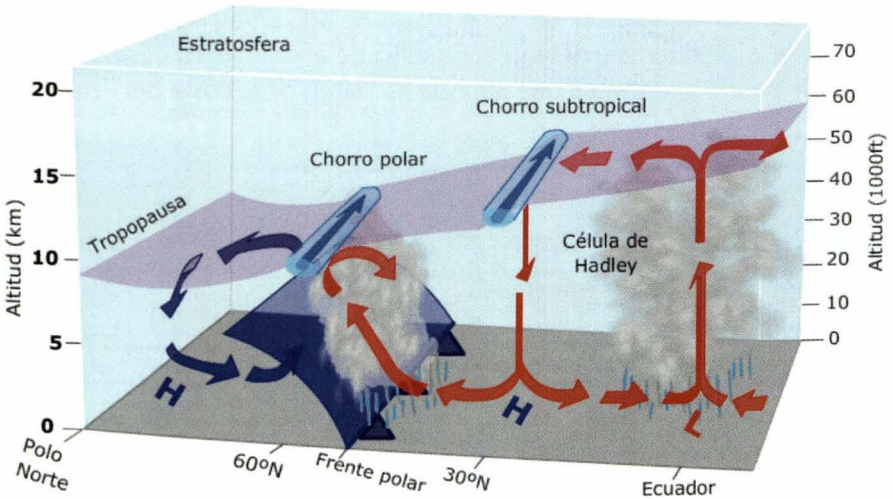


Las celdas de viento en la Tierra.

2. Es la línea imaginaria que divide a la Tierra en dos: el hemisferio norte y el hemisferio sur.
3. Cinturón ecuatorial de calma o de vientos ligeros y variables entre los dos cinturones de vientos alisios.
4. El efecto Coriolis hace que un objeto que se mueve sobre el radio de un disco en rotación tienda a acelerarse con respecto a ese disco, según si el movimiento es hacia el eje de giro o alejándose de este.

el viento sopla en sentido horario del noreste al suroeste en el hemisferio norte y en sentido antihorario del sureste hacia el noroeste en el hemisferio sur. El mismo movimiento circular que existe en la zona ecuatorial ocurre en las zonas denominadas las celdas Hadley[5], ubicadas entre 30° de latitud norte y sur, excluyendo la Zona de Calma Ecuatorial. Igualmente, en las celdas de latitud media entre los 30° y 60° norte y sur, respectivamente, y en las celdas polares entre los 60° y 90° norte y sur, respectivamente.

Cuando el aire caliente sube en el ecuador, al bajar se desplaza en forma parecida a una fuente hacia el norte y el sur, y se une con las corrientes de las celdas Hadley. La combinación de las diferentes celdas, el efecto Coriolis y los cambios de temperatura en las estaciones del año confluyen en un sistema complejo que da origen al movimiento del aire en todo el planeta. Estos ciclos tienen un efecto regulador sobre el clima mundial.



Cédula de Hadley.

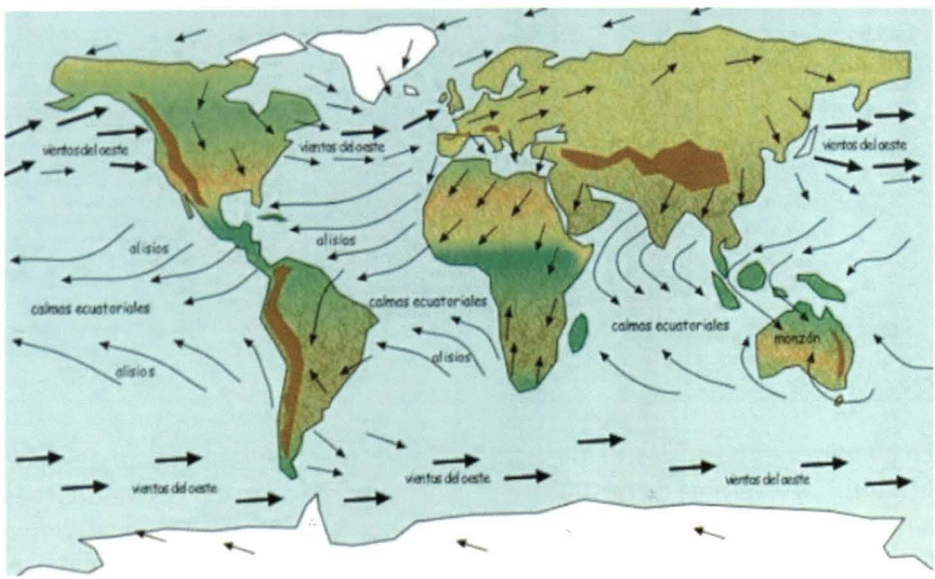
En condiciones normales, el nivel superficial del mar en el lado oeste del Pacífico tropical en el área de Australia es mayor, aproximadamente 0,5 metros más alto que en el borde este de nuestras costas sudamericanas. De igual forma, la termoclina[6] es, por el contrario, más superficial en el este que en el oeste, debido a que los vientos alisios generan una corriente ecuatorial que desplaza agua hacia el oeste.

5. La celda de Hadley es un patrón de circulación que controla la atmósfera tropical con movimientos de ascenso cerca del ecuador y de descenso en latitudes medias (entre 30° de latitud norte y 30° de latitud sur).
6. Capa intermedia entre las aguas superficiales cálidas y las aguas frías profundas.

Los vientos alisios

Los alisios son vientos regulares y moderados que soplan sobre la mitad del planeta a una velocidad media de 20 km/h aproximadamente. En origen son cálidos y secos, pero al atravesar las masas oceánicas se cargan de humedad y se enfrían. Los vientos alisios circulan en el hemisferio norte en dirección predominante desde el noreste y sureste en el hemisferio sur, y son constantes en el verano e irregulares en el invierno. Los vientos alisios del este llevan las aguas superficiales del Pacífico hacia Australia y Filipinas, creando una masa de agua caliente en la cuenca más occidental del continente, con temperatura y niveles del mar más altos. Según cómo los vientos cruzan el océano, se elevan con mayor humedad y se precipitan como fuertes lluvias durante la convección atmosférica sobre los océanos y mares.

Por otro lado, en el borde oriental, las masas de agua frías, ricas en nutrientes, afloran hacia la superficie debido al proceso de afloramiento costero; esto es favorable para la anchoveta, que abunda a lo largo de la costa del Perú.



Los vientos alisios en el mundo.

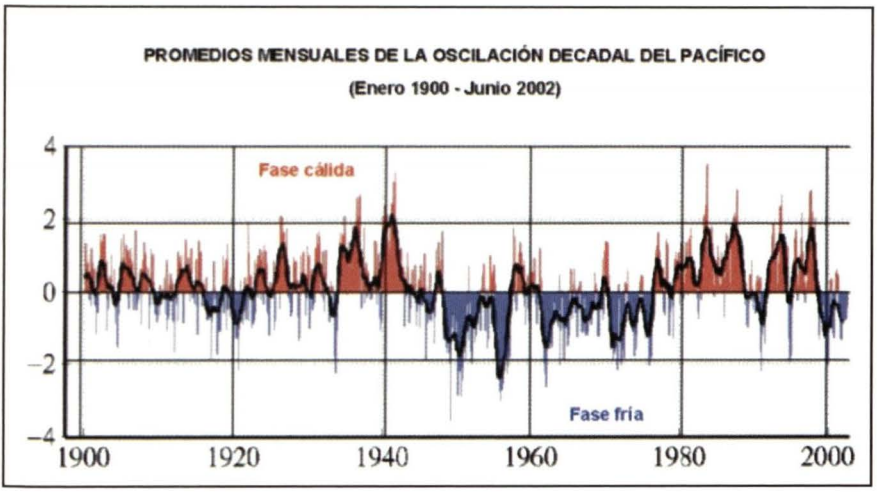
7. Movimientos verticales ascendentes de masas de agua frías y ricas en nutrientes (nitratos, fosfatos, silicatos, etc.) desde el fondo marino hacia la superficie, producidos principalmente por vientos que soplan sobre la superficie. Son responsables de mejorar la producción biológica.

La oscilación decadal del Pacífico

Uno de los nuevos temas en la investigación oceanográfica es la llamada oscilación decadal del Pacífico (ODP). Este término fue desarrollado por el oceanógrafo Steven Hare en 1996, dentro de una investigación que buscaba correlacionar estadísticamente la producción de salmón en Alaska y el comportamiento climático del océano Pacífico norte.

La ODP ha sido descrita como una fluctuación climática de largo periodo en el océano Pacífico, que afecta sobre todo la cuenca del Pacífico y el clima de América del Norte.

Desde el punto de vista océano-atmosférico, la ODP sería el marco de fondo para otras oscilaciones de menor periodo, como El Niño oscilación sur (ENOS), debido a que la duración típica de las fases ENOS oscila entre 1 y 2 años, mientras que las fases de la ODP son del orden de 20 a 30 años. La otra diferencia sustancial es la escala espacial, debido a las regiones que parecen influenciar desde el punto de vista climático. ENOS influye esencialmente en el clima tropical, mientras la ODP afecta al Pacífico Norte y al continente norteamericano.



Consta de una fase positiva o cálida y una fase negativa o fría. Las alteraciones climáticas más importantes en el continente americano ocurren cuando la ODP y ENOS están en fase; es decir, cuando las fases cálidas de la ODP coinciden con eventos El Niño fuertes o extraordinarios y las fases frías coinciden con eventos La Niña intensos.

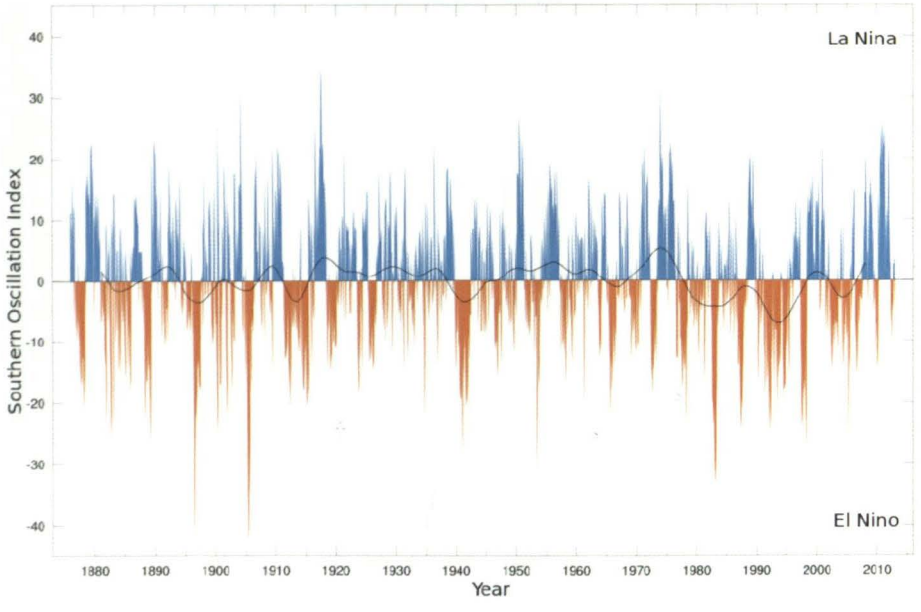
El Niño oscilación sur

ENOS se manifiesta en la atmósfera como una oscilación entre una fase negativa, asociada a eventos El Niño y una fase positiva asociada a eventos La Niña de la oscilación sur (OS). La OS es una fluctuación interanual de dos sistemas de presión a gran escala y de tendencia opuesta. El sistema de baja presión atmosférica superficial se ubica sobre el lado oeste del océano Pacífico Sur (Indonesia, Australia) y el sistema de alta presión atmosférica superficial (anticiclón del Pacífico sur) se sitúa sobre el lado este del océano Pacífico Sur.

Índice de oscilación sur

El índice de oscilación sur (IOS) es otro indicador de la presencia de un evento ENOS. Los valores negativos del IOS señalan el predominio de una presión atmosférica baja en Tahití y una alta en Darwin, lo que se asocia a un calentamiento oceánico (El Niño).

Asimismo, los valores positivos del IOS se asocian a un enfriamiento oceánico (La Niña). El patrón de ENOS en el Pacífico tropical puede estar en uno de tres

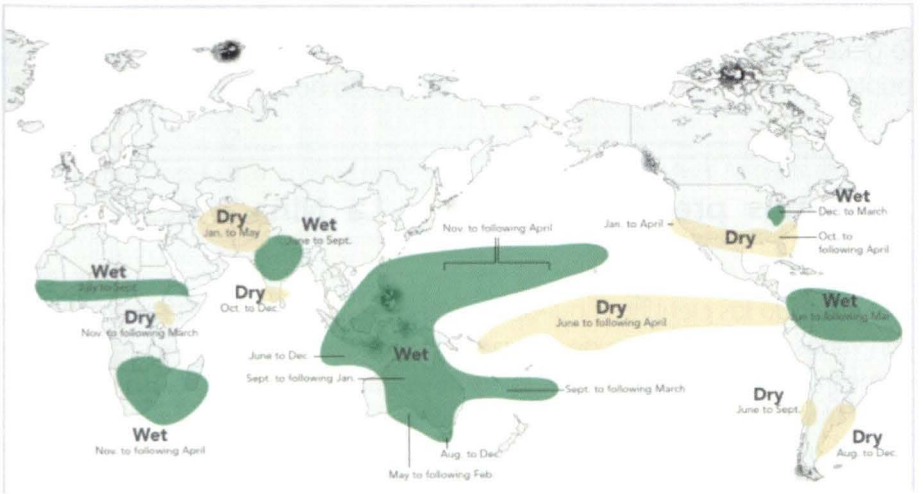


IOS desde 1880 hasta 2016.

estados: El Niño, neutral o La Niña. El Niño es la fase de calentamiento, La Niña es la fase de enfriamiento y neutro indica que las condiciones están cerca de su media a largo plazo. Además de las temperaturas de la superficie del mar inusualmente caliente o fría, ENOS también se caracteriza por cambios en la presión atmosférica. Los efectos locales en el clima causados por La Niña son por lo general lo contrario de aquellos asociadas con El Niño.

Fenómeno La Niña, origen y características

La Niña es un patrón climático que describe el enfriamiento de las aguas superficiales del océano a lo largo de la costa oeste tropical de América del Sur. Es causada por la acumulación de aguas más frías de lo normal en el Pacífico tropical, la zona del océano Pacífico entre el trópico de Cáncer y el trópico de Capricornio. Se caracteriza por la presión del aire por debajo de lo normal en el Pacífico occidental. Estas zonas de baja presión contribuyen al aumento de las lluvias en Estados Unidos y el Caribe, donde tienen una mayor probabilidad de experimentar un huracán durante La Niña.



Efectos del fenómeno La Niña a escala mundial.

Cuando se presenta La Niña, el declive del nivel del mar se incrementa, con más elevación en el oeste y profundización en el este; la pendiente de la termoclina también aumenta, con más notoriedad en los bordes occidental y oriental de la cuenca; y los vientos alisios se fortalecen y enfrían el Pací-

fico tropical. Por otro lado, el clima se hace más seco y frío en las costas de Sudamérica. La convección atmosférica se dirige hacia el borde occidental de la cuenca y las lluvias son abundantes sobre Indonesia. Finalmente, las aguas frías afloran con mayor fuerza en la costa oeste de Sudamérica y los *stocks* de anchoveta son más abundantes.

La Niña se caracteriza asimismo por la presión más alta de lo normal en el Pacífico central y oriental, lo que se traduce en la disminución de la producción de nubes y precipitaciones en esa región, así como condiciones más secas a lo largo de la costa occidental de América del Sur tropical, la costa del golfo de Estados Unidos y la región de las pampas del sur de Sudamérica. Por otro lado, el noroeste del Pacífico se vuelve más húmedo de lo normal.

Esto hace que las situaciones de incendio se eleven y que se presente sequía en el sudeste. Tanto El Niño como La Niña influyen en la zona del Atlántico, donde los huracanes tienden a nacer. Durante La Niña, los huracanes se forman en los trópicos profundos de las ondas del este de África y, por lo tanto, tienen una mayor probabilidad de convertirse en huracanes importantes que pueden llegar a convertirse en una amenaza potencial.

La Niña puede durar entre uno y tres años, a diferencia de El Niño, que por lo general no dura más de un año. Ambos fenómenos tienden a alcanzar su punto máximo durante el invierno del hemisferio norte.

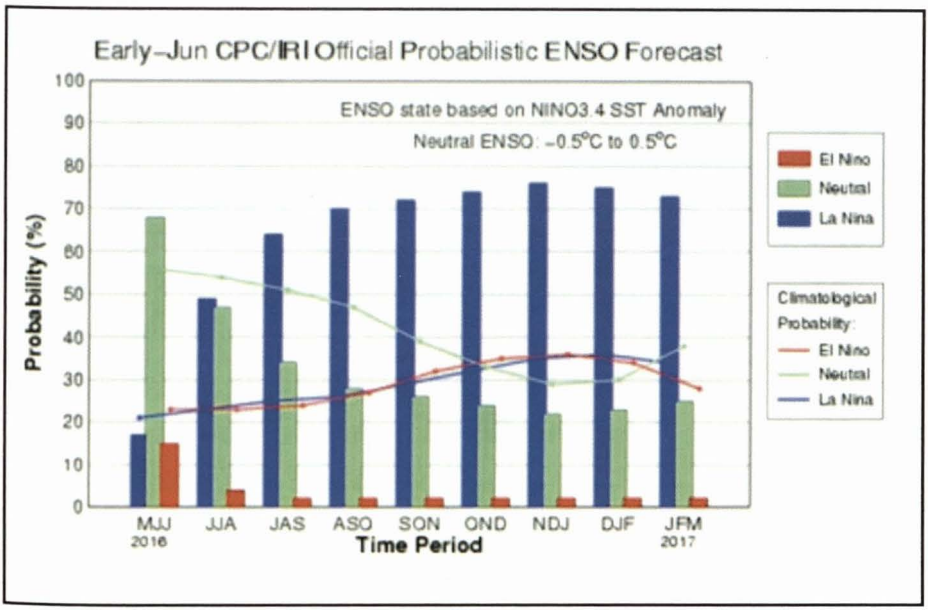
¿Podemos predecir El Niño y La Niña antes de que ocurran?

Sí, a menudo los científicos pueden predecir la aparición de El Niño y La Niña con varios meses a un año de antelación, gracias a los modelos climáticos modernos (como los utilizados por los centros nacionales de la National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) de predicción ambiental y los datos de observación desde el sistema de observación del Pacífico tropical, con sensores a bordo de satélites, boyas oceánicas y radiosondas, que supervisan constantemente las cambiantes condiciones en el océano y la atmósfera. Sin estas herramientas, no se podría detectar o predecir la aparición de El Niño o La Niña.

La predicción del ciclo de vida de La Niña es crítica para ayudar a planear en beneficio de las personas, y evitar o mitigar los daños potenciales en todos los

sectores de la sociedad, incluyendo la agricultura, la pesca, la energía, el agua, el transporte y el cuidado de la salud.

En nuestra institución la predicción de estos eventos está a cargo del Departamento de Oceanografía de la Dirección de Hidrografía y Navegación (DHN).

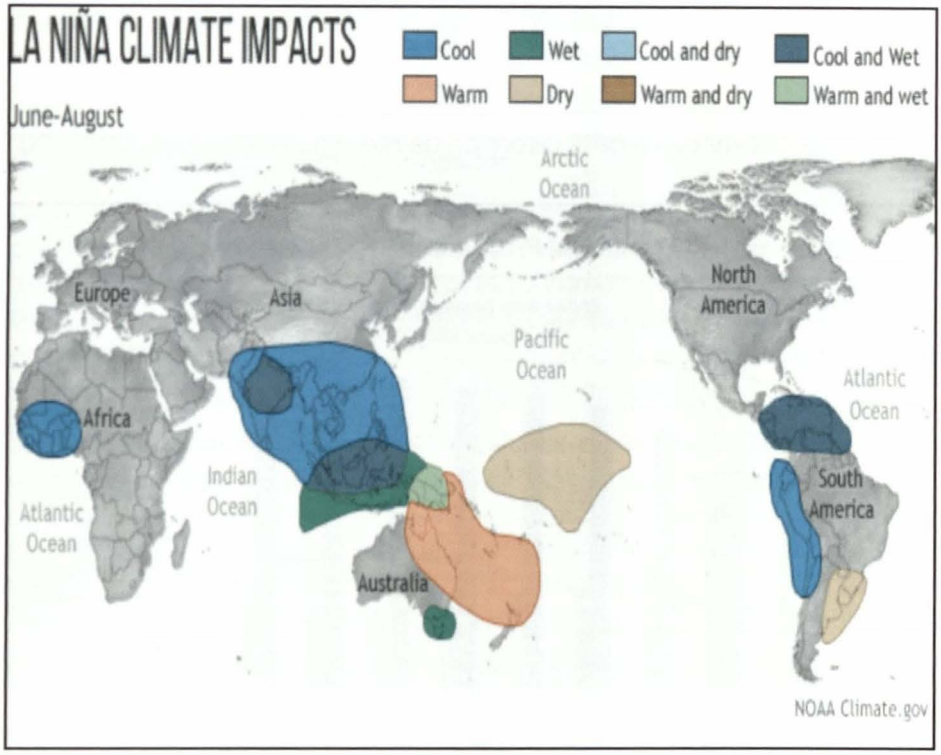


Modelo de pronóstico La Niña, El Niño y neutro de la Agencia Nacional de Medio Ambiente de Estados Unidos.

Monitoreo La Niña

Los científicos recogen los datos sobre El Niño y La Niña utilizando una serie de tecnologías. La NOAA, por ejemplo, opera una red de boyas que miden la temperatura de la superficie del mar, la temperatura del aire, las corrientes, los vientos y la humedad. Las boyas se encuentran en unos 70 lugares, desde las islas Galápagos a Australia. Estas boyas transmiten datos a los investigadores y meteorólogos todos los días.

Usando los datos de estas boyas en conjunto con la información visual que reciben de los satélites, los científicos son capaces de predecir con mayor precisión los eventos La Niña y visualizar su desarrollo e impacto en todo el mundo.



Impactos a nivel mundial de La Niña.

Perspectivas del fenómeno La Niña para 2016

Para la primavera de 2016, el Comité Multisectorial Enfen, basado en el análisis de los pronósticos internacionales y las observaciones de las estaciones mareográficas de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina de Guerra del Perú, como las anomalías de TSM actuales en la región Niño 1+2 comparadas con las de años con eventos La Niña, considera probable que en lo que resta del invierno se presenten condiciones oceánicas normales a ligeramente más frías, sin descartar un posible desarrollo de un evento La Niña costera.

El Comité Multisectorial Enfen continuará informando sobre la evolución de las condiciones observadas y sus perspectivas. Este fenómeno repercute en una gran cantidad de eventos negativos, pero la Niña suele tener un impacto positivo en la industria pesquera de la región occidental de Sudamérica.

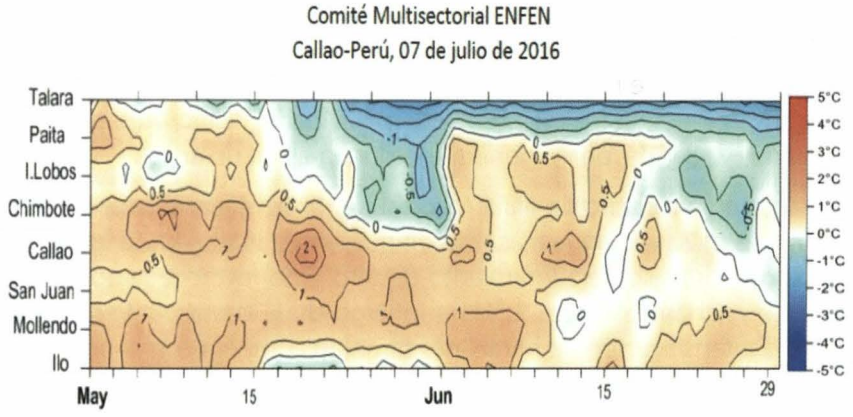


Diagrama Hovmöller de la evolución de la anomalía de la TSM a lo largo del litoral desde mayo de 2016, basado en las observaciones diarias en las estaciones de la DHN, al 30 de junio.

Contribución de la Marina de Guerra del Perú para el estudio del fenómeno La Niña

Como mencioné anteriormente, la Marina de Guerra del Perú, a través de la DHN, realiza un monitoreo constante de las condiciones océano-atmosféricas, a lo largo del litoral, mediante estudios océano-meteorológicos. Para ello, la DHN cuenta con una red observacional compuesta por boyas y estaciones océano-meteorológicas automáticas, sembradas en el dominio marítimo del Perú, cuya información es recibida en tiempo real vía satélite. Asimismo, la DHN realiza cruceros oceanográficos y mantiene un intercambio de información con instituciones nacionales e internacionales identificadas con el estudio del fenómeno El Niño.

10. Conclusiones

- El viento se origina de la energía del Sol como fuente de calor.
- La energía calorífica de la radiación solar es la generatriz de todos los procesos meteorológicos y climáticos que ocurren en la Tierra.
- La combinación de las diferentes celdas, el efecto Coriolis y los cambios de temperatura en las diferentes estaciones del año confluyen en un sistema

complejo que origina el movimiento del aire en todo el planeta. Estos ciclos tienen un efecto regulador sobre el clima mundial.

- La Niña recibe ese nombre porque es el fenómeno contrario al de El Niño, que se presenta en los días cercanos a Navidad. El Niño dura entre uno y tres años y La Niña, por lo general, no dura más de un año.
- Durante el fenómeno La Niña, debido a la intensificación de los vientos alisios, las masas de agua frías ricas en nutrientes afloran hacia la superficie, debido al proceso de afloramiento costero. Esto favorece la aparición del recurso anchoveta, que abunda a lo largo de la costa del Perú. Por otro lado, la intensificación de huracanes también aumenta con la presencia de La Niña.
- A menudo los científicos pueden predecir la aparición de El Niño y La Niña con una antelación de varios meses a un año, gracias a los modelos climáticos modernos.
- Para la primavera de 2016, el Comité Multisectorial Enfen, basado en el análisis de pronósticos internacionales y observaciones de la DHN de la Marina de Guerra del Perú, considera probable que en lo que resta del invierno se presenten condiciones oceánicas normales a ligeramente más frías, sin descartar un posible desarrollo de La Niña costera.
- Debemos conocer a profundidad este tema de interés nacional y tomar conciencia respecto a cómo podemos contribuir a nuestro nivel en difundir en primera instancia los conocimientos vertidos respecto al fenómeno La Niña, así como las acciones a seguir en caso de presentarse un evento de fuerte intensidad.

Bibliografía

- COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ. Informe del Fenómeno del Niño 1997-1998. Lima: Consejo Nacional. 1998.
- D'ALEO, Joseph S. *The Oryx Resource Guide to El Niño and La Niña.* Westport: Oryx Press. 2002.
- GLANTZ, Michael. A La Niña summit: a review of the causes and consequences of cold events, workshop report, executive summary. Boulder: Workshop Report. Julio de 1998.
- MCPHADEN, Michael; ZEBIAK, Stephen; GLANTZ, Michael. ENSO as an integrating concept in Earth science. En: *Science,* junio de 2007. Vol. 314, nro. 5806, pp. 1740-1745.
- ROMERO, Gilberto y MASKREY, Andrew. Cómo entender los desastres naturales. En: Andrew Maskrey (Comp.). *Los desastres no son naturales.* Bogotá: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. 1993.
- SANABRIA, Janeet. *Impacto de la variabilidad y cambio climático en la agricultura peruana.* Lima: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. 2012.
- TAKAHASHI, Ken; MONTECINOS, Aldo; GOUBANOVA, Katerina; DEWITTE, Boris. ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. Geophysical Research Letters, 2011. Vol. 38, nro. 10.
- ZHANG, Wenjun; WANG, Lei; XIANG, Baoqiang; QI, Li; HE, Jinhai: Impacts of two types of La Nina on the NAO during boreal winter. En: *Climate Dynamics,* 2015. Vol. 44, nros. 5-6, pp. 1351-1366.
- ZHENG, Fei; FENG, Lisha; ZHU, Jiang. An incursion of off-equatorial subsurface cold water and its role in triggering the "double dip" La Nina event of 2011. En: *Advances in Atmospheric Sciences,* 2015. Vol. 32, nro. 6, pp. 731-742.

Internet

- http: //www.dhn.mil.pe
- http://www.nea.gov.sg/weather-climate/forecasts/el-nino-la-nina-status-updatehttp://iri.columbia.edu/climate/ENSO/
- http://www.senamhi.gob.pe/?p=0220
- http://public.wmo.int/es/media/noticias/el-ni%C3%B1ola-ni%C3%B1a-hoyhttp://www.imarpe.gob.pe/
- https://www.dhn.mil.pe/comunicado_oficial_enfen

