



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN CENTRO DE INVESTIGACIÓN

INSTITUTO DE INVESTIGACION EN CIENCIAS BIOMEDICAS

1. Título o denominación del proyecto: **INFORME FINAL DE LA PRIMERA ETAPA DEL PROYECTO:**

CAMBIO CLIMATICO Y ENFERMEDADES INFECTOCONTAGIOSAS EMERGENTES Y REEMERGENTES: REGION UCAYALI.

2. **Equipo Multidisciplinario de Docentes Investigadores de la URP:**

Carreras: Medicina Humana (25), Arquitectura (11).

Áreas de Conocimiento: Medicina Humana (08), Arquitectura (01)

Líneas de Investigación: Salud Pública y Medicina Ambiental (27)

Responsables: Dra. Guísela Yábar Torres¹ - Dr. Jhony A. De La Cruz Vargas²

1 Doctorado en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Doctorado en Educación, Maestría en Ciencias de la Información; Comunicación y Cultura, Coordinadora de la Maestría de Ecología y Gestión Ambiental, de la URP. 2 Doctorado en Medicina, Maestría en Investigación Clínica, Director del INICIB-URP.

Integrantes:

Dr. Jorge Tam Málaga (Doctor en Oceanografía), Profesor de la Maestría en Ecología y Gestión Ambiental de la URP.

Dr. Alejandro Vélchez de los Ríos (Doctor en Medio Ambiente), Profesor de la Maestría en Ecología y Gestión Ambiental de la URP.

Dr. Manuel Loayza (Epidemiólogo, Magister en Salud Pública), INICIB.

Mag. Lucy Correa López (MBA, Coordinadora Investigación) INICIB

Mag. Alfredo Ugarte (Master en Ciencia y tecnología de los Alimentos), Profesor de la Maestría en Ecología y Gestión Ambiental de la URP.

INDICE

CONTENIDO	pp.
Resumen	2
Abstract	3
Introducción	4
Marco Teórico	7
Planteamiento del Problema	13
Objetivos	16
Hipótesis	17
Metodología	18
Resultados	23
Discusión	67
Conclusiones	78
Referencias Bibliograficas	79

RESUMEN

Introducción. El objetivo de esta investigación fue evaluar las variables climáticas y su relación con las enfermedades infectocontagiosas emergentes y reemergentes en la Región de Ucayali, en la Selva del Perú. **Métodos.** Estudio Ecológico, longitudinal, analítico y ambispectivo. Se analizaron las variables climáticas: “Temperatura”, “Humedad Relativa”, “Precipitaciones”, “Número de Inundaciones” y “Caudal del Río Ucayali”. Se relacionaron con la Incidencia de Dengue, Tuberculosis (TBC) e Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) reportadas del 2007-2017. Los modelos de predicción utilizados fueron el ‘Modelo aditivo’ y el ‘Modelo multiplicativo’. Para calcular la correlación entre la incidencia de las enfermedades con las variables climáticas se usó Pearson y Spearman. El modelo predictivo elegido para estimar la incidencia de Dengue al 2025 fue el de Mínimos Cuadrados Ponderados y para IRAS y TBC el modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Se utilizó el software R y el SPSS. **Resultados.** El modelo predictivo para Dengue mostró correlación directa con la temperatura (Spearman: 0.32), precipitaciones (Spearman: 0.56), Caudal del Río Ucayali (Spearman: 0.51), número de inundaciones (Spearman: 0.25) y la humedad (Spearman: 0.33). Para TBC mostró correlación directa con la temperatura (Pearson: 0.51), la humedad relativa (Pearson: 0.45) y el número de inundaciones (Pearson: 0.45). Finalmente, en IRAS se mostró correlación directa con la humedad relativa (Spearman: 0.23) y el número de inundaciones (Spearman: 0.41), y relación negativa con la temperatura (Spearman: -0.25) y las precipitaciones (Spearman: -0.10), no se detectó correlación con el caudal del río Ucayali. La significancia $p < 0.05$ para cada variable individual y la prueba F, indican que el modelo es significativo.

Conclusiones. Las variables ambientales están relacionadas con la emergencia o reemergencia de enfermedades infecciosas en Ucayali. Los modelos predictivos desarrollados para Dengue, Tuberculosis e IRAS son significativos.

PALABRAS CLAVES

Cambio climático, variabilidad climática, humedad, temperatura, emergencia y reemergencia de enfermedades infecto contagiosas: Dengue, tuberculosis, infecciones respiratorias

ABSTRACT

Introduction. The objective of the research was to evaluate the climatic variables and their relationship with emerging and re-emerging infectious-contagious diseases in the Ucayali Region, Jungle of Peru.

Methods. Ecological, longitudinal, analytical and ambispective study. The climatic variables were analyzed: "Temperature", "Relative Humidity", "Precipitation", "Number of Floods" and "Flow of the Ucayali River". They were related to the Incidence of Dengue, TBC and IRAS reported nationally from 2007-2017. A 5 phase evaluation model was developed. The prediction models used were the 'Additive Model' and the 'Multiplier Model'. To calculate the correlation between the incidence of diseases and climatic variables, Pearson's and Spearman's correlation were used. The predictive model chosen to estimate the incidence of Dengue in 2025 was the Weighted Least Squares model and for IRAS and TBC the Ordinary Least Squares model. The software R and SPSS.

Results. Based on the historical series it was determined that: "The Temperature" and "Precipitation showed an increasing trend. The Relative Humidity presents seasonal oscillations, but with slight tendencies towards the downside. Both, the number of Floods as the flow of the Ucayali River, showed a slight decrease, barely imperceptible. In the Dengue model, it was directly related to temperature, number of floods and humidity. For TBC, it is directly related to temperature and relative humidity. Finally, in IRAS, a positive relationship with relative humidity and the number of floods, and a negative relationship with temperature and precipitation, no correlation was detected with the flow of the Ucayali river.

Conclusions. The environmental variables are related to the emergence or re-emergence of infectious diseases in the Peruvian jungle. The predictive models for Dengue, Tuberculosis and IRAS are significant and robust.

KEYWORDS

Climate change, climatic variability, humidity, temperature, emergency and re-emergence of infectious contagious diseases: Dengue, tuberculosis, Acute Respiratory Infections

INTRODUCCIÓN

Roses-Periago, M. (2008) Directora de la Organización Panamericana de la Salud precisa que la humanidad se encuentra enormemente preocupada por el efecto que el cambio climático tiene sobre el ambiente, pero los datos apuntan igualmente en otra dirección: los mayores impactos se darán en la salud y bienestar de los seres humanos.

Las repercusiones del cambio climático sobre la salud pueden darse de manera directa mediante ondas de calor, inundaciones, tormentas y otros eventos extremos del clima, y de forma indirecta en la disponibilidad de agua, producción agrícola y brotes o resurgimiento de algunas enfermedades infecciosas.

En efecto, cuando se trata de cambio climático, aquellos cuya salud está expuesta a mayor riesgo son los que menos han contribuido al problema. El pobre, ya sea del área rural o urbana siempre ha sufrido más las consecuencias de un ambiente deteriorado. El cambio climático amenaza ahora con perpetuar estos problemas.

Jenkins, J. J., & Iturralde, G. (2016). Algunas enfermedades son muy sensibles a la temperatura y a las precipitaciones. Hace unos años un equipo de científicos peruanos y estadounidenses, trabajando en Lima, registró diariamente la temperatura ambiental y el número de niños admitidos por enfermedad diarreica aguda en una clínica pediátrica. En días calurosos del verano y durante el fenómeno del Niño en 1997-1998 fueron admitidos más pacientes. Esto sugiere que aún pequeños incrementos en la temperatura pueden conducir a un importante aumento de esta enfermedad en las poblaciones más pobres. Este comportamiento se observa en cualquier lugar del mundo en desarrollo.

El dengue es otra enfermedad relacionada con el clima y que afecta en gran medida nuestra región. Su distribución está claramente correlacionada con las condiciones de calor y humedad. Esta relación ya conocida, ha sido usada para estudiar proyecciones de futuros cambios climáticos. Las conclusiones son preocupantes. El cambio climático esperado tiene la probabilidad de aumentar el riesgo de dengue en millones de personas durante los próximos decenios.

El efecto de isla de calor (aumento de la temperatura en ciudades debido al uso de energía urbana y al incremento en la absorción de luz solar por la superficie urbana) ya se encuentra presente en El Paso del Norte: el incremento en la temperatura ocasionado por el calentamiento global agravará el efecto de isla de calor y elevará la mortalidad y morbilidad asociadas al calor. Estos incrementos en la temperatura se evidenciarán más con temperaturas (mínimas) más altas durante la noche que las (máximas) sentidas en el día.

En la región de las Américas, la OMS estima que el rotavirus es responsable de la mayoría de casos de enfermedad diarreica aguda (EDA) en niños < 5 años, seguido por E. coli patógena (16). La EDA también puede verse influenciada por factores de variabilidad climática en poblaciones pobres localizadas en zonas marginales. Estudios recientes en Perú demuestran que las EDA afectan tanto el peso del niño como su crecimiento; igualmente, se ha demostrado en Perú que el acceso al agua y a la eliminación de excretas revierte el efecto adverso sobre el crecimiento de la estatura en niños que previamente tenían inadecuado acceso a agua segura o a eliminación de excretas.

Un impacto importante del cambio climático es que la transmisión de enfermedades infecciosas, que en el pasado se detectaban en una zona, ahora se puede ver en otras, por el cambio del hábitat más adecuado de los vectores. Por ejemplo, en la actualidad se han reportado cambios altitudinales de la presencia de vectores de la leishmaniosis cutánea en Colombia y Perú. En América del Sur, el paludismo, la leishmaniosis, el dengue, la enfermedad de Chagas y la esquistosomiasis son las principales enfermedades de transmisión vectorial sensibles al clima.

La investigación tiene como objetivo analizar la variabilidad climática y su relación con las enfermedades infectocontagiosas emergentes y reemergentes como el dengue, la TBC, IRAS y EDAS en la Región de Ucayali; y predecir la incidencia futura de estas enfermedades en este departamento hacia el 2025, basados en pronósticos climáticos. Las variables climáticas en mención que fueron consideradas son 'temperatura promedio (°C)', 'humedad relativa (%)', 'precipitaciones (mm)', 'número de inundaciones' y 'caudal del río Ucayali'.

Importancia Teórica Científica

De otro lado la investigación cobra importancia Teórica y Científica, porque las variables de estudio son analizadas a través de Teorías que provienen de las Escuelas, Corrientes, que sirven de sustento a las reflexiones que se pretenden generar en esta investigación.

Las Teorías que le servirán de sustento serán las Teorías de Cambio Climático, Teorías de variabilidad climática, Teorías de Gestión Ambiental, Etica Ambiental, Teorías sobre la Biomedicina, Teorías sobre los determinantes de la salud, Teorías Epidemiológicas.

Importancia Social

Tanto los Objetivos de Desarrollo del Milenio como los de Desarrollo Sostenible en el Mundo entero, buscan generar condiciones de vida adecuados para que la salud de las personas se garantice, entendiendo salud como el bienestar general físico, biológico y psíquico de las personas, esta investigación no sólo pretende establecer esta relación entre cambio climático y salud pública, sino también generar espacios de educación en salud, a través de estrategias diversas de comunicación recurriendo a las nuevas tecnologías de las información y la comunicación.

Beneficios esperados

La investigación tiene como propósito abordar uno de los problemas críticos que enfrenta el departamento de Ucayali y Pucallpa en particular, la incidencia de enfermedades infecto contagiosas como efecto de cambio climático, por tanto, se espera determinar el efecto que tienen variabilidad climática, a fin de aplicar estrategias de adaptación y mitigación frente al cambio climático

En lo que respecta a las propuestas, a partir de los resultados proponer intervenciones multidisciplinarias que garanticen las estrategias de adaptación y mitigación, el desarrollo de programas de sensibilización a fin de aportar a la generación de una sólida cultura en prevención y promoción de la salud como uno de los derechos fundamentales de la persona humana.

Marco Teórico

Investigaciones relacionadas con el objeto de estudio

OMS (2008). Aunque el cambio climático es ya incuestionable, todavía es posible reducir la magnitud de sus consecuencias, sobre todo para la salud. La consideración de los efectos sanitarios de esos cambios puede llevar a los líderes políticos a acelerar sus planes para actuar con la urgencia necesaria.

El calentamiento del planeta será gradual, pero los efectos de los fenómenos meteorológicos extremos – más tormentas, inundaciones, sequías y olas de calor serán abruptos y se percibirán de forma aguda.

Aunque el cambio climático es un fenómeno mundial, sus consecuencias no se distribuirán de forma uniforme. Los científicos coinciden en que los países en desarrollo y los pequeños Estados insulares serán las zonas que primero y más gravemente se verán afectadas.

De otro lado, El fenómeno de El Niño Oscilación Sur (ENOS) es la alteración climática anual que se manifiesta de modo cíclico aproximadamente cada 4 años en relación a la corriente de El Niño, y que puede variar de intensidad de leve, moderada o severa. El fenómeno de El Niño se manifiesta con lluvias intensas en la zona desértica de la costa norte con graves sequías en la región sur, particularmente altoandina, elevación de la temperatura del mar y disminución de la temperatura en la selva.

Es de destacar que de 10 meganiños registrados desde el siglo XVI en el Perú, dos ocurrieron en las últimas décadas 1982/1983 y 1997/1998. La previa a ellas fue en 1925. Queda aún por dilucidar cuánto de esto se asocia al cambio climático antropogénico que se describe para el planeta.

Se puede estudiar los efectos a la salud del ENOs en Perú para entender cómo los cambios en el clima, que ocurran en el futuro, pueden afectar a la salud humana. De esta manera, la experiencia obtenida en Perú puede servir a otros países del mundo para entender los cambios que se puede esperar cuando se presenta una mayor variabilidad en el clima.

Las conclusiones más importantes es que el Perú, a pesar de su desarrollo económico, aún pasa por un periodo de transición de factores de riesgo ambientales, ya que coexisten tanto riesgos tradicionales como modernos, donde persisten los problemas infecciosos asociados con problemas crónicos, algunos de los cuales se asocian a problemas de contaminación de agua y del aire.

Por otro lado, el Perú está sometido a la variabilidad climática producto del fenómeno de El Niño estando en la actualidad inmerso en mayores frecuencias y severidad de su presentación, y por la probable extensión del área afectada por vectores de enfermedades infecciosas.

Montoya, M et. Al (2009) plantean que como nunca antes, afrontamos las consecuencias del impacto ambiental nocivo y acumulativo de los diferentes tipos de actividad humana con relación a la naturaleza y los ecosistemas. En este contexto, la epidemiología se convierte en una herramienta fundamental para el estudio de la relación entre salud y ambiente en las comunidades, posibilitando procesos de investigación aplicada orientados a la identificación de factores de riesgo ambiental, elaboración de diagnósticos de salud poblacional, cuantificación del impacto sobre los ecosistemas y evaluación de intervenciones tendientes a controlar y reducir las secuelas.

El cambio climático es una muestra de cómo la salud del territorio y sus ecosistemas se han deteriorado en razón del crecimiento industrial y el consumo desmesurado (especialmente de combustibles fósiles), los cuales, alteran la composición de la atmósfera mundial. Además, muchas enfermedades son altamente sensibles a los cambios de temperatura y pluviométricos, entre ellas, las enfermedades transmitidas por vectores, como el paludismo, el dengue y la leishmaniosis, entre otras, pero también otras que son grandes causas de mortalidad, como la malnutrición y las diarreas, íntimamente relacionadas con los efectos en la producción y el detrimento del valor nutricional de los alimentos.

Las repercusiones del clima en la salud humana no se distribuirán uniformemente en el mundo. Las poblaciones de los países en vía de desarrollo, en particular los pequeños estados insulares, las zonas áridas y de alta montaña

y las zonas costeras densamente pobladas, se consideran especialmente vulnerables.

Sanchez, C. (2011) Precisa que el término de “cambio climático” no es un concepto nuevo, pero su impacto en la salud pública está en continua revisión. Si hablamos de salud pública en el contexto de cambio climático, hablamos de adaptación. En el presente, los países más afectados por los efectos del cambio climático son justamente los países como el Perú, sin una huella ecológica significativa a nivel mundial, pero que son altamente sensibles a los efectos del clima. Sin proyecciones confiables del cambio en el clima, el impacto en la salud puede ser incierto y complicado. Sin embargo, a nivel local, cada distrito puede identificar sus propias vulnerabilidades y definir sus prioridades para asegurar la salud de su población.

Las grandes variaciones de un año al otro se pueden explicar con fenómenos climáticos naturales como El Niño, pero la tendencia general se explica primordialmente por la contaminación antropogénica de CO₂. El “cambio” va a ser diferente para cada región y la adaptación al cambio climático va a ser también un esfuerzo regional.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2008) La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), desarrollada en Nueva York en 1992, desde su concepción, propone evaluar el impacto en la salud pública, y el proceso de adaptación a los efectos del cambio climático, pero el tema del impacto en la salud hasta ahora no ha sido priorizado.

Salazar Ceballos, et Al. (2016) señalan que la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha denominado que el cambio climático es una amenaza para la salud pública, por lo tanto, es necesario conocer la percepción del riesgo al cambio climático específicamente en los futuros profesionales de la salud.

Las variaciones climáticas pueden potencialmente afectar la dinámica epidemiológica de cualquier enfermedad metaxénica. El Dengue, La leishmaniosis pueden estar bajo la influencia de los actuales cambios climáticos

y cambiar en base a factores sociales, pero también a situaciones estacionales que propician el desarrollo biológico del vector.

Tal como ha sido indicado recientemente, los cambios climáticos pueden explicar también en parte la aparición de brotes epidémicos y vincularse a un aumento en la capacidad vectorial al incrementarse las tasas de reproducción tanto de vectores como de los patógenos propiciando mayor transmisión y mayor número de casos temporal y espacialmente.

Bases Teóricas

Teoría de la variabilidad climática

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC 2013) define la variabilidad climática como variaciones en el estado medio y otras estadísticas (tales como desviación estándar, ocurrencia de extremos, etc.) del clima sobre todas las escalas espaciales y temporales más allá de eventos de tiempo individuales. La variabilidad climática podría ser debida a procesos naturales internos dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en forzantes externos naturales o antropogénicos (variabilidad externa).

La temperatura depende del calentamiento global y el cambio climático; siendo así, es necesario considerar los impactos que tiene sobre la salud pública.

Jiménez & Gutiérrez (2014) sostienen que la temperatura es una propiedad de la termodinámica la cual estudia la dirección en la cual el calor fluye, la transformación de energía que puede estar acompañada de cambios físicos y químicos y la disponibilidad de la energía para hacer trabajo.

Villar, Calletano & Cussó (2012) plantean: “La temperatura tiene influencia en la mayor parte de las propiedades de los cuerpos, (...) En el rango térmico compatible con la vida, la velocidad de los procesos metabólicos depende muy fuertemente de la temperatura, aumentando en un factor dos o tres por cada diez grados de incremento (pág. 10). En efecto los procesos metabólicos de los

organismos están fuertemente vinculados a la temperatura, ya que en procesos de desequilibrio térmico las altas temperaturas pueden causar la desnaturalización de proteínas o enzimas y las reacciones químicas que se llevan a cabo en dichos organismos se verán afectadas provocando un desequilibrio homeostático mayor e incluso pueden llegar a lo que Sevilla (2010) denominado como un estado de estupor permanente de calor como la muerte.

Enfermedades infecciosas y cambio climático

El IPCC, señala que los impactos se pueden dividir en tres grandes grupos: los impactos mediados por el ecosistema (aquellos que surgen de un desequilibrio en las relaciones entre varios factores además del clima), impactos directos del clima sobre la salud (consecuencias directas del clima), e impactos mediados por instituciones humanas (directamente atribuibles).

Dell, & Olken (2008) afirman que, un aumento de 2°C en la temperatura máxima y 20% en la variabilidad de las precipitaciones al 2050, generaría una pérdida de 6% respecto al PBI potencial en el año 2030, en tanto que en el año 2050 estas pérdidas serían superiores al 20%; sí acaso no se asumen políticas públicas de manera integral y global. Las mismas que deben ser orientadas a resolver los problemas de salud pública, cuyos efectos se conocen de manera parcial.

Según Otterbach (2014) La mayoría del CO₂, cerca de 97 %, proviene de los seres humanos y los animales, así como de las plantas en descomposición, de los incendios forestales, de las erupciones volcánicas y de otros fenómenos. La Tierra ha sido capaz de mantener este frágil equilibrio climático en esos niveles mediante la reabsorción de plantas, árboles y océanos.

Debido a lo anterior, la profundidad de los glaciares polares disminuyó 40 % en los últimos años, lo cual es peor que las predicciones más fatales de extensos modelos hechos por computadora.

El cambio climático (CC) se define como una modificación en las condiciones medias o en la variabilidad del clima, atribuido directa o indirectamente a actividades humanas, cambios antropogénicos persistentes en la composición

de la atmósfera mundial o en el uso de las tierras, que se añade a la variabilidad natural del clima observada durante.

Es necesario señalar que existen dos enfoques sobre las causas que la generan González (2007) afirma que: El aumento en la temperatura de la Tierra y los niveles de precipitaciones de lluvia, podrían ser efecto no sólo de la contaminación generada por la actividad humana, sino también de un proceso cíclico natural del planeta.

Consecuencias del cambio climático en el Perú

En el Perú, los principales efectos climáticos del aumento de la temperatura global estarán asociados a:

- a. El retroceso glaciar
- b. El aumento de la frecuencia e intensidad del Fenómeno del Niño
- c. Elevación del nivel del mar

El cambio climático ha alterado principalmente los regímenes normales de precipitación pluvial (Pp), traduciéndose en avenidas tardías, con mucha intensidad, de corta duración y alternándose con días secos. Alegre (2008) predice una disminución de entre 30 a 46 puntos porcentuales de la Pp para los siguientes años. Si bien en años pasados la Pp iniciaba el 25 de diciembre en forma más o menos homogénea, ahora inicia el 30 de enero, interrumpida con días secos. Esto ha disminuido los caudales normales de los ríos, de modo que, en muchos casos, el riego permanente de cultivos pasó a ser riego por minutos u horas.

La percepción del riesgo del cambio climático, es un constructo de varias teorías del comportamiento. Se han observado dos aproximaciones en el estudio de la percepción del riesgo, la aproximación realista y la aproximación de la construcción social. La aproximación realista se enfoca en medir una amenaza específica, de forma independiente del contexto social.

A nivel mundial la malaria y el dengue son las dos principales enfermedades transmitidas por vectores que son afectadas por el cambio climático. La malaria es la más importante enfermedad transmitida por vectores a nivel mundial y cerca del 80% de las muertes se presentan en África subSahariana. Si las

predicciones de aumento de la temperatura global se cumplen se espera que para el año 2080 se observe un aumento en la incidencia de dengue principalmente en los países tropicales

Planteamiento del Problema

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce que el cambio climático influye en los determinantes sociales y ambientales de la salud como: el aire limpio, agua potable, alimentos suficientes y una vivienda segura. Se estimaba que para el año 2004 el calentamiento mundial que se ha producido desde los años 60s habría causado un exceso de más de 140 000 defunciones anuales y que muchas de las enfermedades más letales, como las diarreas, la malnutrición, la malaria y el dengue, son muy sensibles al clima, y era de prever que se agravarán con el cambio climático. Es razonable suponer que las regiones con malas infraestructuras sanitarias serán las menos capacitadas para prepararse o adaptarse a estos cambios. En su último informe, el IPCC ha concluido que “en el futuro” los países más afectados por los efectos del cambio climático son justamente los que “actualmente” se ven más afectados por el clima.

Ese es el caso del Perú. El impacto del cambio climático sobre la salud de las personas se vuelve un tema complejo, cuando se toma en cuenta que la “salud” es el bienestar general de la persona y que el “ambiente” que rodea les rodea es el principal condicionante de ese bienestar.

Es así como los problemas económicos producidos por el cambio climático en países en desarrollo perpetuarán la pobreza y las malas condiciones de vida, que son importantes factores condicionantes de la salud de una población. Aquellas poblaciones (comunidades indígenas) que dependan más de estas actividades como la agricultura y la pesca se verán directamente afectadas. Es importante para el Perú reconocer cuáles son sus poblaciones más vulnerables a estos efectos en la salud.

El Perú, ha mostrado no estar preparado frente a los problemas ambientales que se generan como consecuencia del cambio climático, poniéndose de evidencia esa gran vulnerabilidad ante las variaciones climáticas drásticas, como el drama vivido por cientos de miles de personas, junto con la destrucción de ecosistemas, lo más preocupante es la remergencia y emergencia de problemas de salud pública como los infecto contagiosas generados por el aumento de temperatura, limitaciones en la disponibilidad de recursos hídricos y la frecuencia con la que se presentan los eventos naturales.

Según el Ministerio del Ambiente (MINAM), el Perú es uno de los países más afectados, debido a la repercusión de fenómenos hidrometeorológicos (sequías, fuertes lluvias, inundaciones, heladas, granizadas), se han incrementado más de seis veces desde 1997 hasta la actualidad eventos climáticos extremos como: huaicos, inundaciones, heladas, y el fenómeno de El Niño se está produciendo con mayor frecuencia e intensidad. Precisa que los efectos negativos se expresarán en la pérdida de más del 20% de la superficie de los glaciares, en los últimos 30 años, que a la vez son el 71% de los glaciares tropicales del mundo, con el consecuente peligro de extinción de flora y fauna de la biodiversidad (MINAM, 2010).

Las montañas andinas peruanas han perdido por lo menos el 22% de su superficie de hielo desde 1970 y el proceso está acelerándose., la disminución de glaciares afectará especialmente las reservas de agua. La superficie glaciar del país se redujo de 2.041 Km² a 1.595 Km², lo cual significa una pérdida de 446 Km² en 27 años. Es así que se evidencia la desglaciación de Yanamarey, Pastoruri y el Huaytapallana

De otro lado se genera mayor vulnerabilidad en la salud pública, por la remergencia de enfermedades como el dengue, tuberculosis, fiebre amarilla, malaria, y por muchas otras que afectan la salud de las personas sobre todo de los más desfavorecidos.

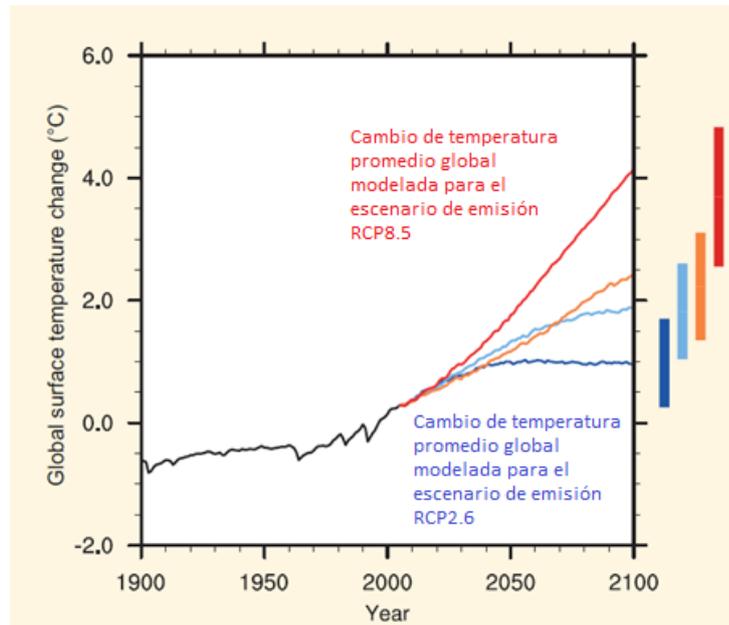
Por otra parte, se estima que en 40 años el Perú tendría el 60% del agua que tiene hoy, viéndose comprometida seriamente la seguridad alimentaria en el Perú. El incremento de la temperatura también trae un adelanto del pico de descarga de agua en primavera, en muchos ríos que se nutren de glaciares y

nieve, así como el calentamiento de lagos y ríos en muchas regiones, con efectos en la estructura térmica y la calidad del agua. La desglaciación ha ocasionado una pérdida de agua que asciende a 7,000 millones de metros cúbicos, El aumento de la temperatura causa una mayor evaporación en las represas de almacenamiento de agua, lo que conlleva a una reducción de la disponibilidad hídrica a largo plazo

También se señala que habrá un deterioro o destrucción de la infraestructura vial. Se estima que un 89% de la infraestructura vial (carreteras) en el país es altamente vulnerable a los eventos climáticos, situación que compromete seriamente el acceso a los sistemas de salud y/o la referencia de los pacientes a los centros de mayor complejidad, retrasos que generan situaciones fatales.

El Panel de las Naciones Unidas sobre Cambios Climáticos (IPCC) ha reunido a cientos de científicos. Su primer informe, publicado en 1990, confirma que de duplicarse la cantidad de CO₂ en la atmósfera, el efecto amplificador producirá un incremento total en la temperatura del planeta de 2.5 grados Celsius.

Los modelos climáticos globales sirven para realizar proyecciones de las variaciones del clima, asumiendo escenarios de emisión de dióxido de carbono optimistas o pesimistas (Collins et al. 2013). En un escenario de emisión optimista (RCP2.6) los modelos climáticos simulan una anomalía de temperatura global superficial cerca de +1 °C en el 2100, respecto al presente. Esta anomalía llegaría cerca de +4 °C en el 2100, respecto al presente, en un escenario de emisión pesimista (RCP8.5) (Fig. 1). Para conocer con mayor detalle las variaciones del clima en nuestro país, es necesario realizar una reducción de escala (“downscaling”) de estos modelos climáticos globales que tienen baja resolución espacial (>200 km), para obtener una alta resolución espacial (< 25 km), tanto en tierra como en el océano.



Cambio de temperatura promedio global de todos los modelos del Proyecto de Intercomparación de modelos acoplados Fase 5 (CMIP5) (respecto a 1986–2005) para cuatro escenarios RCP (Trayectorias de concentración representativas): RCP2.6 (azul oscuro), RCP4.5 (azul claro), RCP6.0 (naranja) y RCP8.5 (rojo). Las barras verticales indican los rangos al final del siglo 21 (Fuente: Collins et al. 2013).

Problema General de Investigación

¿Cuál es la variación del cambio climático y su relación con la emergencia y reemergencia de enfermedades infecto-contagiosas en la Región de Ucayali?

Objetivos

. Objetivo general

Analizar la variabilidad climática y su relación con las enfermedades infectocontagiosas emergentes y reemergentes de en el departamento de Ucayali, Pucallpa, 2007-2017

Objetivos específicos

- Determinar la variabilidad climática y su relación con el Dengue en el departamento de Ucayali.
- Determinar la variabilidad climática y su relación con la Tuberculosis en el departamento de Ucayali.
- Determinar la variabilidad climática y su relación con las IRAS en el departamento de Ucayali.

Hipótesis

Hipótesis General

El cambio climático está relacionado con las enfermedades infectocontagiosas emergentes y reemergentes (como el dengue, tuberculosis, IRAS, etc.) en Pucallpa.

Hipótesis Específicas

- La variabilidad climática y su relación con el Dengue en el departamento de Ucayali.
- La variabilidad climática y su relación con la Tuberculosis en el departamento de Ucayali.
- La variabilidad climática y su relación con las IRAS en el departamento de Ucayali.

Variables e indicadores.

Variables Independientes

Variabilidad climática: 'temperatura promedio (°C)', 'humedad relativa (%)', 'precipitaciones (mm)', 'número de inundaciones' y 'caudal del río Ucayali'.

Variables Dependientes

Enfermedades infecto-contagiosas (dengue, tuberculosis, IRAS, otras).

Relación entre variables

La relación entre las variables Independientes y Dependientes, se determinó por análisis bivariado y multivariado. Se construyeron modelos predictivos de estimación de incidencia al 2025 y luego análisis multivariado de relación con las variables climáticas.

Metodología

Tipo de Estudio

Empírico: Relacional, con enfoque cuantitativo y cualitativo.

Diseño de la investigación

Estudio Ecológico, longitudinal, analítico y ambispectivo

No experimental, correlacional y longitudinal (series de tiempo del 2007 al 2017) y proyecciones al 2025.

Con fines comparativos, la base de datos para realizar la regresión fue recogida de dos diferentes formas: se tomó una data con periodicidad anual y otra con periodicidad mensual. La primera considera información desde el año 2000 hasta el 2016; sin embargo, esta se encuentra completa solamente para la variable “Casos de dengue” y las variables explicativas “Temperatura promedio”, “Humedad relativa” y “Precipitaciones”. La segunda base de datos considera información desde enero del 2009 hasta diciembre del 2017; sin embargo, como en el caso antes mencionado, no siempre se contó con la información completa de todas las variables para cada mes.

Para ambas bases de datos se han considerado 5 variables explicativas, denominadas también variables Independientes, sin embargo, no necesariamente se utilizaron todas estas para explicar cada una de las enfermedades. La razón es que se encontró que entre algunas enfermedades y determinadas variables climáticas hay una correlación negativa o casi nula. Esto significaría que, para algunas enfermedades, la predicción solo podría establecerse con ciertas variables climáticas.

Por tanto, este trabajo se subdivide en dos grandes apartados: Primero se presenta la distribución de las variables climáticas históricas y luego su proyección hasta el 2025, así como la metodología utilizada para realizarla. Luego, en el segundo apartado se muestra el modelo predictivo desarrollado y propuesto para cada enfermedad, en base a los pronósticos climáticos formulados en el primer punto se estima la incidencia adicional futura para cada una de las enfermedades hasta el 2025. Finalmente se enfatiza y sugiere la posible relación o influencia de la incidencia de la variabilidad climática en las enfermedades en cuestión.

Los modelos de predicción utilizados fueron el 'Modelo aditivo' y el 'Modelo multiplicativo', los cuales descomponen la serie en dos grandes componentes: componente tendencial y componente estacionario. Para el pronóstico de la temperatura promedio, humedad relativa y precipitaciones se utilizó el primer modelo, mientras que para el pronóstico del caudal del río Ucayali se utilizó el segundo modelo

Para calcular la correlación entre la incidencia de las enfermedades con las variables climáticas se usó dos criterios estadísticos: correlación de Pearson y de Spearman. El modelo predictivo elegido para estimar la incidencia de dengue es el de Mínimos Cuadrados Ponderados. Para IRAS y TBC el modelo elegido fue el de Mínimos Cuadrados Ordinarios.

Investigación Cualitativa

La investigación cualitativa se desarrolló a través de Entrevistas en Profundidad y testimonios, los instrumentos de investigación para el efecto fueron desarrollados considerando los objetivos de la investigación, teniendo en cuenta las variables e indicadores de estudio.

Esta investigación fue posible gracias al aporte de los funcionarios, personal de salud y colaboradores de los establecimientos de salud, las que enriquecieron el trabajo de investigación; sin embargo, en muchos de los casos se resistieron a identificarse, por tanto, se hicieron registros fotográficos de la persona o del establecimiento de salud.

La información fue recogida, considerando en principio el criterio de selección Aleatoria por Conveniencia, por tanto, se seleccionaron los establecimientos de salud más importantes de Pucallpa, así como los centros de salud con problemas más críticos, o en los lugares en los que el dengue, la tuberculosis, las IRAS y EDAS tuvieron mayor incidencia.

La información proporcionada por los sujetos de estudio permitió también contrastar resultados de la investigación generada a través de diferente método principalmente a través de análisis de la información primaria, Observación Directa, entre otros.

Unidad de estudio

Region de Ucayali.

Instrumentos de recolección de datos:

Guías de Observación documental

Guías de las Entrevista en Profundidad

Técnicas de procesamiento de datos

Estadística descriptiva y Estadística Inferencial de correlación y análisis de regresión.

Análisis cualitativo de las Entrevistas en profundidad y testimonios.

Se utilizó el Software SPSS, Excel, R (R Core Team, 2014)

Perfil de Salud de Pucalpa: Extraído del ASIS UCAYALI 2016.

La Región Ucayali ocupa el segundo lugar en extensión territorial después de Loreto, a nivel nacional.

TABLA N 01

EXTENSION TERRITORIAL REGION UCAYALI 2015

PROVINCIA	CAPITAL	MSNM	SUPERFICIE	
			KM2	%
CORONEL PORTILLO	PUCALLPA	157	36236,00	35,39
PADRE ABAD	AGUAYTIA	300	8823,00	8,62
ATALAYA	ATALAYA	228	38924,43	38,01
PURUS	PTO. ESPERANZA	232	18416,51	17,98
TOTAL			102399,94	100

En la Tabla No 01 se observa que la provincia con mayor superficie territorial es Atalaya (38.01%) y con menor superficie territorial es la provincia de Padre Abad (8.62%) del territorio de la Región de Ucayali.

TABLA N° 02**VARIABLES ENTORNO GEOGRAFICO Y ECOLOGICO****REGION UCAYALI 2015**

DISTRITO	POBLACION	EXTENCION TERRITORIAL	ALTITUD	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	UBICACIÓN HIDROGRAFICA
Calleria	154082	10937,62	154.m.s.n.m	08o23'17"	74o33'26"	Margen Río Ucayali
Campo Verde	15743	1164,74	200.m.s.n.m	08o29'45"	75o48'00"	Margen Río Aguaytia
Iparia	11826	7315,89	270.m.s.n.m	09o18'08"	74o25'54"	Margen Río Ucayali
Masisea	12758	14102,19	225.m.s.n.m	08o35'38"	74o18'45"	Margen Río Ucayali
Yarina Cocha	97678	197,81	195m.s.n.m	08o21'00"	74o33'30"	Margen Río Ucayali
Nueva Requena	5538	1857,82	130.m.s.n.m	08o18'15"	74o51'57"	Margen Río Aguaytia
Manantay	80250	659,93	154.m.s.n.m	08o23'11"	74o31'43"	Margen Río Ucayali
Raymondi	34419	14508,51	450.m.s.n.m	10o48'46"	73o45'27"	Margen Río Ucayali
Sepahua	8793	8223,63	276.m.s.n.m	11o08'45"	73o02'45"	Margen Río Sepahua
Tahuania	8020	7016,71	340.m.s.n.m	10o03'56"	74o00'24"	Margen Río Ucayali
Yurua	2587	9175,58	320.m.s.n.m	09o45'30"	72o45'00"	Margen Río Ucayali
Padre Abad	25971	4664,22	287m.s.n.m	09o02'13"	75o30'12"	Margen Río Aguaytia
Irazola	24833	2006,92	212.m.s.n.m	08o49'30"	75o12'38"	Margen Río San
Curimana	8543	2151,86	150.m.s.n.m	08o27'42"	75o09'03"	Margen Río Aguaytia
Purus	4481	18416,51	350.m.s.n.m	09o47'30"	70o46'00"	Margen Río Purus
Monte Alegre(*)						
Vonhumboldt(*)						
Regional	495522	102399,94	195.m.s.n.m	11a27'37"	75a58'08"	Margen Río Ucayali

Fuente: Epidemiología - Estadística DIRESA UCAYALI, INEI Nota: (*) Distritos nuevos

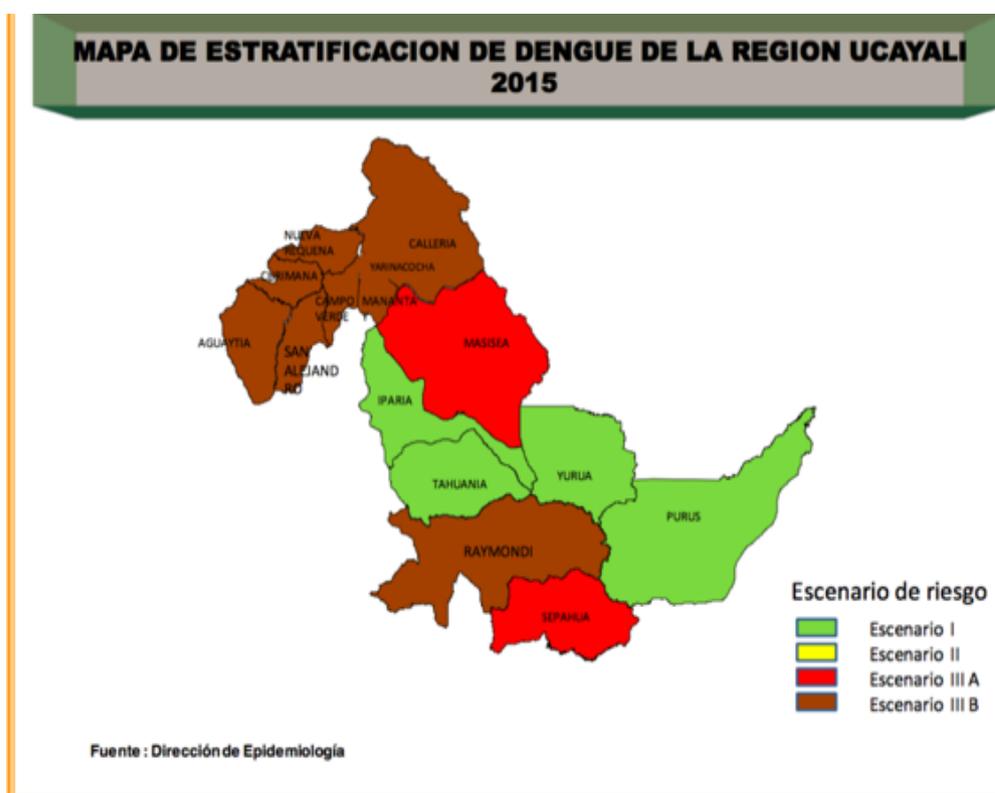
TABLA N° 03

DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORTALIDAD DE LA REGION UCAYALI 2015

N°	DEFUNCIONES	TOTAL
1	Otras enfermedades bacterianas	619
2	Influenza(gripe, neumonía)	102
3	Enfermedades infecciosas intestinales	47
4	Otras formas de enfermedad al corazón	45
5	Tumores malignos (neoplasia)	43
6	Enfermedades del sistema respiratorio	34
7	Trastornos metabólicos	30
8	Anemia	25
9	Sintomas y signos que involucran los sistemas circulatorio y respiratorio	25
10	Insuficiencia renal	22

Fuente: Propia en base a la Estadística de la DIRESA UCAYALI

GRÁFICO N° 01



RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

EL EFECTO DE LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA SOBRE LA INCIDENCIA EN DENGUE, TBC, FIEBRE AMARILLA, IRAS Y EDAS EN LA REGION DE UCAYALI

II) Pronóstico de las variables climáticas

II.1) Metodología

El pronóstico solo se realizó para la serie mensual; se pronosticó el comportamiento de las variables climáticas para todos los meses desde el 2017 hasta el 2025. No se utilizó la serie anual porque ninguna de las variables climáticas tiene un comportamiento estacionario a lo largo de los años; lo que no ocurre con la serie mensual donde se encuentra con cierta tendencia y estacionalidad.

La metodología utilizada para el pronóstico. Los modelos de predicción utilizados fueron el 'Modelo aditivo' y el 'Modelo multiplicativo', los cuales descomponen la serie en dos grandes componentes: componente tendencial y componente estacionario. Para el pronóstico de la temperatura promedio, humedad relativa y precipitaciones se utilizó el primer modelo, mientras que para el pronóstico del caudal del río Ucayali se utilizó el segundo modelo. A continuación, se explica el primer modelo aditivo.

*Modelo multiplicativo

Se escogió el modelo multiplicativo para el pronóstico de la temperatura, humedad y precipitaciones porque la serie de estas variables tiene oscilaciones ligeramente diferentes a lo largo de todo el periodo analizado. Vale decir, las oscilaciones que sufre la serie en el año 2010 no son del todo iguales a las del año 2014. Por el contrario, la serie de la variable 'caudal del río Ucayali' tiene oscilaciones regulares para todos los años.

Este modelo descompone la serie en dos componentes que se multiplican

$$\text{Serie} = \text{Tendencia} \times \text{Estacionariedad}$$

Para tal descomposición, primero, a la serie original se le calcula la tendencia por medio de una ecuación de regresión lineal simple que tiene la siguiente fórmula

$$tendencia = a \pm b * t$$

Donde:

tendencia: tendencia de la variable climática

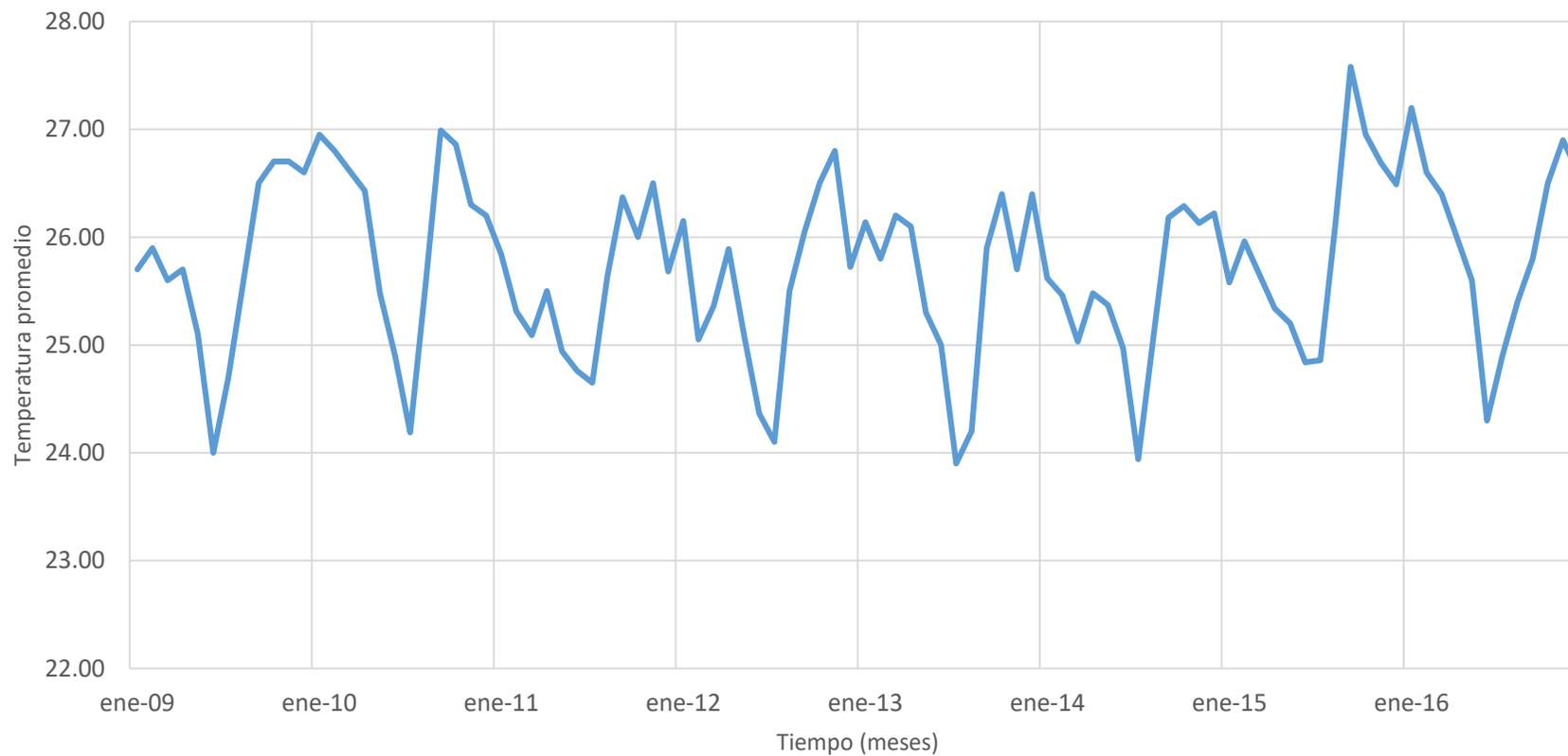
t: tiempo (meses)

Con esta recta de regresión se proyecta la tendencia de la variable hasta el mes de diciembre del 2025. Luego, se calcula la serie sin tendencia dividiendo la serie original entre la tendencia

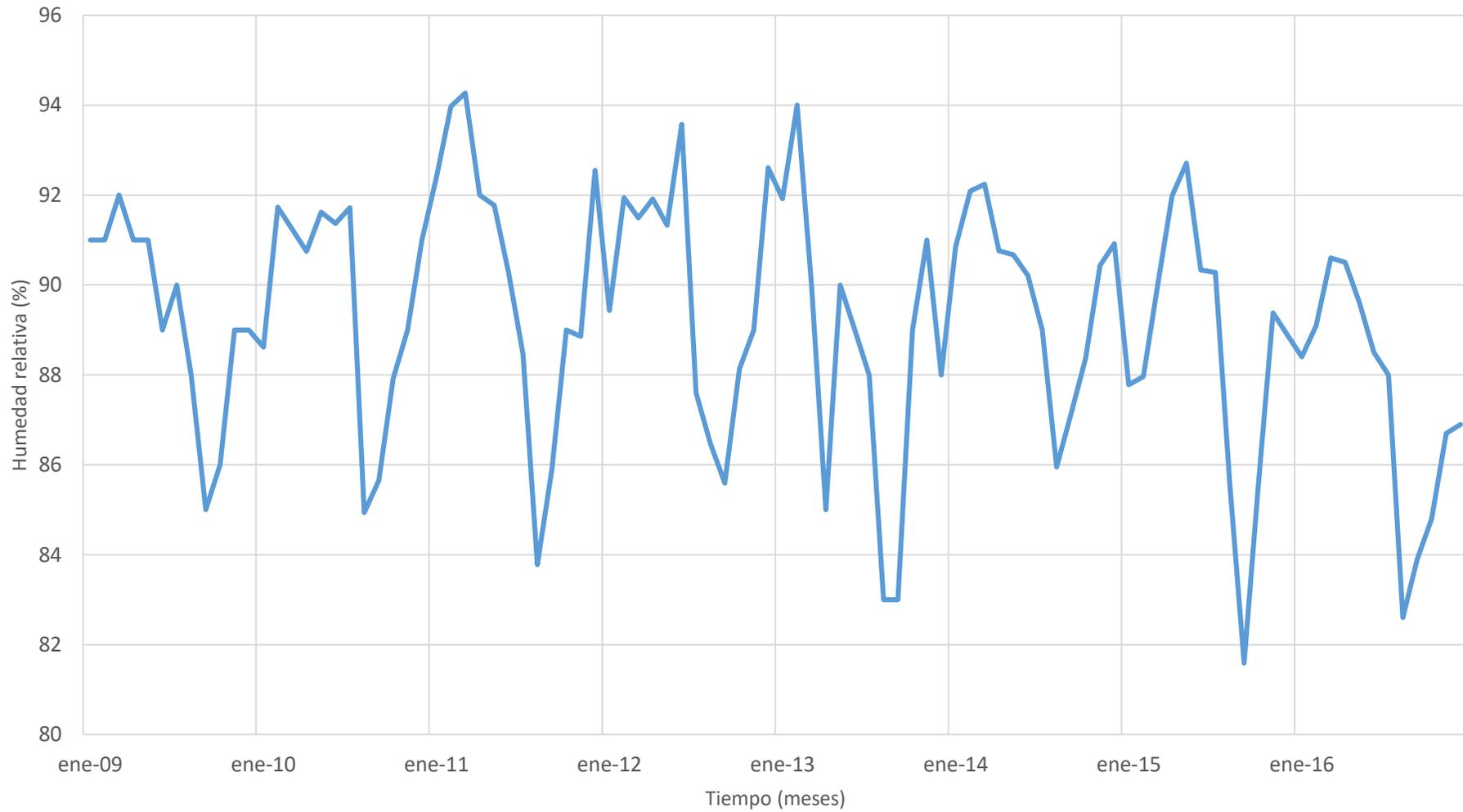
$$serie\ sin\ tendencia = \frac{serie\ original}{tendencia}$$

Luego, a esta serie sin tendencia se le calcula las medias móviles de orden 12, puesto que se observa que la serie original de 'temperatura promedio', humedad relativa' y 'precipitaciones' tiene una cierta estacionariedad cada 12 meses; vale decir, su propio patrón de comportamiento que se repite cada 12 meses.

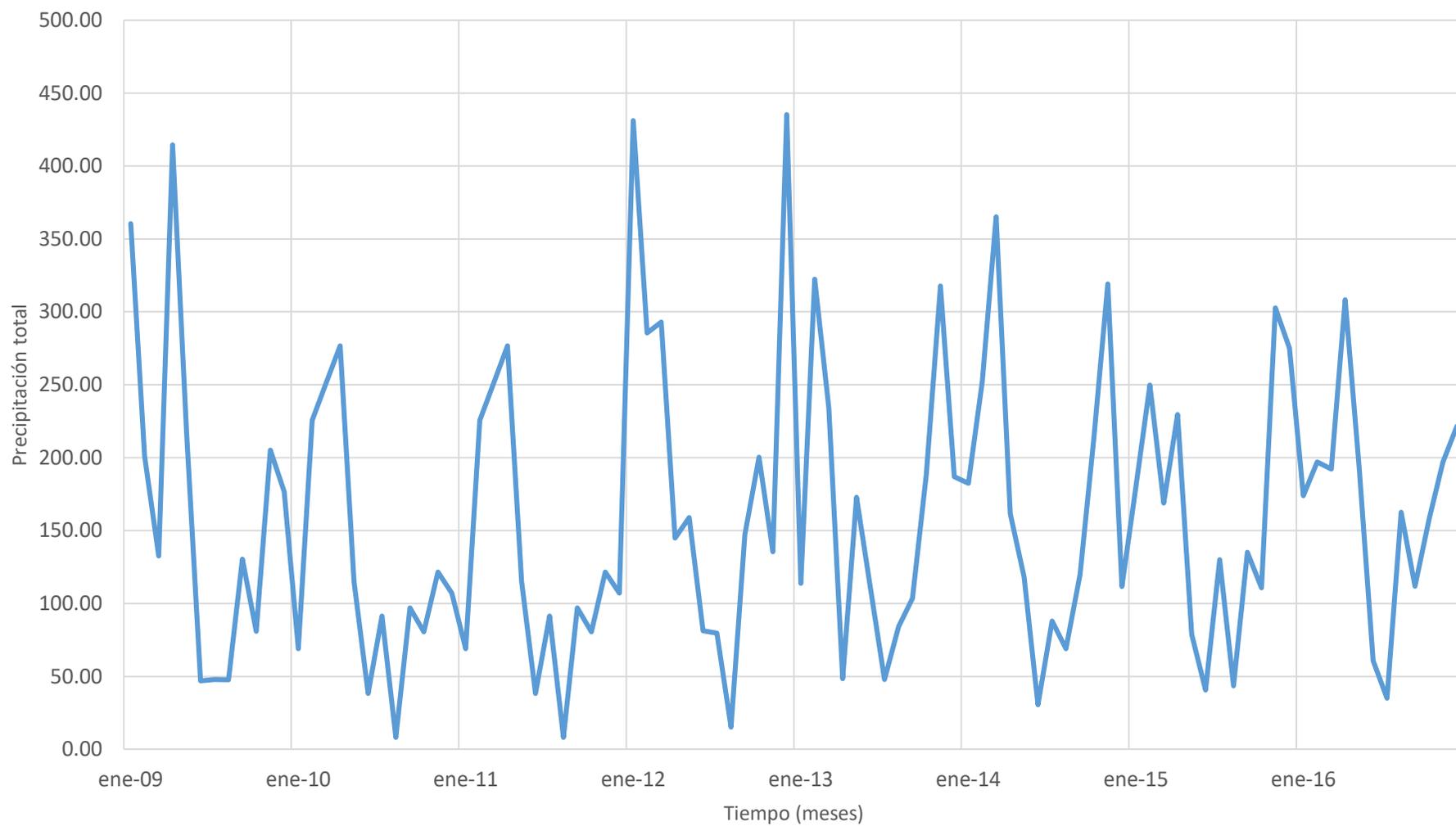
Serie histórica de la Temperatura promedio en Ucayali



Serie histórica de la Humedad relativa en Ucayali



Serie histórica de la Precipitación total en Ucayali



Se advierte que estas variables sufren un incremento en la época de verano (cercano al mes de enero), y luego caen para los meses de invierno (a mitad de año). Debido a esto es que se construyen medias móviles que toman en cuenta 12 meses consecutivos. Estas medias móviles se calculan para cada mes del siguiente modo:

$$Media\ móvil_t = \frac{\sum_{i=1}^{12} serie\ sin\ tendencia_t}{12}$$

Como se advierte las medias móviles se construyen en base al promedio de la serie sin tendencia. Luego, se calcula un índice para cada mes que será igual al cociente entre la serie sin tendencia y la media móvil

$$Índice_t = \frac{serie\ sin\ tendencia_t}{media\ móvil_t}$$

Donde t representa el mes. Como siguiente paso se construye el coeficiente de estacionalidad para cada uno de los 12 meses del año: uno para enero, otro para febrero y así sucesivamente hasta diciembre. Para dar mayores detalles sobre el particular se realiza el cálculo, primero respecto a cómo se obtiene el coeficiente de enero para que, por medio de un análisis inductivo, se pueda extrapolar cómo se obtiene dicho coeficiente de estacionalidad para los demás meses. El coeficiente de estacionalidad de enero se construirá como promedio de todos los índices de enero; o sea, el promedio del índice de enero del 2009, el de enero del 2010, y así hasta tener el de enero del último año (2016). La fórmula para todos los meses es la siguiente:

$$CE_{enero} = \frac{Índice_{enero,2007} + Índice_{enero,2008} + \dots + Índice_{enero,2016}}{8}$$

$$CE_{febrero} = \frac{Índice_{febrero,2007} + Índice_{febrero,2008} + \dots + Índice_{febrero,2016}}{8}$$

.

.

.

$$CE_{diciembre} = \frac{Índice_{diciembre,2007} + Índice_{diciembre,2008} + \dots + Índice_{diciembre,2016}}{8}$$

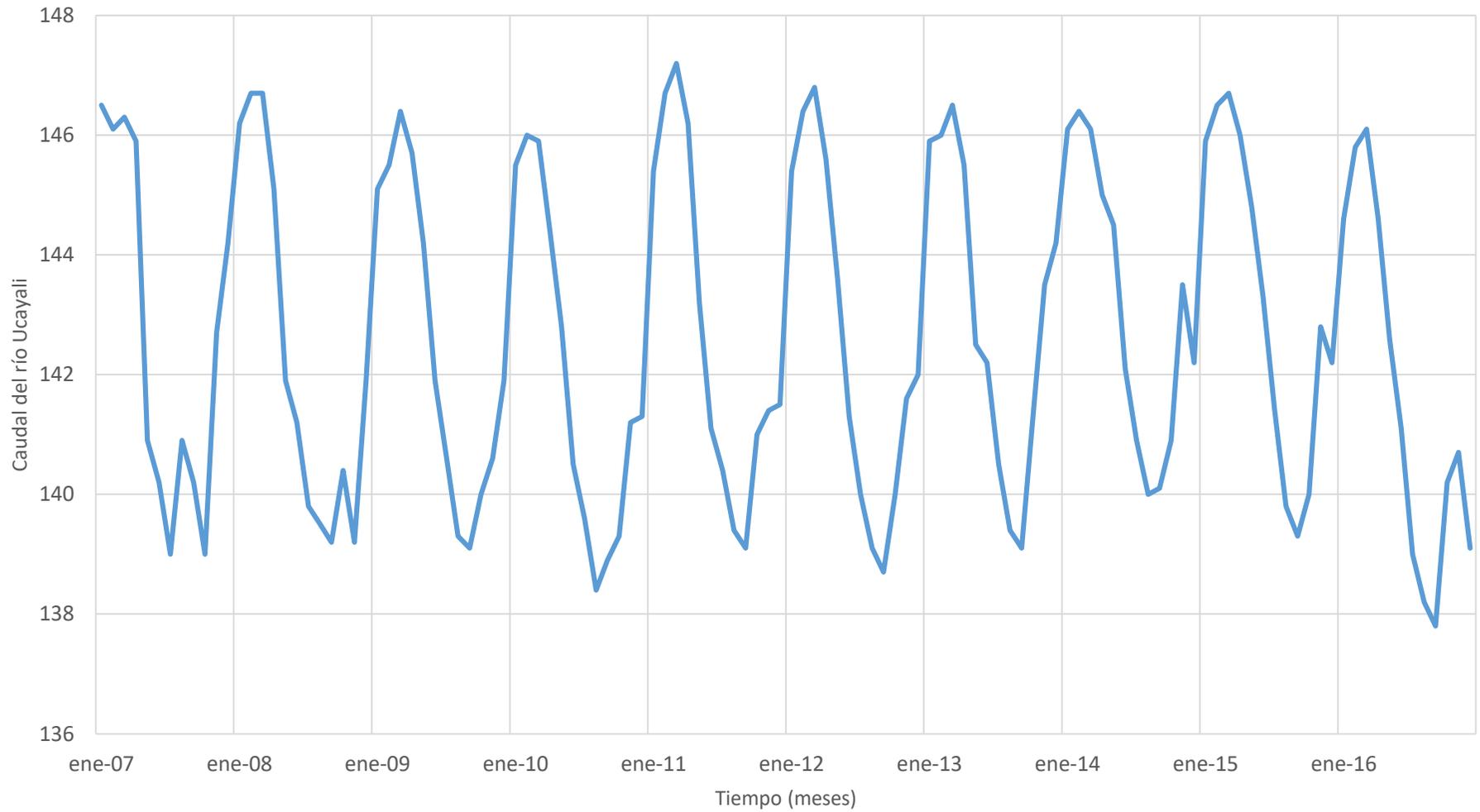
Finalmente, para calcular el pronóstico se multiplicó la tendencia por el coeficiente de estacionariedad correspondiente al mes en cuestión dividido entre 100. Por ejemplo, para el cálculo del pronóstico del mes de junio del 2019 se multiplicó la tendencia de ese mes por el coeficiente de estacionariedad del mes de junio.

$$\text{Pronóstico}_t = \text{tendencia}_t \times \text{coeficiente de estacionariedad}_{\text{mes}}$$

*Modelo aditivo

Este modelo fue aplicado para el pronóstico de la variable 'caudal del río Ucayali' pues las oscilaciones que presenta la serie se repiten todos los años: las oscilaciones del año 2007 son casi iguales a las del año 2010. A continuación, se presenta la serie de esta variable donde se puede advertir que en todos los años el pico alcanza un valor alrededor de 146, mientras que el punto más bajo es siempre un valor entre 138 y 140. La diferencia entre el valor más alto y el más bajo es casi la misma para todos los años.

Serie histórica del Caudal del Río Ucayali



El procedimiento que conlleva este modelo es casi idéntico al modelo multiplicativo. Solamente se diferencia en 2 cosas; primero, la serie sin tendencia se calcula ya no como un cociente entre la serie original y la tendencia, sino como la resta de estos.

$$\text{serie sin tendencia} = \text{serie original} - \text{tendencia}$$

La segunda diferencia es que el pronóstico se calcula como la suma de la tendencia más el coeficiente de estacionariedad, en vez de calcularlo como el producto de esto.

$$\text{Pronóstico}_t = \text{tendencia}_t + \text{coeficiente de estacionariedad}_{mes}$$

Una vez precisada la metodología con la cual se calcularon los pronósticos, el siguiente paso es mostrar estos últimos para cada una de las variables climáticas.

II.2) Pronóstico de la Temperatura promedio

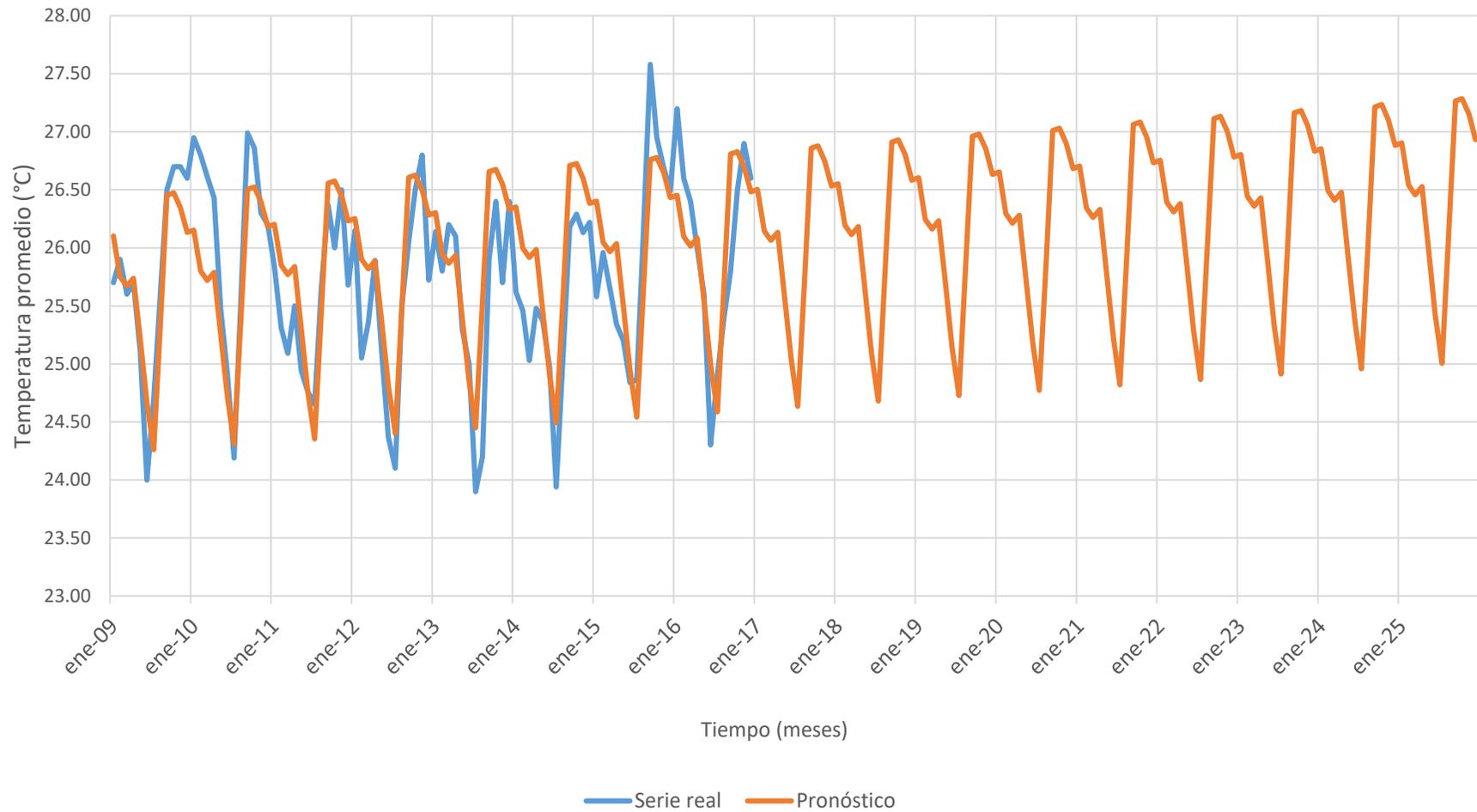
El primer gráfico muestra una superposición entre la serie histórica de la temperatura promedio mensual y el pronóstico de este. Podemos apreciar que el pronóstico logra capturar casi de manera precisa las oscilaciones: la serie histórica y el pronóstico van en la misma dirección a lo largo de toda la serie.

Sin embargo, los picos máximos y los mínimos no logran coincidir del todo (error de predicción); pero, este no es significativo: las series calzan muy bien. En base a esto, se puede decir que la predicción, por lo menos, logra reflejar fielmente la tendencia de la serie.

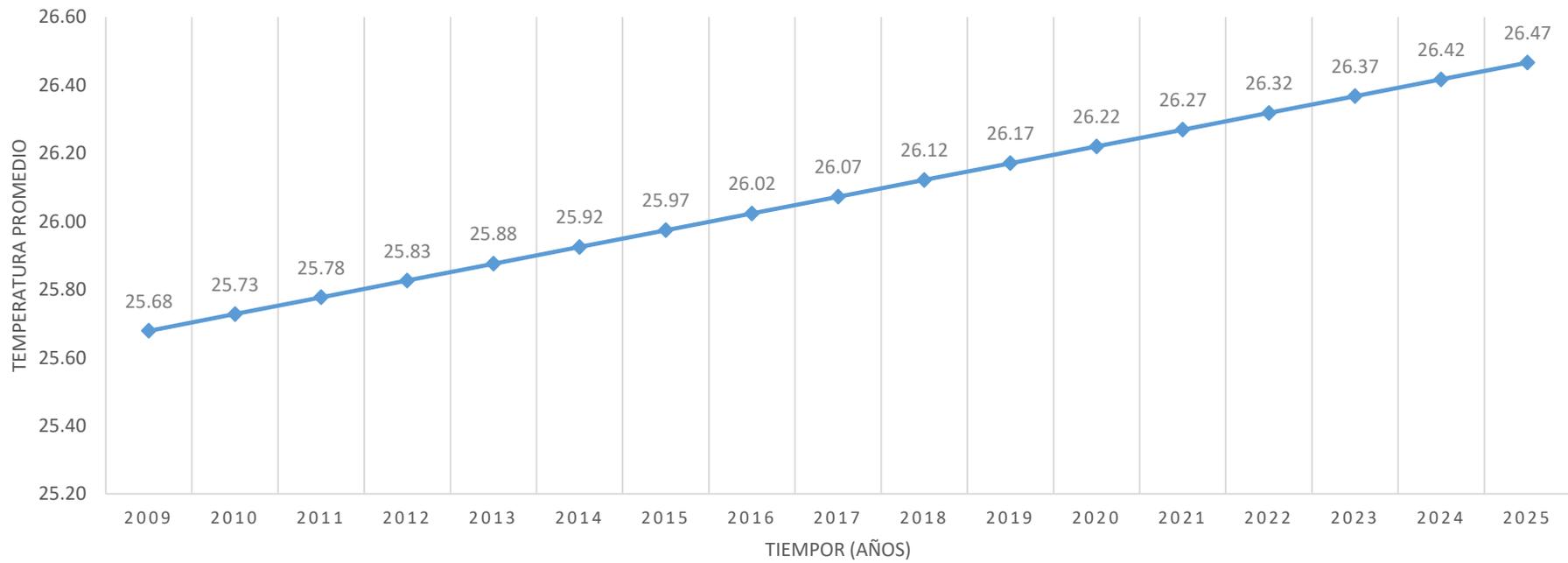
En base a esta semejanza, se puede estimar, bajo el modelo estadístico simple de medias móviles, qué tendencia seguirá la temperatura promedio mensual, el cual tiene una tendencia al alza hasta el 2025.

En el siguiente gráfico, se puede observar que desde el 2018 hasta el 2025 la temperatura promedio va aumentar en 0.3 grados Celsius, lo que no parece muy grave; sin embargo, si comparamos la temperatura del año 2009 con la de 2025, podemos ver que la diferencia es de casi 1 grado, lo que es algo preocupante: el aumento de a penas 1 grado puede causar graves problemas epidemiológicos o, al menos, condicionarlas.

Pronóstico de la Temperatura promedio mensual en Ucayali



PRONÓSTICO ANUAL DE LA TEMPERTURA PROMEDIO ANUAL EN UCAYALI



II.3) Pronóstico de la Humedad relativa

Contrariamente al pronóstico de la temperatura promedio, la humedad relativa ha ido disminuyendo de forma gradual y en forma oscilante. Ha sufrido picos durante los meses de febrero y marzo para luego bajar hasta sus puntos más bajos en los meses de agosto y setiembre. Estas oscilaciones tienen una tendencia hacia la baja, la cual se puede apreciar más marcadamente a partir del 2013: los puntos bajos de cada año eran cada vez menores.

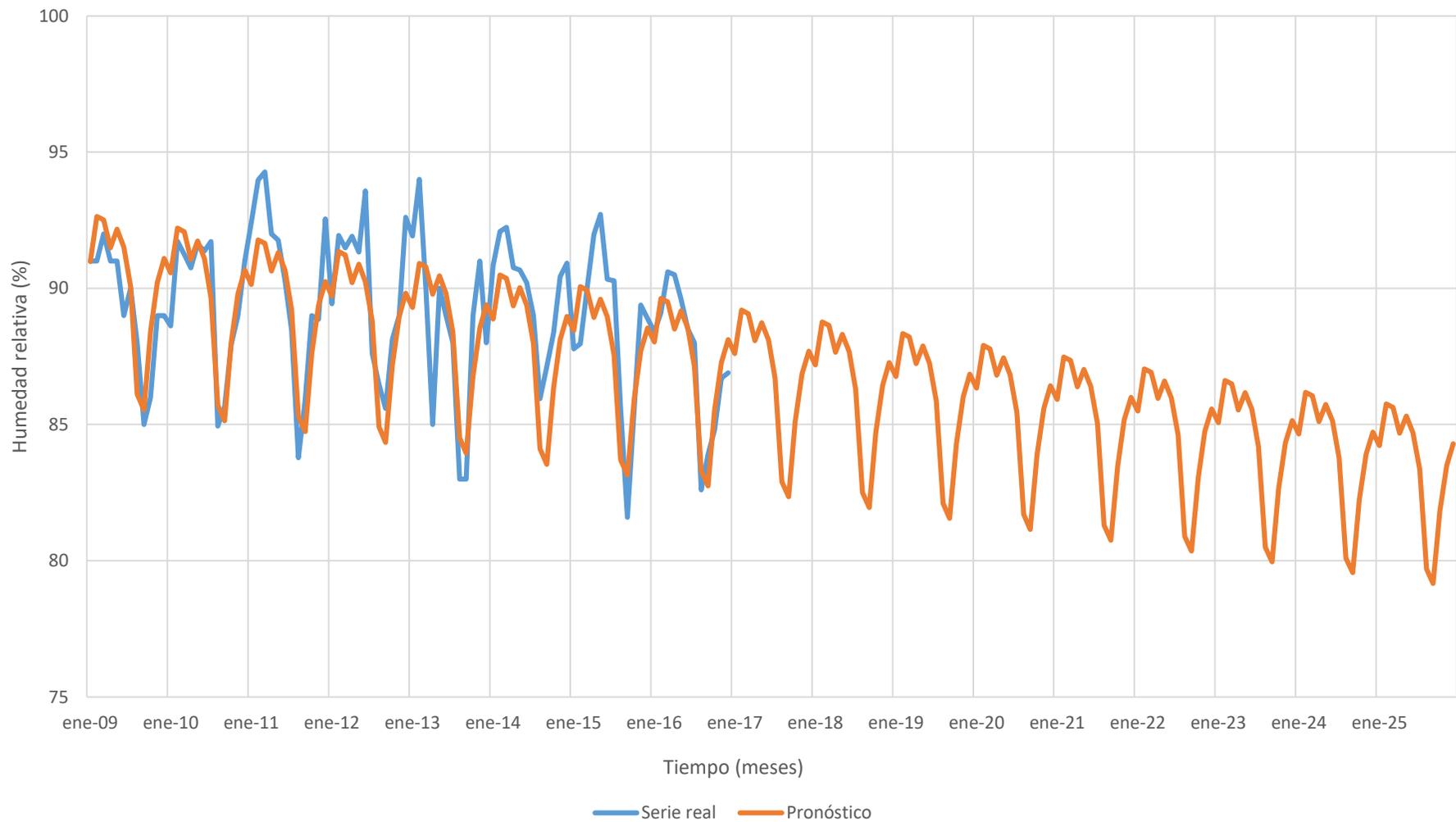
El pronóstico (línea de color naranja) trata de capturar esta tendencia hacia abajo. Sin embargo, aunque se trabajó con un modelo de predicción multiplicativo (el cual intenta capturar las oscilaciones mayores y menores de una serie), el pronóstico no alcanza a obtener los mismos picos altos y bajos que la serie original. Por ello, debemos decir que no podemos fiarnos del todo del pronóstico obtenido.

Si quisiéramos saber cuál será la humedad relativa máxima y mínima que se reportarán durante, por ejemplo, los años 2020 o 2021, nuestro pronóstico no sería muy preciso. Sin embargo, si quisiéramos saber cuál será la humedad relativa promedio anual de aquellos años o cualquier otro hasta el 2025, nuestra sí nos daría una cifra en la cual podríamos confiar (tal vez no al 100%, pero sí en un alto porcentaje). Esto porque así una serie tenga oscilaciones altas o bajas durante un año, si estas son simétricas, el promedio no cambiará. Esto es lo ocurre con el pronóstico: la serie que representa la predicción emula de buena manera la tendencia de la serie histórica, por lo que podemos decir que nuestro pronóstico sí puede predecir de buena manera la tendencia a la baja de la humedad relativa.

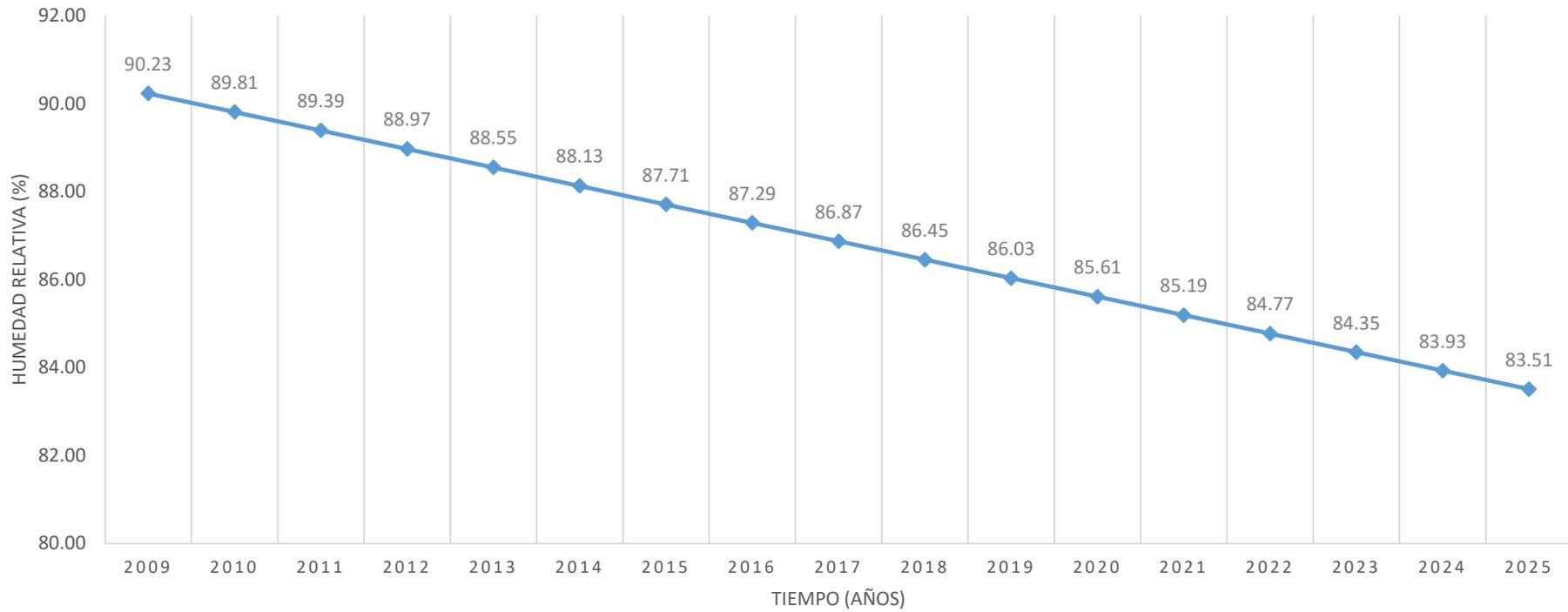
Esta tendencia anual se condice con el pronóstico de la temperatura anual de los próximos años. Como se vio, se predice que en los próximos años la temperatura aumentará aproximadamente en 0.3 grados Celsius hasta el 2025 (lo cual parece poco, pero en términos de las consecuencias que traería, no lo es), y como se estima, a mayor temperatura menor humedad. Cuando hay una mayor temperatura, el aire admite más humedad (tanto relativa como absoluta); por el contrario, cuando hay menos temperatura (épocas de invierno) el aire no

admite más vapor de agua por lo que la humedad relativa aumenta. Se puede precisar inclusive que a causa de este hecho es que en temporadas de menor temperatura se presentan más casos de Infecciones respiratorias como asma o bronquitis.

Pronóstico de la Humedad relativa mensual en Ucayali



PRONÓSTICO DE LA HUMEDAD RELATIVA PROMEDIO ANUAL



II.4) Pronóstico de las Precipitaciones

Al igual que con el pronóstico de la humedad relativa, el pronóstico de los picos altos y bajos no es del todo certero, sin embargo, la imprecisión no es significativa. La ventaja es que la serie histórica de las precipitaciones tienen unas oscilaciones más regulares: las subidas ocurren casi con la misma fuerza (hasta un mismo nivel) a excepción solo de los años 2012 y 2013 en los meses de enero. Los meses en los que las precipitaciones son más altas son los de la temporada de verano, mientras que, en la temporada de invierno, las precipitaciones totales pueden llegar a un mínimo de casi cero: sin lluvias como en los meses de agosto del 2010, 2011 y 2012.

Sobre la tendencia se puede decir que hay una muy ligera tendencia al alza a lo largo de los años. A primera vista se podría decir que el promedio anual de las precipitaciones ha tenido el mismo comportamiento de 2009 hasta 2016, pero si calculamos el total de precipitaciones para cada año – como sea aprecia en la segunda gráfica debajo de este párrafo – se puede advertir que efectivamente cada año hay, en promedio, 2 mm más: algo muy bajo pero que marca un alza en las lluvias.

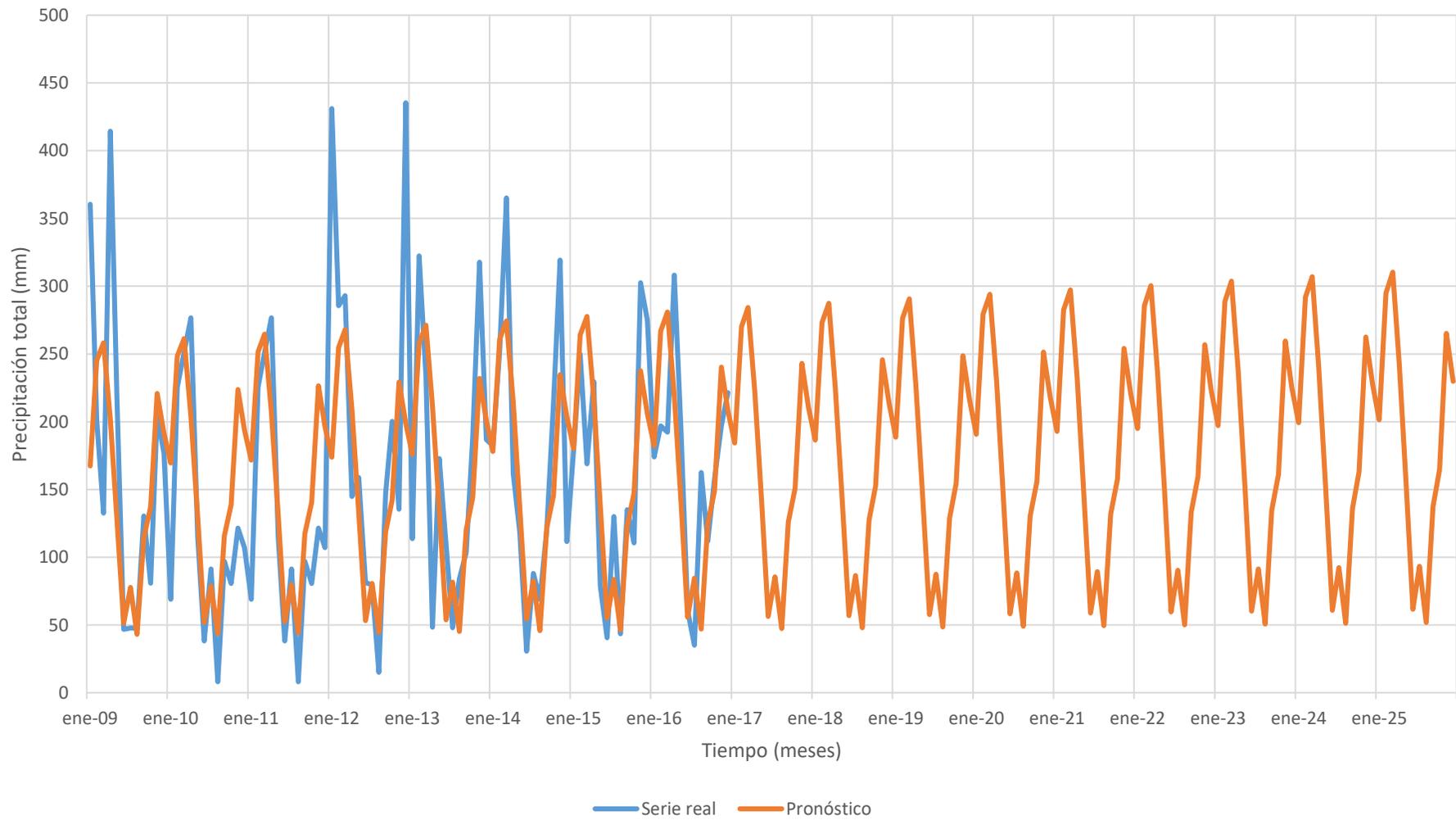
Contrastando estos datos con la realidad, cuya información procede de los informantes claves como enfermeros, médicos, personal de los establecimientos de salud, así como los pobladores de Ucayali, las precipitaciones han disminuido desde el verano de 2017 (enero, febrero y marzo). Mencionan que esa temporada las lluvias disminuyeron significativamente, y que el verano del 2018 disminuyó mucho más hasta el punto de tener sólo meses de calor durante esos meses. Es más, debido a que las lluvias disminuyeron considerablemente, los casos de enfermedades infectocontagiosas (dengue, malaria, fiebre amarilla) disminuyeron más que proporcionalmente en esos meses. Sin embargo, se registró un incremento considerable de casos de IRAS.

La temporada de lluvias (verano 2019 para Lima), está caracterizada por la ausencia de precipitaciones pluviales, por lo que el mismo personal médico señala que esa podría ser la tendencia de manera recurrente, con lo que se generarían las condiciones para que disminuya los casos de dengue. Aunque, muchas de las predicciones meteorológicas distan de la realidad, porque podría generarse eventos inesperados que podrían condicionar el aumento de dengue.

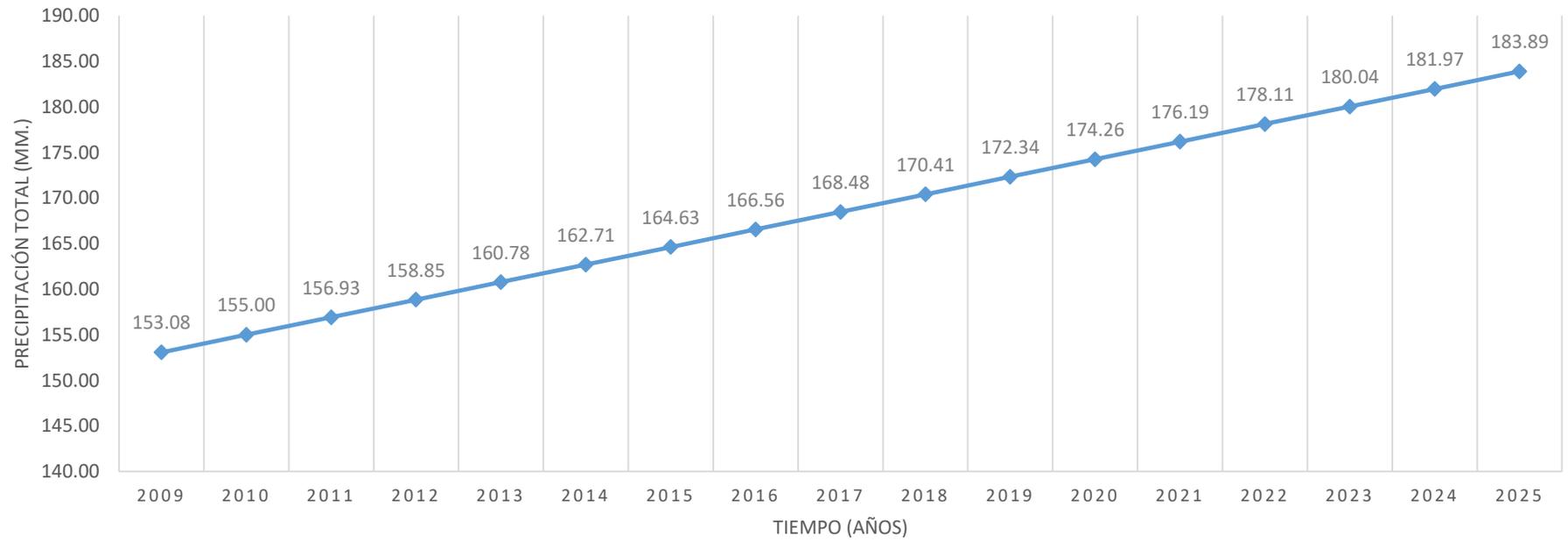
No obstante, esta disminución de las precipitaciones durante los últimos años el periodo de lluvias, no significa que durante el resto del año no se hayan ocurrido. De hecho, según las manifestaciones de los pobladores, las lluvias ahora se presentan durante cualquier mes de año. Esta variabilidad es propia del cambio climático causado por la contaminación que ha ido progresivamente en aumento.

Según los testimonios recogidos, los hospitales, postas y centros de salud no se daban abasto por los innumerables casos de dengue que se reportaban diariamente. Esta alta incidencia de dengue se dio a causa de las precipitaciones pluviales inesperadas, lo que produjo que el dengue que es la enfermedad transmitida por el *Aedes aegypti*, comúnmente denominado zancudo o mosquito, es así que en los 2012 se desató una epidemia con consecuentes muy graves, se registraron según algunos informantes claves 12,000 casos, según otros 10,000, con casos de muertes en número considerable.

Pronóstico de la Precipitación total mensual en Ucayali



PRONÓSTICO DE LAS PRECIPITACIONES PROMEDIO ANUAL



II.5 Pronóstico del Número de inundaciones

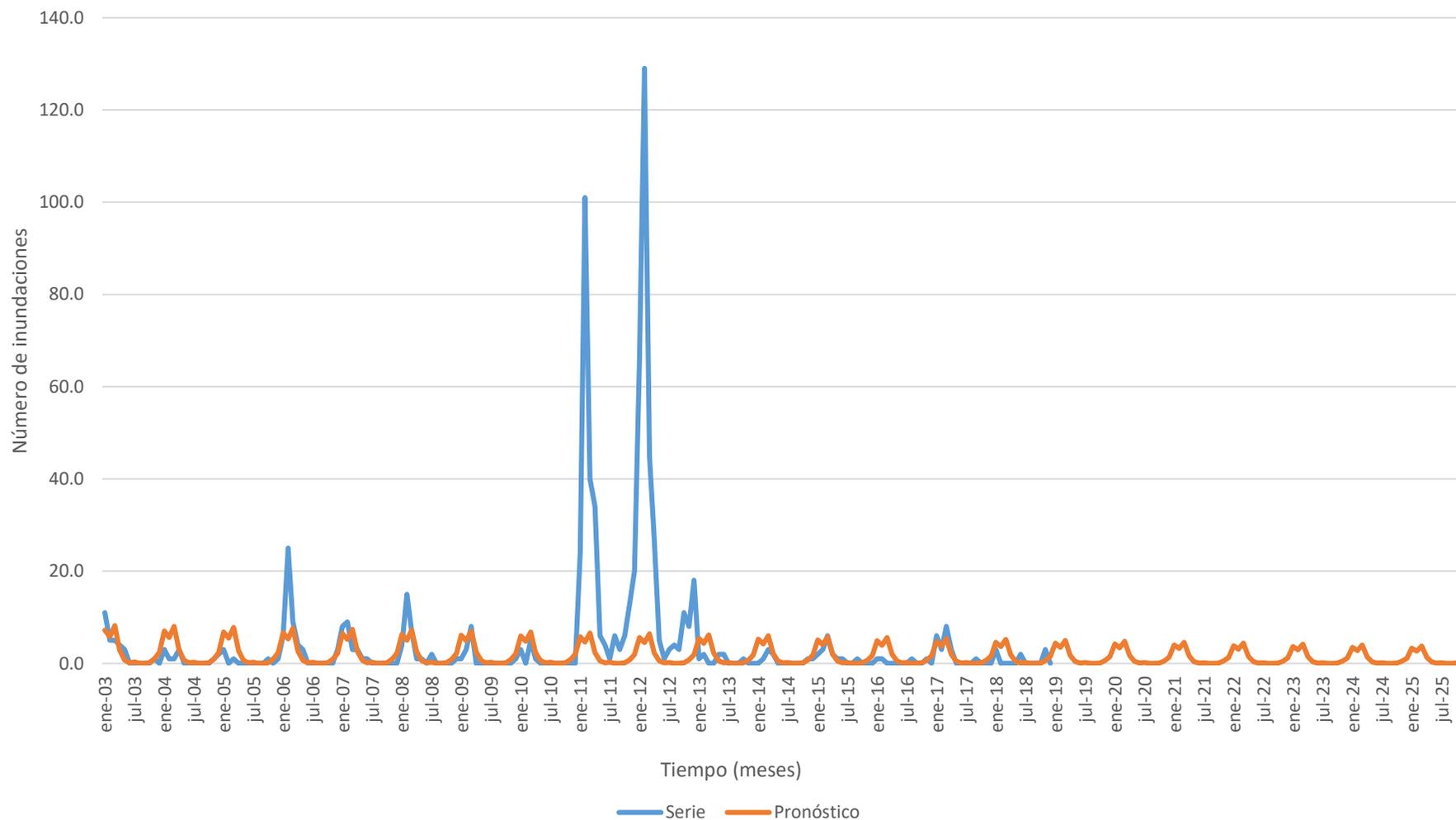
El principal problema que surgió para pronosticar el comportamiento del número de inundaciones fue que la serie histórica presentaba puntos de apalancamientos, esto es, un dato que no se ajusta al comportamiento de la serie. Estos puntos son las observaciones de enero del 2011 y enero del 2012. Estas inundaciones fueron propias del fenómeno del niño presentado en esos años, las cuales provocaron que toda Ucayali fuera declarada en emergencia sanitaria.

Para el pronóstico de la serie, se tuvo que hacer un tratamiento previo a la serie histórica para que el pronóstico solo cogiera como insumo a las oscilaciones regulares del número de inundaciones. Como se puede apreciar, este pronóstico logra capturar apenas la regularidad de la serie histórica en los años 2011, 2012 y 2013; sin embargo, a partir del 2014 se puede precisar que el pronóstico sí se ajusta de mejor manera a la estacionariedad de la serie real.

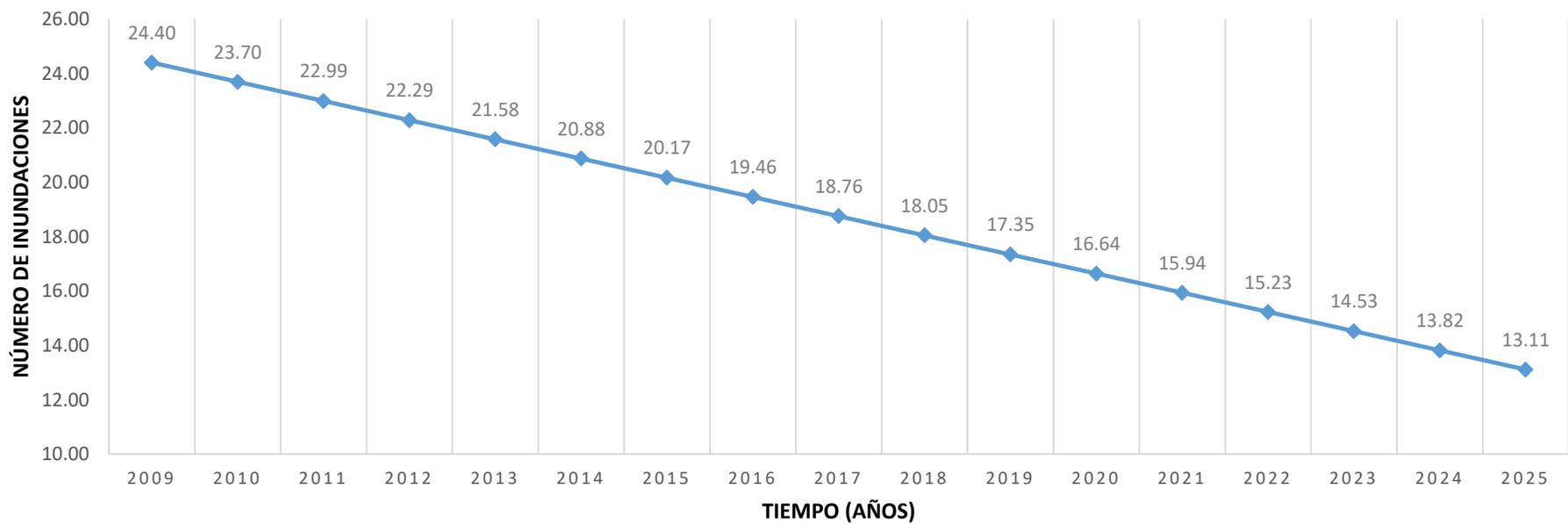
Con respecto al pronóstico anual, se tiene que el número de inundaciones disminuiría a un mínimo de 13 en el 2025. Este pronóstico va de la mano con el pronóstico, también a la baja, del total de precipitaciones. Como las precipitaciones han ido bajando y se espera que se siga así, las inundaciones también caerían: una es consecuencia de la otra.

Ahora bien, qué tan fiable es este pronóstico. Pues, para predecir el número de inundaciones exacta para cada mes de los próximos 6 años, la predicción no es muy precisa; pero sí se quiere calcular el total de inundaciones anual para los próximos años, la predicción sí puede proporcionar una respuesta fiable. Además, como se ve en la gráfica, el pronóstico muestra también que las oscilaciones van a ser cada vez menores, esto es, en los próximos años los picos altos serán menores; lo cual se logra ver a lo largo de los años en la serie real.

Pronóstico del Número de inundaciones mensual en Ucayali



PRONOSTICO DEL NÚMERO DE INUNDACIONES ANUALES EN UCAYALI



II.6) Pronóstico del Caudal del río Ucayali

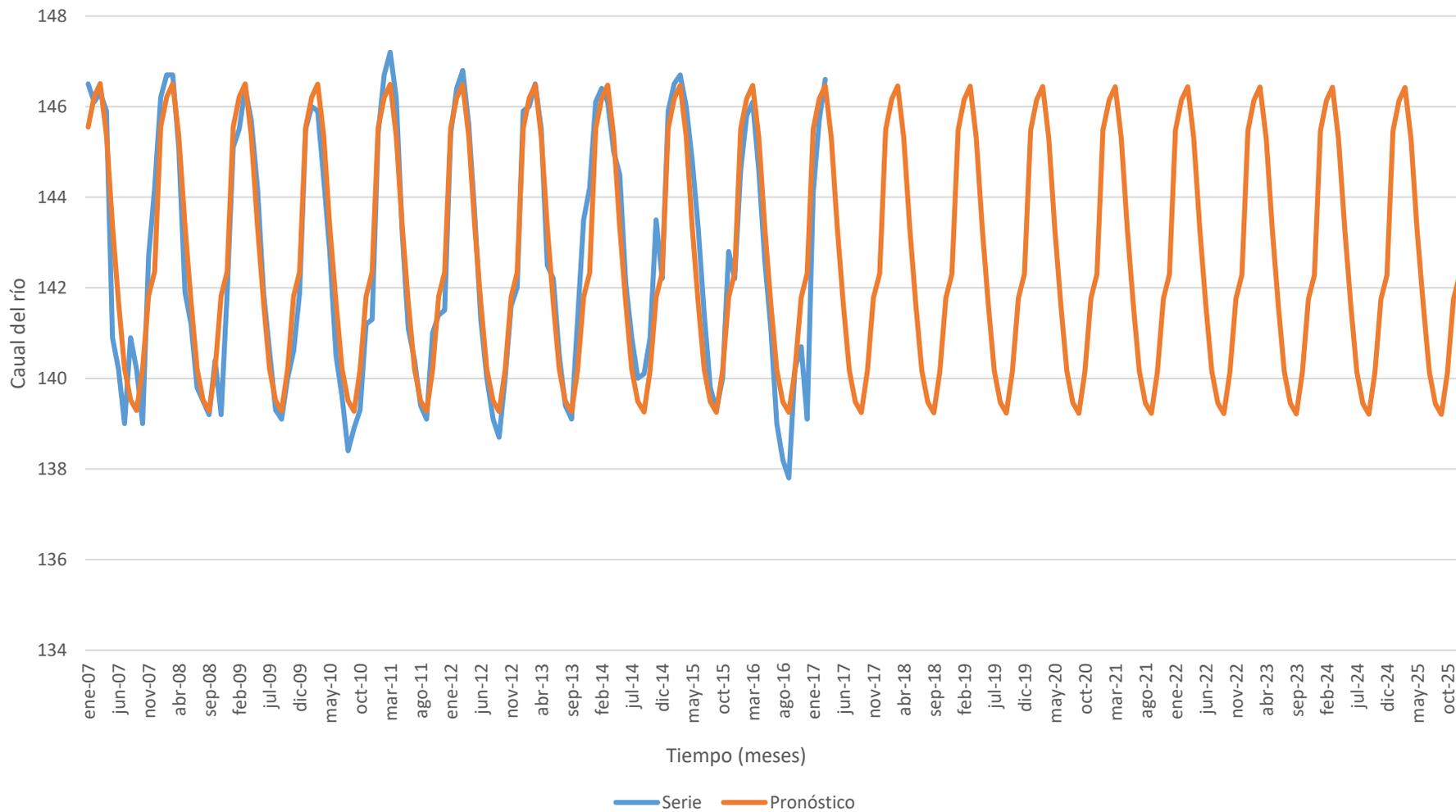
Se puede precisar, que este pronóstico es el que más se ajusta a la realidad. Como se logra ver, la línea naranja que representa el pronóstico casi se superpone a la línea de color azul que representa la serie histórica. Se ajusta tanto los picos altos como las partes más bajas.

Debido a que la serie real mostraba una gran regularidad para todos los años, se decidió estimar el caudal del río por medio de un modelo aditivo, el cual no captura oscilaciones mayores o menores, solo captura tendencia. Y como se puede apreciar, el ajuste es muy bueno pues los altos y bajos son casi idénticos a los de la serie real. Además, aparte de emular las oscilaciones, también capta la muy ligera tendencia hacia debajo de la serie real. Esto, aunque a primera vista no se puede notar claramente, pero sí se puede notar calculando el promedio anual del caudal.

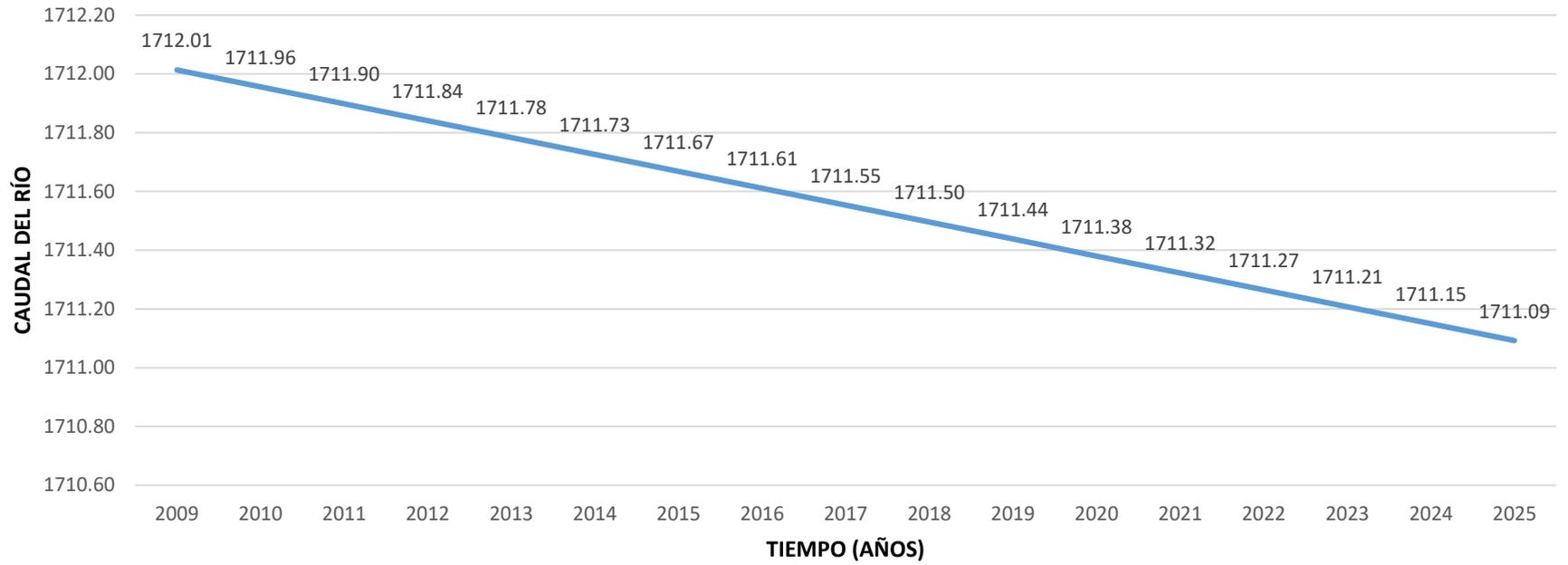
En el cuadro de la superposición de las series se muestra el cálculo del caudal promedio para los años comprendidos entre el 2018 y el 2025. Esta serie muestra que habría un muy ligero descenso, a penas imperceptible.

Sobre la confiabilidad del pronóstico, se puede señalar que hay una alta probabilidad de que la predicción se siga ajustando a la serie real siempre que, claro está, las precipitaciones futuras no se alteren.

Pronóstico mensual del Caudal del río Ucayali



PRONOSTICO ANUAL DEL CAUDAL DEL RIO UCAYALI



III) Pronóstico de la incidencia de las enfermedades

Se consideraron dos aspectos: primero, las correlaciones que hay entre la incidencia de cada enfermedad con la serie histórica de las variables climáticas; segundo, el modelo predictivo para cada enfermedad permitirá precisar qué variables climáticas son las que tienen un mayor impacto sobre las enfermedades y así poder pronosticar el número de casos futuros hasta el 2025.

Para calcular la correlación entre la incidencia de las enfermedades con las variables climáticas se usó dos criterios estadísticos: correlación de Pearson y de Spearman. La diferencia entre estos dos tipos de correlaciones es que la primera suele usarse para variables que tienen un comportamiento normal, por lo que suele llamársele correlación paramétrica; mientras que la correlación de Spearman es para variables que no siguen un comportamiento normal, por lo que suele llamársele correlación no paramétrica. Por motivos netamente académicos se presentan los dos tipos de correlaciones.

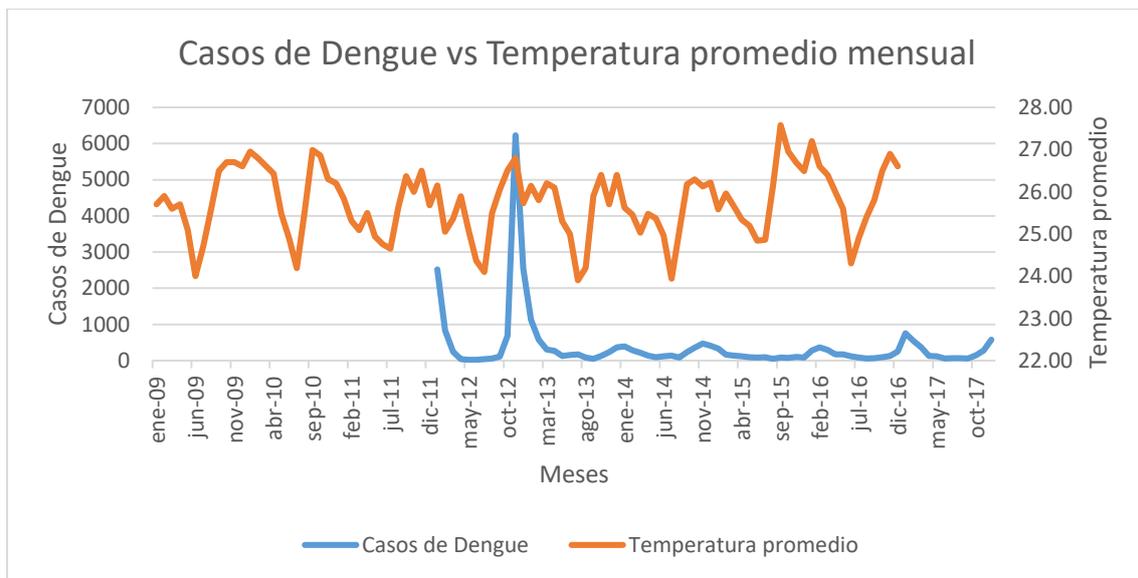
Cabe precisar que la correlación no necesariamente significa causalidad. Se puede notar que dos variables están altamente correlacionadas, pero esto no tendría por qué significar que sea estrechamente dependiente de la otra. Podría tratarse de una “correlación espúrea”, generada por otros factores.

A continuación, se presenta las mencionadas correlaciones.

III.1) Dengue

III.1.1) Correlación entre la incidencia de dengue y las variables climáticas

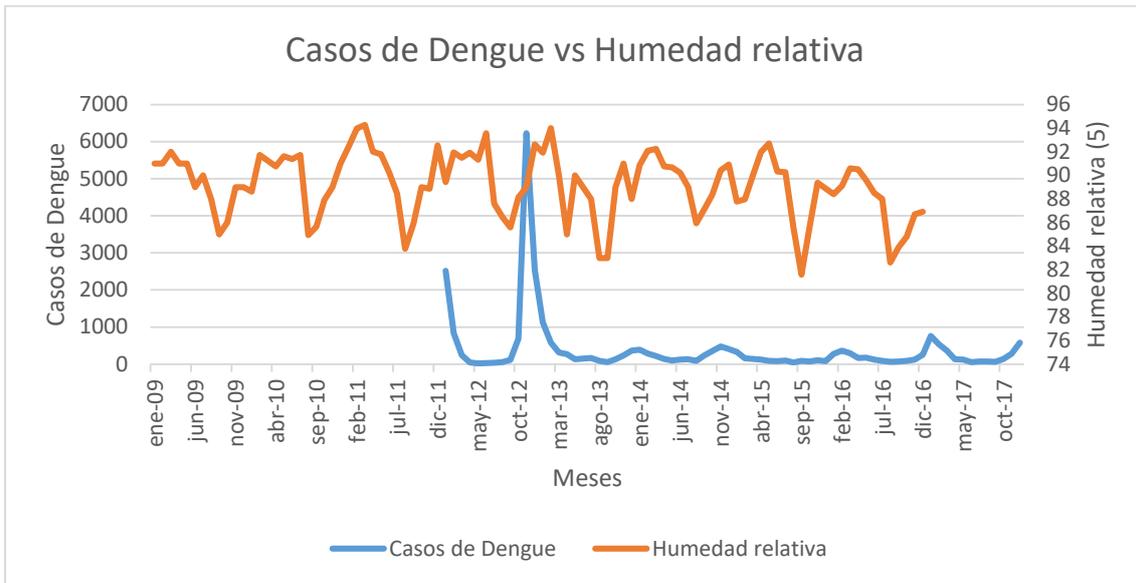
TEMPERATURA PROMEDIO



Correlación de Pearson: 0.22 (positiva baja)

Correlación de Spearman: 0.32 (positiva baja)

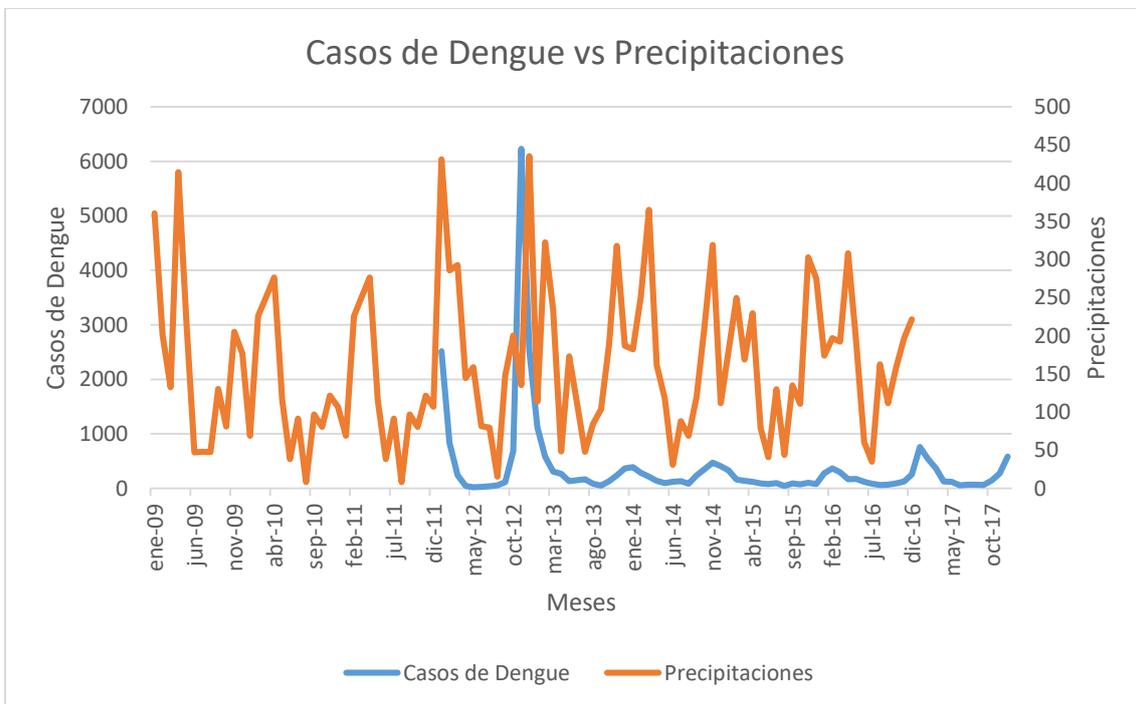
HUMEDAD RELATIVA



Correlación de Pearson: 0.14 (positiva baja)

Correlación de Spearman: 0.33 (positiva baja)

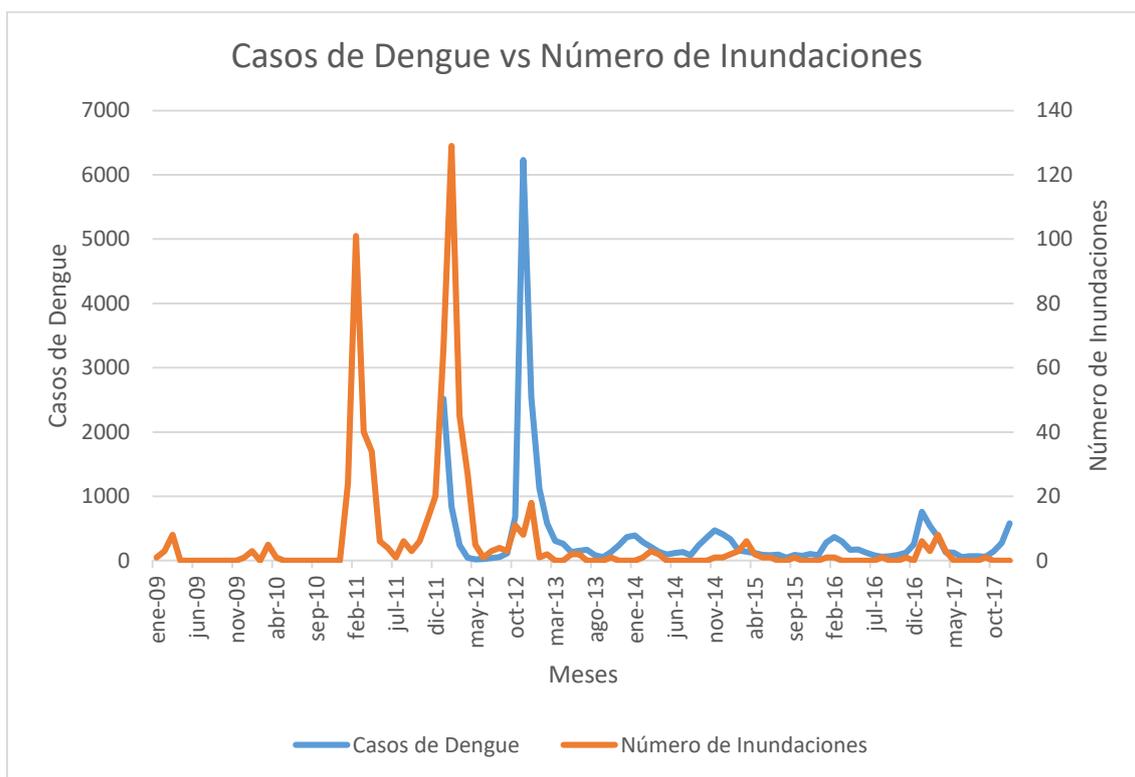
PRECIPITACIONES



Correlación de Pearson: 0.25 (positiva baja)

Correlación de Spearman: 0.56 (positiva alta)

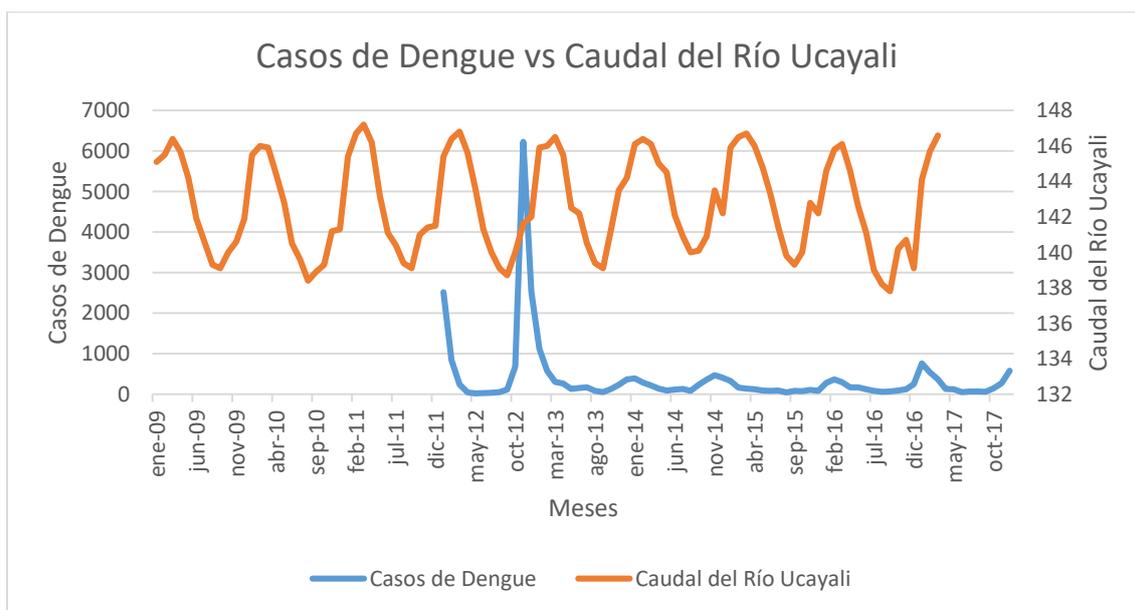
NÚMERO DE INUNDACIONES



Correlación de Pearson: 0.25 (positiva baja)

Correlación de Spearman: 0.25 (positiva baja)

CAUDAL DEL RÍO UCAYALI



Correlación de Pearson: 0.07 (nula). Correlación de Spearman: 0.51 (positiva alta).

III.1.2) Modelo predictivo de la incidencia de Dengue

El modelo predictivo elegido para estimar la incidencia de dengue es el de Mínimos Cuadrados Ponderados. Se nota que las únicas variables que tienen un efecto significativo sobre la incidencia de dengue son la temperatura, la humedad y el número de inundaciones. La variable que tiene un mayor efecto es la temperatura promedio (67.82), le sigue el número de inundaciones (34.58) y por último la humedad relativa (17.13).

Todas las variables pasan el filtro de estar asociados a un p-value menor a 0.05 por lo que podemos rechazar las hipótesis nulas de no significancia individual. Además, la significancia conjunta reflejada en la prueba F también dice que el modelo es significativo.

En las gráficas se puede observar que hay una buena precisión del pronóstico: en el año 2017, la predicción se ajusta de buena manera a la serie histórica. En base a esto se pronosticó la incidencia de dengue hasta el 2025, mostrándose que esta caería en menos de 600 casos. Esto concuerda con los testimonios de los pobladores de Ucayali y con el comportamiento de las variables climáticas: las precipitaciones y el número de inundaciones están disminuyendo. Además, según estas declaraciones, las personas están tomando mayor consciencia sobre la adopción de medida preventivas y junto con estas, la asunción de acciones concretas respecto a la gestión de los residuos sólidos y el almacenamiento de agua pluvial.

Las campañas de 'recojo de inservibles' que realizan conjuntamente las postas y centros de salud con cierta regularidad. Sumado a esto, hay más campañas de concientización tanto en las mismas postas como en los colegios y plazas. Acciones conjuntas y organizadas que determinan que los brotes sean cada vez menores

Robust regression

Number of obs = 59
F(3, 55) = 155.79
Prob > F = 0.0000

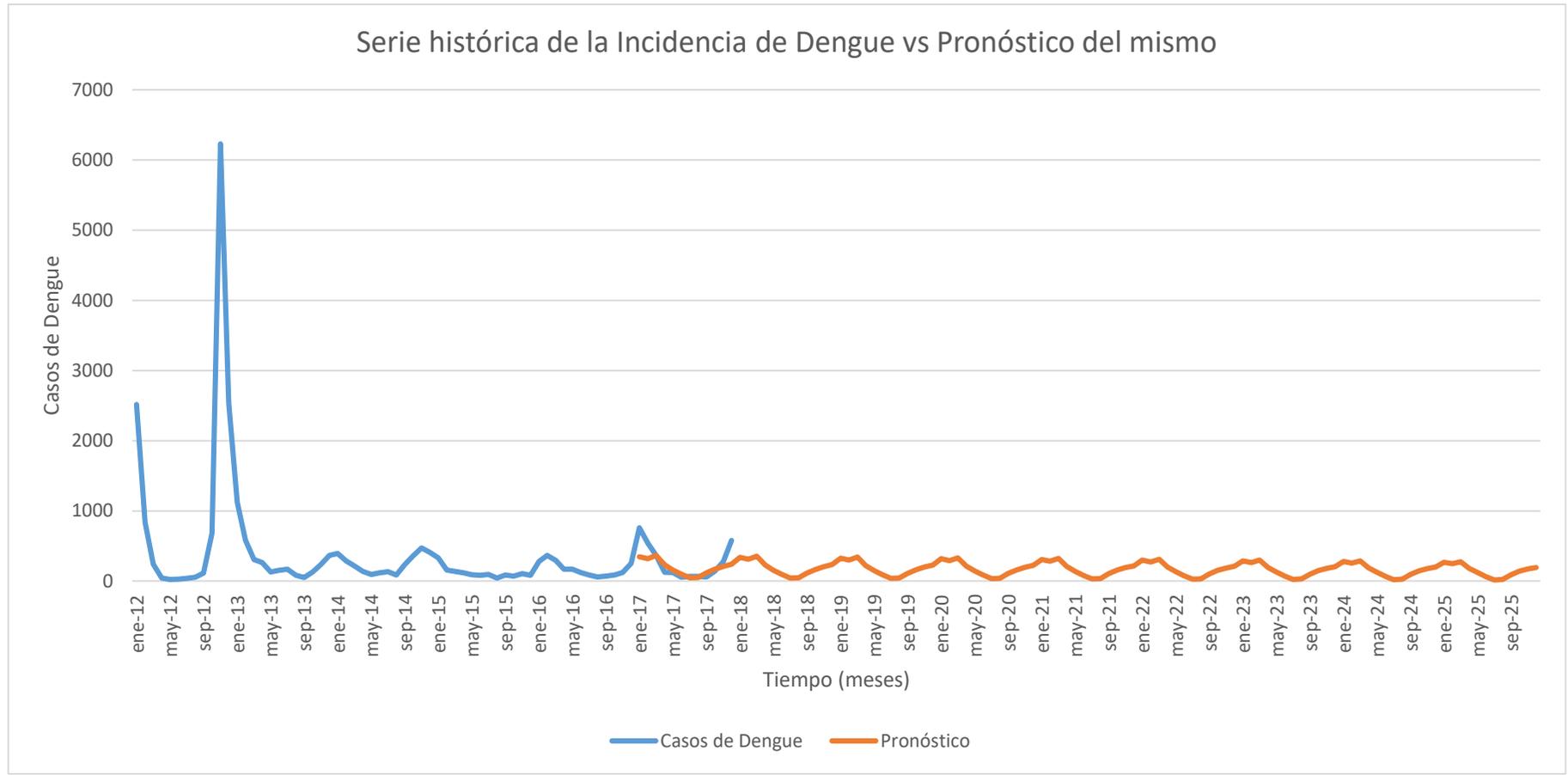
casosdedengue	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
temperaturapromedio	67.82473	22.99349	2.95	0.005	21.74475 113.9047
humedadrelativa	17.13142	6.768498	2.53	0.014	3.567049 30.69579
NúmerodeInundaciones	34.58672	1.710223	20.22	0.000	31.15936 38.01409
_cons	-3114.055	934.1962	-3.33	0.002	-4986.226 -1241.884

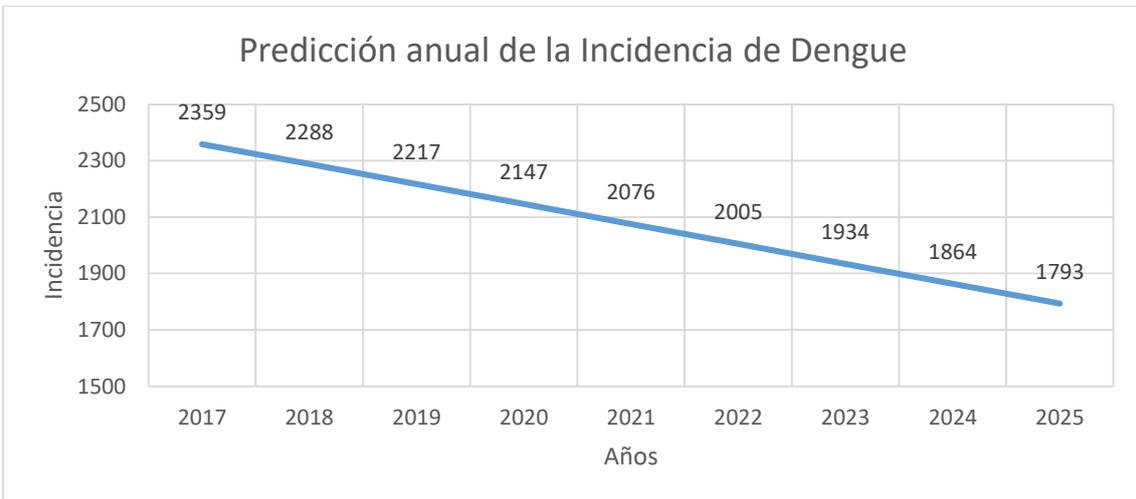
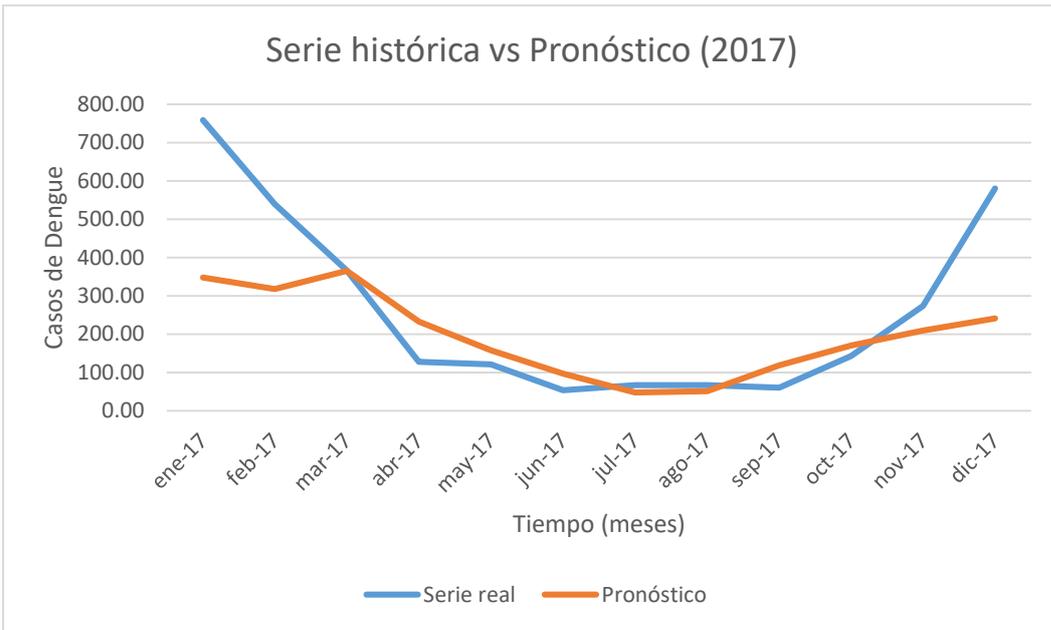
$$\text{Dengue} = -3114.05 + 67.82 * \text{temperatura} + 17.13 * \text{humedad} + 34.58 * N^{\circ} \text{Inundac.}$$

Interpretación:

- Sí la temperatura aumenta en 1 grado Celsius, en promedio habrá 67 nuevos casos de dengue.
- Sí la humedad aumenta en 1%, en promedio habrá 17 nuevos casos de dengue.
- Sí el número de inundaciones aumenta en 1, en promedio habrá 34 nuevos casos de dengue.

Serie histórica de la Incidencia de Dengue vs Pronóstico del mismo

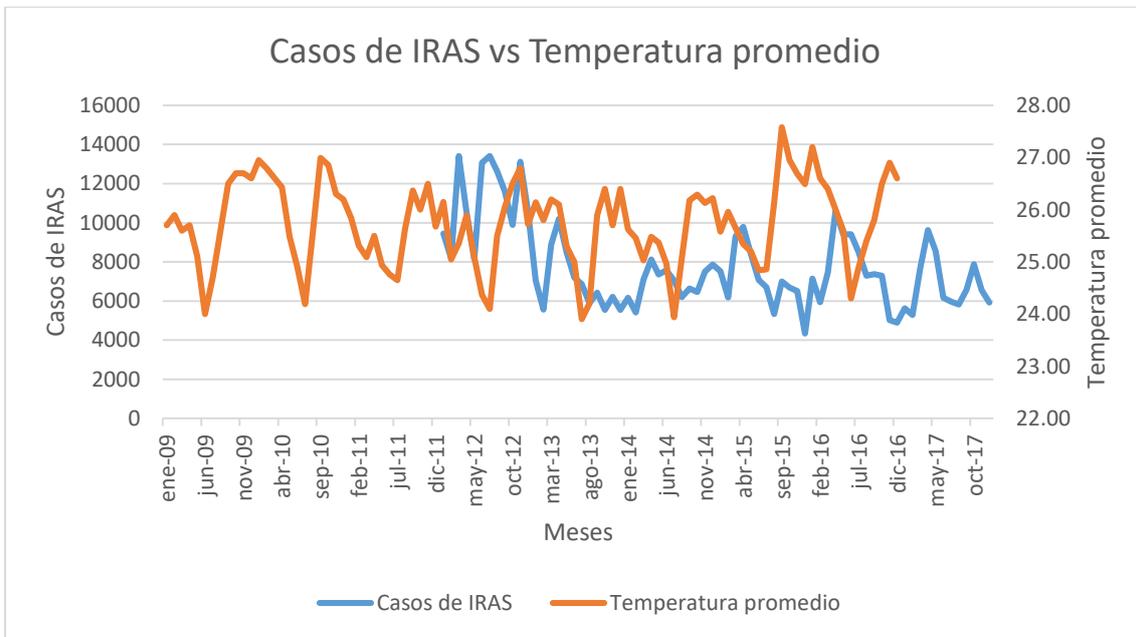




III.2) Infecciones respiratorias agudas (IRAS)

III.2.1) Correlación entre la incidencia de IRAS y las variables climáticas

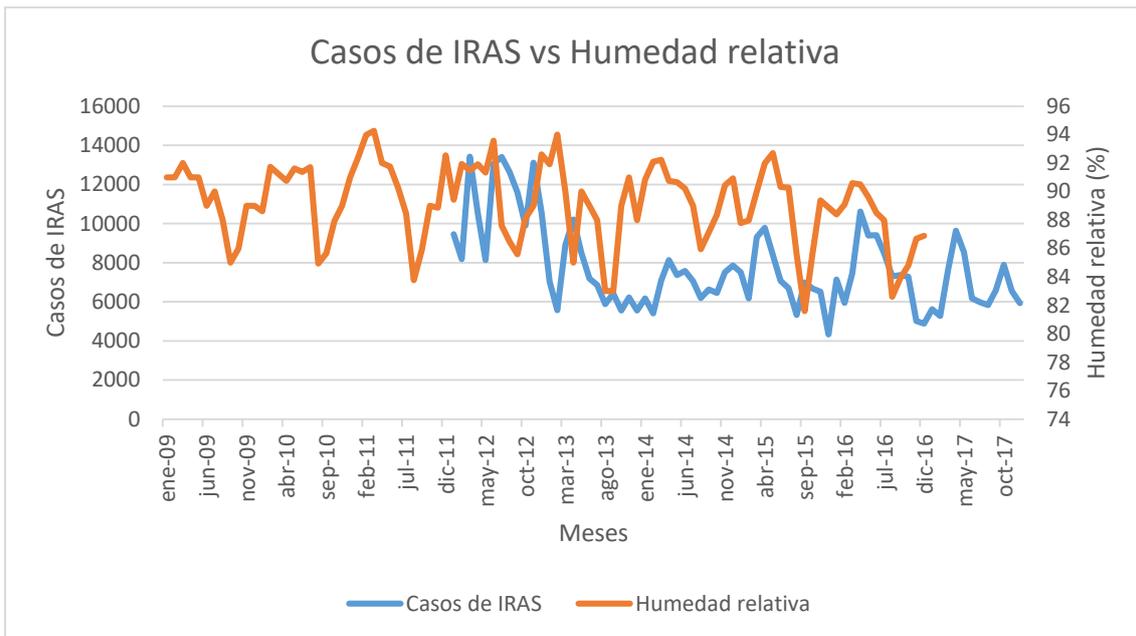
TEMPERATURA PROMEDIO



Correlación de Pearson: -0.22 (negativa baja)

Correlación de Spearman: -0.25 (negativa baja)

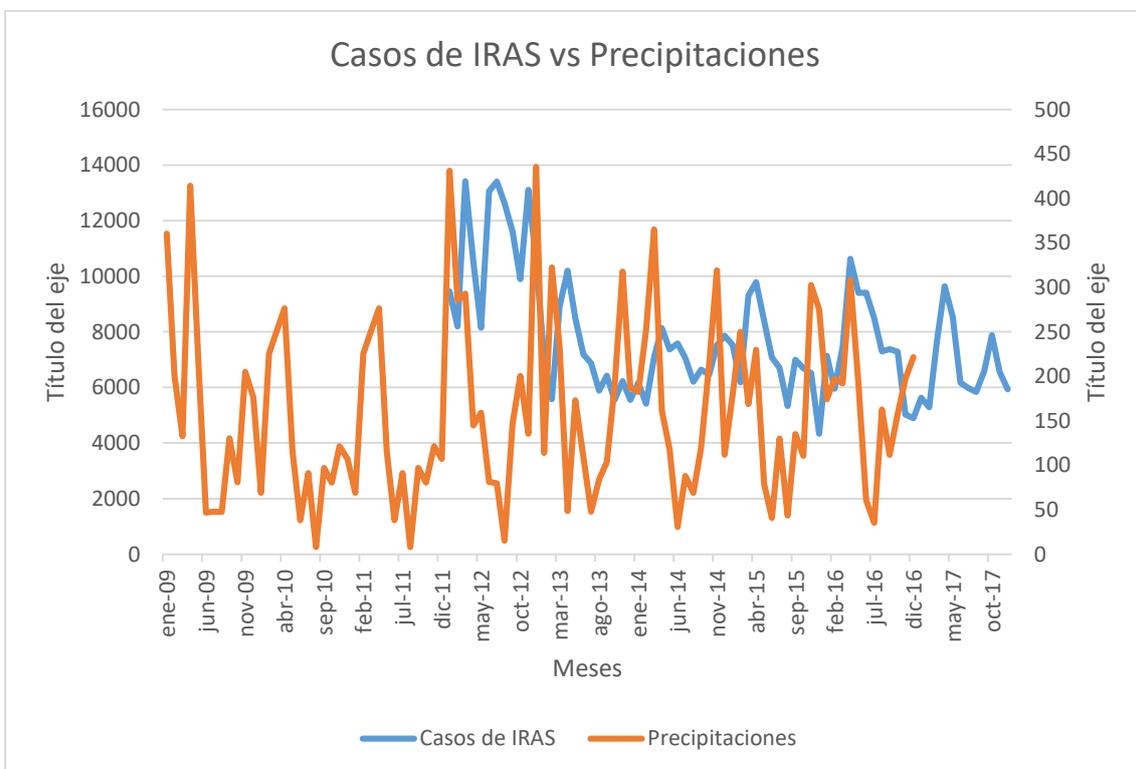
HUMEDAD RELATIVA



Correlación de Pearson: 0.18 (positiva baja)

Correlación de Spearman: 0.23 (positiva baja)

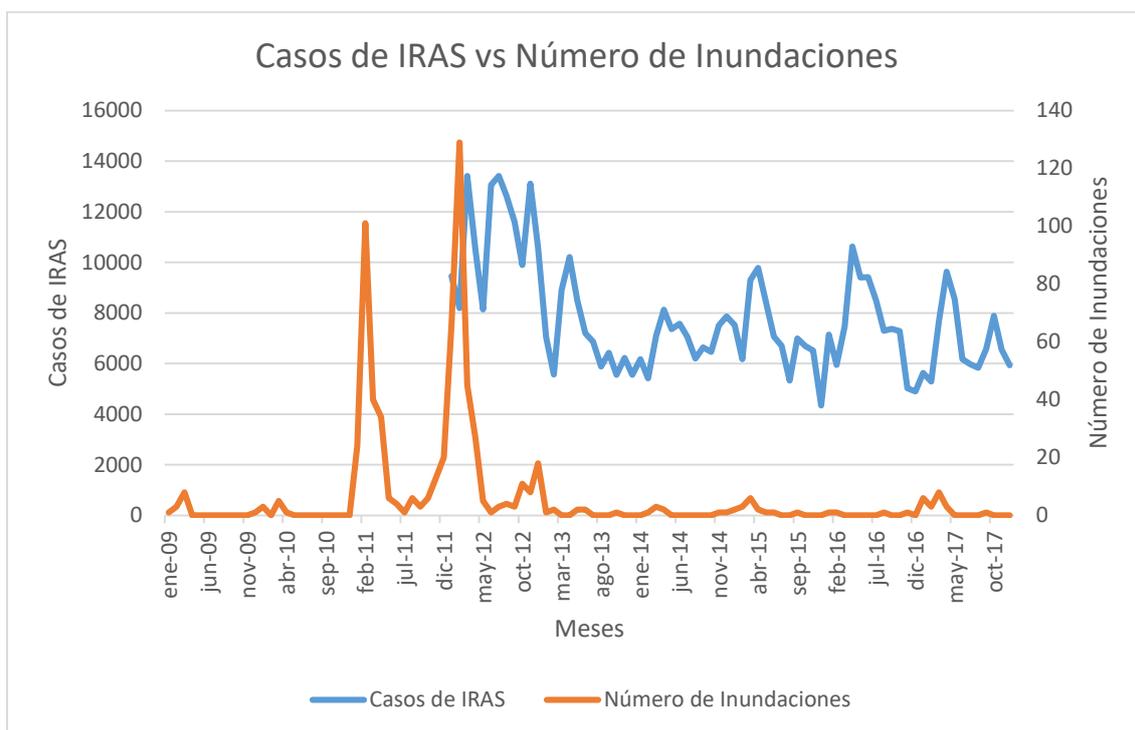
PRECIPITACIONES



Correlación de Pearson: -0.06 (negativa baja)

Correlación de Spearman: -0.10 (negativa baja)

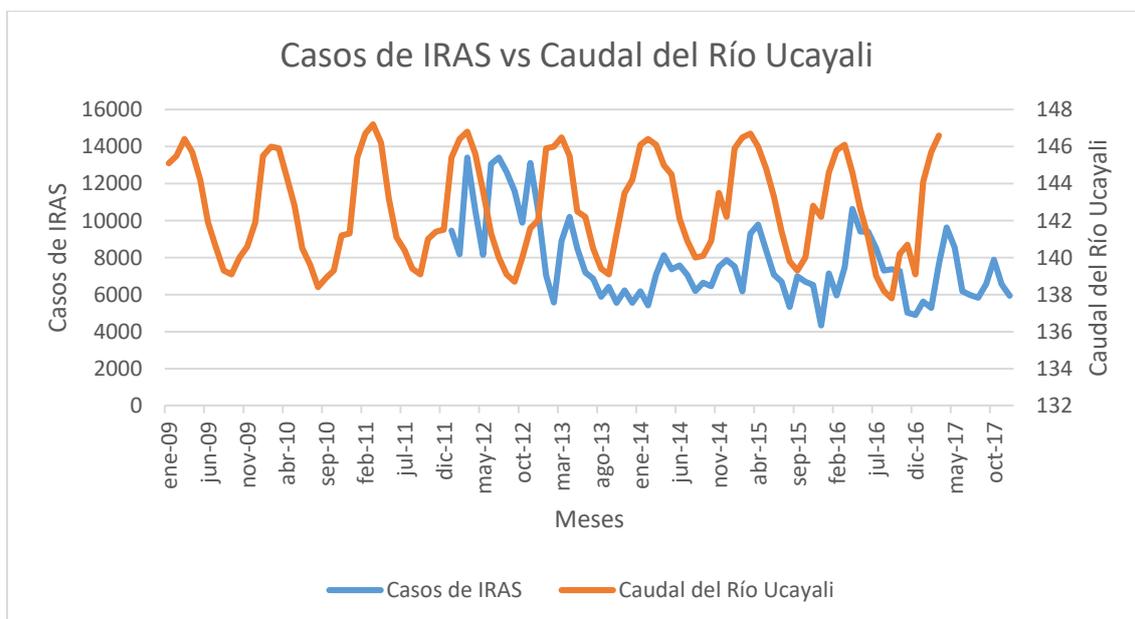
NÚMERO DE INUNDACIONES



Correlación de Pearson: 0.23 (positiva baja)

Correlación de Spearman: 0.41 (positiva media)

CAUDAL DEL RÍO UCAYALI



Correlación de Pearson: 0.00

Correlación de Spearman: 0.07

III.3.1) Modelo predictivo de la incidencia de IRAS

El modelo elegido es el de Mínimos Cuadrados Ordinarios. A pesar de que solo resultó haber una variable significativa en el modelo, la predicción de la incidencia de esta enfermedad va acorde con la tendencia de la enfermedad. Claro está que las oscilaciones no se logran captar, pero se debe considerar que se está utilizando una variable que, además, es significativa a un 8% (lo ideal es que sea a un 5%).

La predicción de la enfermedad permitirá determinar que los casos de IRAS irán disminuyendo progresivamente hasta alcanzar un número de casos de 89 700 anual en el 2025. Esto representaría una disminución en casi 3000 casos partiendo desde el 2017: una disminución más que significativa.

Por último, es lógico que se encuentre que la temperatura tiene un efecto negativo sobre los casos de IRAS: cuando disminuye la temperatura es que aumentan los resfríos, casos de neumonía y demás infecciones respiratorias.

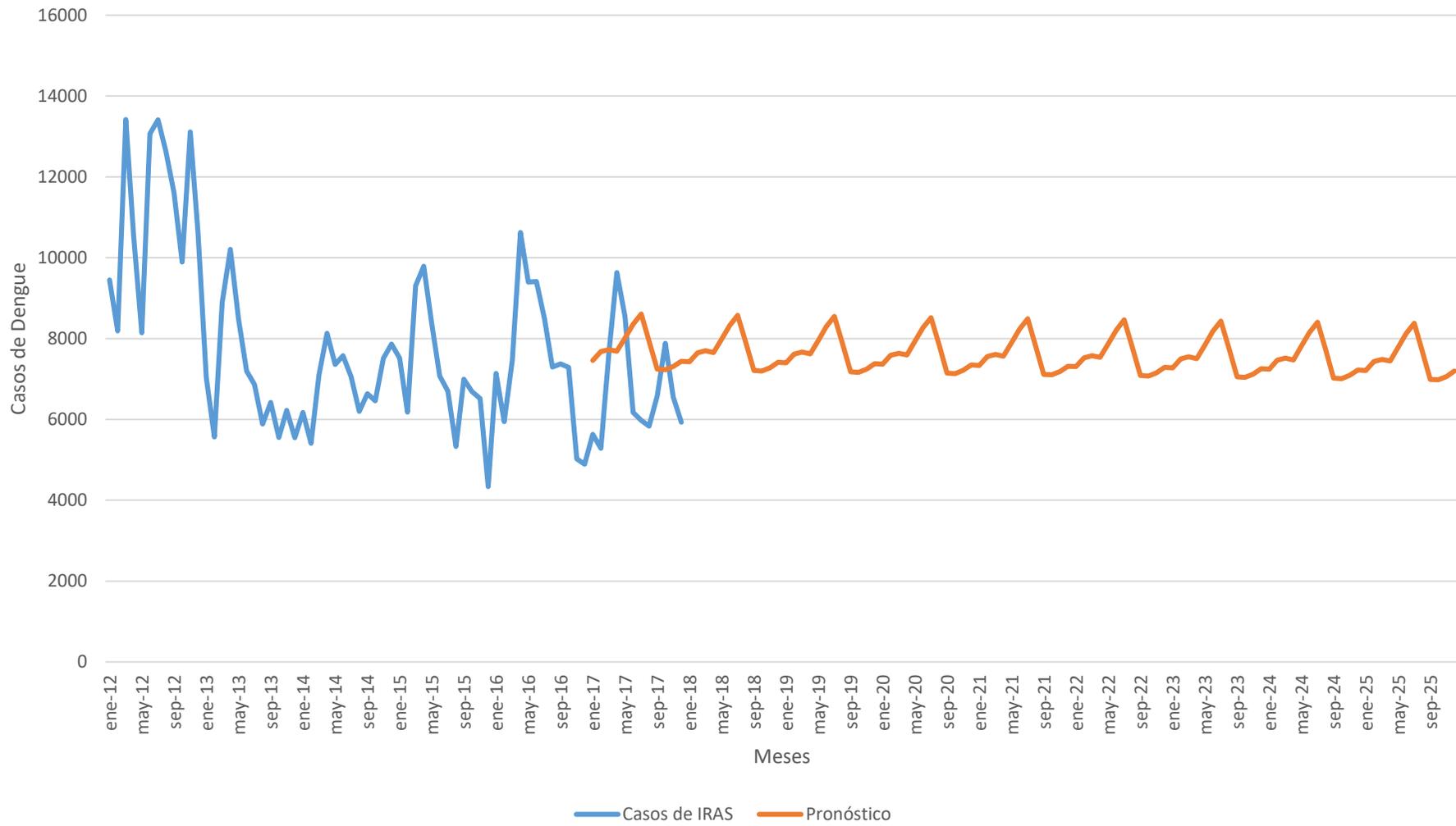
Source	SS	df	MS	Number of obs	=	60
Model	14650283.8	1	14650283.8	F(1, 58)	=	3.05
Residual	278286934	58	4798050.59	Prob > F	=	0.0859
Total	292937218	59	4965037.6	R-squared	=	0.0500
				Adj R-squared	=	0.0336
				Root MSE	=	2190.4

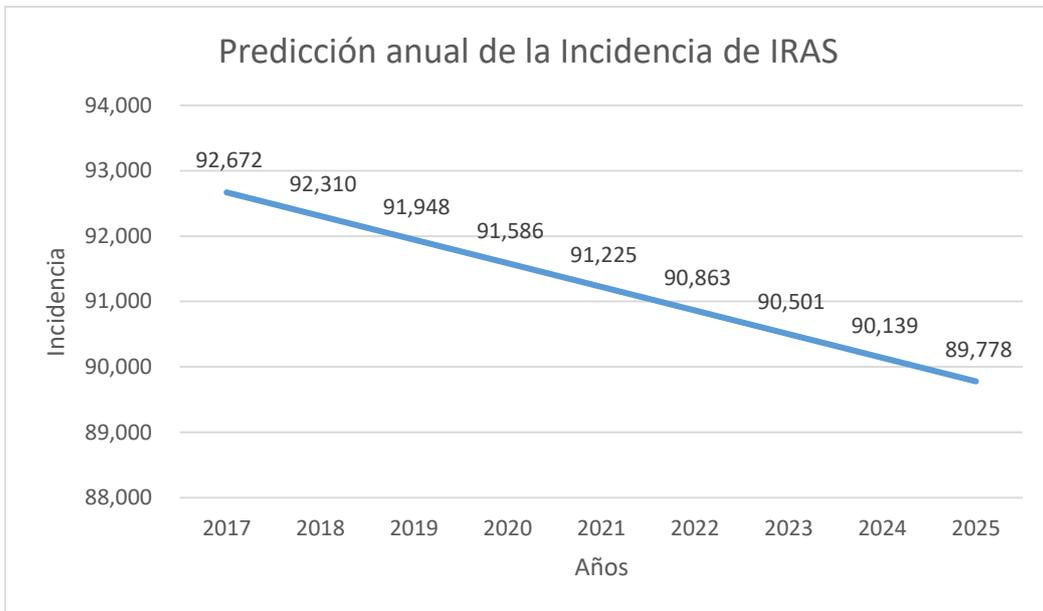
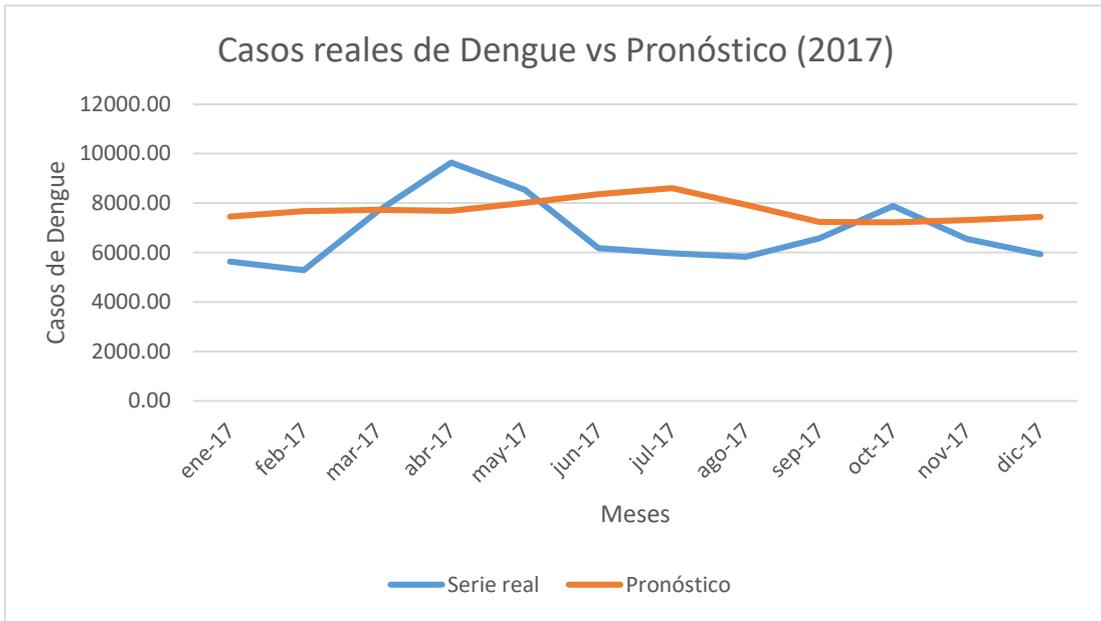
casosdeiras	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
temperaturapromedio	-612.7534	350.6672	-1.75	0.086	-1314.69 89.18324
_cons	23698.56	9021.548	2.63	0.011	5639.97 41757.15

$$IRAS = 23698 - 612.75 * Temperatura\ prom.$$

- Sí la temperatura promedio aumenta en 1 grado Celsius, en promedio habrá 612 caso menos de Infecciones respiratorias agudas

Serie histórica de la Incidencia de IRAS vs Pronóstico del mismo

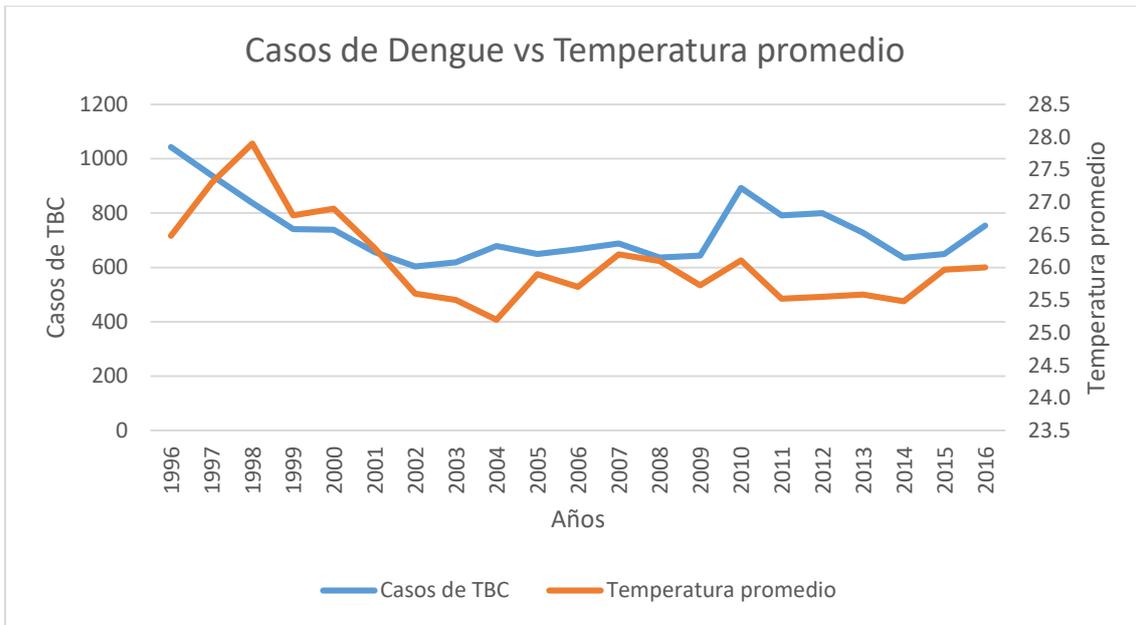




III.4) Tuberculosis

III.4.1) Correlación entre la incidencia de Tuberculosis y las variables climáticas

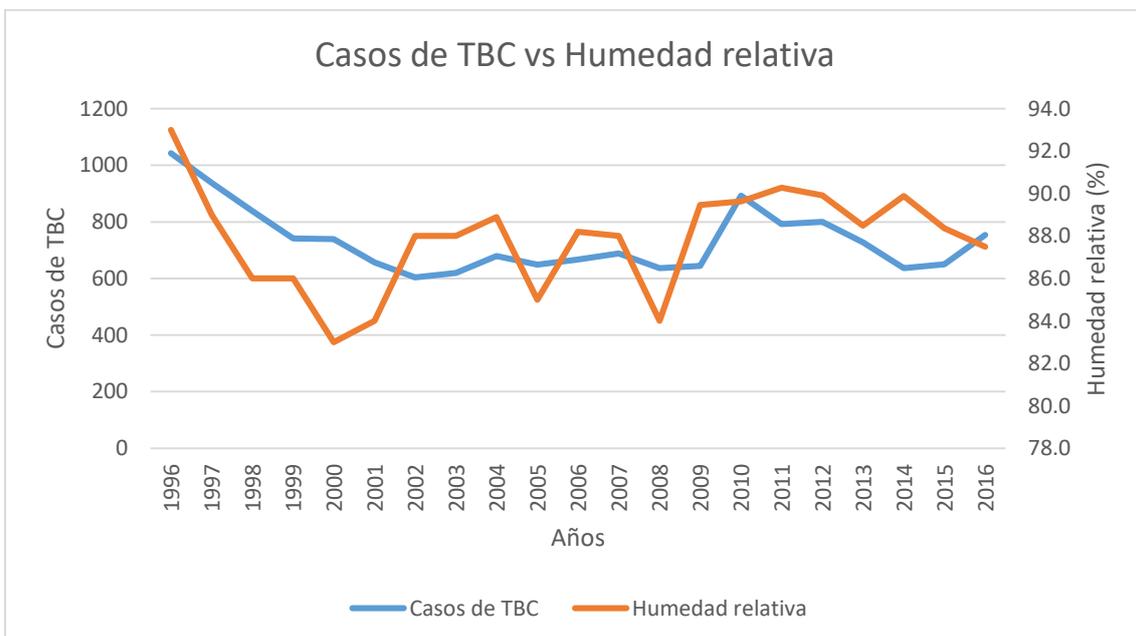
TEMPERATURA PROMEDIO



Correlación de Pearson: 0.51 (positiva alta)

Correlación de Spearman: 0.46 (positiva media)

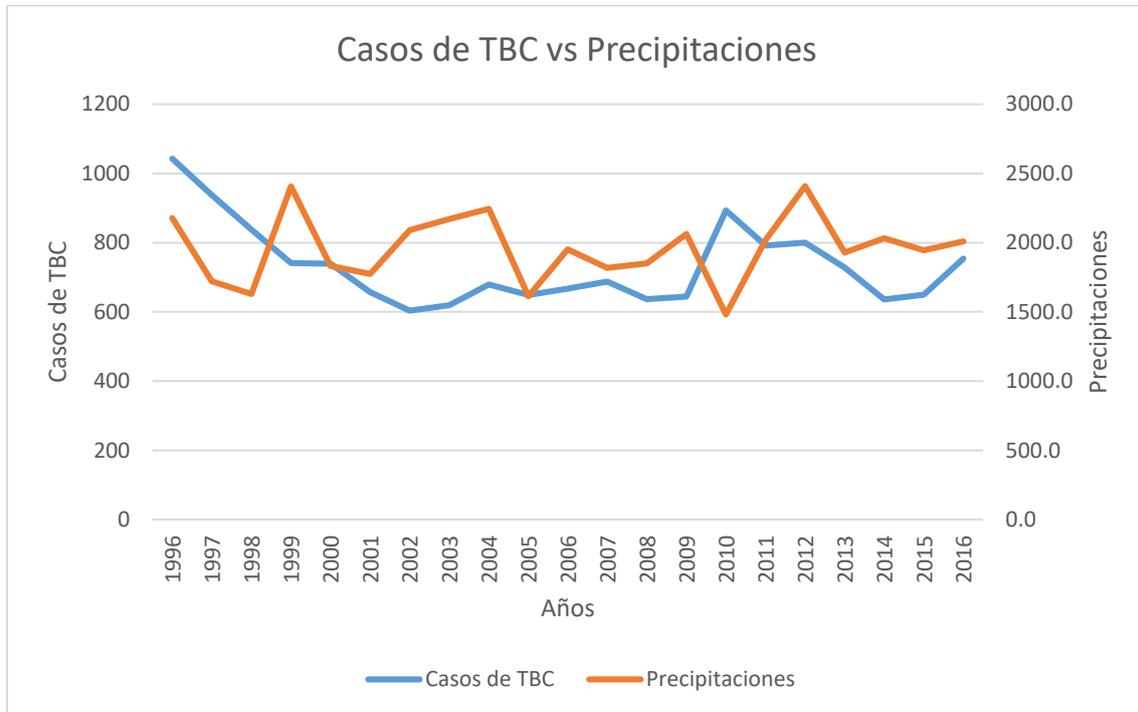
HUMEDAD RELATIVA



Correlación de Pearson: 0.45 (positiva media)

Correlación de Spearman: 0.32 (positiva media)

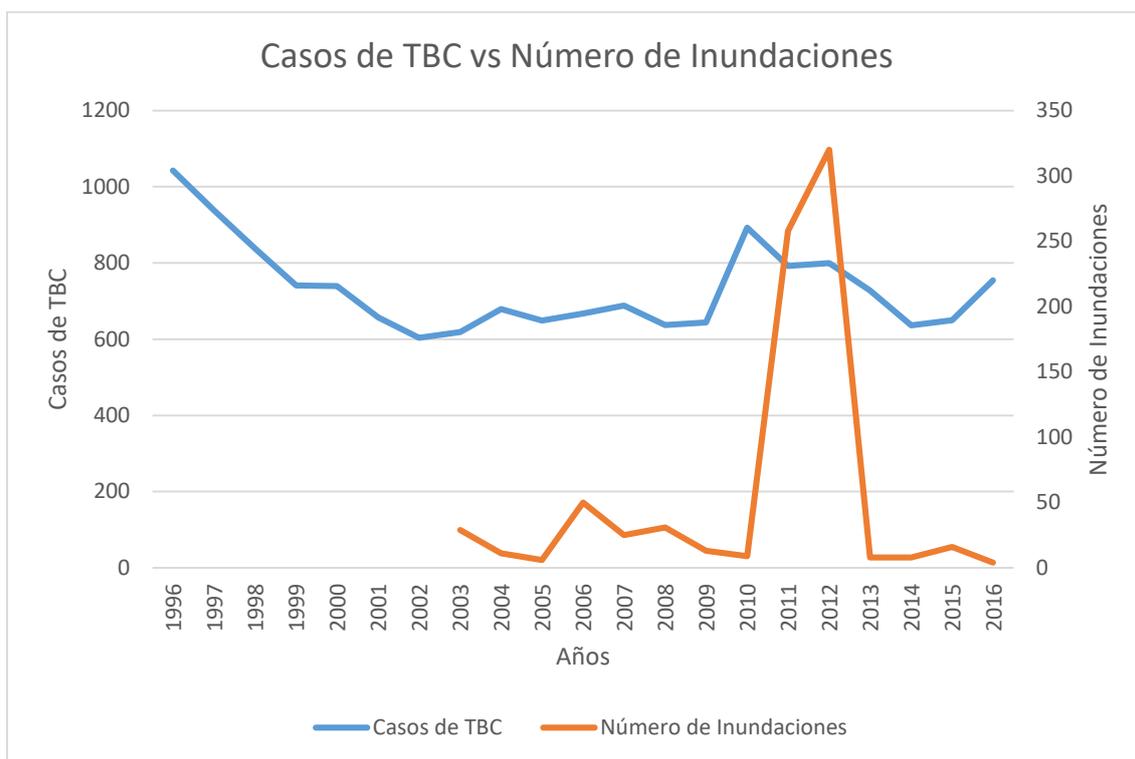
PRECIPITACIONES



Correlación de Pearson: -0.11 (negativa baja)

Correlación de Spearman: -0.14 (negativa baja)

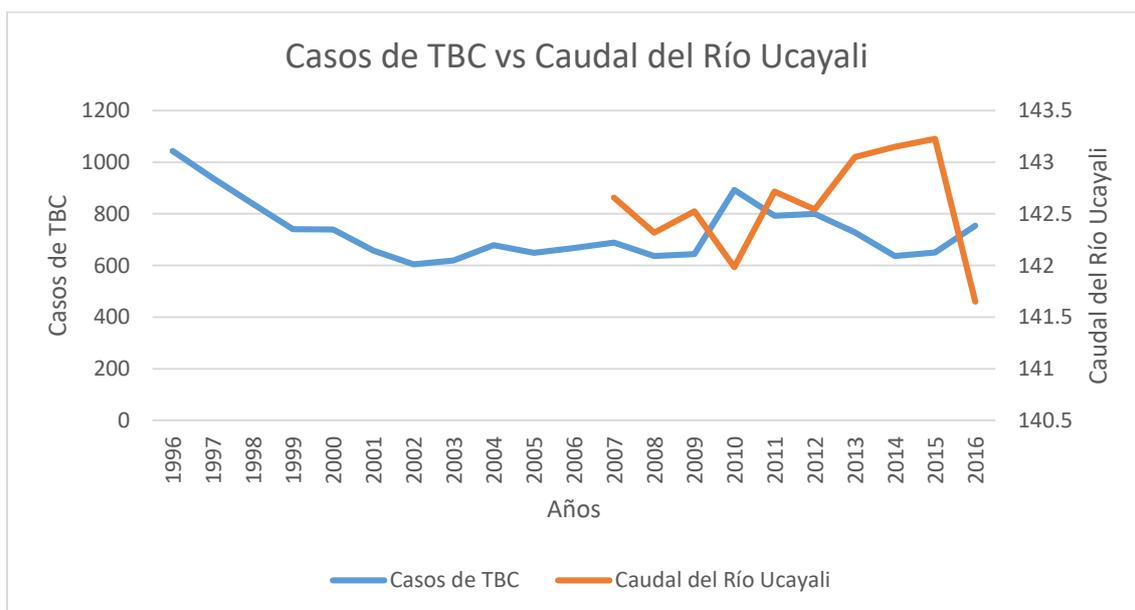
NÚMERO DE INUNDACIONES



Correlación de Pearson: 0.45 (positiva media)

Correlación de Spearman: 0.06 (positiva baja)

CAUDAL DEL RÍO UCAYALI



Correlación de Pearson: -0.49 (negativa media)

Correlación de Spearman: -0.35 (negativa baja)

III.3.2) Modelo predictivo de la Tuberculosis

Se utilizó un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios con datos anuales, a diferencia de los anteriores modelos, donde la periodicidad fue mensual. La significancia individual como conjunta es muy buena: 0.000. Según el modelo, las únicas variables que influyen significativamente en la incidencia de TBC son la temperatura y la humedad, es precisamente esta última la que tiene un mayor efecto parcial. No obstante, la predicción de la incidencia hasta el 2025 solo logra captar la tendencia, esto debido a que la serie histórica no presenta ninguna oscilación regular.

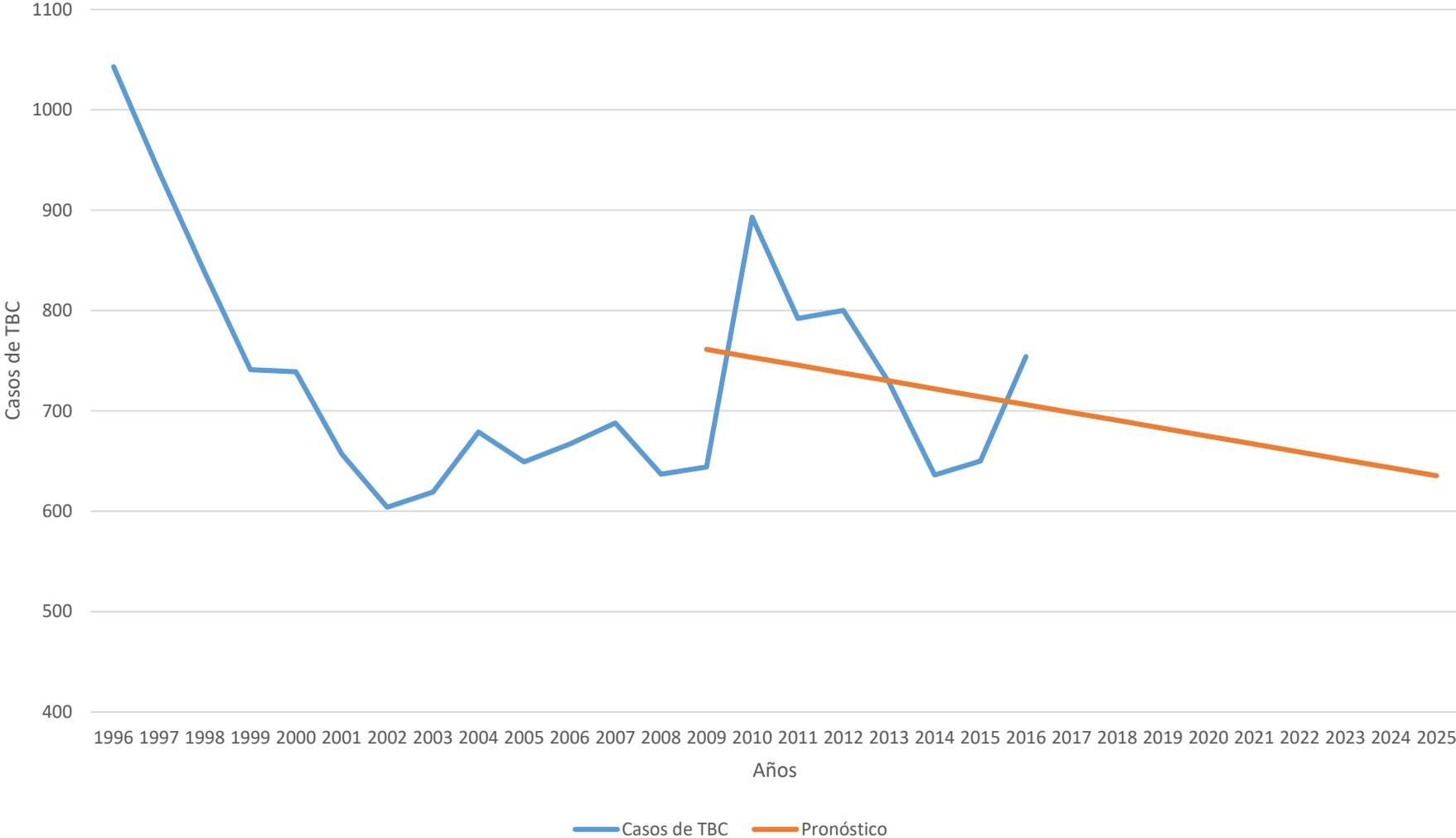
Source	SS	df	MS	Number of obs	=	21
Model	190344.725	2	95172.3627	F(2, 18)	=	21.92
Residual	78141.846	18	4341.21367	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.7090
				Adj R-squared	=	0.6766
Total	268486.571	20	13424.3286	Root MSE	=	65.888

casosdetbc	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
temperaturapromedio	130.12	23.23675	5.60	0.000	81.30139	178.9386
humedadrelativa	33.98548	6.460566	5.26	0.000	20.41233	47.55863
_cons	-5646.512	963.797	-5.86	0.000	-7671.374	-3621.649

$$TBC = -5646 + 130.1 * temperatura\ prom. + 33.9 * humedad\ relativa$$

- Sí la temperatura promedio aumenta en 1 grado Celsius, en promedio habrá 130 caso más de TBC.
- Sí la humedad relativa aumenta en 1%, en promedio habrá 33 casos más de TBC

Serie histórica de la incidencia de TBC vs Pronóstico



DISCUSION

Temperatura: En relación a la temperatura promedio en Ucayali, evaluada retrospectivamente desde enero de 2009 hasta enero del 2017 y luego el pronóstico anual de la temperatura promedio anual, se observa una tendencia lineal ascendente. Del 2018 al 2025 un aumento de alrededor de 0.3 grados Celsius y un acumulado de casi un grado desde el 2000 al 2025.

Humedad Relativa: Contrariamente al pronóstico de la temperatura promedio, la humedad relativa ha ido disminuyendo de forma gradual y en forma oscilante. Ha sufrido picos durante los meses de febrero y marzo para luego bajar hasta sus puntos más bajos en los meses de agosto y setiembre. Estas oscilaciones tienen una tendencia hacia la baja, la cual se puede apreciar más marcadamente a partir del 2013: los puntos bajos de cada año eran cada vez menores.

Precipitaciones: Sobre la tendencia se puede decir que hay una muy ligera tendencia al alza a lo largo de los años. A primera vista se podría decir que el promedio anual de las precipitaciones ha tenido el mismo comportamiento de 2009 hasta 2016, pero si calculamos el total de precipitaciones para cada año – como sea aprecia en la segunda gráfica debajo de este párrafo – se puede advertir que efectivamente cada año hay, en promedio, 2 mm más

Numero de inundaciones: Con respecto al pronóstico anual, se tiene que el número de inundaciones disminuiría a un mínimo de 13 en el 2025. Este pronóstico va de la mano con el pronóstico, también a la baja, del total de precipitaciones. Como las precipitaciones han ido bajando y se espera que se siga así, las inundaciones también caerían: una es consecuencia de la otra.

Caudal del Rio Ucayali: En el cuadro de la superposición de las series se muestra el cálculo del caudal promedio para los años comprendidos entre el 2018 y el 2025. Esta serie muestra que habría un muy ligero descenso, apenas imperceptible.

DISCUSION DE LA INFLUENCIA DE LAS VARIABLES AMBIENTALES SOBRE LAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS, MODELOS PREDICTIVOS.

1. DENGUE

La temperatura muestra una correlación positiva con el Dengue, aunque en un rango bajo (Correlación de Spearman: 0.32 (positiva baja)).

La “Humedad Relativa” muestra una correlación positiva con el Dengue, aunque en un rango bajo (Correlación de Spearman: 0.33 (positiva baja)).

Las precipitaciones muestran una correlación positiva con el Dengue, en un rango alto (Correlación de Spearman: 0.56 (positiva alta)).

El numero de inundaciones muestran una correlación positiva con el Dengue, en un rango bajo (Correlación de Spearman: 0.25 (positiva baja)).

El Caudal del Rio Ucayali muestran una correlación positiva con el Dengue, en un rango alto (Correlación de Spearman: 0.51 (positiva alta)).

El modelo predictivo para Dengue es robusto y esta resumido a continuación:

$$Dengue = -3114.05 + 67.82 * temperatura + 17.13 * humedad + 34.58 * N^{\circ} Inundac.$$

Interpretación:

- Sí la temperatura aumenta en 1 grado Celsius, en promedio habrá 67 nuevos casos adicionales de dengue.
- Sí la humedad aumenta en 1%, en promedio habrá 17 nuevos casos adicionales de dengue.
- Sí el número de inundaciones aumenta en 1, en promedio habrá 34 nuevos casos adicionales de dengue.

La predicción anual de la incidencia de Dengue, va estacionaria con lenta disminución.

Según el estudio de Chowel G et al, el dengue es persistente y endémico en las zonas selváticas del Perú, donde las epidemias alcanzan su punto máximo con mayor frecuencia en marzo, cuando las precipitaciones son abundantes. Las diferencias en el calendario de las epidemias de dengue en la selva y las regiones costeras están significativamente asociadas con el ciclo de la temperatura estacional. Los resultados de la influencia de los factores geográficos y climáticos en el calendario de las epidemias de dengue en el Perú 1994-2008, sugieren que el dengue se importa con frecuencia en las regiones costeras a través de chispas infecciosas provenientes de áreas de selva endémica y / o ciudades de otros países endémicos vecinos, donde las condiciones ambientales propicias promueven los sitios de reproducción de mosquitos durante todo el año. Si las áreas endémicas de la selva son responsables de las múltiples introducciones de dengue en las áreas costeras, su control repercute no solo en la selva, sino que se extiende a la costa del Perú.

Las diferencias espaciales en el calendario de las epidemias resaltadas en dicho estudio demuestran las ventajas de los datos espacio-temporales de alta resolución para detectar niveles heterogéneos en la dinámica espacio-temporal de las epidemias de dengue. La presencia de niveles significativos de heterogeneidad espacio-temporal resalta la necesidad de actuar con cautela en el análisis de datos de series de tiempo agregadas que comprenden una heterogeneidad espacial significativa, como en el caso de Perú.

Varios autores han estudiado los factores climáticos, evaluando como la temperatura y la precipitación, afectan significativamente el ciclo de vida de los mosquitos del dengue (Jetten TH, 1997; Li CF, 1985; Mourya DT, 2010), por lo tanto, estos factores deben incluirse en los modelos matemáticos de transmisión del dengue. Muchos estudios han investigado los efectos de los factores climáticos en la transmisión del dengue. Factores de impacto del cambio climático relevantes para la población de mosquitos. En particular, la temperatura tiene una fuerte

influencia en la transmisión del dengue y en la población de mosquitos *Aedes*. Liu-Helmersson et al, 2014, y Lee, H, 2018, investigaron el impacto de la variación de la temperatura en la dinámica de transmisión del dengue en un modelo de una sola cepa.

Las incidencias de dengue en Tailandia, Taiwán, Singapur y Brasil están asociadas con patrones estacionales de temperatura, humedad relativa y precipitaciones (Mourya DT, 2004; Depradine C, 2004; Keating J. 2001; Chowell G, 2006) Los enfoques estadísticos han revelado que estos patrones estacionales desempeñan un papel importante en la transmisión del dengue (Chowell, G, 2006; Chowell, G, 2008).

Se empleó un modelo de transmisión de dengue de dos parches que incorpora la estacionalidad para explorar el impacto de diferentes estrategias de control específicas de parches. Además, la cantidad de lluvia puede afectar el tamaño de la población larvaria (Harrington LC, 2005), y el patrón de precipitación tiene un cierto efecto sobre la densidad larvaria (Mammen, M. P., 2008). Un estudio reciente realizado por Bosch et al. consideró seis modelos diferentes de dengue, con importantes características del dengue como la inmunidad cruzada, la mejora dependiente de anticuerpos y el forzamiento estacional (Cazelles, B, 2005). Los autores adoptaron una estrategia de modelado orientada a patrones para capturar dinámicas del dengue, como las fluctuaciones plurianuales y la duración media entre picos.

Nuestro modelo en la Region de Ucayali, confirma la relacion directa del Dengue con las variables climaticas: Temperatura, Humeda Relativa y Precipitaciones.

2. INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS: IRAS

La temperatura promedio muestra una correlación negativa con las IRAS, aunque en un rango bajo (Correlación de Spearman: -0.25 (negativa baja)).

La “Humedad Relativa” muestra una correlación positiva con las IRAS, aunque en un rango bajo (Correlación de Spearman: 0.23 (positiva baja)).

Las precipitaciones muestran una correlación negativa con las IRAS, en un rango bajo (Correlación de Spearman: -0.10 (negativa baja)).

El numero de inundaciones muestra una correlación positiva con las IRAS, en un rango bajo (Correlación de Spearman: 0.41 (positiva media)).

El Caudal del Rio Ucayali no muestra una correlación con las IRAS.

El modelo predictivo para IRAS esta resumido a continuación:

$$IRAS = 23698 - 612.75 * Temperatura\ prom.$$

- Sí la temperatura promedio aumenta en 1 grado Celsius, en promedio habrá 612 casos menos de Infecciones respiratorias agudas

La predicción anual de la incidencia de IRAS, muestra una tendencia continua a la disminución.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS). El cambio climático influye en los determinantes sociales y medioambientales de la salud y desde los años setenta, ha causado un incremento en las enfermedades infecto-contagiosas.

Diversos estudios (Giraldo Sandra 2014; Melina Aguinaga 2003) confirman como el clima frío estuvo asociado en un 25 % a las infecciones respiratorias agudas (IRAS

Las infecciones respiratorias agudas (IRA) representan uno de los principales problemas para los niños menores de 5 años.

En América, las IRA se encuentra dentro de las cinco primeras causas de defunción de menores de 5 años y representa el primer motivo de enfermedad y consulta en los establecimientos de salud.

En el Perú, la población de mayor grado de vulnerabilidad son los pueblos indígenas debido a que son las poblaciones que han sufrido mayor exclusión de los servicios sociales por parte del Estado. Además, son las poblaciones que se encuentran estrechamente vinculadas al medioambiente y son a las que principalmente les afecta los cambios climatológicos.

Con esto el escenario del cambio climático afectará a la biología y ecología de las comunidades indígenas y, por consiguiente, el riesgo de transmisión de enfermedades infecciones y metaxénicas (transmisión por vectores).

3. TUBERCULOSIS

La temperatura promedio muestra una correlación positiva con la tuberculosis, en un rango alto (Correlación de Pearson: 0.51 (positivo alto)).

La “Humedad Relativa” muestra una correlación positiva con la tuberculosis, en un rango medio (Correlación de Pearson: 0.45 (positivo medio)).

Las precipitaciones muestran una correlación negativa con la tuberculosis, en un rango bajo (Correlación de Spearman: -0.14 (negativa baja)).

El numero de inundaciones muestra una correlación positiva con la tuberculosis, en un rango medio (Correlación de Pearson: 0.45 (positiva media)).

El Caudal del Rio Ucayali muestra una correlación negativa media con la tuberculosis. (Correlación de Pearson: -0.49 (negativa media)).

El modelo predictivo para tuberculosis esta resumido a continuación:

$$TBC = -5646 + 130.1 * temperatura\ prom. + 33.9 * humedad\ relativa$$

- Sí la temperatura promedio aumenta en 1 grado Celsius, en promedio habrá 130 caso más de TBC.
- Sí la humedad relativa aumenta en 1%, en promedio habrá 33 casos más de TBC

La predicción anual de la incidencia de tuberculosis muestra una tendencia leve a la disminución.

Un estudio recientemente publicado por la Facultad de Medicina de la URP (Franko O.Garcia-Solorzano et al, 2019), evalúa la posible relación entre los fenómenos ENOS y la incidencia de TB en un gran hospital de Lima, Perú, durante un período de 4 años. Dicho estudio, menciona que se sabe que factores como el hacinamiento y la malnutrición tienen un impacto importante en la epidemiología de la tuberculosis (TB), especialmente en países en desarrollo como Perú. Algunos pocos estudios que demuestran la asociación entre los factores climáticos y la variabilidad estacional de la TB (Li X-X, Wang L-X, 2013; X.X. Li, L.X. Wang, 2013; F.M.C. Fernandes de,2017) han sido realizados; sin embargo, en Perú, así como en América Latina, faltan estudios sobre este tema.

Un fenómeno climático como El Niño Oscilación del Sur (ENOS) afecta las variables climáticas, promoviendo la transmisión de enfermedades infecciosas en Perú y otros países de la región, en particular las enfermedades transmitidas por vectores

Se realizó un análisis ecológico en el que se evaluó la relación entre el número de casos mensuales de TB y las variables climáticas de la Agencia Nacional Oceanográfica y Atmosférica (NOAA). El ENOS se midió mediante el Índice de Niño Oceánico (ONI), que es el promedio mensual de anomalías climáticas en la temperatura de la superficie del mar, expresada en ° C, en la región de El Niño 3.4 [5 ° N – 5 ° S, 120 ° –170 ° W]. Se ejecutaron modelos de regresión no lineal para estas variables. Se utilizó Stata 14[®], nivel de significación $p < 0.05$.

Un total de 2162 casos fueron diagnosticados durante el período de estudio (36 / mes), 56.5% de los cuales correspondieron a tuberculosis pulmonar. En las regresiones no lineales simples, se observaron asociaciones significativas entre ONI ($r^2 = 0.9495$; $p < 0.0001$) y la incidencia de TB. Además, se evidenció un mayor número de casos de TB cuando el índice ONI tenía valores por debajo de 0,5 ° C (fenómeno de La Niña).

Además, la asociación entre TB pulmonar (TBP) $r^2 = 0.9081$ ($p < 0.0001$) y TB extrapulmonar (TBEP) $r^2 = 0.9250$ ($p < 0.0001$) con ONI fue muy significativa.

La relación inversamente proporcional para el caso del TBP con el ONI podría ser debido a su transmisión aérea, lo que lo hace más susceptible a la influencia del clima.

La Organización Mundial de la Salud reconoce los efectos de las variaciones del clima en el incremento de estas enfermedades. Los factores climatológicos como la temperatura, la precipitación y la humedad pueden afectar la incidencia de las enfermedades transmitidas por vectores.

Los datos hallados en nuestro estudio indican el potencial impacto de la variabilidad climática sobre las enfermedades infectocontagiosas emergentes y reemergentes en la Region de Ucayali, en la selva peruana. Se requiere de mayores estudios profundos orientados a desarrollar estrategias para una mejor vigilancia de estas enfermedades con las bases de la predicción y la detección temprana de condiciones apropiadas para el incremento en la incidencia de la enfermedad, tal como se ha venido haciendo con el dengue, la tuberculosis y las infecciones respiratorias agudas. Nuestro modelo requiere ajustes, para estimar EDAS y Malaria, así como la importancia de disponer de registros completos y de calidad en las series temporales, para obtener resultados y proyecciones confiables.

Según los estudios de Pietro Cecato et al (2018), hasta la fecha, gran parte del debate se ha centrado en la atribución de cambios pasados en las tasas de enfermedades al cambio climático y el uso de modelos basados en escenarios para proyectar cambios futuros en el riesgo de enfermedades específicas. Estos modelos matemáticos proporcionan indicaciones útiles, pero persiste la inevitable incertidumbre en tales análisis, así como la contingencia sobre otros determinantes socioeconómicos y de salud pública en el pasado o en el futuro, limitando su utilidad como herramientas de apoyo a la toma de decisiones.

Los modelos predictivos de resultados también deben validarse en comparación con las observaciones de campo, para darse cuenta de su utilidad en el proceso de toma de decisiones de salud comunitaria y cambio climático, especialmente a nivel local (Manyangadze et al) en regiones como la Selva Peruana.

Para el gobierno y las organizaciones de salud, la necesidad más apremiante es el fortalecimiento de los esfuerzos actuales de control de enfermedades para reducir las tasas actuales de enfermedades y gestionar los riesgos climáticos a corto plazo, lo que, a su vez, aumentará la resiliencia al cambio climático a largo plazo.

Comprender inicialmente los mecanismos que impulsan los cambios en la transmisión de enfermedades resulta esencial. Primero intentamos entender la relación entre las enfermedades y el clima mediante la creación de estratificación espacial y temporal de las enfermedades y la población en riesgo (es decir, el mapeo de riesgos). Si existe una relación entre las enfermedades y el clima, estimamos la estacionalidad de la enfermedad y esto podría llevarnos a generar estrategias y momentos específicos para la intervención.

Un paso siguiente, en el futuro inmediato sería desarrollar marcos para que los SAT supervisen en tiempo real y pronostiquen los riesgos de transmisión de enfermedades según los factores climáticos y ambientales.

Finalmente, una vez que los tomadores de decisiones implementan medidas de control para mitigar el problema, se considera la variabilidad del clima para evaluar la eficacia de las medidas de control (es decir, la etapa de evaluación de las medidas de mitigación).

Durante los últimos 30 años, el desarrollo de sistemas de información geográfica (SIG) y satélites para la observación de la Tierra ha progreado de manera importante que ha hecho posible monitorear los factores climáticos, ambientales y

antropogénicos que influyen en la reducción o el resurgimiento de las enfermedades transmitidas por vectores. Los análisis resultantes de la combinación de SIG y la detección remota han mejorado el conocimiento de los factores climáticos, ambientales y de biodiversidad (Allouche O, 2015) lo que influye en las enfermedades transmitidas por vectores como la malaria, la leishmaniasis visceral, dengue, esquistosomiasis, enfermedad de Chagas y leptospirosis.

Existen y se pueden crear indicadores de salud ambiental para monitorizar qué tan bien nos estamos adaptando y qué tan preparados estamos para los cambios en el clima. La adaptación a los cambios del clima implica elevar las condiciones de vida, mejorar los sistemas de vigilancia epidemiológica y ampliar el acceso a servicios de salud. La lucha contra los efectos del cambio climático en salud pública es la lucha contra la pobreza y la desigualdad, y eso no es nada nuevo en el Perú.

Los modelos matemáticos predictivos incorporan las variables climáticas y geográficas, aportan datos interesantes y significativos. Un enfoque más integral de salud pública debería incorporar la interacción de los vectores y sus ciclos biológicos, factores culturales y determinantes socioeconómicos de las poblaciones, estructura y capacidad de respuesta de las instituciones de salud y del gobierno en general, corrientes migratorias nacionales e internacionales, e incluso las diversas cepas de vectores y variaciones genéticas de los agentes etiológicos.

Sí bien desde las instituciones se han diseñado acciones concretas para afrontar el cambio climático a través de información para la toma de decisiones, desarrollo de programas y proyectos sobre mitigación, vulnerabilidad y adaptación; sin embargo, son aun limitadas. Se evidencia que uno de los problemas más críticos es la adaptación. Que en buena medida depende de la matriz sociocultural, y la participación empoderada de la población, es necesario por ello que se asuman Políticas de adaptación, a través de medidas de ajuste de los sistemas naturales y humanos para mitigar los impactos asumiendo acciones de prevención,

protección y compensación. Se trata de reducir la pobreza, garantizar la seguridad alimentaria promover el desarrollo sostenible, poniendo énfasis en las zonas más pobres y marginadas para hacer frente a los problemas de salud pública que se presentan en este escenario.

En un futuro cercano, el uso de las tecnologías de la información, ampliación de imágenes, inteligencia artificial, Big Data, etc, permitan que los actuales procesos de monitorización y vigilancia mediante herramientas de detección locales puedan vincularse a los datos satelitales que en última instancia pueden permitir tomar decisiones en políticas de salud casi en tiempo real.

CONCLUSIONES

- Presentamos un modelo de abordaje para estimar y modelar las variables climáticas y su relación con la emergencia y reemergencia de enfermedades infectocontagiosas en la selva peruana. Los resultados del modelo son robustos y consistentes con la bibliografía publicada.
- Los resultados de este estudio muestran que las variables ambientales, en particular las relacionadas con la variabilidad climática, pueden ser indicativas o predictivas de la emergencia o reemergencia de enfermedades infecciosas en la región de Ucayali, en la selva peruana.
- En conclusión, estos hallazgos reflejan la importancia de la variabilidad climática sobre la incidencia de enfermedades infectocontagiosas y la relación con la transmisión vectorial por especies de flebotomos, siendo la temperatura, las precipitaciones y la humedad relativa, los factores climáticos más significativamente asociados con el comportamiento de las enfermedades.
- El trabajo tiene importancia al poder modelar las relaciones y prever posibles incrementos o fluctuaciones de incidencia de enfermedades infecciosas.

Referencias bibliográficas

Allouche O, Tsoar A, Kadmon R, 2006. Assessing the accuracy of species distribution models: prevalence, kappa and the true skill statistic. *J Appl Ecol* 43:1223-32.

Braz J Infect Dis, 21 (4) (2017), pp. 369-375, [10.1016/j.bjid.2017.03.017](https://doi.org/10.1016/j.bjid.2017.03.017)

[Google Scholar](#)

Brooks, Nick and W. Neil Adger. (2003). Country level risk measures of climate-related natural disasters and implications for adaptation to climate change. Tyndall Center.

Cazelles, B., Chavez, M., McMichael, A. J., & Hales, S. (2005). Nonstationary influence of El Niño on the synchronous dengue epidemics in Thailand. *PLoS medicine*, 2(4), e106.

Doi: <https://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pmed.0020106>

Collins, M., R. Knutti, J. Arblaster, J.-L. Dufresne, T. Fichet, P. Friedlingstein, X. Gao, W.J. Gutowski, T. Johns, G. Krinner, M. Shongwe, C. Tebaldi, A.J. Weaver & M. Wehner. Long-term Climate Change: (2013). Projections, Commitments and Irreversibility. In: Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex & P.M. Midgley (eds.).

Convención Marco sobre Cambio Climático, Climatic Change (1992).

Climate Change The Physical Science Basis. (2013) Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press

Chowell, Bernard Cazelles y Cesar Munayco. -(2008) La Infuelcia de los factores geograficos y climaticos de las epidemias de dengue en Perú, 1994

Chowell, G., Cazelles, B., Broutin, H., & Munayco, C. V. (2011). The influence of geographic and climate factors on the timing of dengue epidemics in Perú, 1994-2008. *BMC infectious diseases*, 11, 164.

doi: <https://doi.org/10.1186/1471-2334-11-164>

Chowell G, Sanchez F. (2002) Climate-based descriptive models of dengue fever: the epidemic in Colima, Mexico. *J Environ Health*. 2006;68(10):40–44. 55. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

Chowell, G., Torre, C. A., Munayco-Escate, C., Suárez-Ognio, L., López-Cruz, R., Hyman, J. M., & Castillo-Chavez, C. (2008). Spatial and temporal dynamics of dengue fever in Peru: *Epidemiology and infection*, 136(12), 1667–1677.

doi: <https://dx.doi.org/10.1017%2FS0950268808000290>

Dell Melissal, F. Jones y A. Olken. (2008). Climate Change and Economic Growth: Evidence from the last half century. Working Paper 14132. National Bureau of Economic Research, Junio

Depradine C, Lovell E. (2004) Climatological variables and the incidence of Dengue fever in Barbados. *Int J Environ Health Res*: 14(6):429–441. doi: 10.1080/09603120400012868. [[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

ENFEN. *Comunicado Oficial ENFEN* (N°02-2017). Recuperado de http://www.imarpe.pe/imarpe/archivos/informes/imarpe_comenf_comunicado-oficial-022017.pdf.

Évora, I. Enfrentamiento al cambio climático: papel de las universidades y sus profesores. (2013) La Habana, CU: Editorial Universitaria, Recuperado de ProQuest ebrary. Web. 21 May

Farrar, J., Focks, D., Gubler, D., Barrera, R., Guzman, M. G., Simmons, C., WHO/TDR Dengue Scientific Working Group (2007). Towards a global dengue research agenda. *Tropical medicine & international health : TM & IH*, 12(6), 695–699.

Doi: [10.1111/j.1365-3156.2007.01838.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3156.2007.01838.x)

F.M.C. Fernandesde, E.S. Martins, D.M.A.S. Pedrosa, M.D.S.N. EvangelistaRe
**lationship between climatic factors and air quality with tuberculosis
in the Federal District, Brazil, 2003-2012**

Franko O.Garcia-SolorzanoKeyla E.Ramos-RamirezPaula L.Heredia-
TorresDiana M.Castañeda-Hernández^{abc}Alfonso J.Rodriguez-Morales
(2019) El Niño Southern Oscillation and tuberculosis: Is there an
association? Journal of Infection and Public Health
Volume 12, Issue 2, March–April 2019, Pages 292-293

Harrington LC, Scott TW, Lerdthusnee K, Coleman RC, Costero A, Clark GG,
Jones JJ, Kitthawee S, Kittayapong P, Sithiprasasna R. et al.
(2005;72(2):209–220) Dispersal of the dengue vector *Aedes aegypti*
within and between rural communities. *Am J Trop Med
Hyg.* . [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

Jetten TH, Focks DA. (1997; 57) Potential changes in the distribution of dengue
transmission under climate warming. *Am J Trop Med Hyg.* (3):285–
297. [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]

Keating J. (2001;53(12):1587–1597.)An investigation into the cyclical incidence
of dengue fever. *Soc Sci Med.* doi: 10.1016/S0277-9536(00)00443-
3.[[PubMed](#)] [[CrossRef](#)] [[Google Scholar](#)]

INEI Temperatura, Humedad Relativa Y Precipitaciones (2018)
<https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/publicaciones-digitales/>

INEI. (2018) Caudal del río Ucayali e Inundaciones de
<http://sinpad.indec.gov.pe/Sinpad/Estadistic>

Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático. (2007).

Informe del Grupo Gubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
(IPCC). Noviembre Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).
Climate change 2007, synthesis report. Contribution of Working Group II
to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on
Climate Change. Cambridge (UK): Cambridge University Press; 2007. [En
línea] [citado 2018 diciembre 28]. Disponible en URL:

[http://www.ipcc.ch/publications_and_data/
publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_fourth_assessment_report_synthesis_report.htm)

IPCC, Annex III: Glossary [Planton, S. (ed.)]. In: Climate Change (2013 The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA

Mammen, M. P., Pingate, C., Koenraadt, C. J., Rothman, A. L., Aldstadt, J., Nisalak, A., ... Scott, T. W. (2008). Spatial and temporal clustering of dengue virus transmission in Thai villages. *PLoS medicine*, 5(11), e205.

Manyangadze, T., Chimbari, M., Gebreslasie, M., & Mukaratirwa, S. (2015). Application of geo-spatial technology in schistosomiasis modelling in Africa: a review. *Geospatial Health*, 10(2).

doi: [10.1371/journal.pmed.0050205](https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0050205)

Melina Aguinaga, César Gutiérrez, Guillermo Lazo, (2003). Relación entre variables climáticas y casos de infección respiratoria aguda en la provincia del Callao - 2001. *Revista Peruana de Epidemiología*. 2003, 11(1)

Mourya DT, Yadav P, Mishra AC. (2004;70(4):346–350.) Effect of temperature stress on immature stages and susceptibility of *Aedes aegypti* mosquitoes to chikungunya virus. *Am J Trop Med Hyg*. [PubMed] [Google Scholar

DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2018.11.007>

doi: <https://doi.org/10.4081/gh.2015.326>

Milankovich, M. *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitenproblem*. (1941). Belgrade: Königliche Serbische Akademie Special Publications.

NOAA, CPC. Oceanic EL Niño Index. Recuperado de: http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyear_s.shtml. (2015).

- Liu-Helmersson, J., Stenlund, H., Wilder-Smith, A., & Rocklöv, J. (2014). Vectorial capacity of *Aedes aegypti*: effects of temperature and implications for global dengue epidemic potential. *PloS one*, 9(3), e89783. doi:10.1371/journal.pone.0089783
- DOI: <https://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0089783>
- Li CF, Lim TW, Han LL, Fang R. Rainfall, (1985;16(4):560–568) abundance of *Aedes aegypti* and dengue infection in Selangor, Malaysia. *Southeast Asian J Trop Med Public Health*. . [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
- Lee, H., Kim, J. E., Lee, S., & Lee, C. H. (2018). Potential effects of climate change on dengue transmission dynamics in Korea. *PloS one*, 13(6), e0199205. doi:10.1371/journal.pone.0199205
- DOI: <https://dx.doi.org/10.1371%2Fjournal.pone.0199205>
- ONU OdNU. Objetivos de Desarrollo Sostenible Disponible en: <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.
- Oroza, S. ¿Hablamos de cambio climático?. Bilbao, ES: Fundación BBVA, (2012) Recuperado de ProQuest ebrary. Web. 21 May 2017.
- OMS OMdIS. Cambio climático y salud: Informe de la Secretaría. 2008/01/162008.
- O.O Desalu **Seasonal variation in hospitalisation for respiratory diseases in the tropical rain forest of South Western Nigeria**
- Niger Postgrad Med J, 18 (1) (2011), pp. 39-43
- [View Record in Scopus](#) [Google Scholar](#)
- Pietro Ceccato, Bernadette Ramirez, Tawanda Manyangadze, Paul Gwakisa and Madeleine C. Thomson. (2018). Data and tools to integrate climate and environmental information into public health. *Infectious Diseases of Poverty* 2018;7:126
- DOI: <https://doi.org/10.1186/s40249-018-0501-9>

R Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. (2014). Recuperado de: <https://www.R-project.org/>.

Sandra Zeña Giraldo, Carlos Barceló Pérez, (2014). Clima e incidencia de infecciones respiratorias agudas en Ancash, Perú (2005-2013). *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 2014;52 (3):301-313

Stoddard, S. T., Morrison, A. C., Vazquez-Prokopec, G. M., Paz Soldan, V., Kochel, T. J., Kitron, U. Scott, T. W. (2009). The role of human movement in the transmission of vector-borne pathogens. *PLoS neglected tropical diseases*, 3(7), e481. doi: 10.1371/journal.pntd.0000481

DOI: [10.1371/journal.pntd.0000481](https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0000481)

Temperatura, Humedad Relativa Y Precipitaciones. La siguiente página: <https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/publicaciones-digitales/>

Vermeulen, S. J. *Climate change, food security and small-scale producers. CCAFS Info Brief*. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Copenhagen, Denmark. (2014). Recuperado de: https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/35215/IPCC_info_note-3April14.pdf.

Yábar, A. Cambio Climático: planteamientos y análisis desde una perspectiva multidisciplinar. Madrid, ES: D - Fundación General de la Universidad Autónoma de Madrid, (2009) recuperado de ProQuest ebrary. Web. 21 May (2017)

Yábar, G., Tam, J (2017) Artículo Revista DOCEO de la Universidad Ricardo Palma.

RESULTADOS SINTESIS ENTREVISTAS
RESPONSABLES ESTABLECIMIENTOS DE
SALUD

E



<p>1. En qué año hubo mayor incidencia de dengue, malaria, fiebre amarilla, tuberculosis, IRA y EDA</p>	<p>2. Considera que hay un incremento en los casos de dengue, malaria, fiebre amarilla, tuberculosis, IRA y EDA</p>	<p>3. En los últimos 10 años se ha evidenciado el incremento de la temperatura?</p>	<p>4. Qué incidencia tuvo el incremento de la temperatura en las epidemias y brotes del dengue, malaria, fiebre amarilla, tuberculosis, IRA y EDA</p>	<p>5. La humedad tiene incidencia en los brotes de dengue, malaria, fiebre amarilla, tuberculosis, IRA y EDA</p>	<p>6. Las precipitaciones tienen incidencia en los brotes de dengue, malaria, fiebre amarilla, tuberculosis, IRA y EDA</p>	<p>7. Las inundaciones tienen incidencia en los brotes de dengue, malaria, fiebre amarilla, tuberculosis, IRA y EDA</p>
<p>2011-2012</p>	<p>Sí, pero contamos con algunas acciones positivas. Las personas de alguna manera reconocen los síntomas vienen de inmediato</p>	<p>S se advierte en los últimos años, se ha incrementado e calor</p>	<p>Directo en el dengue, Iras, indirecto en otras enfermedades</p>	<p>De manera indirecta, talvez en la incidencia de las IRAS</p>	<p>Sí, significativa, sobre todo en los brotes de dengue por el charco que deja en las que incuba el vector</p>	<p>Sí, bastante</p>
<p>8. El incremento del caudal del rio tiene incidencia o efecto en los brotes de dengue, malaria, fiebre amarilla.</p>	<p>9. Qué otros factores condicionaron el brote del dengue, malaria, fiebre amarilla.</p>	<p>10. Cómo enfrentó este establecimiento de salud las epidemias y brotes de dengue, malaria, fiebre amarilla.</p>	<p>11. Qué medios de comunicación ha utilizado para prevenir y educar a la población</p>	<p>12. Considera que la población esta sensibilizada respecto a los impactos del dengue, malaria, fiebre amarilla.</p>	<p>13. Que rol cumplieron los establecimientos de salud</p>	<p>14. Observaciones adicionales</p>

	Las inundaciones siempre han generado problemas de salud pública, porque traen consigo residuos, lodos que luego son vectores s problemas	Cultura preventiva Se han desarrollado campañas de manera sostenida para resolver el problema de la epidemia de dengue que se generó hace años	Con campañas preventivas, visitas domiciliarias y coordinadas	No hay mucha. Sn embargo, menciona que se necesita una Política de Estado para desarrollar acciones mucho más sostenidas	En cierta parte. Debido a eso es que urge tal Política de Estado sobre mayor información	-Un rol muy importante, en situaciones críticas trabajan de manera coordinada	El cambio climático está afectando mayormente a la incidencia de IRAS. La cultura higiénica y la condición económica afecta a la incidencia de EDAS
--	---	---	---	--	--	---	---