

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD
AMBIENTAL EN LAS INFECCIONES
RESPIRATORIAS AGUDAS (IRA) EN LA CIUDAD
DE HUARAZ, PERIODO 2012 – 2016, 2018.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. DANNY EMERSON ROBLES SÁNCHEZ

ASESOR:

Dr. JERÓNIMO VÍCTOR MANRIQUE

Huaraz, Ancash, Perú

Enero, 2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL
“SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO”
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD
AMBIENTAL EN LAS INFECCIONES
RESPIRATORIAS AGUDAS (IRA) EN LA CIUDAD
DE HUARAZ, PERIODO 2012 – 2016, 2018.**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Bach. DANNY EMERSON ROBLES SÁNCHEZ

ASESOR:

Dr. JERÓNIMO VÍCTOR MANRIQUE

Huaraz, Ancash, Perú

Enero, 2019



UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
"Una nueva Universidad para el Desarrollo"

REPOSITORIO
INSTITUCIONAL
UNASAM



Dirección del
Instituto de
Investigación

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM

Conforme al Reglamento Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI
Resolución de Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: ROBLES SÁNCHEZ DANNY EMERSON

Código de alumno: 101.0605.012

Teléfono: 963692678

Correo electrónico: rsanchezd20@gmail.com DNI o Extranjería: 71449783

2. Datos del Autor:

Trabajo de investigación

Trabajo académico

Trabajo de suficiencia profesional

Tesis

3. Título profesional o grado académico:

Bachiller

Título

Segunda especialidad

Licenciado

Magister

Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD AMBIENTAL EN LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS (IRA) EN LA CIUDAD DE HUARAZ, PERIODO 2012 – 2016, 2018.

5. Facultad de: CIENCIAS DEL AMBIENTE

6. Escuela, Carrera o Programa: INGENIERÍA AMBIENTAL

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: MANRIQUE JERONIMO VÍCTOR Teléfono: 916266587

Correo electrónico: jovicman@hotmail.com

DNI o Extranjería: 31656292

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito respecto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.: 71449783

FECHA: Huaraz, 03 de abril de 2019



ACTA DE SUSTENTACIÓN Y DEFENSA DE TESIS

Los Miembros del Jurado en pleno que suscriben, reunidos el 30 de enero de 2019, en el auditorio de la FCAM-UNASAM, de conformidad a la normatividad vigente conducen el acto académico de sustentación y defensa de la tesis **INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y HUMEDAD AMBIENTAL EN LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS (IRA) EN LA CIUDAD DE HUARAZ, PERIODO 2012 – 2016, 2018**, que presenta **DANNY EMERSON ROBLES SÁNCHEZ**, para optar el **Título Profesional de Ingeniero Ambiental**.

En seguida, después de haber atendido la exposición oral y escuchada las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, lo declaramos:

APROBADA

Con el calificativo de: ...DIECISEIS..... (16)

En consecuencia, **DANNY EMERSON ROBLES SÁNCHEZ** queda expedito para que el Consejo de Facultad de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo apruebe el otorgamiento de su **Título Profesional de Ingeniero Ambiental** de conformidad al Art. 113 numeral 113.9 del Reglamento General de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario N° 399-2015-UNASAM), el Art. 48° del Reglamento General de Grados y Títulos de la UNASAM (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 761-2017-UNASAM) y el Art. 160° del Reglamento de Gestión de la Programación, Ejecución y Control de las Actividades Académicas (Resolución de Consejo Universitario - Rector N° 232-2017-UNASAM).

Huaraz, 30 de enero de 2019.

Dr. Pedro Liberato Valladares Jara
Presidente
Jurado de sustentación

Ing. Arnulfo Serna Román
Secretario
Jurado de sustentación

Ing. Helder Edegardo Mallqui Meza
Vocal
Jurado de sustentación

Ing. Jerónimo Víctor Manrique
Asesor de tesis

DEDICATORIA

A Dios, por las oportunidades y todo cuanto pude recibir en la vida.

A mi mamá Esther Sánchez, por su ejemplo de perseverancia e inmenso amor. A mis abuelitos Raúl y María, por su guía constante y su cariño.

A mi papá Juan Robles, mis hermanos Breatty Milagros y Juan Diego, por su apoyo incondicional. A mi tío Domingo y mis tías Gladis, Elsa, Isabel, Edith y Nilsa, por sus consejos.

A mis primos Gissel, Luis, Álvaro, Alejandra, Jesús, Raúl y Angela, por su apoyo y las tantas alegrías vividas, y a todos mis amigos, docentes y administrativos de la universidad, quienes pudieron hacer posible el desarrollo de esta tesis.

Danny Emerson Robles Sánchez

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Rafael Figueroa Tauquino por sus enseñanzas y amistad, que gracias a la pasión y entrega desinteresada en sus investigaciones y proyectos, pude motivarme en desarrollar esta tesis y por la oportunidad de trabajo en el Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo (CIAD), donde pude mejorar mis conocimientos en meteorología y climatología.

A mi asesor, el Dr. Jerónimo Víctor Manrique, por su experiencia, confianza y disposición brindada durante el desarrollo de la tesis. A los integrantes del jurado calificador, por las críticas y aportes que hicieron posible las mejoras de esta investigación.

Al Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo (CIAD) de la Facultad de Ciencias del Ambiente y al personal que ahí labora, por brindarme los datos meteorológicos de las estaciones ubicadas en la ciudad de Huaraz.

A la Red de Salud Huaylas Sur – Oficina de Estadística, por brindarme la información epidemiológica sobre los casos de IRA de los establecimientos de salud localizados en la ciudad de Huaraz.

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue analizar la influencia de la temperatura y humedad ambiental en la incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en la ciudad de Huaraz, durante el periodo 2012 – 2016. La investigación es de tipo ecológico, descriptivo, correlacional y longitudinal de tendencia y corresponde a un diseño no experimental. La metodología incluyó el análisis de correlación, análisis de regresión lineal múltiple, análisis de estacionalidad y análisis de tendencia. El análisis de la tasa de incidencia de IRA, los datos de temperatura y humedad relativa promedio, máxima, mínima y rango fue semanal y anual, mientras que el análisis de tendencia abordó las 261 semanas y el análisis de estacionalidad se realizó a resolución mensual, estacional y por épocas del año.

La temperatura mínima presentó una correlación inversa débil y significativa respecto a la incidencia de IRA ($r=-0.278$, $p=0.044$; $T=12.4^{\circ}\text{C}$, $TI=56*10000\text{Hab}$), el rango de temperatura, presentó una correlación positiva considerable y significativa ($r=0.543$, $p<0.0001$; $T=1.7^{\circ}\text{C}$, $TI=76*10000\text{Hab.}$). Respecto a la humedad ambiental, expresada a través de humedad relativa, presentó una correlación inversa considerable y significativa, humedad relativa mínima promedio ($r=-0.545$, $HR=37\%$, $TI=47*10000\text{Hab.}$), humedad relativa máxima promedio ($r=-0.527$, $HR=78\%$, $TI=32*10000\text{Hab.}$) y rango de humedad relativa ($r=-0.559$, $HR=7\%$, $TI=76*10000\text{Hab.}$) con $p < 0.0001$.

En relación al análisis de estacionalidad, se obtuvo que en junio se presentó una mayor influencia de las condiciones de este mes sobre el incremento de la incidencia de IRA, asimismo en otoño e invierno correspondientes a la época de estiaje la incidencia se incrementa. En conclusión, los valores de humedad relativa se relacionan de forma inversa considerable con la incidencia de IRA, de igual modo las temperaturas, presentando correlaciones débiles, por otro lado, el rango de temperatura presentó una correlación directa considerable.

Palabras clave: Infecciones Respiratorias Agudas, temperatura ambiental, humedad relativa, correlación, estacionalidad.

ABSTRACT

The objective of this research was to analyze the influence of temperature and humidity on the incidence of Acute Respiratory Infections (ARI) in Huaraz city, during the period 2012-2016. The research is ecological, descriptive, correlational and longitudinal of trend type and corresponds to non-experimental design. The methodology included correlation analysis, multiple linear regression analysis, seasonality analysis and trend analysis. The analysis of the incidence rate of ARI, the data of temperature and relative humidity, maximum, minimum and range was weekly and annual, while the analysis of trend approached the 261 weeks and the analysis of seasonality was made monthly, seasonally and by periods of the year.

The minimum temperature showed a weak and significant inverse correlation with respect to the incidence ARI ($r=-0.278$, $p=0.044$, $T=12.4^{\circ}\text{C}$, $TI=56*10000\text{Hab}$), the temperature range showed a considerable positive correlation and significant ($r=0.543$, $p<0.0001$, $T=1.7^{\circ}\text{C}$, $TI=76*10000\text{Hab}$). Regarding the environmental humidity, expressed through relative humidity, it presented an appreciable and significant inverse correlation, average minimum relative humidity ($r=-0.545$, $HR=37\%$, $TI=47*10000\text{Hab}$), average maximum relative humidity ($r=-0.527$, $HR=78\%$, $TI=32*10000\text{Hab}$) and relative humidity range ($r=-0.559$, $HR=7\%$, $TI=76 * 10000\text{Hab}$) with $p < 0.0001$.

Regarding the analysis of seasonality, it was found that in June there was a greater influence of the conditions of this month on the increase in the incidence of ARI, also in autumn and winter corresponding to the dry season the incidence increases. Finally, the values of relative humidity are related in a considerable inverse way with the incidence of ARI, as well as the temperatures, presenting weak correlations, on the other hand, the temperature range presented a considerable direct correlation.

Key words: Acute Respiratory Infections, environmental temperature, relative humidity, correlation, seasonality.

ÍNDICE

Contenido	Pag.
AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE	vii
LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE GRÁFICOS	x
LISTA DE UNIDADES DE MEDIDA	xii
LISTA DE SIGLAS	xii
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento y formulación del problema	3
1.2 Hipótesis	5
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Antecedentes de investigación	6
2.2 Bases teóricas	12
2.2.1 Variabilidad climática y los Servicios climáticos para la salud	12
2.2.2 Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)	17
2.2.3 Influencia del clima sobre las Infecciones Respiratorias Agudas	23
2.2.4 Estudios epidemiológicos ecológicos	37
2.2.5 Descripción del escenario de investigación	42
2.3 Definición de términos	46
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA	49
3.1 Diseño de la investigación	49

3.2 Métodos	50
3.3 Universo	52
3.4 Diseño y caracterización de la muestra	52
3.5 Acopio de información valorada	54
3.6 Técnicas de procesamiento, análisis de datos y contrastación de hipótesis.	55
3.6.1 Procesamiento de datos	55
3.6.2 Análisis de datos e información	57
3.6.3 Contrastación de hipótesis	59
3.7 Recursos	59
3.7.1 Humanos	59
3.7.2 Bienes y servicios	59
3.7.2.1 Bienes	59
3.7.2.2 Servicios	59
CAPÍTULO IV	
RESULTADOS	60
4.1 Caracterización de las variables meteorológicas	60
4.1.1 Caracterización de la temperatura ambiental	60
4.1.2 Caracterización de la Humedad Relativa	64
4.1.3 Caracterización del rango de Temperatura ambiental y Humedad relativa	67
4.2 Caracterización de los casos de IRA	70
4.2.1 Distribución de los casos de IRA	71
4.3 Relación entre variables y determinación de los coeficientes de Correlación de Spearman.	73
4.4 Análisis de regresión lineal múltiple	85
4.5 Análisis de tendencia	87
4.6 Determinación de los Índices de Variación Estacional	99
4.7 Análisis anual de la Tasa de Incidencia de IRA	92
CAPÍTULO V	
DISCUSIÓN	96
5.1 Análisis de la asociación estadística	96
5.2 Análisis de estacionalidad	103
5.3 Limitaciones de la investigación	106
5.4 Resultados inesperados de la investigación	107

5.5 Importancia de la investigación	107
CAPÍTULO VI	
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
REFERENCIAS LINKOGRÁFICAS	119
ANEXOS	120
ANEXO 1 Datos meteorológicos a resolución semanal	121
ANEXO 2 Información epidemiológica de casos de ira a resolución semanal	125
Distribución de semanas epidemiológicas de acuerdo al	128
ANEXO 3 MINSA, periodo 2012 - 2016	
ANEXO 4 Prueba de homogeneidad normal estándar (SNHT) de datos meteorológicos 2015 – 2016.	131
ANEXO 5 Análisis de normalidad de datos meteorológicos e información epidemiológica – prueba de Kolmogorov Smirnov 2012-2016.	138
LISTA DE TABLAS	
Tabla 1: Listado de diagnósticos de enfermedades respiratorias según CIE – 10	21
Tabla 2: Clasificación de las IRA altas y bajas	22
Tabla 3: Clasificación de variables Ecológicas	40
Tabla 4: Grado de Relación según el coeficiente de correlación	41
Tabla 5: Población de la ciudad de Huaraz 2012 – 2016	43
Tabla 6: Técnicas de acopio de información.	54
Tabla 7: Datos promedio de temperatura, humedad relativa e Incidencia de IRA del periodo 2012- 2016.	77
Tabla 8: Coeficientes de Correlación de Spearman y valor “p”, respecto a la Temperatura ambiental.	83
Tabla 9: Coeficientes de Correlación de Spearman y valor “p”, respecto a la Humedad Relativa	83
Tabla 10: Estadísticos descriptivos de las variables 2012 – 2016, correspondiente a las 261 semanas.	85
Tabla 11: Estadísticos de Bondad de Ajuste de la regresión lineal múltiple.	86

Tabla 12:	Coeficientes de Determinación (R ²) estimados para cada variable meteorológica.	87
Tabla 13:	Parámetros estadísticos de la prueba de Mann Kendall	87
Tabla 14:	Valores anuales de las variables meteorológicas y tasas de incidencia de IRA.	92
Tabla 15:	Coeficientes de Correlación de Spearman respecto a la tasa de Incidencia anual de IRA.	94

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Componentes del Sistema climático	13
Figura 2:	Mecanismos a mesoescala de la Isla Urbana de Calor	14
Figura 3:	Perfil general de una Isla Urbana de Calor	15
Figura 4:	Pilares del Marco mundial para los Servicios Climáticos	16
Figura 5:	Mapa de Zonificación Urbana de Huaraz.	45
Figura 6:	Diseño de la investigación.	50
Figura 7:	Mapa de Limite de área de estudio y ubicación de estaciones meteorológicas y establecimientos de salud.	53

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Gráficos de la variabilidad semanal de la temperatura ambiental distribuidos desde el año 2012 a 2016.	61
Gráfico 2:	Gráfico de la variación semanal de la temperatura ambiental 2012 – 2016 en Huaraz.	63
Gráfico 3:	Gráficos de la variabilidad semanal de la Humedad relativa distribuidos desde el año 2012 a 2016.	65
Gráfico 4:	Gráfico de la variación semanal de la Humedad relativa 2012 – 2016.	66
Gráfico 5:	Gráficos de la variabilidad semanal de la Humedad relativa distribuidos desde el año 2012 a 2016.	69
Gráfico 6:	Gráfico de la variabilidad semanal del rango de Temperatura y Humedad relativa, 2012 – 2016 en Huaraz.	69
Gráfico 7:	Gráfico de la variabilidad semanal de la Tasa de Incidencia semanal de IRA distribuidos desde el año 2012 a 2016.	70
Gráfico 8:	Gráfico de la variabilidad semanal de la Tasa de Incidencia de IRA promedio, 2012 - 2016 en Huaraz.	71

Gráfico 9:	Gráficos de la distribución de IRA de acuerdo al Sistema VEA, en la ciudad de Huaraz.	72
Gráfico 10:	Gráfico de la variación semanal de la temperatura y humedad relativa máxima y mínima promedio y tasa de incidencia de IRA, 2012-2016.	74
Gráfico 11:	Gráfico de la variabilidad semanal promedio de la temperatura, humedad relativa y tasa de Incidencia de IRA, 2012-2016.	78
Gráfico 12:	Gráficos de la variación semanal del rango de temperatura y la tasa de incidencia de IRA, 2012-2016.	80
Gráfico 13:	Gráfico de la variación semanal del rango de humedad relativa y la tasa de incidencia de IRA, 2012-2016.	81
Gráfico 14:	Gráfico de la variabilidad promedio del rango de temperatura y humedad relativa y Tasa de Incidencia de IRA, 2012-2016.	82
Gráfico 15:	Gráficos de dispersión de las variables meteorológicas y la tasa de Incidencia de IRA, periodo 2012- 2016.	85
Gráfico 16:	Comparación de la tasa de incidencia de IRA observada y estimada.	86
Gráfico 17:	Gráficos de tendencias de las variables meteorológicas 2012 -2016.	88
Gráfico 18:	Gráfico de tendencia de la Tasa de incidencia de IRA en Huaraz 2012 – 2016.	89
Gráfico 19:	Gráfico del Índice de variación estacional a nivel mensual.	90
Gráfico 20:	Gráfico del Índice de variación estacional	91
Gráfico 21:	Gráfico del Índice de variación estacional por épocas del año.	91
Gráfico 22:	Gráfico de la variabilidad anual de la temperatura y humedad relativa 2012 – 2016.	92
Gráfico 23:	Gráfico de la variabilidad anual de la temperatura y la tasa de incidencia de IRA.	93
Gráfico 24:	Gráfico de la variabilidad anual de la humedad relativa y la tasa de incidencia de IRA.	93
Gráfico 25:	Gráficos de dispersión de las variables meteorológicas y la tasa de incidencia anual de IRA.	95

LISTA DE UNIDADES DE MEDIDA

DENOMINACIÓN	UNIDAD	ABREVIATURA
Temperatura	Celsius	°C
Humedad relativa	Porcentaje	%
	Número de casos	
Tasa de Incidencia semanal de IRA	nuevos * 10 000 Hab.*semana/Población total	N° casos*10 000 Hab. / Pob. total
	Número de casos	
Tasa de Incidencia anual de IRA	nuevos * 10 000 Hab.*año/Población total	N° casos*10 000 Hab.*año / Pob. total

LISTA DE SIGLAS

SIGLA	DENOMINACIÓN
CIAD	Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo
DGE	Dirección General de Epidemiológica
DIRES	Dirección Regional de Salud
DISA	Dirección de Salud Ambiental
EDA	Enfermedades Diarreicas Agudas
FCAM	Facultad de Ciencias del Ambiente
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRA	Infecciones Respiratorias Agudas
MINSA	Ministerio de Salud – Perú
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SOB - ASMA	Síndrome Obstructivo Bronquial - Asma
TI	Tasa de Incidencia
TIA	Tasa de Incidencia Acumulada
TL	Tasa de Letalidad
UNASAM	Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo
UNMSM	Universidad Nacional Mayor de San Marcos
VEA	Vigilancia Epidemiológica Activa

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El clima está cambiando de forma muy abrupta en los últimos 40 años, provocando consecuentemente tiempos meteorológicos muy irregulares que afectan el funcionamiento de los ecosistemas y especies que los integran, incluida la humana. En este sentido, la salud es uno de los aspectos más comprometidos con el clima, que por lo general los científicos consideran que la mayoría de los impactos en esta, serán fundamentalmente negativos a estos cambios (Ochoa, Castellanos, Ochoa & Oliveros, 2015).

Una de las principales afecciones que generan altas tasas de mortalidad y morbilidad a nivel mundial son las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), que en numerosos estudios han sido relacionadas con la variabilidad de la temperatura y humedad ambiental, además de otros factores ambientales como la contaminación atmosférica, la acción del viento, las precipitaciones y la presión atmosférica (Duarte, Gazeta, Felgueiras, Costa & De S.Z.S., 2014).

Los estudios a nivel internacional señalan que existe una correlación negativa entre la temperatura ambiental y la incidencia de IRA, por otro lado, la correlación entre la humedad ambiental y los casos de IRA no se encuentra determinada aún. A nivel regional las investigaciones sostienen que existe una relación negativa moderada entre la incidencia de IRA y la temperatura mínima, además de que la mayor incidencia de estas infecciones se encuentra en contrafase con el periodo más frío del año (Zeña & Barceló, 2014); asimismo la última investigación realizada en la ciudad de Huaraz muestra que la variabilidad de las IRA es explicada estadísticamente en un 45% por la

variabilidad de la temperatura mínima (Coral & Vega, 2010). A lo señalado anteriormente se tiene que la variabilidad natural del clima condicionada por el Cambio climático, pone en un escenario de alta vulnerabilidad a los servicios de salud, dado que no se cuentan con herramientas eficientes para la predicción de posibles impactos sobre la incidencia de IRA, incrementándose de esta manera la morbilidad y mortalidad (OMS - OMM, 2012).

La presente investigación es de importancia porque permite tener una mayor perspectiva del comportamiento de las temperaturas y humedad ambiental, y su relación con los casos de IRA; esta base apoyará en generar modelos de predicción de casos esperados, que permitiría a la red de salud local prepararse mejor para un posible incremento de estos casos. En este sentido, es de utilidad para el diseño de sistemas de alerta temprana que tomen en cuenta la variabilidad climática, pues ofrece el primer diagnóstico de los sistemas de información ambientales y de salud pública, el cual debe considerarse en el marco de la gestión sanitaria a través de estudios epidemiológicos (Kuhn et al., 2005).

La detección precoz de las desviaciones del comportamiento anormal de las IRA tiene gran importancia para la preparación de intervenciones oportunas, que reduzcan la morbilidad y sobre todo la mortalidad en los grupos de riesgo, por ello se deben perfeccionar los métodos para la obtención de pronósticos más precisos (Ortiz, Guerra, Sánchez, Martínez, & Rosales, 2013). Es así que, esta investigación proporciona información confiable a los establecimientos de salud sobre la situación de los casos de IRA y fortalecer la vigilancia epidemiológica sinérgico con el componente climático.

Esta investigación analizará el comportamiento de las IRA a través de series cronológicas que permitirán describir las características más sobresalientes de esta afección en el tiempo, predecir el comportamiento futuro según su conducta pasada, así como contribuir a su prevención, control de la calidad de los programas de salud y planificación de recursos.

La investigación se abordó desde el punto de vista epidemiológico, tomando como unidad de análisis la semana epidemiológica, se realizó un

análisis de corte longitudinal teniendo de base una serie de tiempo de 5 años. En la cual se utilizaron métodos estadísticos, como la determinación de la asociación estadística a nivel semanal y anual, complementado con un análisis de regresión lineal múltiple y análisis de tendencia, mientras que para la determinación de la estacionalidad se utilizó el Índice de Variación Estacional para encontrar los picos de la mayor tasa de incidencia en relación a diferentes periodos del año, tanto a resolución mensual, estacional y por épocas del año, encontrando la influencia positiva o negativa de los periodos sobre la tasa de incidencia de IRA en la ciudad de Huaraz.

La finalidad de la presente investigación fue actualizar los conocimientos respecto a lo que se conoce sobre la influencia de la temperatura y humedad ambiental sobre la incidencia de IRA, empleando como herramientas principales métodos estadísticos e investigación previas. Se tuvo como objetivo general analizar la influencia de la temperatura y humedad ambiental en las Infecciones Respiratorias Agudas en la ciudad de Huaraz, durante el periodo 2012 a 2016.

1.1 Planteamiento y formulación del problema

El escaso conocimiento respecto a la relación entre las variables meteorológicas y la salud en ciudades como la nuestra, nos hace más vulnerables frente a enfermedades infecciosas como viene ocurriendo en los últimos años, pudiendo representar un alto riesgo para la población sino se toman medidas al respecto. En la actualidad persiste la incertidumbre respecto a la relación entre la variabilidad de la temperatura, humedad ambiental y la incidencia de IRA, asimismo si estas infecciones podrían presentarse con mayor incidencia no solo en los meses fríos, sino a lo largo del año mostrando así una mayor resistencia de agentes virales.

Esto causa un problema de planificación de estrategias para hacer frente al control de las IRA en nuestra localidad, y también se extiende al contexto epidemiológico y de salud ambiental, dado que es una de las principales causas de morbilidad y mortandad no solo en nuestro país sino a nivel mundial. Según el último Análisis de la Situación de Salud en

Ancash publicado en 2014, se registraron 11762 casos de IRA en la provincia de Huaraz, lo cual ubica a estas afecciones en el primer lugar de las causantes de morbilidad y morbilidad en nuestra localidad (Oficina de Epidemiología - DIRES Ancash, 2014).

De continuar este problema la población se vería afectada directamente, debido a que no cuenta con información actual respecto al comportamiento del clima y su relación con las IRA, trayendo consigo un incremento en las tasas de mortalidad y morbilidad. En el aspecto institucional, se esperaría un desbalance de las estrategias para controlar estas infecciones, debido a que la actual vigilancia epidemiológica realizada sería menos eficiente ya que no incluye componentes climáticos para ser más efectivo, dado que existe escasa información para generar modelos de vigilancia y predicción de las IRA confiables.

Para hacer frente a este problema, es importante comprender el comportamiento de las variables climáticas en su conjunto; a esto se sumaría estudios epidemiológicos de tipo ecológico, es decir, que incluyan poblaciones. Es de conocimiento que para enfrentar problemas de salud se inicia con un proceso de asociación de los diferentes factores que pueden intervenir, para ello es necesario encontrar qué tipo de relación existe, las cuales no necesariamente son causales (Correal, Esteban, Marthá, & Sarmiento, 2015).

Asimismo, el hecho de que la humedad y la temperatura fueran las variables meteorológicas más relacionadas con el aumento de los casos, indica que deben reforzarse las medidas preventivas no solo durante los períodos fríos sino a lo largo de todo el año, de esta forma será necesario replantear los mecanismos de adaptación a estos cambios, sobre todo los que afectan directamente a la salud de la población (Kuhn et al., 2005). En concordancia a todo lo mencionado anteriormente, se plantea la siguiente interrogante. **¿Cómo influyen la temperatura y la humedad ambiental en las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en la ciudad de Huaraz, en el periodo 2012 a 2016?**

1.2 Hipótesis

La temperatura y humedad ambiental influyen de forma inversa sobre las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en la ciudad de Huaraz, lo cual significa que, a menor temperatura y menor humedad ambiental, mayor incidencia de IRA.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Analizar la influencia de la temperatura y humedad ambiental en las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en la ciudad de Huaraz, en el periodo 2012 a 2016.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Determinar la asociación estadística entre la variabilidad de la temperatura y humedad ambiental y la incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), en la ciudad de Huaraz en el periodo establecido.
- b) Analizar la estacionalidad de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) respecto a la variabilidad de la temperatura y humedad ambiental en la ciudad de Huaraz, en el periodo determinado.
- c) Determinar las tasas de incidencia anual de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA) en la ciudad de Huaraz, en relación a la temperatura y humedad ambiental registrados en el periodo definido.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

A nivel internacional se realizó la investigación denominada **Influencia de la variabilidad climática en las enfermedades respiratorias agudas en Bogotá**, a cargo de Correal, Esteban, Marthá y Sarmiento en enero de 2015 y publicada a través de la revista Biomédica. Se buscó entender el comportamiento semanal de la enfermedad respiratoria aguda en Bogotá y su asociación con las variables climatológicas de temperatura, humedad relativa y precipitación, analizando su impacto en la incidencia de estos casos en esta ciudad. Se planteó como problema que las enfermedades respiratorias son una de las principales causas de morbilidad en Bogotá y los efectos de la variabilidad climática se han reflejado en un aumento del número de casos.

El análisis realizado se llevó a cabo mediante el modelo de regresión de Poisson, con datos epidemiológicos de 104 semanas correspondientes a los años 2011 y 2012. La variabilidad climática temporal se analizó tomando en consideración los efectos de las variables en semanas anteriores y para el análisis de la variabilidad espacial, se dividió la ciudad en cuatro zonas, norte, sur, oriente y occidente.

Los resultados de las correlaciones cruzadas demostraron que en tres de las cuatro zonas la humedad relativa tenía un mayor impacto sobre los casos de enfermedad respiratoria aguda y su efecto persistía hasta por 08 o 10 semanas. La precipitación tuvo impacto únicamente en la zona

oriente, mientras que la temperatura tuvo efectos moderados en todas las zonas. Finalmente se concluye que el componente dinámico del modelo de Regresión de Poisson, permite iniciar la elaboración de un sistema de alerta temprana en salud que tome en cuenta la variabilidad climática (Correal et al., 2015).

En la investigación de tesis denominada **Asociación de la variabilidad climática y la concentración de NO₂ sobre la incidencia de IRA en Aguascalientes**, desarrollada por Padilla en junio de 2015 y publicada a través del repositorio de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, se planteó el problema desde el enfoque toxicológico, haciendo énfasis en los crecientes casos de infecciones respiratorias presentados debido a los cambios bruscos de temperatura y su relación con el incremento de emisiones de NO₂ en la zona de estudio. Como parte de la metodología, se utilizó el coeficiente de Spearman y un modelo cíclico durante el periodo de evaluación comprendido desde el 2000 al 2010, para asociar los casos de IRA y las variables meteorológicas (Padilla, 2015).

Asimismo, se utilizó el modelo GEOsalud desarrollado por la UNESCO, para establecer indicadores de presión, de estado, de vulnerabilidad respecto a la incidencia de IRA en la localidad de estudio. Los datos meteorológicos fueron obtenidos de 40 estaciones distribuidas en 11 municipios del estado de Aguascalientes, correspondientes a la precipitación diaria, temperatura mínima diaria y temperatura máxima diaria; mientras que los casos de IRA fueron obtenidos de la Secretaría de Salud de Aguascalientes (Padilla, 2015).

Se concluye que las condiciones meteorológicas (temperatura máxima, temperatura mínima y precipitación), en base al modelo propuesto puede influir hasta un 56% en los valores de la tasa de morbilidad por IRA, siendo la temperatura mínima la que se relaciona más con los máximos de morbilidad debido a IRA, esto es a menor temperatura mayor incidencia, validándose estos resultados mediante los coeficientes de correlación de Spearman determinados, para la temperatura mínima ($r = -0.72$), temperatura máxima ($r = -0.61$), precipitación ($r = -0.47$) y NO₂ ($r = 0.44$) (Padilla, 2015).

A nivel nacional se presentó la investigación denominada **Relación entre variables climáticas y casos de infección respiratoria agudas en la provincia del Callao – 2001**, por Aguinaga, Gutiérrez y Lazo en noviembre de 2003 y publicada a través de la Revista Peruana de Epidemiología. La problemática planteada fue que según el análisis del perfil epidemiológico en la provincia Constitucional del Callao, las IRA ocupan el primer lugar entre las causas de morbilidad con un 29.8%, y en el caso de la mortalidad, la neumonía ocupa el segundo lugar en carga con un 7.03%.

El objetivo de la investigación fue establecer la relación entre la temperatura del aire y humedad relativa, y los casos de IRA en la jurisdicción de la Dirección de Salud I Callao (DISA I), durante el año 2001. El diseño de la investigación fue establecido como observacional, analítico y transversal, utilizando como metodología la recolección de información de los casos de IRA de acuerdo al reporte semanal de vigilancia epidemiológica. Los datos de temperatura y Humedad relativa, fueron obtenidos de la estación Chucuito-Callao de la Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina. Para encontrar la relación entre variables se analizó mediante correlación utilizando el Coeficiente de Pearson y regresión lineal simple y múltiple.

Los resultados muestran una correlación negativa débil entre la temperatura ambiental y los casos de Neumonía ($r = -0.30$; $p = 0,029$), una correlación negativa moderada entre la temperatura y los casos de SOB-ASMA ($r = -0.614$, $p = 0.001$) y una correlación negativa fuerte entre la temperatura y los casos de infecciones de vías superiores y bronquitis ($r = -0,818$, $p = 0,001$). No encontraron una correlación entre la Humedad Relativa y los casos de Neumonía ($r = -0,067$; $p = 0,64$), ni entre Humedad relativa y los casos de SOB-ASMA ($r = -0,188$; $p = 0,18$), pero se encontró una correlación negativa débil entre Humedad relativa y los casos de infección de vías superiores y bronquitis ($r = -0,44$; $p = 0,001$).

En el análisis bivariado se encontró que los cambios en la temperatura explicarían el 64.8% de los casos totales de IRA ($R^2 = 64,8\%$;

$p < 0,0001$). En el análisis multivariado se observó que los cambios en la temperatura y Humedad relativa explicarían el 65,03% de los casos de IRA. Se concluyó que la correlación fue fuertemente negativa respecto a la temperatura y débilmente positiva con la Humedad relativa (Aguinaga, Gutiérrez, & Lazo, 2003).

A nivel nacional también se desarrolló la investigación, **Relación de las variables meteorológicas con los episodios de Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), neumonía y muerte por neumonía en niños menores de cinco años, región Puno, 2009 – 2012**, por Ríos en marzo de 2014 y publicada a través del repositorio de la escuela de Postgrado - UNMSM. El problema planteado fue que en el Perú, el 60% de los episodios de neumonía se dan en niños menores de 5 años y que el departamento de Puno notifica el 4.4% del total de episodios de neumonía, y tiene la más alta tasa de letalidad (4.2 muertes/100 episodios neumonía en menores de 5 años) a nivel nacional. El objetivo del estudio fue establecer la relación entre la temperatura ambiental, humedad relativa y precipitación, con la tasa de episodios de neumonía, IRA y tasa de letalidad por neumonía en menores de 5 años, residentes en los pisos altitudinales “Suní” y “Puna” de la región Puno, durante el 2009 al 2012.

La metodología contempla un estudio observacional ecológico, se emplearon los datos de morbilidad de la Dirección General de Epidemiología (DGE) y datos meteorológicos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI). Se calcularon las tasas de incidencia y letalidad por semana epidemiológica para cada piso altitudinal. El análisis de asociación se realizó mediante el coeficiente de correlación de Pearson y regresión lineal múltiple, la unidad de análisis fue la semana epidemiológica.

Se obtuvo que la Tasa de Incidencia Anual de IRA (TIA x 10000 episodios) y la tasa de letalidad anual (TL x 100 episodios de neumonía) es mayor en “Puna” (TIA: 9399.0 y TL: 6.5 respectivamente) que en “Suní” (TIA: 7453.0 y TL: 4.9), excepto la TIA de neumonía que es mayor en “Suní” (TIA: 106.3) en comparación con “Puna” (TIA: 75.2). La relación

entre la tasa de letalidad por neumonía en niños menores de 5 años y las variables meteorológicas no es significativa en los pisos altitudinales estudiados. Concluyó que el 54.7% de la ocurrencia de episodios de IRA y el 42.4% de neumonías en el piso altitudinal “Suní” serían explicados por los cambios en la temperatura ambiental y humedad relativa. Mientras que estas mismas variables explicarían el 24.6% de los episodios de IRA y 21.9% de neumonías en el piso altitudinal “Puna” (Ríos, 2014).

En el ámbito regional se realizó la investigación denominada **Clima e incidencia de Infecciones Respiratorias Agudas en Ancash, Perú (2005 - 2013)**, por Zeña y Barceló en febrero de 2014 y publicada a través de la Revista Cubana de Higiene y Epidemiología. Se plantea como principal problema el hecho de un patente meteorotropismo respecto a la salud humana, presentando diferentes casos de estudio como el de Ecuador en el que el 25% de IRA fueron asociados al clima frío, por otro lado, en La Habana se reportó que la incidencia de IRA dependía de la temperatura mínima sugiriendo meteorotropismos. El principal objetivo fue identificar el comportamiento de las temperaturas secas extremas del aire y su posible relación con las infecciones respiratorias agudas.

Para ello realizaron un estudio combinado descriptivo – analítico de series cronológicas, a fin de definir la estructura del comportamiento de la variable de estudio y las relaciones entre la incidencia de IRA y la temperatura seca del aire. La información epidemiológica fue compilada de los datos del Ministerio de Salud y se basa en diagnósticos estandarizados del sistema de atención primaria de salud. Los datos meteorológicos fueron obtenidos de las estaciones meteorológicas de Huaraz y Carhuaz a cargo del SENAMHI, teniendo en consideración que la incertidumbre instrumental bajo calibración de termómetros de líquido en vidrio es 0.1°C.

Se utilizó un método no paramétrico de espectro de potencia bivariado y también se empleó el método paramétrico ARIMA (p, d, q) para la modelación univariada. Los resultados permitieron identificar las periodicidades anuales de la temperatura diaria mínima promedio y la temperatura diaria máxima promedio en contrafase con la periodicidad de

la incidencia local de las IRA. Se obtuvo una relación inversa entre la tasa de IRA y las temperaturas mínimas, por otro lado la periodicidad anual de las IRA, se localiza en contrafase con la temperatura seca mínima promedio mensual, lo que compromete al periodo más frío del año con la mayor incidencia de IRA resultando un indicio de la acción meteorotrópica (Zeña & Barceló, 2014)

A nivel local, en la tesis denominada, **“Evaluación de los impactos del Cambio Climático en la Salud Humana en Huaraz”**, (Coral & Vega, 2010), se plantea como principal problema que, el cambio climático incrementa de forma indirecta la incidencia de IRA y Enfermedades Diarreicas Agudas (EDA), en relación a la disminución de la temperatura mínima e incremento de la temperatura máxima respectivamente. El objetivo principal fue identificar las evidencias del cambio climático en la ciudad de Huaraz, y relacionar la incidencia de IRA y EDA con la variabilidad de las temperaturas mínimas y máximas durante los años 2001 y 2009.

Los casos de IRA y EDA fueron solicitados a los centros de salud ubicados en la ciudad de Huaraz y los datos meteorológicos fueron proporcionados por el SENAMHI y ELECTROPERÚ, correspondientes a las estaciones de Huaraz y Chancos. Los datos fueron procesados de forma anual y mensual para su análisis, mientras que el número de casos de IRA y EDA, fue analizado mediante la tasa de incidencia anual y mensual.

Se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson $r = -0.55$ entre la incidencia de IRA y la temperatura mínima promedio anual y un $r = -0.66$ respecto a la temperatura promedio mensual, en ambos casos se observó una correlación negativa moderada, lo cual explica que, a menores temperaturas mínimas se prevé una mayor incidencia de IRA. Por otro lado, respecto a los coeficientes de determinación, se tiene que el 30.3% y 44.18% de la variabilidad de la incidencia de IRA es explicado por la variación de la temperatura mínima promedio anual y la temperatura mínima promedio mensual respectivamente (Coral & Vega, 2010).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Variabilidad climática y los Servicios climáticos para la salud.

El clima es un componente fundamental de los ecosistemas y está determinado por las complejas interacciones entre la radiación solar, la atmósfera, la hidrósfera, litósfera, criosfera y biósfera como se observa en la Figura 1. En este contexto, la radiación es la principal forzante del tiempo y clima debido a la incidencia diferencial sobre la superficie terrestre, lo cual origina las variaciones de los elementos del clima; esta variabilidad natural se ve modificada por otros factores energéticos a lo largo del tiempo, sin embargo, en los últimos 40 años estos han incrementado su intensidad y han modificado el clima de forma que ya no se sigue un ciclo natural, a lo que los científicos han denominada Cambio climático (Ochoa et al., 2015).

Dos de los elementos climáticos más conocidos son la temperatura del aire y la humedad ambiental, consideradas elementos derivados, es decir, han sido originados del intercambio energético entre la tierra y la atmósfera. Así tenemos que la temperatura del aire viene determinada por la cantidad de calor almacenado que depende del flujo de calor en un punto, la radiación solar, radiación terrestre y otros mecanismos que intervienen en estos procesos (Quispe, 2017).

La humedad atmosférica hace referencia a la cantidad de agua contenida en la atmósfera; esta se origina por la evaporación en los océanos y en cuerpos de agua en la superficie terrestre; la capacidad del aire para contener el vapor de agua depende de la temperatura del aire. Uno de los indicadores más utilizado para expresar la humedad atmosférica es la Humedad Relativa, que muestra el grado de saturación instantáneo del aire atmosférico y guarda una relación inversa al comportamiento de la temperatura del aire (Quispe, 2017).

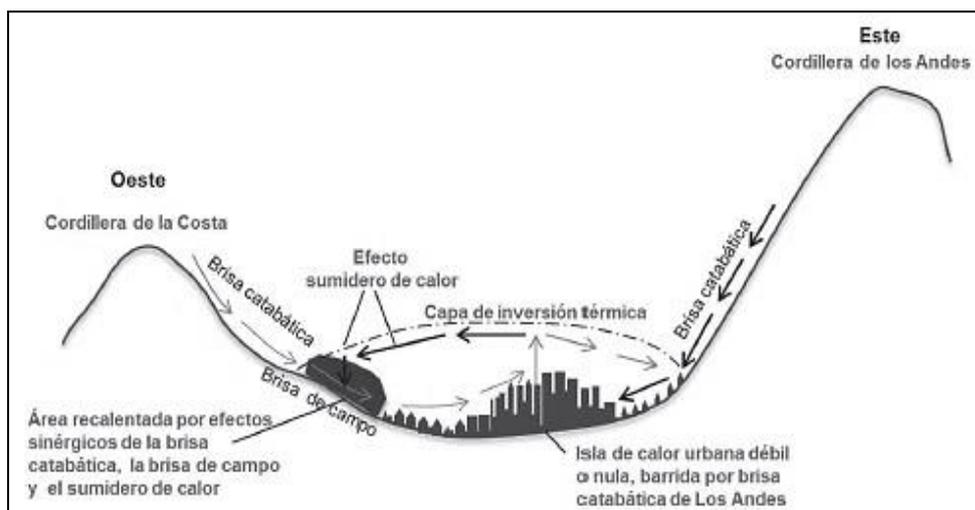


Figura 2: Mecanismos a mesoescala de la Isla Urbana de Calor

Fuente: (Sarricolea & Martín-Vide, 2014).

Las ciudades representan el núcleo más densamente construido de las zonas urbanas, estos espacios han sido modificados por las poblaciones para desarrollarse; estas afectan de forma negativa el ambiente y a nivel climático puede ocasionar un fenómeno conocido como Isla Urbana de Calor. Este fenómeno incrementa el consumo de recursos energéticos, cambia los niveles de humedad y agrava la contaminación atmosférica, de allí la importancia de entender el microclima generado en la ciudad (Shafaghat, Keyvanfar, Manteghi, & Lamit, 2016).

Las Islas Urbanas de Calor consisten en que la zona urbana posee mayor temperatura respecto a la zona rural, en promedio de 4°C a 8°C, son originados por las maquinarias que desprende calor, los vehículos, las propiedades térmicas de los materiales de construcción, productos de combustión, contaminación atmosférica, la disminución de la evaporación debido a la sustitución de suelo natural por pavimento que incrementan la radiación en onda larga que es absorbida y remitida hacia el suelo (Primo, 2015).

Otros componentes de las ciudades que modifican el clima son, los materiales y colores de construcción, los cuerpos de agua, parques y jardines, estos pueden influir en la incidencia de infecciones respiratorias ya que la menor permeabilidad para la ventilación debido

al diseño de las ciudades, puede incrementar la exposición frente a patógenos que causen IRA (Shafaghat et al., 2016).

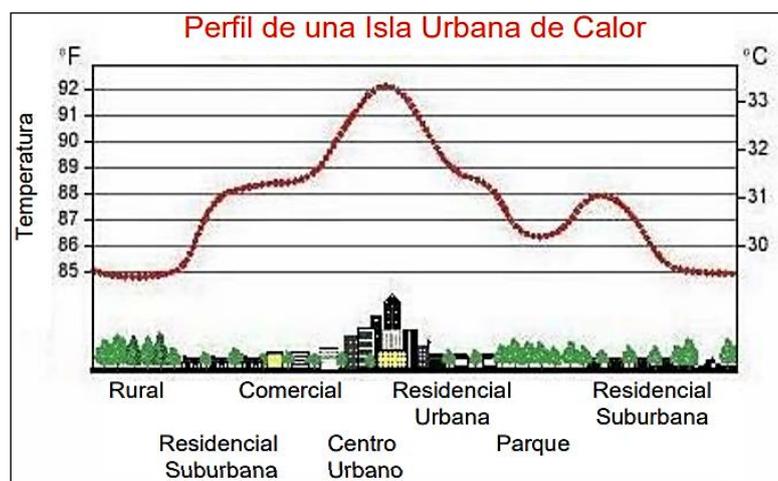


Figura 3: Perfil general de una Isla Urbana de Calor

Fuente: (EPA, 2014).

El comportamiento de la humedad ambiental en zonas urbanas no ha sido muy investigado, actualmente se conoce que a tiempo que causan la disminución de la humedad ambiental, también pueden incrementarla debido a procesos que liberan vapor de agua. La humedad actúa como un agente regulador térmico, absorbiendo tanto la radiación solar como la radiación terrestre, asimismo se puede presentar una disminución de la humedad ambiental respecto al incremento del área construida en una ciudad (Primo, 2015).

La variabilidad del clima se ha visto modificada debido a fenómenos como el cambio climático y la contaminación ambiental, exponiendo a la población a fenómenos meteorológicos extremos más frecuentes e intensos, y perjudicando factores socioambientales determinantes para la salud como el acceso al agua, la nutrición e inmunizaciones frente a patógenos (OMS - OMM, 2012).

En este aspecto la OMM plantea la implementación de los servicios climáticos, que son el suministro de información climática para facilitar la adopción de decisiones a nivel individual e institucional (Figura 4). El objetivo de los servicios climáticos consiste en reducir la vulnerabilidad de la sociedad ante los peligros relacionados con el

clima, para gestionar mejor los riesgos y oportunidades que plantean la variabilidad del clima y el cambio climático (OMM, 2014).

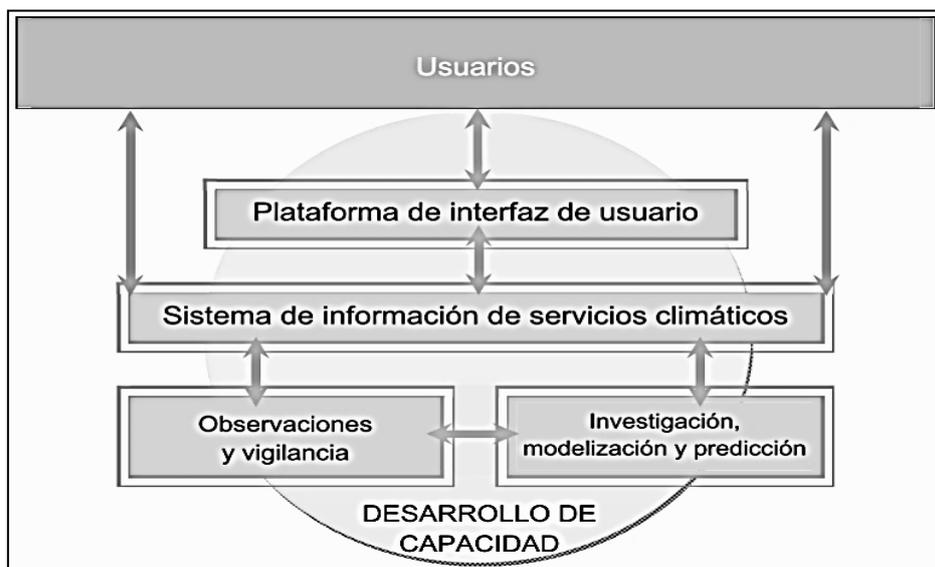


Figura 4: Pilares del Marco mundial para los Servicios Climáticos

Fuente: (OMM, 2014).

En el contexto del marco mundial para los servicios climáticos, se han determinado cuatro esferas prioritarias iniciales: agricultura y seguridad alimentaria, reducción de riesgos de desastres, salud y agua. Entre los beneficios del marco mundial de los servicios climáticos en la esfera salud se tiene (OMM, 2014):

- Comprender mejor las modalidades y cargas de muchas enfermedades, su relación con el ambiente y el clima, e información que pueda incorporarse en sistema de alerta temprana frente a algunas enfermedades.
- Una mejor capacidad e información junto a predicciones estacionales que se difundan y comprendan ampliamente, capacitando mejor al personal de salud para prever más eficazmente el momento en que las condiciones meteorológicas serán más severas.
- Permiten la elaboración de información que puede aplicarse en la evaluación de los riesgos de desastres, la vigilancia epidemiológica y ambiental, la gestión de riesgos de emergencias sanitarias y la prestación de los servicios de salud en general.

Los servicios climáticos en salud responden a la estrecha colaboración entre los servicios climáticos y de salud, a nivel local las predicciones meteorológicas ya brindan información sobre las condiciones que puedan ser perjudiciales para la salud, de tal forma orientar estos esfuerzos a medidas preventivas que puedan ayudar a las personas y servicios de salud a evitar y reducir los impactos que se puedan presentar (OMS - OMM, 2012). Uno de los principales servicios climáticos son las predicciones que pueden servir de base a Sistemas de Alerta Temprana. El continuo mejoramiento de los sistemas de predicción climática y un mayor conocimiento sobre la interacción de las condiciones meteorológicas y las enfermedades infecciosas, motivan el desarrollo de modelos que permitan predecir los cambios de enfermedades infecciosas propensas a generar brotes o epidemias regionales o mundiales (Correal et al., 2015).

2.2.2 Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)

En el sentido amplio, las enfermedades respiratorias afectan las vías respiratorias, incluyen desde infecciones agudas como la neumonía y la bronquitis hasta enfermedades crónicas como el asma (OMS, 2015). En este sentido, las IRA afectan una o más partes del aparato respiratorio y tienen una duración menor de 14 días, son causadas por microorganismos virales benignos y autolimitados, bacterias u otros; los síntomas y signos clínicos más comunes son tos, congestión nasal, odinofagia, otalgia, disfonía, dificultad respiratoria y fiebre (Salas & Alfaro, 2005; Soto & Arrasco, 2015).

Para países en desarrollo es una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en las poblaciones más vulnerables, muchos estudios han demostrado que existen dificultades en el manejo estandarizado de estos casos, la identificación de los signos de alarma por parte de la familia y el tratamiento de los factores de riesgo (López, Méndez, Méndez, & Nicot, 2016).

Según Padilla (2015), desde el punto de vista epidemiológico las IRA suelen presentarse durante todo el año, pero las de origen viral tienden a tener una estacionalidad, principalmente en las épocas frías en forma de brotes epidémicos de variable duración e intensidad, la gravedad de la IRA depende de la edad, sexo, contacto con el agente infeccioso, alergias y estado nutricional. En las regiones de la sierra peruana se presentan con mayor frecuencia durante el otoño e invierno, correspondiente a la época de estiaje (Coral & Vega, 2010).

Las IRA son una de las principales causas de morbimortalidad en niños menores de cinco años y otros grupos etáreos vulnerables, en promedio 1.18 millones de muertes al año a nivel mundial y cerca del 95% son registrados en países en vías de desarrollo (Ríos, 2014), en América cerca de 150 mil niños mueren debido a esta afección, convirtiéndose en la causa más frecuente de consulta y hospitalización en los países de este continente (Ortiz et al., 2013).

Las IRA son más comunes en niños, dado que el número de casos disminuye con el aumento de edad, esto es similar en regiones templadas o tropicales en todo el mundo (Shek & Lee, 2003). En los niños, los riesgos más altos pueden deberse a la inmadurez de sus sistemas biológicos y al hecho que su ingesta de aire por peso corporal es mayor que la de los adultos (Jo et al., 2017).

En todo el mundo las epidemias de infecciones virales en el tracto respiratorio constituyen una carga importante para el sector salud, especialmente la influenza que se encuentra asociada con altas tasas de morbilidad y mortalidad (Sundell, Andersson, Brittain-Long, Lindh, & Westin, 2016). El impacto de epidemias de IRA varía de un año a otro, en dependencia de la virulencia de la cepa de virus circundante y de la presencia o ausencia de inmunidad poblacional frente al virus (Ortiz et al., 2013).

Según Correal et al. (2015), los modelos de atención de salud en América Latina se basan en los enfoques de factores sociales

determinantes, según el cual la relación entre la salud y enfermedad son resultado de las interacciones sociales, biológicas, culturales, ambientales y procesos históricos; en este sentido, la exposición a patógenos que causan las IRA, estaría condicionada por factores meteorológicos y también por las condiciones de vida y trabajo de las poblaciones, que modula la vulnerabilidad frente a estos patógenos

A nivel nacional el MINSA implementó en 1987 el programa de control de IRA en niños menores de 5 años, ya que representan la primera causa de morbilidad y la segunda de mortalidad en este grupo de edad. Asimismo los procesos caracterizados por sibilancias, SOB y asma vienen siendo diagnosticados con mayor frecuencia, los cuales debido a su magnitud y tendencia se han convertido en problemas de salud pública, que se incluyen en el programa a pesar de no ser enfermedades infecciosas, pero que podrían estar asociadas a IRA (Aguinaga et al., 2003).

La vigilancia epidemiológica de las IRA en nuestro país se realiza mediante el sistema denominado Vigilancia Epidemiológica Activa (VEA), en el cual los establecimientos de salud pertenecientes al MINSA registran los casos de IRA, para luego ser suministrados al sistema de vigilancia nacional de acuerdo a la Directiva Sanitaria N.º 061 - MINSA/DGE V.01 (Soto & Arrasco, 2015). La vigilancia epidemiológica continua es muy importante porque permite conocer la estacionalidad de los brotes y relacionar la mortalidad y morbilidad de las IRA con otros factores asociados (Salas & Alfaro, 2005).

Etiológicamente cerca del 90% de los casos de IRA son virales, siendo los más importantes Rinovirus, Coronavirus, Adenovirus, Influenza, Parainfluenza, Virus Sincial Respiratorio y algunos enterovirus, los cuales pueden producir reinfección por reexposición; a pesar que todos pueden afectar varios niveles en la vía respiratoria, cada uno tiende a producir un síndrome característico que permite diferenciarlos clínicamente, la etiología bacteriana es menos frecuente (Padilla, 2015).

Sin embargo, existen bacterias colonizadoras y no colonizadoras que pueden presentar una mayor morbilidad, en una escala global la neumonía causada por *Streptococcus pneumoniae*, asociada a IRA es la principal causa de mortalidad infantil en menores de 5 años en países en desarrollo (Du Prel et al., 2009).

El período de incubación de las IRA es de 1 a 3 días; esto se debe principalmente a que el órgano de la infección es la misma mucosa respiratoria que sirvió como ingreso, esta se propaga por vecindad en la vía respiratoria; el contagio se realiza por vía aérea a través de la inhalación de aerosoles respiratorios o por vía directa a través de objetos contaminados con secreciones, siendo la replicación viral una de las accesos hacia el exterior, de allí su alta contagiosidad, el cual podría estar asociado a factores geográficos y climáticos de las regiones (Padilla, 2015; Khor, Sam, Hooi, Quek, & Chan, 2012).

Existen varias clasificaciones de las IRA en función a estadísticas internacionales, ubicación de la infección dentro del sistema respiratorio y una revisión clínico causal. La Décima Revisión de la Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y problemas relacionados con la salud (CIE-10) propuesta por la OMS (Tabla 1), agrupa a las IRA según códigos como se muestra a continuación (Tamayo & Bastart, 2015).

La estructura de la CIE-10, muestra evidentemente los fines estadístico y legal para lo cual fue destinada, constituyendo un elemento de gran importancia para codificar las neumonías e influenza en grupos específicos, tiene en cuenta la distribución topográfica de las IRA en vías respiratorias superiores e inferiores, que tradicionalmente según el criterio anatómico sigue incluyendo las infecciones agudas de laringe y tráquea como IRA altas (Tamayo & Bastart, 2015).

Por otro lado, existe otra clasificación que divide a las IRA en altas y bajas (Tabla 2), según se afecten estructuras anatómicas

localizadas por encima de la epiglotis o por debajo, ya sea en forma complicada o no complicada (Tamayo & Bastart, 2015). En la siguiente tabla se detallan cada una de estas afecciones de acuerdo a la clasificación que le corresponde.

Tabla 1: Listado de enfermedades respiratorias según la CIE – 10

CIE10	DESCRIPCIÓN DE LA ENFERMEDAD
Infecciones respiratorias agudas de vías respiratorias altas	
J00	Rinofaringitis aguda [resfriado común]
J02.0	Faringitis estreptocócica
J02.8	Faringitis aguda debida a otros microorganismos especificados
J02.9	Faringitis aguda no especificada
J03.0	Amigdalitis estreptocócica
J03.8	Amigdalitis aguda debida a otros microorganismos especificados
J03.9	Amigdalitis aguda no especificada
J04.0	Laringitis aguda
J04.1	Traqueítis aguda
J04.2	Laringotraqueitis aguda
J05.0	Laringitis obstructiva aguda (crup)
J05.1	Epiglotitis aguda
J06.0	Laringofaringitis aguda
J06.8	Otras infecciones agudas de sitios múltiples de las vías respiratorias superiores
J06.9	Infección aguda de las vías respiratorias superiores no especificada
J10.1	Influenza con otras manifestaciones respiratorias debida a virus de la influenza identificado
J11.1	Influenza con otras manifestaciones respiratorias, virus no identificado
Neumonía o Neumonía grave	
J12.0	Neumonía debida a adenovirus
J12.1	Neumonía debida a virus sincitial respiratorio
J12.2	Neumonía debida a virus parainfluenza
J12.8	Neumonía debida a otros virus
J12.9	Neumonía viral no especificada
J13	Neumonía debida a <i>Streptococcus pneumoniae</i>
J14	Neumonía debida a <i>Haemophilus influenzae</i>
J15	Neumonía bacteriana no clasificada en otra parte
J15.2	Neumonía debida a estafilococos
J15.8	Otras neumonías bacterianas
J15.9	Neumonía bacteriana no especificada
J16	Neumonía debida a otros microorganismos infecciosos, no clasificada en otra parte
J16.8	Neumonía debida a otros microorganismos infecciosos especificados
J17.0	Neumonía en enfermedades bacterianas clasificadas en otra parte
J17.1	Neumonía en enfermedades virales clasificadas en otra parte
J17.2	Neumonía en micosis
J17.3	Neumonía en enfermedades parasitarias
J17.8	Neumonía en otras enfermedades clasificadas en otra parte
J18.0	Bronconeumonía no especificada
J18.1	Neumonía lobar no especificada
J18.8	Otras Neumonías de microorganismo no especificado
J18.9	Neumonía no especificada
J22	Infección aguda no especificada de las vías respiratorias inferiores

- J10.0 Influenza con neumonía debida a virus de la influenza identificado
- J11.0 Influenza con neumonía, virus no identificado

Síndrome de Obstrucción bronquial

- J21.0 Bronquiolitis aguda debida a virus sincicial respiratorio
- J21.8 Bronquiolitis aguda debida a otros microorganismos especificados
- J21.9 Bronquiolitis aguda no especificada

Asma

- J45.0 Asma predominantemente alérgica
- J45.1 Asma no alérgica
- J45.8 Asma mixta
- J45.9 Asma no especificada
- J46 Estado asmático (Estatus Asmático/Asma aguda severa)
- J44.9 Asma no especificada y SOBA (para ser usado por personal no médico)
- J44.8 SOBA (grado de severidad: leve, moderado y severo)

Nota: Corresponde al Anexo 01 de la Directiva Sanitaria N° 061 MINSA/DGE v.01: Listado de los diagnósticos según la Décima Revisión de la Clasificación Internacional de las enfermedades CIE-10, que pueden ser incluidos en las definiciones de casos de enfermedades respiratorias.

Fuente: (Soto & Arrasco, 2015)

Tabla 2: Clasificación de las IRA altas y bajas

CONDICIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA ENFERMEDAD
Infecciones respiratorias agudas altas	
No complicadas	Rinofaringitis aguda
	Faringoamigdalitis con ulceraciones o vesículas
	Faringoamigdalitis con exudados o membranas
Complicadas	Adenitis
	Otitis media
	Abscesos periamigdalino y retrofaringeo
	Sinusitis
Infecciones respiratorias agudas bajas	
No complicadas	Crup infecciosos
	Laringitis espasmódica
	Epiglotitis
	Laringitis
	Laringotraqueitis
	Laringotraqueobronquitis
	Bronquitis y traqueobronquitis
	Bronquiolitis aguda
	Neumonías: Lobulares, bronconeumonías, intersticiales.
	Atelectasia
Absceso pulmonar	
Complicadas	Mediastinitis
	Neumotórax
	Edema pulmonar
	Traqueítis bacteriana
	Osteomielitis, sepsis

Fuente: (Tamayo & Bastart, 2015)

Es importante tener presente que existen muchas patologías respiratorias que afectan tanto el tracto superior como el inferior en forma paralela, a pesar que las IRA bajas concentran habitualmente la atención por su mayor complejidad, costo del tratamiento y complicaciones, son las IRA altas las que se presentan con mayor frecuencia en la consulta ambulatoria (Padilla, 2015).

2.2.3 Influencia del clima sobre las Infecciones Respiratorias Agudas

Desde el punto de vista holístico, abordar el fenómeno de la incidencia de IRA involucra el conocimiento de los múltiples factores de riesgo asociados a esta afección, entre los que destacan, los factores ambientales, sociodemográficos, nutricionales, conductuales y la oferta de los servicios de salud. Entre los factores ambientales, la intensificación de la variabilidad del clima es uno de los más relevantes y que en la actualidad se está acentuando a nivel global (Ríos, 2014)

Según menciona la OMS, la variabilidad actual del clima podría traer consigo muchos efectos directos e indirectos sobre la salud humana, resultado de las interacciones climáticas sobre los ecosistemas terrestres y marinos, asimismo los científicos señalan que las manifestaciones epidemiológicas de vectores y virus que generan enfermedades han cambiado abruptamente respecto a la relación que se conocía con el clima (Ochoa et al., 2015).

Entre los efectos directos del clima se tienen las olas de frío o calor, que pueden agravar enfermedades cardiovasculares y respiratorias, entre los efectos indirectos se encuentran las afectaciones a las determinantes de salud, como el acceso a agua, escasez de alimentos y agua durante las sequías, efectos sobre los brotes y propagación de enfermedades infecciosas como el paludismo, el cólera y las infecciones respiratorias (OMM, 2011).

Mediante numerosos estudios se ha mostrado que las enfermedades pueden estar relacionadas con el clima y que siempre

han representado un factor de riesgo, pero la incertidumbre aún persiste respecto a cuán fuerte o débil es esta relación. En este sentido, todo indica que para realizar investigación respecto al comportamiento de enfermedades no puede obviarse la relación con el clima, ya que se tendría que a variaciones de patrones climáticos en la escala estacional, se tendría variaciones en patrones epidemiológicos (Ochoa et al., 2015).

Se ha observado un incremento a nivel mundial de las enfermedades, incluyendo las IRA y las que no lo son como el Asma, que resultan significativas y está en correspondencia con las propensiones y variaciones observadas en el clima actual, es así que las bajas temperaturas u otros factores climáticos pueden influir en la interacción entre el huésped, el patógeno y el ambiente, aumentando la probabilidad de exposición, susceptibilidad e infección (Du Prel et al., 2009). El estudio de los factores ambientales, incluidos los meteorológicos, representan un importante aporte para conocer mejor lo que ocurre en el proceso salud – enfermedad (Alessandro, 2014).

Respecto a la influencia de la temperatura y humedad ambiental, Spinner en 2017 señaló que las personas deben estar expuestas a algún patógeno para poder enfermarse, en este sentido por sí solo las bajas temperaturas y humedad no pueden causar una IRA; las personas suelen relacionar el clima frío con las infecciones respiratorias, pero eso no significa que hay una relación causa – efecto, lo lógico sería que existe mayor predominancia de estos virus en estos periodos en diferentes partes del mundo (Weintraub, 2018).

Según Jo et al. (2017), la temperatura en sí no estaría relacionada con las IRA, si no las anomalías o rangos de temperatura que presenta; así se tiene que un incremento de éstas y un decremento en la humedad relativa, podría traer consigo un aumento en los ingresos hospitalarios debido a IRA; por eso un incremento de la humedad reduce la cantidad de partículas suspendidas en el aire y una disminución en el riesgo de adquirir una infección respiratoria.

De acuerdo a estudios realizados en Perú, el 65 % de los casos de IRA son explicados de forma inversa por la temperatura y humedad relativa, sin embargo, otras investigaciones muestran mayor impacto del frío en lugares con inviernos más templados, que en aquellos con inviernos más crudos; esto podría explicarse por una adaptación fisiológica a las bajas temperaturas y por las condiciones de infraestructura de los hogares (Coral & Vega, 2010).

Algunos investigadores mencionan que los efectos de las condiciones meteorológicas sobre la incidencia de IRA no son observables de inmediato, sino días después según las características patogénicas del microorganismo. En un estudio realizado en México, se encontró un desfase de una semana de retraso en el registro de las variables meteorológicas en relación al incremento o disminución de la tasa de incidencia de IRA (Padilla, 2015).

Algunos estudios señalan que la asociación entre temperatura, humedad y las IRA no es lineal, presentándose que la temperatura ambiental al disminuir podría originar una IRA durante los tres días y dos semanas anteriores al inicio de ésta afección (Mäkinen et al., 2009). Otros autores señalan que los cambios bruscos de temperatura y humedad exaltan la virulencia de ciertos gérmenes oportunistas que atacan las vías respiratorias y ocasionan las infecciones, durante los meses de invierno (Honorio, 2002).

A continuación se presenta el estado del arte más específico respecto a la influencia de la temperatura y humedad relativa sobre la incidencia de las IRA, tanto en la fisiología humana y los microorganismos que causan estas infecciones.

Influencia de la temperatura ambiental.

Los mecanismos por los cuales las bajas temperaturas conducen a una mayor incidencia de IRA no se han aclarado completamente, aún existe una controversia constante entre los científicos y los médicos acerca de la contribución relativa de varios

factores (Falagas et al., 2008). Numerosos estudios sugieren que la temperatura del aire tiene la influencia notable sobre la incidencia de IRA; sin embargo, existen diferentes puntos de vista al respecto, algunos sugieren que la temperatura del aire y la tasa de incidencia presentan una correlación negativa, mientras otros científicos informan una correlación positiva entre ellos (Liu et al., 2016).

Las investigaciones muestran que, al verificar la relación entre las temperaturas máximas y las incidencias de IRA, se presentó una débil relación directa, sin embargo, ésta se podría vincular con las condiciones más propicias para la reproducción de algunos agentes patógenos, por otro lado, respecto a la temperatura mínima se observa que hay una débil relación inversa (Zeña & Barceló, 2014). La asociación respecto a la temperatura depende de la estación del año en la cual se hace el análisis, haciendo que el impacto disminuya o no (Amuakwa-Mensah, Marbuah, & Mubanga, 2017).

Se observó en investigaciones que el pico de visita domiciliaria por IRA se obtenía cuando la temperatura promedio semanal disminuía en un grado, incrementando el efecto de la exposición al frío en la incidencia y la gravedad de las IRA. La mayoría de las pruebas disponibles de varios tipos de estudios respaldan que la exposición al frío se asocia con una mayor incidencia de IRA, convirtiéndose en un hallazgo con importantes implicaciones para la salud pública (Falagas et al., 2008).

Lin en 2009 encontró que, por cada grado que desciende la temperatura ambiental se presenta un aumento en la admisión mensual de neumonías de 0,03/10.000 habitantes, asimismo se hace muy complejo extrapolar los resultados de estas correlaciones a otros escenarios, así tengan características climáticas similares, puesto que la geografía varía junto a otros factores como la población (Herrera, Fernández, Cervera, & Blanquer, 2013). Los estudios realizados por Shao y otros en 2012 en Estados Unidos, mostraron que los rangos o amplitudes entre temperatura máxima y mínima fueron asociados con

un 27% a 38% más de riesgo de ingreso hospitalario debido a una infección respiratoria, sustentando que estas tendrían más relación que las temperaturas en sí mismas. (Ríos, 2014).

El tamaño reducido de las gotas de aerosol debido a la evaporación por temperatura bajas durante condiciones frías al aire libre, pueden extender el tiempo de permanencia de gotas infecciosas en el aire y aumentar la posibilidad de infectar nuevos huéspedes, es así que, mediante un análisis multivariado se demostró que en climas templados existe una asociación entre la incidencia semanal de influenza y la temperatura ambiental, mostrando que una caída en rápida por debajo de 0°C que procedió a una epidemia anual de influenza (Sundell et al., 2016).

En regiones no tropicales las investigaciones mostraron que, la temperatura presenta una relación lineal con las IRA, es así que la disminución en 1°C significaría un incremento del 4.3% ($p < 0.0001$) en el riesgo de adquirirla, sin embargo, esta relación no sería significativa para todos los tipos de infecciones respiratorias, ya que dependerá del agente patógeno causante, el rango de temperatura exterior más común para el inicio de un episodio de infección respiratoria oscila entre 0°C a 5°C (Mäkinen et al., 2009).

Influencia de la humedad ambiental

Las investigaciones mostraron que las IRA superiores e inferiores están negativamente correlacionadas con la humedad relativa, es así que la incidencia de IRA se correlaciona con el hacinamiento; la exposición a estas condiciones conlleva un mayor riesgo de adquirirla en los meses de invierno (Liu et al., 2016). Sin embargo, otras investigaciones señalan que en climas templados la humedad absoluta está más fuertemente asociada, *“Aunque la humedad relativa exterior es mayor durante los meses de invierno en climas templados, la cantidad de vapor de agua que puede contener una unidad de aire es significativamente menor cuando la temperatura*

es baja, lo que significa que el aire es muy seco en términos de humedad absoluta” (Sundell et al., 2016).

La humedad también puede influir en la concentración de aeroalérgenos en la atmósfera, como lo sugiere la reducción en el total de partículas como respuesta a una mayor humedad relativa (Jo et al., 2017). En este sentido las investigaciones señalan que se tendría el inicio de una IRA precedido por una reducción de la humedad, observando una disminución lineal de la humedad durante las dos semanas anteriores al inicio de la IRA (Mäkinen et al., 2009).

Entre los efectos de la temperatura y humedad ambiental en la fisiología humana que pueden incrementar el riesgo de adquirir una IRA se sostiene que existen varios mecanismos para explicar cómo la exposición al clima podría aumentar la incidencia de IRA, aunque está rodeado de controversia; el laboratorio disponible y la evidencia clínica sugieren que la inhalación de aire frío, el enfriamiento de la superficie corporal, provocan respuestas fisiopatológicas que pueden contribuir a una mayor susceptibilidad a las IRA, debilitando el sistema inmunológico y fortaleciendo la aparición e incremento de patógenos en el ambiente (Mäkinen et al., 2009; Ochoa et al., 2015)

Suponiendo que el clima desencadenaría una mayor incidencia de IRA sin la detección de un virus, podría deberse a una respuesta inflamatoria estéril inducida por una lesión por bajas temperaturas y humedad, ya que por sí solo estos cambios no pueden causar una IRA pero sí podrían causar síntomas respiratorios, con esta evidencia en poblaciones se tiene que los cambios de temperatura y humedad incrementarían la probabilidad de exposición, propagación y la susceptibilidad a IRA verdaderas (Du Prel et al., 2009).

En la actualidad se han planteado dos mecanismos por los cuales los factores meteorológicos pueden afectar el sistema respiratorio, el primero relacionado a la resistencia local del cuerpo y el segundo respecto a la resistencia general de este frente a la propagación de infecciones (Liu et al., 2016).

- La resistencia local del cuerpo puede verse afectada por las variables meteorológicas a través de las siguientes maneras:
 - Afectan el estrés térmico sobre la permeabilidad y la resistencia capilar de las membranas, de esta manera se favorece la llegada y permanencia de los agentes infecciosos (Barría & Calvo, 2008).
 - Alteran la tasa de sudoración y evaporación, la baja temperatura y humedad favorecen la baja acidez en los pliegues cutáneos, lo que provocaría el crecimiento de microorganismos.
 - La baja humedad provoca la eliminación del vapor de agua de las células del cuerpo, causando deshidratación de las células epiteliales del aparato respiratorio, esto a su vez causaría un incremento de la concentración de soluciones de la superficie de las vías respiratorias e induciría una lesión de la mucosa (Jo et al., 2017).
 - La baja temperatura provoca la constricción de los vasos sanguíneos periféricos y reduce el flujo sanguíneo, lo que resulta en el secado y agrietamiento de la mucosa nasal; también deprime los movimientos ciliares en el tracto respiratorio aumentando así la vulnerabilidad a las infecciones
- Los factores meteorológicos que afectan la resistencia general del cuerpo en la propagación de infecciones incluyen:
 - El impacto del clima en los hábitos sociales, como aglomerarse en las habitaciones, cerrar ventanas y puertas reduciendo la ventilación y cambiar la vestimenta y la dieta, por lo tanto, el confinamiento humano a un área específica debido a las condiciones climáticas puede conducir a una mayor incidencia de IRA (Liu et al., 2016).
 - Influir sobre la supervivencia y transmisión de microorganismos, es así que la humedad y calefacción en el hogar influyen en la salud; de esta forma que al incrementar la temperatura de un ambiente también se disminuye la humedad,

lo cual puede reseca los senos paranasales, y por lo tanto al no tener un flujo nasal adecuado es difícil que el sistema inmunitario combata el patógeno (Weintraub, 2018). Por lo tanto, mantener un mayor nivel de humedad en interiores puede ayudar a reducir la transmisión (Sundell et al., 2016).

- El comportamiento de las personas que conducen a cambios epidemiológicos como la sobrepoblación, permiten una mayor transmisibilidad de IRA (Falagas et al., 2008).

Los microorganismos que causan las IRA son diversos y tienden a estar presentes durante todo el año, de esta forma los efectos de las variables meteorológicas en la propagación de agentes infecciosos a través de la atmósfera son diferentes y presentan comportamientos complejos (Liu et al., 2016). Muchos de los virus que causan IRA se encuentran relacionados con la temperatura ya sea directa o indirectamente, pero no con la humedad. Sin embargo, estudios más recientes muestran que sí existen relaciones fuertes entre la humedad y la prevalencia de virus causantes de estas afecciones (Herrera et al., 2013).

La baja temperatura se asocia con la mayor incidencia de los virus respiratorios, mientras que la humedad relativa se asocia con algunos virus y con otros no, probablemente depende de las características morfológicas como la envoltura, lo cual muestra que no todos los virus responden a cambios directos o inversos frente a la temperatura y humedad relativa (Sundell et al., 2016).

La humedad puede conducir a una supervivencia viral, evitando el secado y la pérdida de infectividad del virus (Shek & Lee, 2003), al existir mayor humedad los virus que puedan salir a través del estornudo y suelen adherirse a las gotas de agua y caer antes de producir una infección, mientras que en un ambiente seco los virus permanecen flotando en el aire y pueden causar una infección por exposición (Weintraub, 2018).

Es de conocimiento que la humedad relativa en zonas climáticas templadas alcanza su mayor nivel en el invierno, lo que sugiere que esta variable no podría explicar del todo la estacionalidad de un virus causante de IRA (Sundell et al., 2016). Otros estudios también señalan que un incremento en la humedad podría disminuir la supervivencia de virus, no obstante en climas tropicales se presentan también alta incidencia de IRA, lo cual explicaría que existe una cierta estabilidad de estos virus en diferentes niveles de humedad (Silva, Viana, Müller, Livi, & Dalcin, 2014).

La etiología de los virus que causan IRA es muy variable, algunas tienen mayor incidencia durante el invierno y otras durante el verano, es decir, no existen patrones climáticos definidos para todos los tipos de virus que causan infecciones respiratorias (Herrera et al., 2013). En este sentido, no todos los virus que causan IRA presentan estacionalidad y mucho menos se asocian a algún elemento climático durante un periodo de tiempo (Khor et al., 2012).

La ocurrencia epidémica de al menos algunos patógenos IRA específicos puede predecirse sobre la base de los ritmos estacionales específicos del patógeno y los datos del pronóstico del tiempo dentro de ciertos límites, de acuerdo con esto, los patógenos respiratorios tienen una afinidad diferente a ciertas condiciones climáticas (Du Prel et al., 2009) .

Entre otros virus causantes de IRA que se relacionan con el clima, se encuentran el virus de Influenza, el Virus Sincicial Respiratorio (VSR), el Metapneovirus humano, el Coronavirus humano, el Rhinovirus humano (HRV) y Enterovirus humano (HEV), que son virus sin envoltura y por lo tanto más robustos que la mayoría de los virus respiratorios, pueden transmitirse a través de grandes gotas o contacto cercano, y por lo tanto dependen menos del clima para su propagación, lo que sugiere que las vías de infección distintas del aerosol pueden ser irrelevantes (Sundell et al., 2016).

Los virus más comunes a nivel mundial que causan IRA son el virus de la Influenza, el Virus Sincicial Respiratorio y Rhinovirus (Sundell et al., 2016). La temperatura se relaciona de forma muy inversa con el Virus Sincicial Respiratorio, Influenza A, es así que prevalecen en bajas temperaturas, ambos presentan patrones específicos de ritmicidad anual o bianual (Du Prel et al., 2009)

Respecto a los factores climáticos y la influenza, los estudios sobre cambios semanales, muestran que las alteraciones en la temperatura, preceden al aumento de casos de en una semana en entornos geográficos similares. Esto sugiere que la disminución de temperatura del aire podría ser un importante predictor, que podrían reactivar la epidemia anual de este virus, siendo fundamental para entender la propagación de este virus (Sundell et al., 2016).

Algunos virus de influenza encuentran mecanismos importantes para protegerse frente a la temperatura, cubriéndose con material graso que se endurece y los protege, haciendo que el clima hasta cierto punto podría contribuir a la estacionalidad de las epidemias de influenza; un reciente estudio experimental con un modelo animal, demostró que las condiciones frías y secas favorecerían la infección (Du Prel et al., 2009).

Estudios anteriores han mostrado que la temperatura ambiente es asociada con el pico de influenza anual, posiblemente al influir en la trasmisión y estabilidad del virus en el ambiente. Sin embargo, en la última década esto se ha desplazado a la humedad, mostrándose que la humedad relativa baja contribuye a la transmisión y supervivencia del virus de la influenza. La explicación se basa en que la baja humedad relativa conduce a una evaporación de partículas de virus en aerosol, lo que les permite permanecer en el aire durante un periodo más prolongado (Sundell et al., 2016). Por ejemplo, se ha demostrado que los virus de la gripe mueren más rápidamente con alta humedad y movimiento del aire (Liu et al., 2016).

Auewarakul en 2017 indicó bajo estudios en laboratorio que, a temperaturas más bajas el virus que produce la influenza común se desarrolla más rápido, de forma complementaria que al disminuir la temperatura nuestro sistema inmunitario puede verse más vulnerable frente al frío, haciendo que las células inmunitarias al enfriarse sean menos efectivas frente a este virus (Weintraub, 2018).

En muchos países donde la temperatura varía ampliamente entre estaciones, la temperatura y humedad está muy inversamente relacionada a los casos de Virus Sincicial Respiratorio, sin embargo, esto no es regular para todas las regiones así se encuentren en la misma zona tropical. Mediante estudios a través de correlación de Spearman y regresión múltiple se determinó que un aumento de 1% en la humedad relativa y 1°C en la temperatura, se asociaron con disminuciones de casos de IRA de 1070 y 2426 respectivamente; estas variables meteorológicas según un estudio de casi 27 años, presentaron que podrían explicar en un 14.3% los casos de IRA causada por este virus (Khor et al., 2012).

Las IRA a nivel inferior del tracto respiratorio son causadas por el virus Sincicial Respiratorio (VSR), la cual ocurre en forma epidémica y la aparición varía con la altitud, la altitud, el clima, la geografía, factores que influenciarán en la estacionalidad. Durante el año las epidemias aparecen en cúmulos, sin embargo, varían de un continente a otro y generalmente empiezan en las áreas costeras. El VSR es un virus estacional, con tasas de infección en el invierno en países con climas templados y en países tropicales en los meses de lluvia (Salas & Alfaro, 2005).

El Rhinovirus humano se relaciona con la humedad relativa a modo que no puede sobrevivir en ambiente seco, prefiere un clima húmedo, alcanzando picos durante finales de otoño e invierno e inicios de primavera, sin embargo, pueden prevalecer durante todo el año. año (Du Prel et al., 2009; Sundell et al., 2016). Es considerado tradicionalmente un patógeno que afecta vías respiratorias superiores

está frecuentemente asociado con síntomas de resfrío común, en un ambiente frío, la temperatura de las vías respiratorias superiores puede ser favorable para este virus, replicándose mejor a temperaturas entre 33°C a 35°C, lo que se aproxima a la temperatura de las vías respiratorias superiores (Mäkinen et al., 2009).

Las IRA son enfermedades estacionales que ocurren o empeoran en estrecha relación con los cambios en el clima y las estaciones, en zonas tropicales y templadas. Los cambios en los factores meteorológicos afectan principalmente al sistema respiratorio y se cree que son causas importantes de asma bronquial inducida, traqueítis, bronquitis, neumonía y otras enfermedades respiratorias (Liu et al., 2016).

La estacionalidad de una enfermedad es la tendencia de aumentar su prevalencia en una determinada estación del año y de acuerdo a las condiciones geográficas de la región, dinámica poblacional, las características del paciente, su geomorfología, entre otras. La estacionalidad de algunas enfermedades infecciosas es conocida, siendo la temperatura y la humedad las variables climáticas determinantes de la supervivencia de los patógenos que las causan (Herrera et al., 2013).

A pesar que se evidencie un patrón estacional en los casos de IRA, la forma y magnitud de esta relación con la temperatura y humedad aun no es conocida para todos los lugares, considerando que el tipo de población es uno de los factores asociados se tiene que en zonas rurales las tasas de incidencia son mayores respecto a las zonas urbanas (Ríos, 2014). Algunos estudios afirman que las IRA al ser consideradas enfermedades estacionales, ocurren y empeoran en estrecha relación con los cambios del clima y las estaciones (Barría & Calvo, 2008). Las razones de la estacionalidad de IRA pueden incluir (Du Prel et al., 2009):

- Los efectos de los factores climáticos sobre la supervivencia y propagación del patógeno en el ambiente.

- La susceptibilidad cambiante de la población a las IRA, dependiendo de las reacciones fisiológicas del huésped a ciertas condiciones climáticas.
- La probabilidad cambiante de transmisión de patógenos de IRA a través del comportamiento cambiante del huésped bajo ciertas condiciones climáticas.

En la ciudad de México, en un estudio de casos clínicos a personas menores de 18 años, se presentaron que las pruebas positivas a IRA presentan mayor incidencia durante otoño, seguido del invierno (Ojeda, Munive, Moreno, Torres, & Melgar, 2016). En países con clima templado hay una clara variación estacional de las IRA, con picos en los meses de invierno; mientras en las zonas tropicales es menos evidente esta incidencia, dado que la temperatura promedio es más alta y no presenta fluctuaciones tan severas en todo el año, sin embargo, sí se presentan variaciones locales; este fenómeno se hace más complejo en los andes tropicales (Shek & Lee, 2003).

Aunque en estas zonas no hay inviernos tan fríos de forma uniforme en el territorio, mas sí sobre los 4000 m.s.n.m., la incidencia de casos de IRA se viene incrementando y presentando cierta estacionalidad con picos entre el otoño e invierno seco. Ante este escenario se hace necesario conocer la epidemiología y estacionalidad según la región, para optimizar las estrategias de atención médica en los trópicos (Shek & Lee, 2003).

Las IRA tienen un alto impacto en las zonas urbanas, no solo por factores familiares o climáticos, sino también por la contaminación del aire, que como sabemos en las ciudades estas se han ido incrementando. Las IRA siguen patrones temporales y espaciales, por ejemplo en las latitudes altas se presentan en la época de inviernos, mientras que en zonas tropicales se presenta con mayor frecuencia en épocas de lluvia, sin embargo es importante considerar que la variabilidad del clima es tanto temporal y espacial, generando la

variedad de microclimas, en un mismo espacio que se pueda considerar homogéneo (Correal et al., 2015).

Las temperaturas más bajas, menor radiación ultravioleta B y mayor humedad prolongan la supervivencia de los virus respiratorios en el ambiente. En países ubicados en zonas templadas se ha sugerido sobre la actividad estacional de los virus respiratorios, asociados en particular con la temperatura. En las zonas tropicales la relación con los variables climáticas no está del todo definida, lo que podría significar que se involucran interacciones más complejas (Khor et al., 2012).

En los meses más secos es probable que el polvo y el aire más seco provoquen una mayor irritación de la mucosa de la nasofaringe que favorezcan las infecciones (Ortiz et al., 2013). Shek y Lee coinciden en un estudio realizado en países tropicales de Asia, África y América del sur, que a pesar de no existir el invierno característico, el incremento de las lluvias, la humedad y el descenso relativo de la temperatura en esos meses, se asocian con un incremento de casos de IRA (Ortiz et al., 2013).

Es importante considerar los diferentes climas en el mundo y la estacionalidad de los patógenos que generan las IRA, es decir, que estos se pueden evidenciar en diferentes meses del año, lo cual involucra que la relación que puedan tener con el clima es muy variable (Ojeda et al., 2016). Sin embargo, como resultado de numerosas investigaciones se tiene que la variación estacional de las IRA causadas por estos patógenos puede ser explicada por las influencias meteorológicas.

Estudios anteriores señalan que esta relación se explicaría desde el punto de vista estacional y considerando la etiología viral de las IRA, implicando al clima invernal y por consiguiente una baja temperatura ambiental como los coadyuvantes en el incremento de la incidencia de estas afecciones, estimando una correlación negativa fuerte entre estas variables (Honorio, 2002).

En las zonas de clima templado la aparición de virus respiratorios está bien descrita, sin embargo, la fuerza gatilladora de esta variación estacional aun es desconocida. Mediante numerosos estudios se han sugerido varios factores que podrían explicar la estacionalidad, entre los más frecuentes están la deriva antigénica y el cambio en los virus, la respuesta inmune del huésped, el comportamiento social como el hacinamiento en interiores y las fluctuaciones naturales de los factores climáticos y la radiación solar. (Sundell et al., 2016).

Algunos, pero no todos los virus que causan IRA, causan epidemias durante la estación fría, es decir en invierno, pero sí podrían hacerlo en todo el año en climas tropicales, esto muestra el hecho que, en muchos lugares se designan las IRA, como un resfriado para expresar que la baja temperatura es la causante de esta afección. Sin embargo, hasta en épocas de verano las IRA son frecuentes en algunas partes del mundo, lo cual proporciona evidencia suficiente que el prerrequisito son los microorganismos (Du Prel et al., 2009).

Por ejemplo, la expresión resfriado común se explicaría debido a que la estacionalidad de las IRA comunes en las regiones tropicales es menos distintivo, que en zonas templadas. En los trópicos los patógenos IRA parecen estar activos todo el año, los picos de incidencia son menos prominentes y la asociación de las IRA con los factores meteorológicos, como la temperatura, parece ser menos clara (Du Prel et al., 2009).

2.2.4 Estudios epidemiológicos ecológicos

Los estudios ecológicos son sencillos en su realización debido a que ya se cuenta con información secundaria, al mismo tiempo permite describir el comportamiento de la situación de salud. En particular este tipo de estudios se distinguen por tener como objeto de estudio a grupos, son denominados investigaciones de diseños

incompletos, pues al tomar promedio, se desconoce la distribución conjunta de las características de la población (Borja, 2000).

En particular, los estudios ecológicos en su mayoría son inferencias individuales a partir de estudios de grupo, lo cual representa un sesgo en las conclusiones planteadas denominada como “Falacia ecológica”, sin embargo, otros investigadores en salud pública sostienen que, la utilidad real es la toma de decisiones sobre la prevención y control de enfermedades, un ejemplo clásico es el estudio de Snow y Farr sobre el cólera (Borja, 2000).

La falacia ecológica es un error que se comete cuando se aceptan las asociaciones entre eventos cuando en realidad no existen; otra desventaja es la determinación de la secuencia temporal entre la exposición y la enfermedad, muchas veces estos son medidos al mismo tiempo, es decir, son transversales, por lo cual no se establece en periodo en el cual la enfermedad tendrá efecto y será atendida y registrada (Borja, 2000).

Susser en 1994 señala que, la principal justificación del enfoque ecológico es el estudio de la salud en un contexto ambiental; esto se entiende que la salud de un grupo no es la suma de la salud de sus individuos, sino más bien la salud del grupo en su conjunto debe entenderse como una manera de abordaje de la salud pública y la epidemiología. También menciona que desde el enfoque de los niveles de organización, cada nivel de mayor jerarquía adquiere características propias, esto significa que no se pueden extrapolar los mismos análisis en diferentes niveles (Borja, 2000).

En este aspecto, mediante los estudios ecológicos se obtienen resultados respecto a asociaciones entre variables como se observa en la Tabla 3, que obviamente, no son suficientes para identificar relaciones causales a nivel individual ni poblacional (Blanco, Pinzón, & Idrovo, 2015). Estudiar el comportamiento de las IRA en un contexto ecológico a través de series cronológicas permite describir las

características más sobresalientes de la afección en el tiempo, predecir el comportamiento futuro según su conducta pasada, así como contribuir a su prevención, control de la calidad de los programas de salud y planificación de recursos (Ortiz et al., 2013).

Los modelos de series temporales han sido utilizados para identificar periodos de latencia e incubación de algunas enfermedades infecciosas y predecir sus tendencias, ya que han mostrado la capacidad de abordar estos eventos de forma dinámica, además de considerar las correlaciones e interacciones a nivel temporal, encontrándose que, mediante estos modelos, se podría predecir hasta con 8 semanas de anticipación los posibles casos de IRA que se presentarían en un determinado lugar. (Correal et al., 2015).

Las investigaciones en epidemiología hacen uso de herramientas estadísticas para probar la hipótesis. Entre ellos el coeficiente de correlación de Spearman, que es un estadístico no paramétrico, debido a que no requiere la especificación de un supuesto sobre la distribución de la que proceden los datos de la muestra (Mondragón, 2014).

El método de correlación de Spearman es una técnica bivariada que se utilizan para observar representaciones de la información, que permitan establecer similitudes y hacer evidente la variabilidad conjunta en dirección y fuerza; en la Tabla 4, se muestran los tipos de relación de acuerdo al rango de coeficiente de correlación. El coeficiente de correlación de Spearman es una medida de asociación lineal que utiliza los números de orden de cada grupo, siendo muy útil para muestras pequeñas cercanas a 50 (Mondragón, 2014).

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (d_i^2)}{n(n^2 - n)}$$

Dónde:

ρ : Coeficiente de correlación de Spearman.

d_i : Diferencia entre los rangos (x -y).

n: Número de datos.

Tabla 3: Clasificación de variables Ecológicas

Variable ecológica	Descripción	Ejemplos
Agregada Contextual Analítica	Agregación de los atributos medidos en el plano individual. A menudo se expresa como una medida de tendencia central (por ejemplo, media, mediana), pero puede extenderse para incluir medidas de variación de las variables de nivel individual (por ejemplo, desviación estándar).	La media de ingresos La mediana de clase social La proporción de fumadores Los índices compuestos de necesidad y privación por regiones La desigualdad de ingresos
De contagio	Agregación de los resultados a nivel individual, en lugar de la exposición, lo que a su vez afecta la probabilidad de que se dé el mismo resultado en individuos de la misma población que todavía no están afectados	Prevalencia e incidencia de enfermedades infecciosas Tasa de suicidio
Ambiental	Las características físicas de un lugar, con un análogo a nivel individual que, por lo general, varía entre los individuos (aunque puede permanecer no medida a nivel individual).	Horas de sol Contaminante ambiental Latitud y longitud Clima
Estructural	Da cuenta del patrón de las relaciones e interacciones entre los individuos que pertenecen al grupo.	Redes sociales Clima
Global o integral	Mide atributos de grupos, organizaciones o lugares que no pueden reducirse a nivel individual y son fijos para todos o casi todos los miembros del grupo.	Desorganización u organización social Capital social Legislación o regulación

Fuente: (Blanco et al., 2015)

Tabla 4: Grado de relación según el coeficiente de correlación

RANGO	RELACIÓN
-0.91 a -1.00	Correlación negativa perfecta
-0.76 a -0.90	Correlación negativa muy fuerte
-0.51 a -0.75	Correlación negativa considerable
-0.11 a -0.50	Correlación negativa media
-0.01 a -0.10	Correlación negativa débil
0.00	Correlación nula
0.01 a 0.10	Correlación positiva débil
0.11 a 0.50	Correlación positiva media
0.51 a 0.75	Correlación positiva considerable
0.76 a 0.90	Correlación positiva muy fuerte
0.91 a 1.00	Correlación positiva perfecta

Nota: Elaborado por Mondragón, basada en Hernández, Fernández y Baptista (2010),

Fuente: (Mondragón, 2014).

Otra herramienta utilizada en el análisis de series temporales es el Análisis de tendencia de Mann- Kendall, es la prueba no paramétrica basada en el rango para evaluar la importancia de una tendencia, y ha sido ampliamente utilizada en detección de tendencia en estudios hidrometeorológicos. La autocorrelación presente en algunas de las series, afecta los resultados de la prueba, causando problemas en la detección y evaluación del nivel de significación. La presencia de autocorrelación positiva tiende a aumentar la probabilidad de detección de tendencia, cuando en efecto, esta no existe, mientras que la autocorrelación negativa tiende a disminuirla (Fernández, 2015).

Para obtener las variaciones estacionales, se tienen los Índices de Variación Estacional, aprovechando que las series observadas con periodicidad inferior a un año (mensual, trimestral, etc.), recogen conjuntamente la evolución coyuntural, a medio y largo plazo y las variaciones estacionales. Para poder analizar correctamente la serie es necesario separar estas variaciones, siendo el procedimiento de descomposición por medias móviles el que permite aislar el componente estacional. Se parte del supuesto de que el patrón de las variaciones estacionales se mantiene constante año tras año (Universidad de Barcelona, 2016).

Los índices de variación estacional (IVE) recogen el incremento o la disminución porcentual que el componente estacional produce en cada estación anual (mes, trimestre, etc.). Estos índices no deben incidir sobre la serie anual, por lo tanto, su promedio anual siempre debe ser igual a 1 o 100 si está expresado en tanto por ciento (Universidad de Barcelona, 2016).

2.2.5 Descripción del escenario de investigación

La ubicación de la zona de estudio comprende la ciudad de Huaraz, un ámbito urbano conformado por la zona urbana más densamente poblada de los distritos de Independencia y Huaraz (Municipalidad Provincial de Huaraz, 2012). Políticamente se ubica en el departamento de Ancash, provincia de Huaraz y geográficamente se localiza en los andes occidentales a una altitud promedio de 3052 m.s.n.m., entre las coordenadas 9°25' - 9° 75' S y 77° 25' – 77°75' W. Está limitado por la Cordillera Blanca y Negra (Callejón de Huaylas), teniendo como río principal al río Santa que cruza de sur a norte y el río Quillcay que cruza de oeste a este. El área de la ciudad es de aproximadamente 939.26 ha., presenta una topografía heterogénea, montañosa y abrupta, las pendientes en la ciudad varían entre 2% a 25% en la zona central y en la zona periférica de 15% a 25%, existiendo acumulación de relleno en el relieve en todo el emplazamiento de la ciudad (INDECI - PNUD, 2003).

La zona urbana y periurbana de la ciudad se encuentra en terrazas aluviales y colinas formadas por clastos redondeados y angulosos; geológicamente la ciudad se ubica en el abanico deyectivo del río Quillcay, el cual está conformado por materiales fluvioaluviales, la morfoestructura más resaltante es el batolito de la Cordillera Blanca. (Municipalidad Provincial de Huaraz, 2015).

El clima de la ciudad de Huaraz es templado, frío y seco, con dos épocas climáticas diferenciadas: la época de lluvia entre primavera y verano, y la época de estiaje entre otoño e invierno.

Durante los meses de mayo a agosto existe una predominancia de temperaturas bajas en las madrugadas y por consecuencia la presencia de heladas. Las temperaturas oscilan entre 8.4°C y 22.4°C, con una temperatura media de 15.2°C, durante los meses de junio y julio se ha registrado temperaturas mínimas de 5.3°C (INDECI - PNUD, 2003).

La humedad relativa promedio anual es 56%, sin embargo en la época de lluvia oscila entre 75% a 85%, mientras que en la época de estiaje entre 35% a 60%. Las precipitaciones son estacionales, moderadas entre septiembre a diciembre y de mayor intensidad y cantidad entre enero y marzo, la precipitación promedio anual fluctúa entre 750 a 850 mm (ONERN, 1973). Según la Clasificación de Zonas de Vida elaborado por Holdrige en 1984, Huaraz se ubica en el Bosque seco montano bajo tropical, caracterizada por un alto potencial de recursos naturales y culturales (Municipalidad Provincial de Huaraz, 2015).

En el aspecto demográfico (Tabla 5), la población de la ciudad de Huaraz se ha incrementado rápidamente después del sismo de 1970, esto ha conllevado a un incremento en la demanda del suelo urbano, en este sentido, se tiene que en los distritos de Huaraz e Independencia, el 85% de la población vive en la zona urbana, mientras que el 15% en la zona rural (Figura 5). El incremento de la población conlleva a demandar mayores servicios y equipamientos educativos y de salud (Municipalidad Provincial de Huaraz, 2012).

Tabla 5: Población de la ciudad de Huaraz 2012 – 2016

Año	Población de niños 0 – 5 años	Población Total	Porcentaje de Población de niños 0 – 5 años (%)
2012	15 191	117 774	12.9
2013	15 616	120 822	12.9
2014	16 234	123 915	13.1
2015	16 667	127 041	13.1
2016	16 883	130 095	12.9

Fuente: (RENIEC, 2017, INEI, 2012).

Arquitectónicamente, la ciudad de Huaraz presenta un diseño monocéntrico, donde toda la actividad económica, financiera, administrativa se ubica en el centro de la ciudad. Los materiales predominantes de construcción de las viviendas son cemento y ladrillo, asimismo presenta una distribución irregular de áreas verdes con escaso mantenimiento, existe un crecimiento del parque automotor e incremento de la contaminación del aire (Municipalidad Provincial de Huaraz, 2012).

Según el Análisis de la Situación de Salud en Ancash, las Infecciones de las Vías Respiratorias Agudas ocupa el primer lugar como causa de consulta externa con un 27.38% y una tasa de incidencia de 42.818 x 10000 habitantes. Respecto a las causas de morbilidad en poblaciones de diferentes edades, las IRA ocupan el primer lugar con 28% de las causas y cerca del 18% como causa de defunción en niños y adultos mayores en la provincia de Huaraz (Oficina de Epidemiología - DIRES Ancash, 2014).

Respecto a la infraestructura en salud, podemos clasificarla en pública y privada. En el ámbito estatal, se tiene los siguientes establecimientos de salud, Hospital de Apoyo Víctor Ramos Guardia (II-2), que presta servicios de alta especialización diversificada, C.S. Palmira, C.S. Huarupampa, C.S. Nicrupampa (I-3), Red asistencial Huaraz ESSALUD II, Policlínico PNP y municipal, mientras que en el ámbito privado, existen clínicas que brindan servicios especializados (SUSALUD, 2015).

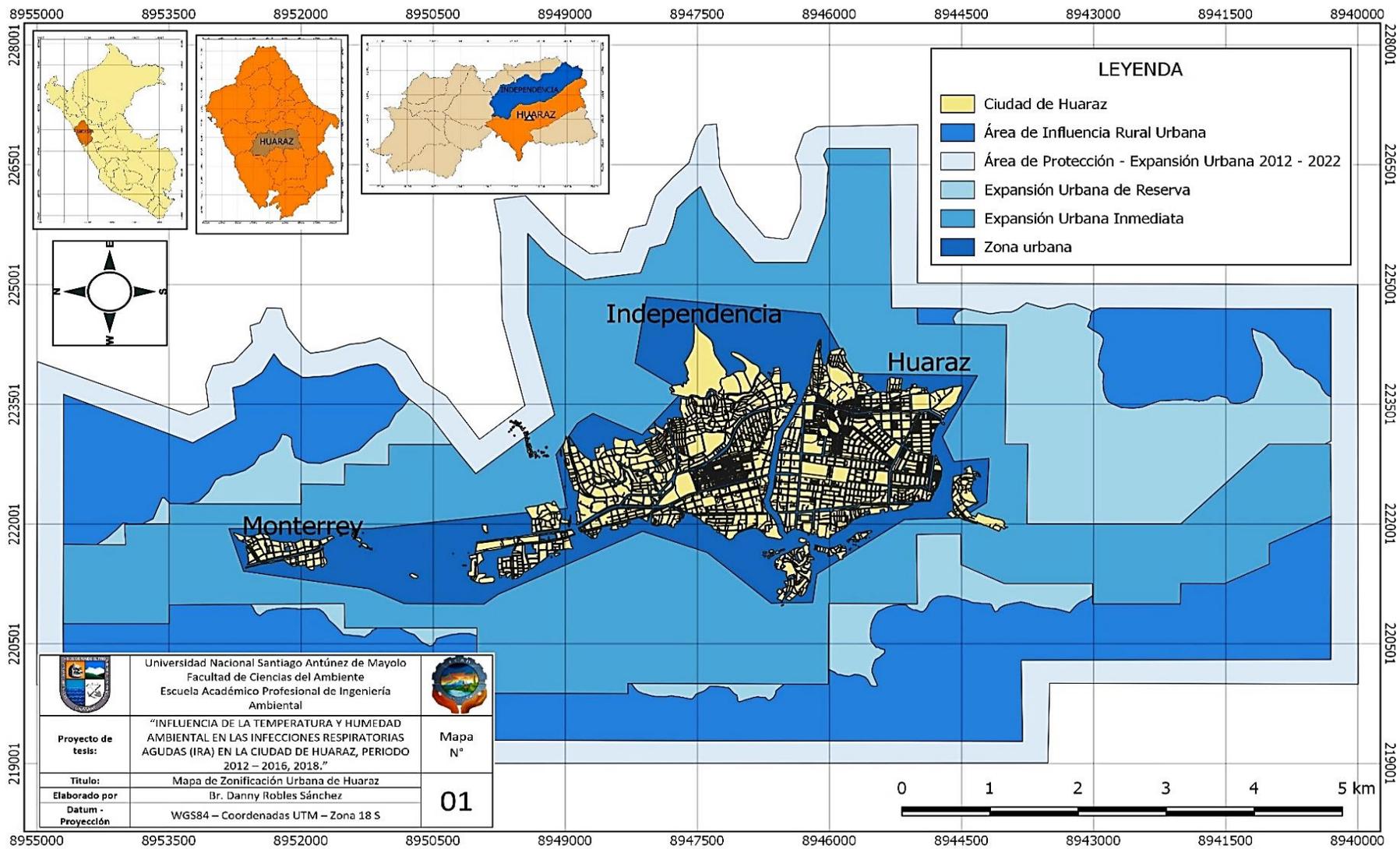


Figura 5: Mapa de Zonificación Urbana de Huaraz.

2.3 Definición de términos

Salud ambiental. La salud ambiental está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona. Es decir, que engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud (OMS, 2016).

Epidemiología. La epidemiología es una disciplina que estudia la verificación de eventos de interés sanitario en las poblaciones, y las relaciones entre las distribuciones de tales eventos y aquellas de sus factores predictivos (Comba & Harari, 2004).

Incidencia. En epidemiología se entiende como el número de casos nuevos de una enfermedad o evento que aparecen en un intervalo de tiempo. Uno de sus indicadores es la Tasa de incidencia que expresa la fuerza que una enfermedad tiene para cambiar el estado de salud de una población al estado de enfermedad por unidad de tiempo en relación a la población susceptible en ese momento (Sanmeens, 2014).

Infecciones Respiratorias Agudas (IRA). Es toda infección que afecta cualquier punto de las vías respiratorias, constituyen un grupo complejo y heterogéneo de enfermedades con un periodo de duración aproximada de 15 días. Pueden ser causadas por virus, bacterias, hongos o una combinación de ellos, los síntomas o signos clínicos son tos, obstrucción nasal, disfonía, respiración ruidosa, dificultad respiratoria (López et al., 2016).

Temperatura ambiental. Estado del ambiente que se manifiesta en el aire y en los cuerpos en forma de calor. También es una propiedad que determina el sentido del flujo de calor. En meteorología es considerada un factor numérico, que sirve para indicar la cantidad de calor o energía radiante que hay en la atmosfera, en la tierra o en el agua. Depende del aporte de energía solar, la cual es absorbida en diferentes formas según las características de la superficie sobre la cual incide (Quispe, 2017).

Humedad ambiental. Es la cantidad de vapor de agua que se encuentra presenta en la atmósfera, esta depende de la temperatura, cuando es mayor el aire admite más vapor de agua y viceversa. Mientras que la Humedad Relativa es un indicador del grado de saturación instantáneo del aire atmosférico y constituye una expresión porcentual del vapor de agua existente (Quispe, 2017).

Clima. Es el conjunto de condiciones atmosféricas promedio que caracterizan a una región, durante periodos que se consideran suficientemente representativos de 30 años o más. Por otro lado el tiempo atmosférico está definido como el estado físico que adopta la atmósfera en un lugar durante determinado momento o un plazo de tiempo corto. Es una manifestación externa de procesos que se producen en la atmósfera en su interacción con la superficie y se caracteriza por estar constituido de un conjunto de elementos y fenómenos meteorológicos (Quispe, 2017).

Variabilidad climática. Se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos, etc.) del clima en todas las escalas temporales y espaciales, más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema, o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (IPCC, 2013).

Cambio climático. Importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado (normalmente decenios o incluso más). El cambio climático se puede deber a procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o bien a cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras (IPCC, 2013).

Estacionalidad. Es la variabilidad cíclica durante el año de una serie temporal, caracterizada por una variación periódica y predecible de la misma con un periodo inferior o igual a un año (Chisolm, 2015).

Asociación. Es un término que denota la existencia de relación definida estadísticamente entre dos o más variables, aunque no necesariamente esta relación deba ser causal (MINSA-ES, 2017).

Ciudad: Una ciudad es un espacio urbano con alta densidad de población, en la que predomina el comercio, la industria y los servicios. Se diferencia de otras entidades urbanas por diversos criterios, entre los que se incluyen población, densidad poblacional o estatuto legal, aunque su distinción varía entre países. La población de una ciudad puede variar entre unas pocas centenas hasta decenas de millones de habitantes (En Wikipedia, 2017).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En el sentido amplio, la investigación se clasifica como cuantitativa de acuerdo a su enfoque, según el alcance es de tipo descriptivo correlacional y de acuerdo a la temporalidad de ocurrencia es de tipo retrospectivo; ya que se analizó el comportamiento de las variables de forma independiente y luego se determinó la asociación estadística entre ellos.

La naturaleza de la investigación comprende un estudio epidemiológico, en tanto se hace necesario clasificar esta investigación de acuerdo a los criterios de esta disciplina. Según su finalidad es de tipo descriptivo, en la cual se estudió la frecuencia y distribución de las IRA, según la unidad de análisis corresponde a un tipo de investigación poblacional o ecológica, de acuerdo a su direccionalidad es simultánea, ya que los factores de riesgo temperatura y humedad ambiental, y las IRA son evaluados al mismo tiempo; según la relación temporal es de tipo retrospectivo, ya que se tomaron registros de las variables de estudio; finalmente de acuerdo al control de la asignación de los factores de estudio es de tipo observacional, por cuanto los factores cuya presencia o ausencia en la población han producido la enfermedad por un motivo independiente a la investigación (Royo & Moreno, 2009).

3.1 Diseño de la investigación

El diseño de investigación fue no experimental, de tipo descriptivo correlacional y longitudinal de tendencia. Asimismo tomando como base la investigación en Epidemiología ambiental, corresponde a un diseño No

Experimental, descriptivo, longitudinal de tendencia y de tipo Ecológico correlacional (Royo & Moreno, 2009).

Es decir, fue no experimental porque no se manipularon las variables, descriptivo porque se analizó e interpretó las variables de forma independiente y en su forma natural, longitudinal de tendencia porque se analizó un periodo largo de tiempo en un mismo lugar y las tendencias que pudieran existir, y ecológico correlacional, porque el análisis se realizó sobre un grupo de individuos y se utilizó la tasa de incidencia de IRA en la población, luego se evaluó la relación con los factores de interés.

Es importante mencionar que las posibles relaciones encontradas no necesariamente son causales a nivel de población, por otro lado, el análisis que se realizará es retrospectivo (Figura 6).

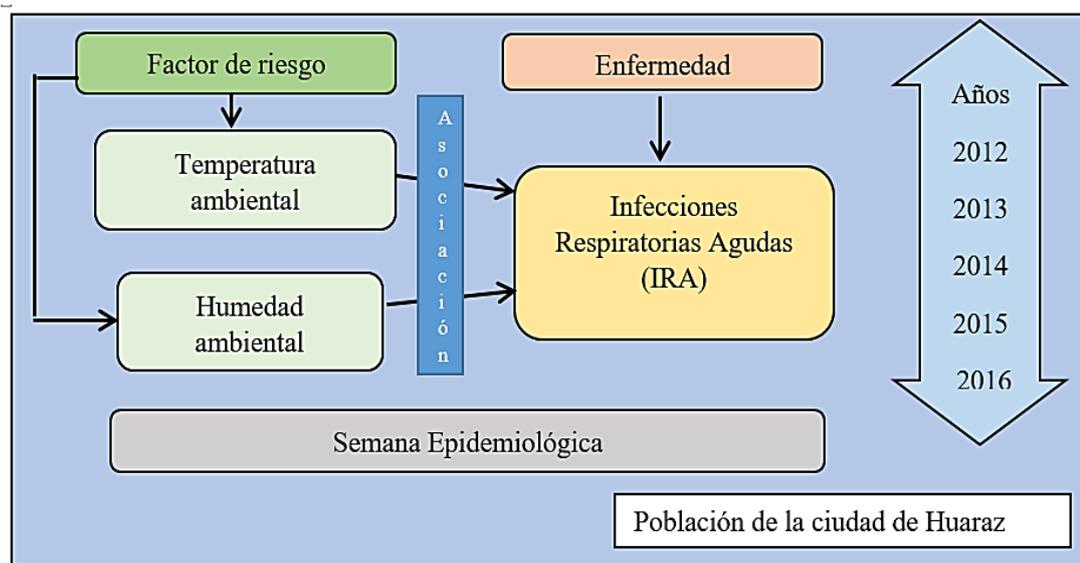


Figura 6: Diseño de la investigación.

3.2 Métodos

En la investigación se utilizaron los siguientes métodos, descriptivo, longitudinal y correlacional, en la cual se utilizaron métodos estadísticos definidos para determinar el comportamiento de las variables en el tiempo, analizar las tendencias y la asociación entre las variables para establecer un modelo de estimación de incidencia de IRA.

La metodología de investigación consistió en lo siguiente:

- Los datos e información fueron recolectados de fuentes secundarias, por una parte, los datos meteorológicos fueron solicitados al Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo (CIAD) de la Facultad de Ciencias del Ambiente de la UNASAM; mientras que la información epidemiológica sobre los casos de IRA, fueron solicitados a la Red de Salud Huaylas Sur – DIRES Ancash.
- Luego del procesamiento de los datos e información se utilizaron tres métodos estadísticos.
 - (1) Determinación del Coeficiente de Correlación de Spearman para definir la asociación entre la temperatura y humedad ambiental y la tasa de incidencia semanal y anual de IRA.
 - (2) Establecer una regresión lineal múltiple con las variables meteorológicas mejor asociadas y determinar los coeficientes de determinación, mediante el Modelo de Regresión modificado con componente Cíclico (Jiménez, 2002).
 - (3) Determinar la tendencia de la temperatura, humedad ambiental e incidencia de IRA mediante la prueba de tendencia Mann-Kendall, durante el periodo de investigación.
- Se utilizó el método de Razón a Medias Móviles (UPCT, 2009) para determinar la estacionalidad de incidencia de IRA a nivel mensual, estacional y de acuerdo a la época del año, teniendo en consideración el componente estacional de las series temporales durante los años establecidos.
- Finalmente, se determinó la tasa de incidencia anual de IRA, los promedios anuales de temperatura y humedad ambiental para analizar su variación en función al tiempo de investigación.

3.3 Universo

Sustentado en el diseño de la investigación, el universo está conformado por todos los habitantes de la ciudad de Huaraz dentro del límite establecido según muestra la Figura 7, que comprende la zona urbana más densamente construida de los distritos de Huaraz e Independencia.

3.4 Diseño y caracterización de la muestra

La muestra correspondió a un muestreo no probabilístico, establecido de acuerdo a la disponibilidad de información epidemiológica, la cual está conformada por los habitantes de la ciudad de Huaraz (niños ≤ 5 años), que fueron atendidos en los Establecimientos Salud que realizan vigilancia epidemiológica en la ciudad, los cuales suministrarán la información pertinente a la Red de Salud Huaylas Sur – DIRES Ancash.

- Centro de Salud Huarupampa
- Centro de Salud Nicrupampa
- Centro de Salud Palmira
- Hospital de Apoyo Víctor Ramos Guardia

Es importante mencionar que, de acuerdo a lo dispuesto por el Ministerio de Salud, sólo se realiza vigilancia epidemiológica de casos de IRA a niños menores de 5 años, ya que son considerados una de las poblaciones más vulnerables frente a esta afección. En la Figura 7, se delimita el área de estudio, conformada por el área de la ciudad de Huaraz más densamente construida.

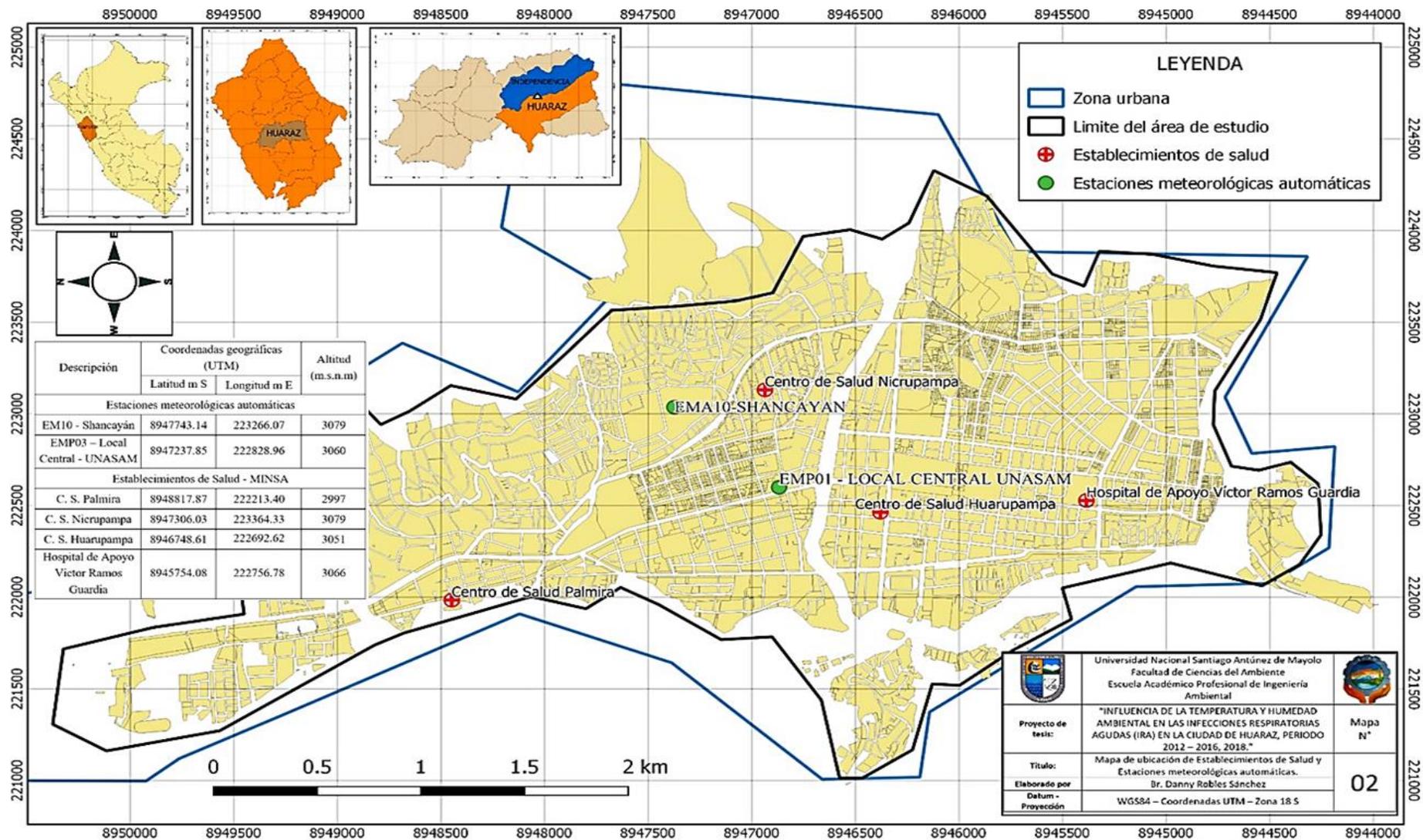


Figura 7: Mapa de Limite de área de estudio y ubicación de estaciones meteorológicas y establecimientos de salud.

3.5 Acopio de información valorada

En la Tabla 6, se especifican las técnicas de acopio de datos e información realizada durante la investigación.

Tabla 6: Técnicas de acopio de información.

Información	Fuente	Técnica e Instrumento	Confiability y Validez
<p>Datos Meteorológicos: Datos horarios de temperatura promedio, máxima y mínima, y datos horarios de Humedad Relativa promedio, máxima y mínima, correspondientes al periodo 2012 – 2016.</p>	<p>Recolección de datos de fuentes secundarias proporcionados por el Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo (CIAD). Los datos meteorológicos corresponden a 02 estaciones meteorológicas automáticas ubicadas en la ciudad de Huaraz (Figura 7).</p>	<p>Documentario: Recolección de información en hojas de cálculo en Excel, sistematizados en la base de datos meteorológico de la institución.</p>	<p>Los datos meteorológicos cuentan con control de calidad y validación, el sensor electrónico de temperatura y humedad tiene certificado de calibración y se encuentra instalado a la altura establecida por la Organización Meteorológica Mundial (1.5–2.0 m). El error registrado para la temperatura es menor a 0.01°C y para la Humedad Relativa es 0.05%.</p>
<p>Información epidemiológica: Información del número de casos acumulados por semana epidemiológica, distribuidos por edades y correspondiente al periodo 2012- 2016.</p>	<p>Recolección de datos indirecta de fuentes secundarias. Proporcionados por la oficina de Estadística e Informática de la Red de Salud Huaylas Sur, correspondientes a los Centro de Salud ubicados en la ciudad de Huaraz que realizan vigilancia epidemiológica (Figura 7); C.S. Palmira, C.S. Huarupampa y C.S. Nicrupampa y Hospital de Apoyo Víctor Ramos Guardia – Huaraz</p>	<p>Documentario: Recolección de información en hojas de cálculo en Excel, sistematizados mediante el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Activa (VEA).</p>	<p>La información epidemiológica, cuenta con la validación de personal especializado de las oficinas de estadística e informática de los establecimientos de Salud. Los casos registrados fueron realizados bajo el protocolo estándar de atención primaria en Salud y según lo establecido en la Directiva Sanitaria N°061-MINSA/DGE V.01- Directiva Sanitaria para la Vigilancia Epidemiológica de las IRA.</p>

3.6 Técnicas de procesamiento, análisis de datos y contrastación de hipótesis.

3.6.1 Procesamiento de datos

Datos meteorológicos

- Los datos meteorológicos de temperatura (promedio, máxima y mínima) y humedad relativa (promedio, máxima y mínima), presentan una resolución temporal horaria y cuentan con control de calidad y validación por parte de la institución.
- Se calcularon los promedios diarios y luego semanales de cada variable, de acuerdo a las semanas epidemiológicas establecidas por el Ministerio de Salud, con la finalidad de obtener valores representativos de cada semana y no valores absolutos de temperatura y humedad relativa máxima y mínima. Este cálculo se realizó para cada año y se obtuvo un promedio semanal que corresponde al periodo 2012 – 2016.
- Se realizó la prueba de homogeneidad de las series temporales, utilizando el paquete XLSTAT, el test efectuado fue la Standard Normal Homogeneity Test (SNHT), el cual considera inhomogeneidades de la serie en función a los cambios del promedio, varianza y tendencia.
- Se verificó a través de los resultados que, los datos de ambas estaciones durante el periodo 2015 y 2016 presentan los mismos cambios, por lo cual las mediciones son homogéneas; en seguida se procedió a estimar un promedio de todas las variables registradas en ambas estaciones, y determinar los valores semanales de temperatura y humedad relativa representativos para la ciudad de Huaraz correspondientes al periodo 2012 – 2016.
- Se realizó la prueba Smirnov – Kolmorov, para verificar la distribución normal de los datos semanales de temperatura y humedad relativa para cada año, seguidamente se calcularon las amplitudes entre los valores máximos y mínimos de temperatura

y humedad relativa correspondientes al periodo de investigación. Finalmente se determinaron los valores anuales de las variables meteorológicas.

$$\text{Rango} = \text{Valor Max} - \text{Valor Min} \dots \text{ (Ecuación 1)}$$

Datos epidemiológicos

- La información de casos de IRA se encuentran registrado en el Sistema de Vigilancia Epidemiológica Activa (VEA), se encuentran sistematizados de acuerdo la semana epidemiológica establecida (52 – 53 semanas) y distribuida por establecimientos de salud. De acuerdo al Sistema VEA, las IRA se agrupan en IRA propiamente dichas, Síndrome Obstructivo Bronquial SOB – Asma y Neumonías.
- Se extrajo la información de los establecimientos de salud ubicados en el área de estudio; luego se determinó los valores acumulados de casos de IRA para cada año y también un promedio del periodo de estudio, con la finalidad de obtener la información de casos de IRA para la ciudad de Huaraz.
- Se determinó la tasa de incidencia semanal y anual (x 10000 habitantes) de acuerdo a la siguiente relación.

$$\text{Tasa de incidencia} = \frac{\text{Casos nuevos de IRA}}{\text{Población total (tiempo)}} \dots \text{ (Ecuación 2)}$$

Dónde:

Casos nuevos: Conformado por el número de casos registrados durante la semana epidemiológica correspondiente; al ser un análisis en retrospectiva se considera estos casos registrados como casos nuevos.

Población total: Es la población de niños entre 0 – 5 años, correspondiente al año de análisis, para cada semana se parametrizará que la población se mantiene constante debido a que los cambios poblacionales son poco significativos entre semana. La tasa de incidencia se determinará por cada 10 000 habitantes

Tiempo: Toma el valor de 1, correspondiente a cada semana epidemiológica y cada año.

- Se realizó la prueba de homogeneidad y normalidad de las tasas de incidencia de IRA para cada año y para el promedio del periodo de estudio.

3.6.2 Análisis de datos e información

- **Asociación estadística mediante coeficiente de Spearman**

Tomando como unidad de análisis la semana epidemiológica establecida por el MINSA, se determinó el coeficiente de correlación de Spearman para establecer la asociación estadística entre las siguientes variables meteorológicas; temperatura máxima promedio, temperatura mínima promedio, rango de temperatura, humedad relativa máxima promedio, humedad relativa mínima promedio, rango de humedad relativa y la tasa de incidencia semanal de IRA. Para este análisis se utilizó el paquete XLSTAT de Ms-Excel (Anexo 01).

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (d_i^2)}{n(n^2 - 1)} \dots \text{(Ecuación 3)}$$

Dónde:

ρ : Coeficiente de correlación de Spearman.

d_i : Diferencia entre los rangos (x -y).

n: Número de datos.

- **Regresión lineal múltiple**

Se estableció una regresión múltiple entre las variables meteorológicas mejor asociadas linealmente con la tasa de incidencia semanal de IRA, considerando básicamente una asociación estadística, más no una relación causa- efecto. Para esto se utilizó el paquete estadístico XLSTAT de MsExcel, que permitió determinar el coeficiente de determinación (R^2) respecto a las variables en su conjunto. El modelo de regresión múltiple modificado con componente cíclico propone lo siguiente:

$$Tasa\ de\ incidencia\ de\ IRA = a + bT + b_1 \sin \frac{2\pi}{52}T + b_2 \cos \frac{2\pi}{52}T + b_3 Temperatura + b_4 HumedadaRelativa + \dots \text{ (Ecuación 4)}$$

Donde “T”, representa el tiempo transcurrido en semanas y se comporta propiamente como la variable regresora principal, además de las variables meteorológicas. El modelo incorpora componentes de tendencia lineal y componente cíclico.

- **Análisis de tendencia de temperatura, humedad relativa e Incidencia de IRA.**

Se realizó la prueba de Mann-Kendall sobre las series de tiempo a resolución semanal, de las variables meteorológicas y la Tasa de incidencia de IRA, de ésta forma se estableció si existe una tendencia creciente o decreciente durante el periodo de investigación, para ello se utilizó el paquete estadístico XLSTAT de Ms-Excel.

En esta prueba se plantea dos hipótesis, Ho: No existe una tendencia en la serie, Ha: Existe una tendencia en la serie. Obteniendo los valores de S de Tau, para evaluar la significancia de una tendencia.

- **Análisis de estacionalidad**

Se utilizó el método de Razón a medias móviles, mediante el cual se determinó el Índice de Variación Estacional (IVE), para conocer el periodo del año en el que se incrementan y disminuyen la tasa de incidencia de estas afecciones; para ello se determinó las tasas de incidencias de IRA a nivel mensual (12), estacional (4) y según la época del año (2), durante el periodo de investigación.

Se calcularon las medias móviles en función al intervalo de análisis; en seguida se determinaron los cocientes entre los datos originales y las medias móviles. En la segunda parte se estimaron los promedios de acuerdo al intervalo de análisis y se calculó el

promedio general, finalmente el I.V.E. se determinó como el cociente entre estos promedios multiplicados por 100%.

- **Análisis anual de variables meteorológicas**

Se determinaron las tasas de incidencia anual de la IRA x 10000 Hab., y por otro lado los valores medios anuales de temperatura y humedad relativa máxima, mínima y el rango, finalmente se relacionaron con las medida de asociación anteriormente mencionadas, cada método estadístico contó con un nivel de significancia adecuado.

3.6.3 Contrastación de hipótesis

Para la contrastación de hipótesis se utilizó el estadístico no paramétrico Coeficiente de Correlación de Spearman, mediante el cual se estableció las relaciones de fuerza y dirección entre las variables meteorológicas y la tasa de incidencia de IRA.

3.7 Recursos

3.7.1 Humanos

- 01 tesista
- 01 asesor académico.

3.7.2 Bienes y servicios

3.7.2.1 Bienes

- Computadora portátil
- Útiles de escritorio
- Memoria USB
- Plano catastral de la ciudad de Huaraz

3.7.2.2 Servicios

- Datos meteorológicos e información epidemiológica.
- Impresiones, copias, empastado e Internet
- Transporte público.
- Software XLSTAT, Ms-Excel y Q-Gis.

CAPÍTULO IV

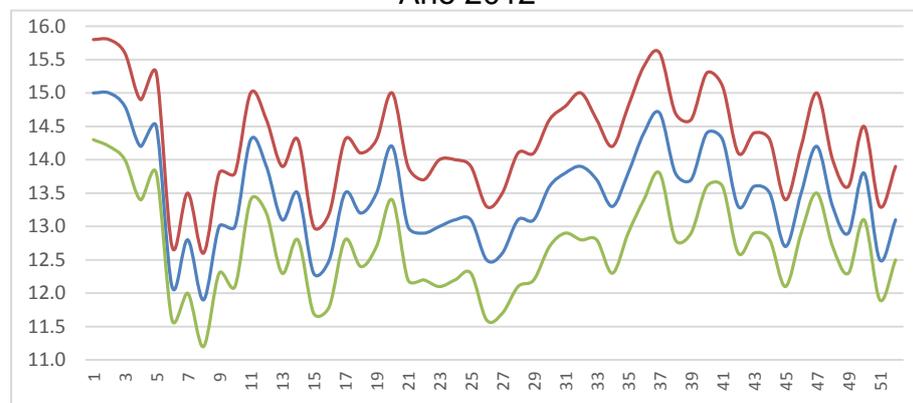
RESULTADOS

4.1 Caracterización de las variables meteorológicas

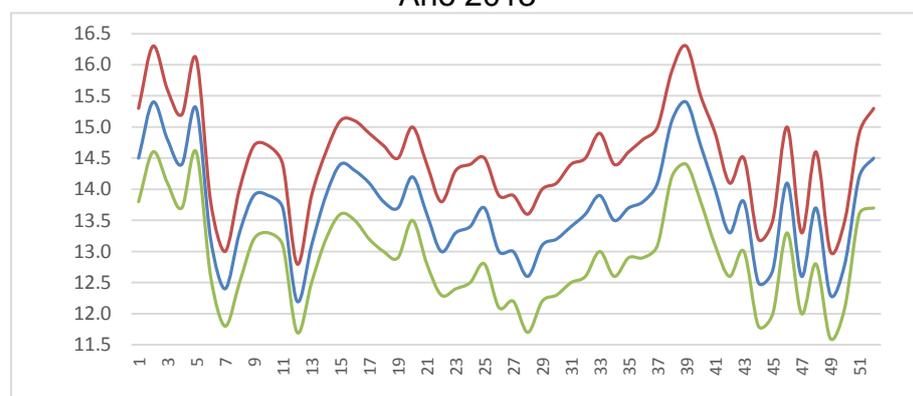
4.1.1 Caracterización de la temperatura ambiental

En base a los registros de las 02 estaciones meteorológicas automáticas ubicadas en la ciudad de Huaraz, se determinaron los valores promedio semanales de temperatura promedio, temperatura máxima y temperatura mínima durante el periodo de estudio.

Año 2012



Año 2013



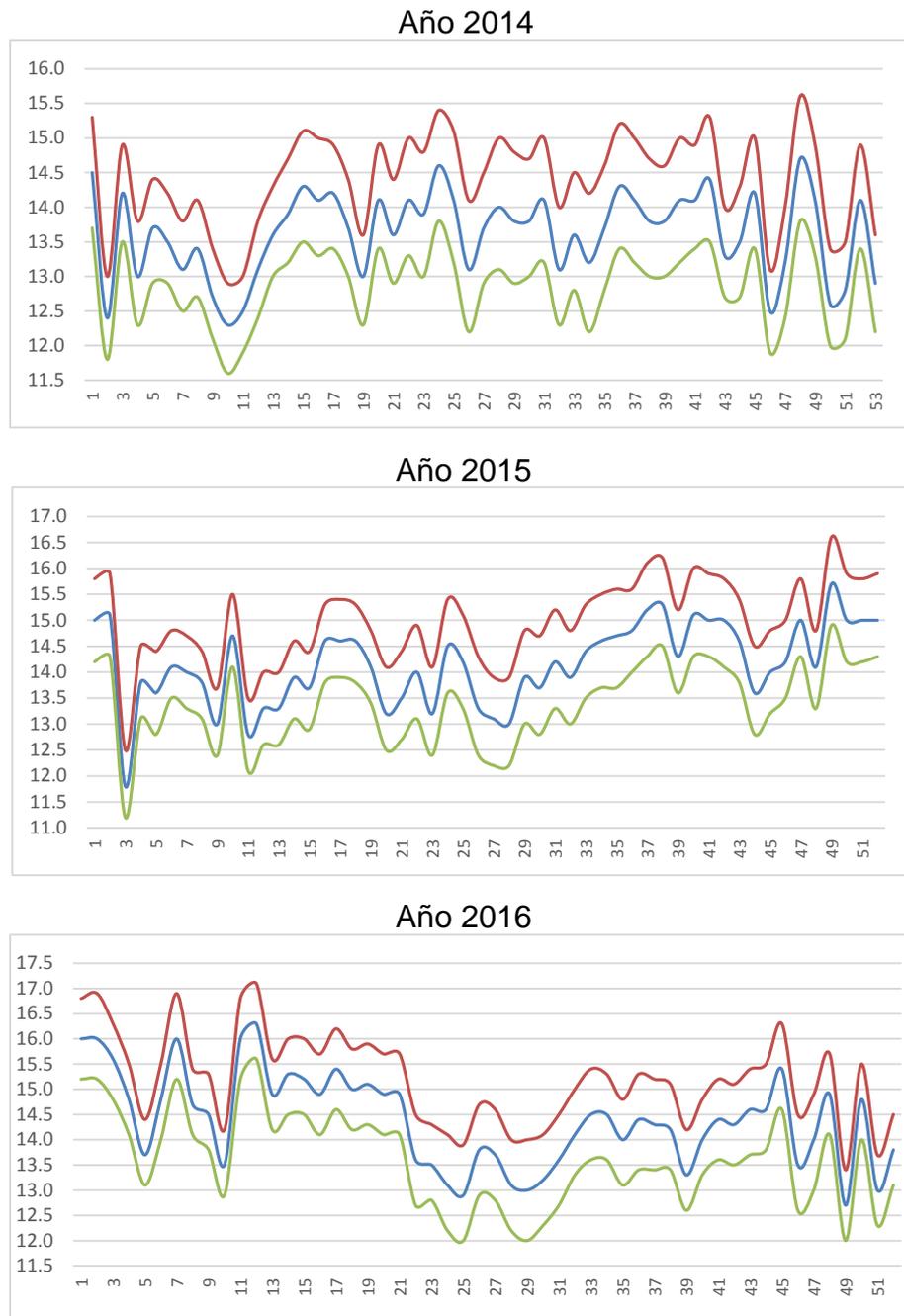


Gráfico 1: Gráficos de la variabilidad semanal de la temperatura ambiental distribuidos desde el año 2012 a 2016.

Nota: El eje vertical corresponde a los valores de Temperatura (°C) y el eje horizontal a las semanas epidemiológicas. La línea roja representa la temperatura máxima promedio, la línea azul la temperatura promedio y la línea verde la temperatura mínima promedio.

En base al Gráfico 1, se muestra que en el año 2012 la temperatura presenta un comportamiento normal acorde a la climatología de la ciudad de Huaraz, identificándose una disminución marcada de la temperatura entre la semana 3 y 8 a inicios del año, correspondiendo al mes de enero, la temperatura máxima promedio

en el año alcanzó 15.7°C, mientras que la temperatura mínima promedio 11.3°C, en el mes de febrero.

En el año 2013, la temperatura ambiental presenta un comportamiento de acuerdo a la climatología, sin embargo la temperatura máxima promedio alcanza dos picos de 16.3°C, en la segunda semana del año y en la semana 39, que corresponde a finales del mes de septiembre. La temperatura mínima promedio alcanza su menor valor en la primera semana del mes de diciembre llegando a 11.6°C.

En el año 2014 la temperatura presenta un comportamiento regular durante todo el año, no evidenciándose claramente la estacionalidad característica de la ciudad de Huaraz. La temperatura mínima promedio fue de 11.6°C que se presenta en la semana 10 a inicios del mes de marzo, mientras que la temperatura máxima promedio alcanzó un valor de 15.6°C en la semana 47, que corresponde al mes de noviembre.

En el año 2015, la temperatura experimenta una variabilidad creciente, evidenciada en la temperatura máxima promedio que alcanzó 16.6°C en la semana 50 a finales del año, por otro lado la temperatura mínima promedio registrada fue de 11.2°C en la semana 3 a inicios de año. No se muestra la estacionalidad característica para la ciudad de Huaraz, este tipo de comportamiento evidencia la aproximación del Fenómeno El Niño.

El año 2016, si bien se observa una estacionalidad marcada del clima, sin embargo ocurrieron eventos categorizados como anómalos, producto del Evento El Niño ocurrido. La temperatura máxima promedio alcanzo los 17.2°C en la semana 12 correspondiente a finales del mes de marzo, mientras que la temperatura mínima promedio ocurrió en época de estiaje (invierno), alcanzando un valor de 11.9°C correspondiente al mes de junio.

En el Gráfico 2, se observa que durante el periodo 2012 – 2016, la temperatura promedio osciló entre 12.8°C y 15°C, mostrando el clima templado que presenta la ciudad de Huaraz; las temperaturas mínimas fluctuaron entre 12.1°C y 14.1 °C, mientras que la temperatura máxima entre 13.5°C y 15.8°C. El comportamiento de la temperatura ambiental bajo un análisis retrospectivo, muestra la climatología normal de la ciudad, mostrando la estacionalidad de los periodos de lluvia y estiaje, relacionados al verano e invierno respectivamente.

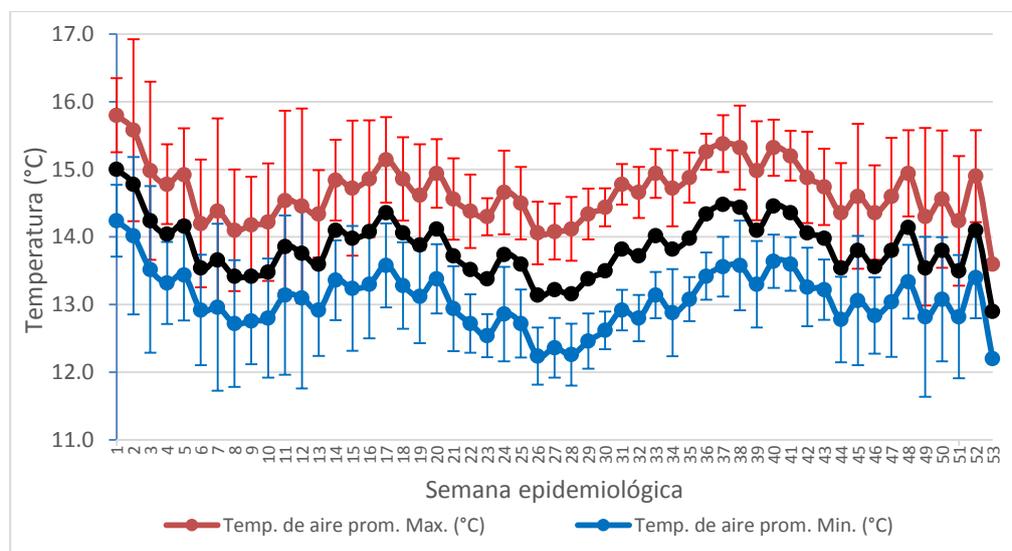


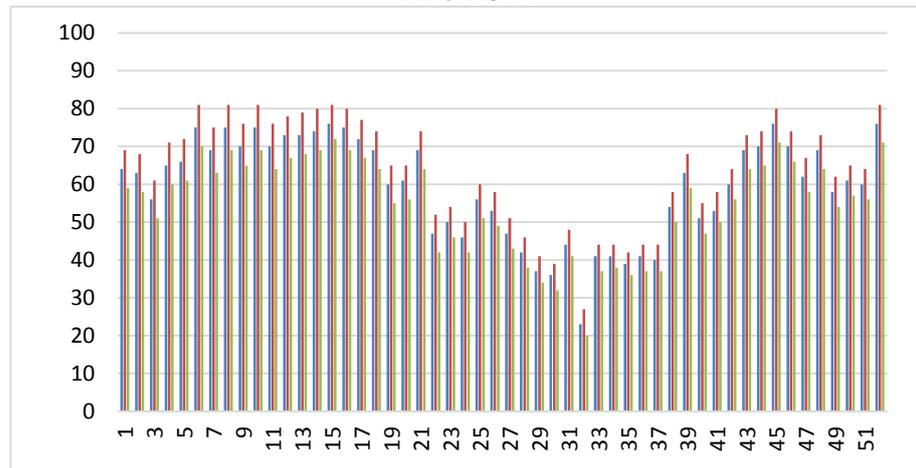
Gráfico 2: Gráfico de la variación semanal de la temperatura ambiental 2012-2016 en Huaraz.

Entre las semanas 05 y 12, se muestra una disminución de la temperatura máxima, con disminuciones entre 1.4°C y 1.5°C, entre la semana 21 y 34, se observa una disminución más severa, la cual corresponde a los meses de junio, julio y agosto, disminuyendo la temperatura mínima a 12.1°C. Seguidamente se observa un incremento de la temperatura, finalmente entre las semanas 42 y 48 correspondientes al mes de noviembre la temperatura disminuye. Las barras de desviación estándar de los promedios obtenidos, muestran mayor variabilidad en la época de lluvia que en la época de estiaje, lo que compromete que durante estas épocas las variaciones interanuales de la temperatura son bastante acentuadas; es decir, que durante la época de lluvia pueden llegar a 1.2°C aproximadamente, mientras que en otra época de estiaje esta variación se reduce a 0.4°C.

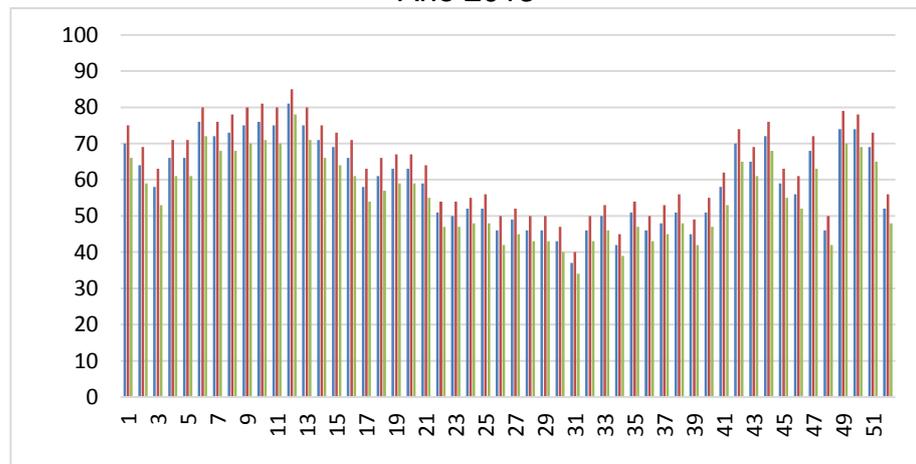
4.1.2 Caracterización de la Humedad Relativa

En base a las 02 estaciones meteorológicas automáticas ubicadas en la ciudad de Huaraz, se determinaron los valores promedio de humedad relativa promedio, máxima y mínima a resolución semanal durante el periodo de estudio.

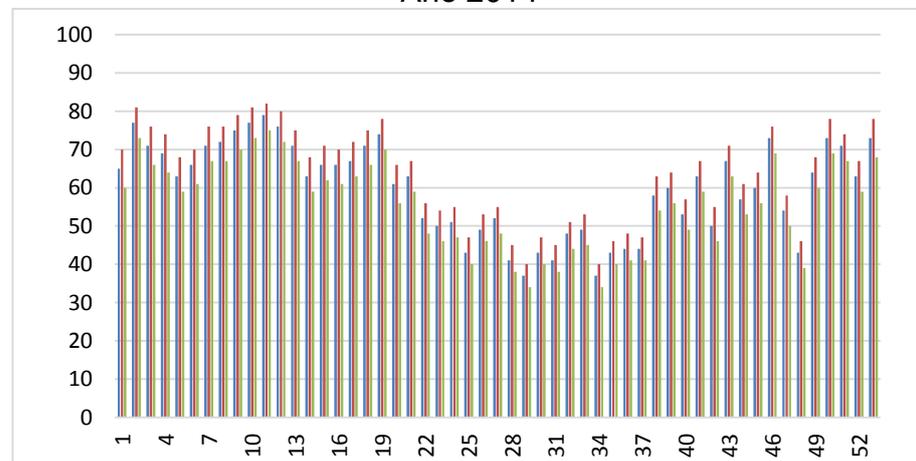
Año 2012



Año 2013



Año 2014



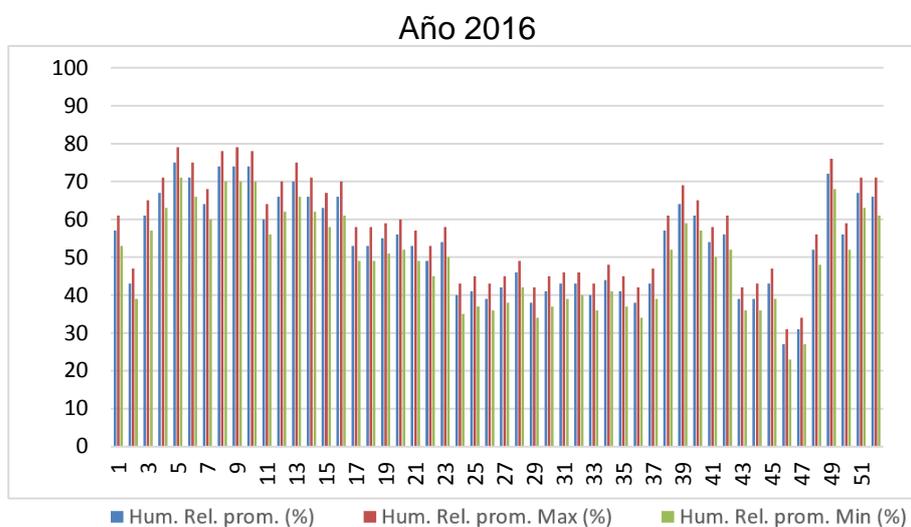
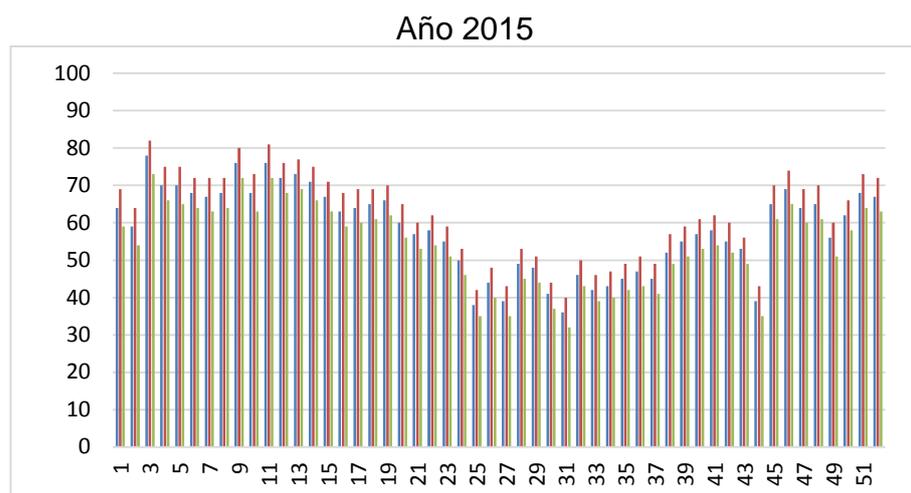


Gráfico 3: Gráficos de la variabilidad semanal de la Humedad relativa distribuidos desde el año 2012 a 2016.

Nota: El eje vertical corresponde a los valores de Humedad relativa (%) y el eje horizontal a las semanas epidemiológicas.

En el Gráfico 3, en el año 2012 la humedad relativa presentó un comportamiento normal, mostrándose la estacionalidad característica del clima de Huaraz, la humedad relativa mínima promedio semanal fue de 19% en la semana 31, la cual corresponde a inicios del mes de agosto, mientras que la humedad relativa máxima promedio fue de 81% en la 15, correspondiente al mes de abril.

En el año 2013, la humedad relativa presentó un comportamiento de acuerdo a la climatología, alcanzando un valor máximo de 85% en la semana 12, correspondiente al mes de marzo. Por otro lado la humedad relativa mínima promedio fue de 33% en la semana 31, la cual corresponde a inicios del mes de agosto.

En el año 2014, la humedad relativa presenta un comportamiento normal, evidenciándose el periodo se estiaje y el periodo húmedo, sin embargo existe alta variabilidad semanal. La humedad relativa máxima promedio alcanzó el 81% en la semana 3 y 12, correspondiendo al mes de enero y marzo respectivamente. La humedad relativa mínima promedio alcanzó un valor de 35% en la semana 34, correspondiente al mes de agosto.

En el año 2015, se evidencia claramente la estacionalidad de la humedad relativa, sin embargo a partir de la semana 29, se observa una disminución de la humedad relativa en relación a los primeros meses del año. El valor mínimo de humedad relativa fue de 31% registrado en la semana 31ª inicios del mes de agosto, un valor similar se presentó en la semana 44 correspondiente al mes de noviembre. La humedad relativa máxima promedio fue de 82% en la semana 3.

El año 2016, si bien se observa una estacionalidad marcada del clima, sin embargo ocurrieron eventos categorizados como anómalos, producto del Evento El Niño. El mes de noviembre fue categorizado como el más seco de los últimos 30 años en nuestra región, alcanzando un valor de 21% de humedad relativa mínima promedio en la semana 46, mientras que la humedad relativo promedio máxima fue de 79% en la semana 5 y 8, correspondiente al mes de febrero.

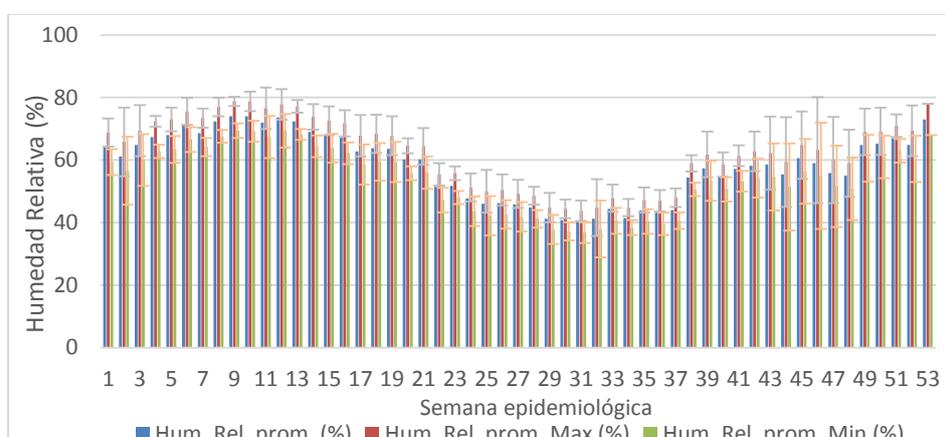


Gráfico 4: Gráfico de la variación semanal de la Humedad relativa 2012 – 2016.

En el Gráfico 4, durante el periodo 2012 – 2016, la humedad relativa promedio osciló entre 39% al 73%, mostrando el clima templado y seco que presenta la ciudad de Huaraz, la humedad relativa mínima fluctuó entre 36% y 68%, mientras que la humedad relativa máxima entre 42% y 79%. La variabilidad de la humedad relativa semanal a lo largo del año muestra la estacionalidad de los periodos secos y húmedos.

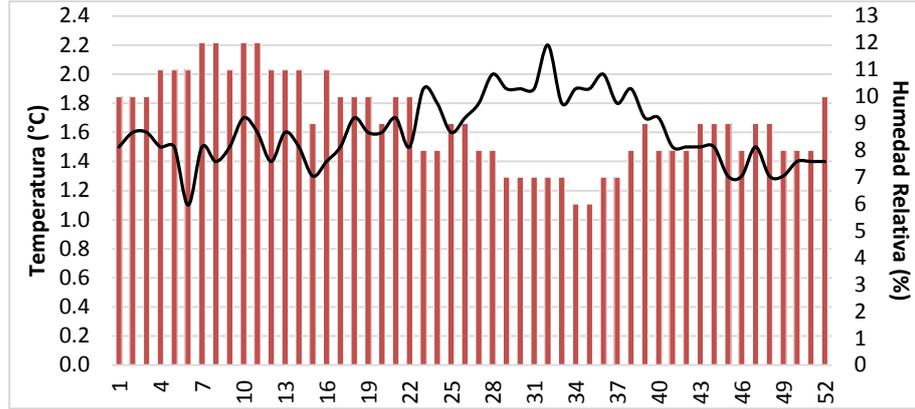
Entre la semana 19 y 36 la humedad relativa presentó una disminución considerable, la cual corresponde al periodo de estiaje, durante este periodo la humedad relativa osciló entre los 30% a 60%. Durante las semanas 47 a 49 la humedad experimenta otro descenso en el cual fluctuó entre 50% a 60%, correspondiendo al mes de noviembre, en el cual se presenta el máximo de temperatura diurna.

Las barras de desviación estándar del promedio obtenido, muestran mayor variabilidad entre los meses de septiembre a diciembre y durante las primeras semanas del mes de enero, en la época de estiaje la desviación estándar puede llegar a 5%, mientras que en los meses de octubre y noviembre la variabilidad es muy acentuada llegando a 25%.

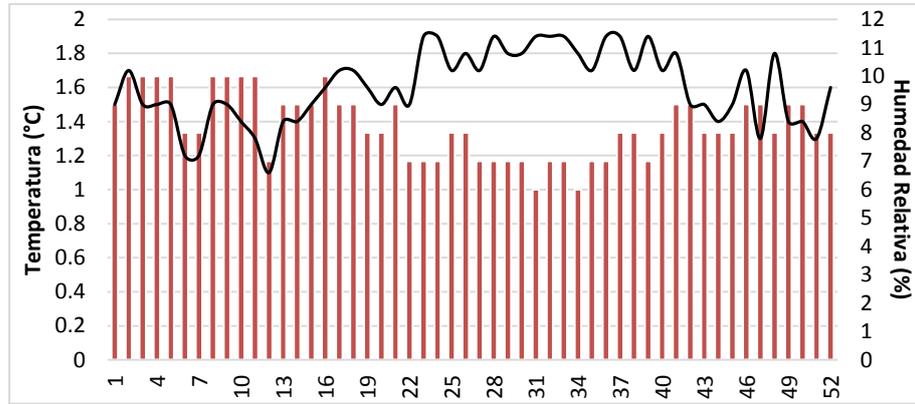
4.1.3 Caracterización del rango de Temperatura ambiental y Humedad relativa

En base a los datos de temperatura y humedad relativa máxima y mínima, se determinaron los rangos respectivamente. En el Gráfico 5, se observa que a lo largo del periodo de estudio el comportamiento del rango de temperatura y humedad relativa presentan una relación inversa, en los años 2012 a 2014, se observa una estacionalidad marcada, mientras que en los 2 últimos años, no se observa un comportamiento regular, con lo cual queda evidenciado el Fenómeno El Niño. En el caso de la temperatura ambiental se tienen la siguiente información, en el año 2012 el rango alcanzó 2.2°C, en los años 2013 y 2015 el rango llegó a 1.9°C, mientras que en los años 2014 y 2016 alcanzó 2°C.

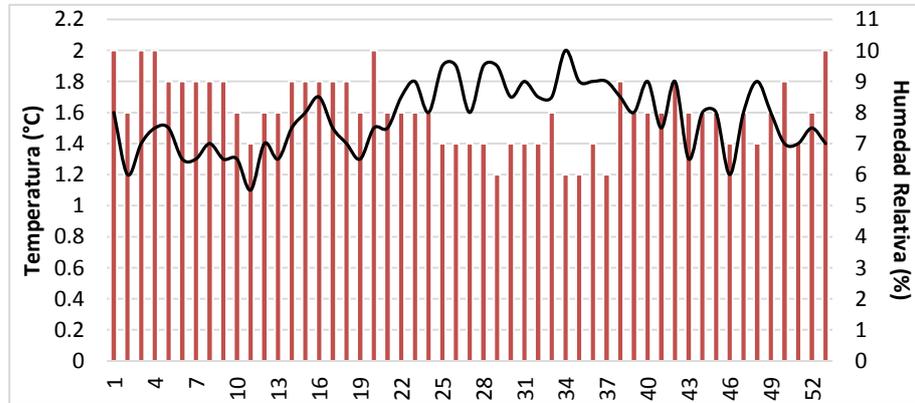
Año 2012



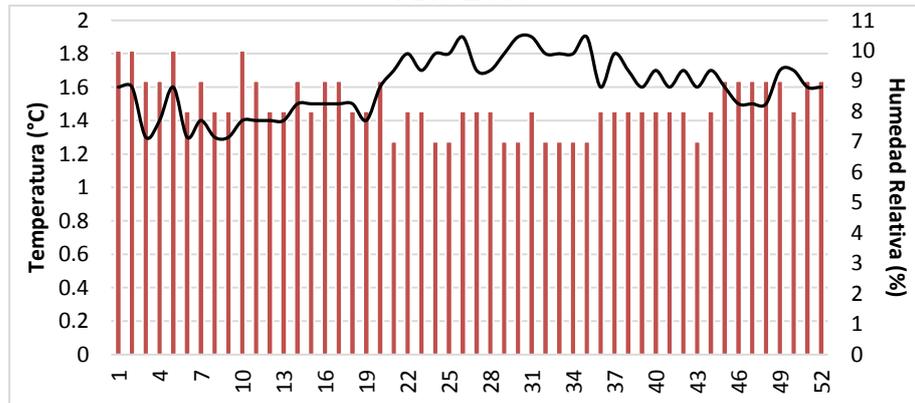
Año 2013



Año 2014



Año 2015



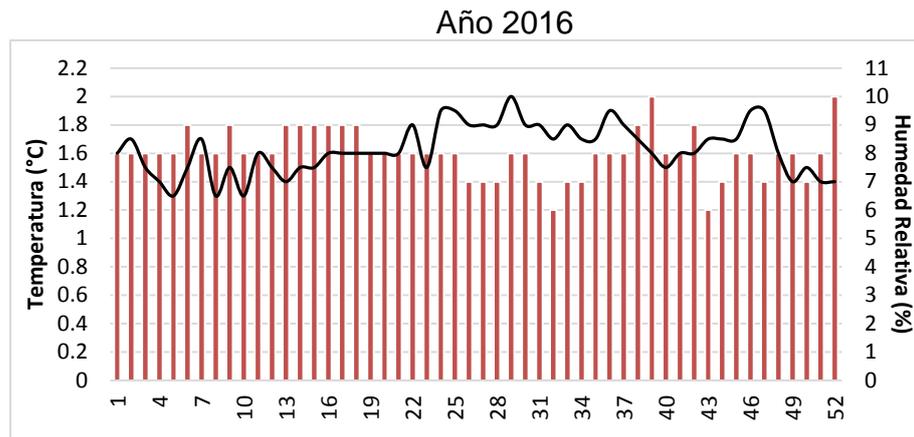


Gráfico 5: Gráficos de la variabilidad semanal de la Humedad relativa distribuidos desde el año 2012 a 2016.

Nota: El eje horizontal corresponde a las semanas epidemiológicas. La línea de color negro muestra el rango de temperatura y las barras de color rojo el rango de humedad relativa.

Por otro lado, el rango de la humedad relativa, presentó un comportamiento regular durante los años 2012 a 2014, en el primer año el rango alcanzó 12% en los primeros meses del año, durante los 2 años posteriores llegó a 10% en los meses húmedos. En los años 2015 y 2016, no se observan un comportamiento estacional evidente, el rango de humedad relativa alcanzó los 10%, registrados tanto en el periodo húmedo y seco.

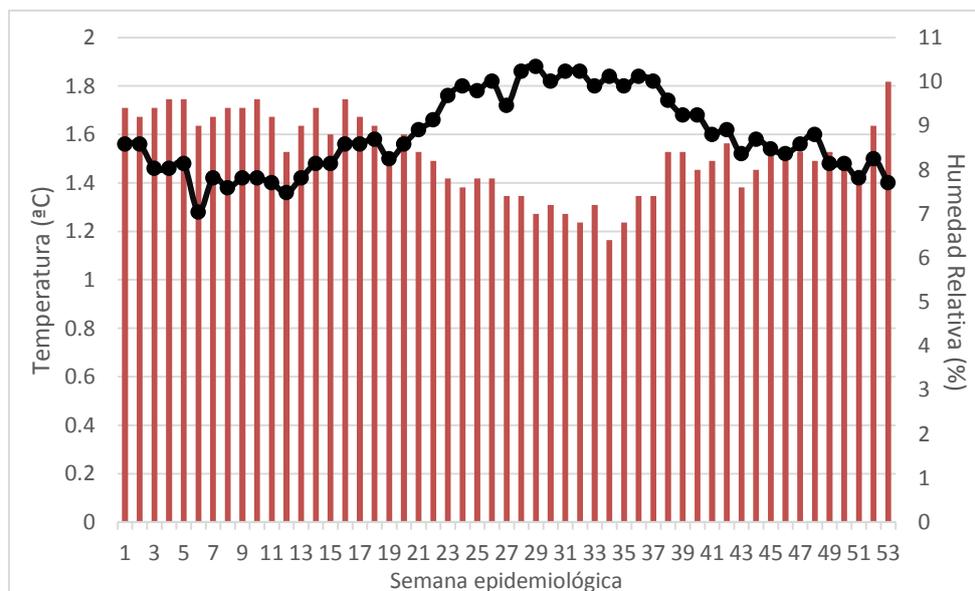


Gráfico 6: Gráfico de la variabilidad semanal del rango de Temperatura y Humedad relativa, 2012 – 2016 en Huaraz.

Nota: La línea de color negro muestra el rango de temperatura y las barras de color rojo el rango de humedad relativa.

En el Gráfico 6, se muestra claramente que los rangos de temperatura se incrementan desde la semana 19 hasta la 42, lo cual corresponde al periodo de estiaje. Los rangos de temperatura que expresan la amplitud entre el valor máximo y mínimo de temperatura semanal llegan a 1.9°C en promedio. En el caso de la humedad relativa, durante el periodo mencionado alcanzan un 7%, mientras que en el otro periodo del año pueden llegar hasta los 10%. En este sentido, se observa la relación inversa de ambas variables meteorológicas.

4.2 Caracterización de los casos de IRA

En base a la información del Sistema de Vigilancia Epidemiológica Activa (VEA) de la Red de Salud Huaylas Sur, se calcularon las tasas de incidencia semanal de IRA para la ciudad de Huaraz.

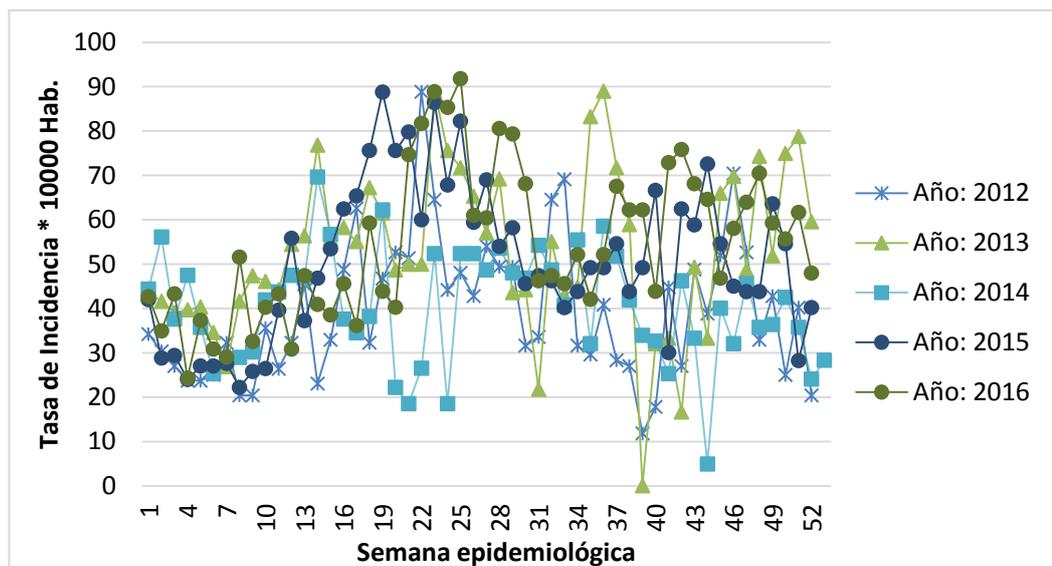


Gráfico 7: Gráfico de la variabilidad semanal de la Tasa de Incidencia semanal de IRA distribuidos desde el año 2012 a 2016.

En el Gráfico 7, se observa que durante los años 2012, 2013, 2015 y 2016 se acentúan la estacionalidad de las IRA, con picos en el periodo de estiaje, mientras que durante el año 2014 el comportamiento de las incidencias de IRA es regular durante todo el año.

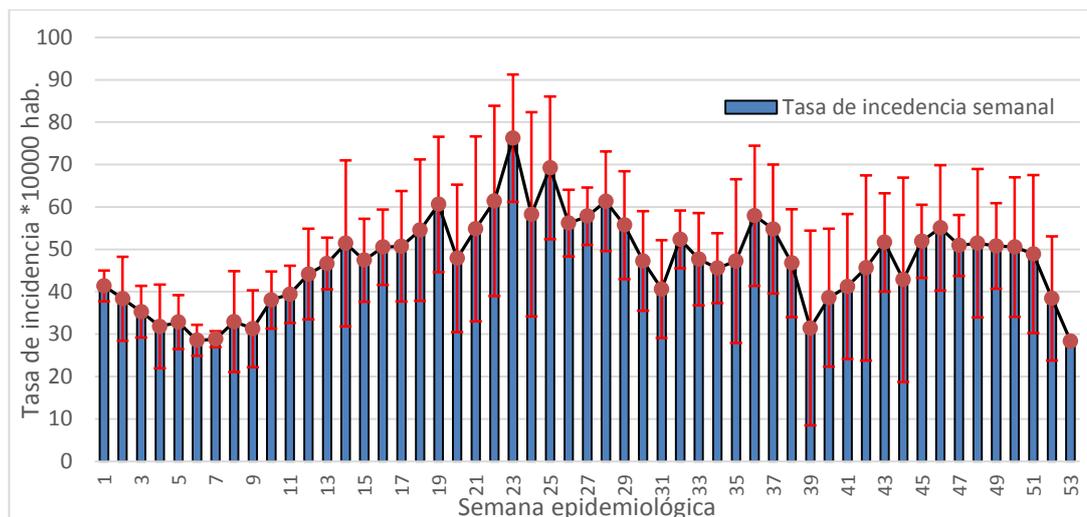


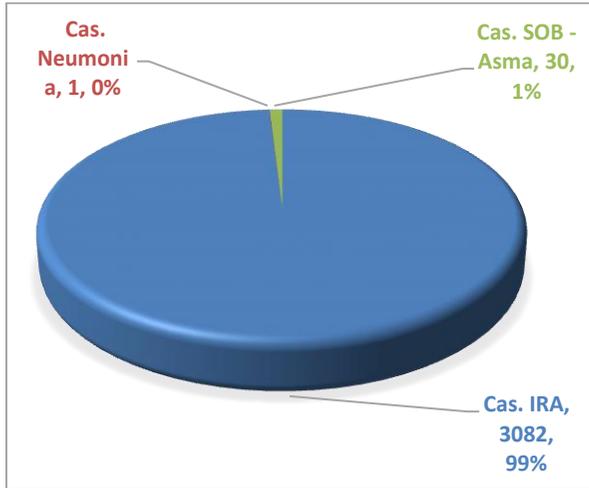
Gráfico 8: Gráfico de la variabilidad semanal de la Tasa de Incidencia de IRA promedio, 2012 - 2016 en Huaraz.

La tasa de incidencia de IRA, incluyen los casos de Neumonía, SOB – Asma e IRA propiamente dichas, las cuales son Faringoamigdalitis, Rinitis, Amigdalitis, Resfrío común, como las infecciones más comúnmente diagnosticadas en la ciudad de Huaraz. Según el Gráfico 8, durante la semana 23 se registra el pico de incidencia de IRA, alcanzando 75 casos por 10 000 hab., el periodo corresponde a la primera semana del mes de junio. Mediante el gráfico se observa la estacionalidad de estas infecciones, sin embargo se presentan durante todo el año.

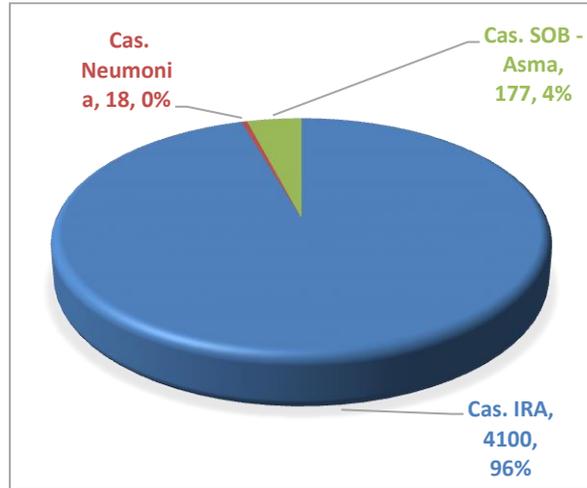
A partir del mes de agosto, la incidencia presenta un comportamiento regular hasta finales de año, por otro lado durante los primeros meses del año, se observa una disminución considerable, alcanzando su valor mínimo en febrero con 29 casos por 10 000 hab. Las barras de desviación estándar muestran una gran variabilidad de la incidencia de IRA entre los años 2012 a 2016, tanto en los periodos de lluvia y estiaje.

4.2.1 Distribución de los casos de IRA

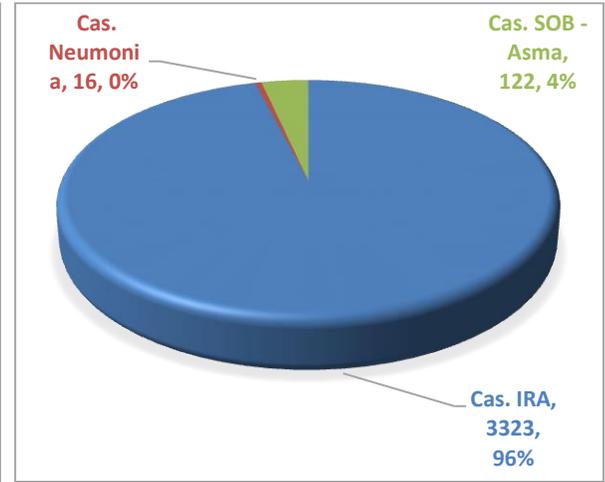
De acuerdo al sistema VEA, se incluyen dentro de las IRA los casos de SOB – Asma que representan entre el 1% y el 3% de casos totales de IRA, los casos de Neumonía no son muy frecuentes en la ciudad de Huaraz, representando entre el 0 a 1% del total de casos, durante los años 2015 y 2016, se alcanzaron 20 y 28 casos respectivamente, según se muestra en el Gráfico 9.



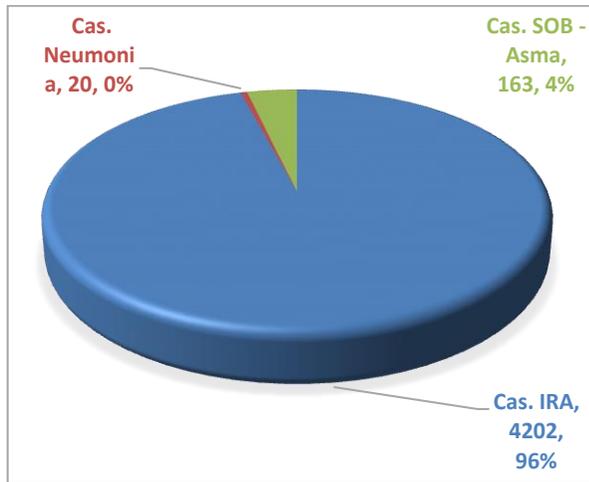
Año: 2012



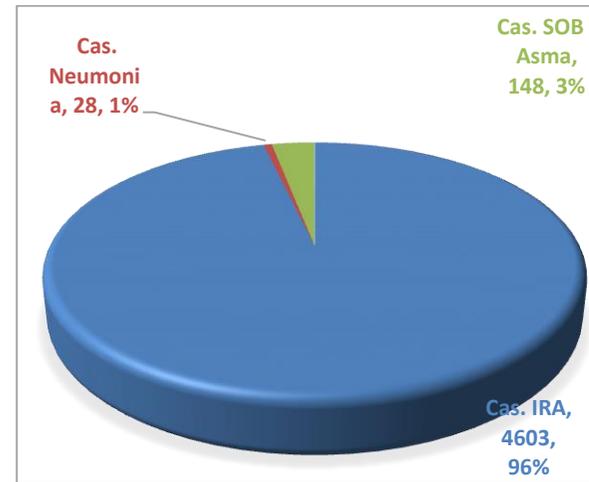
Año: 2013



Año: 2014



Año: 2015

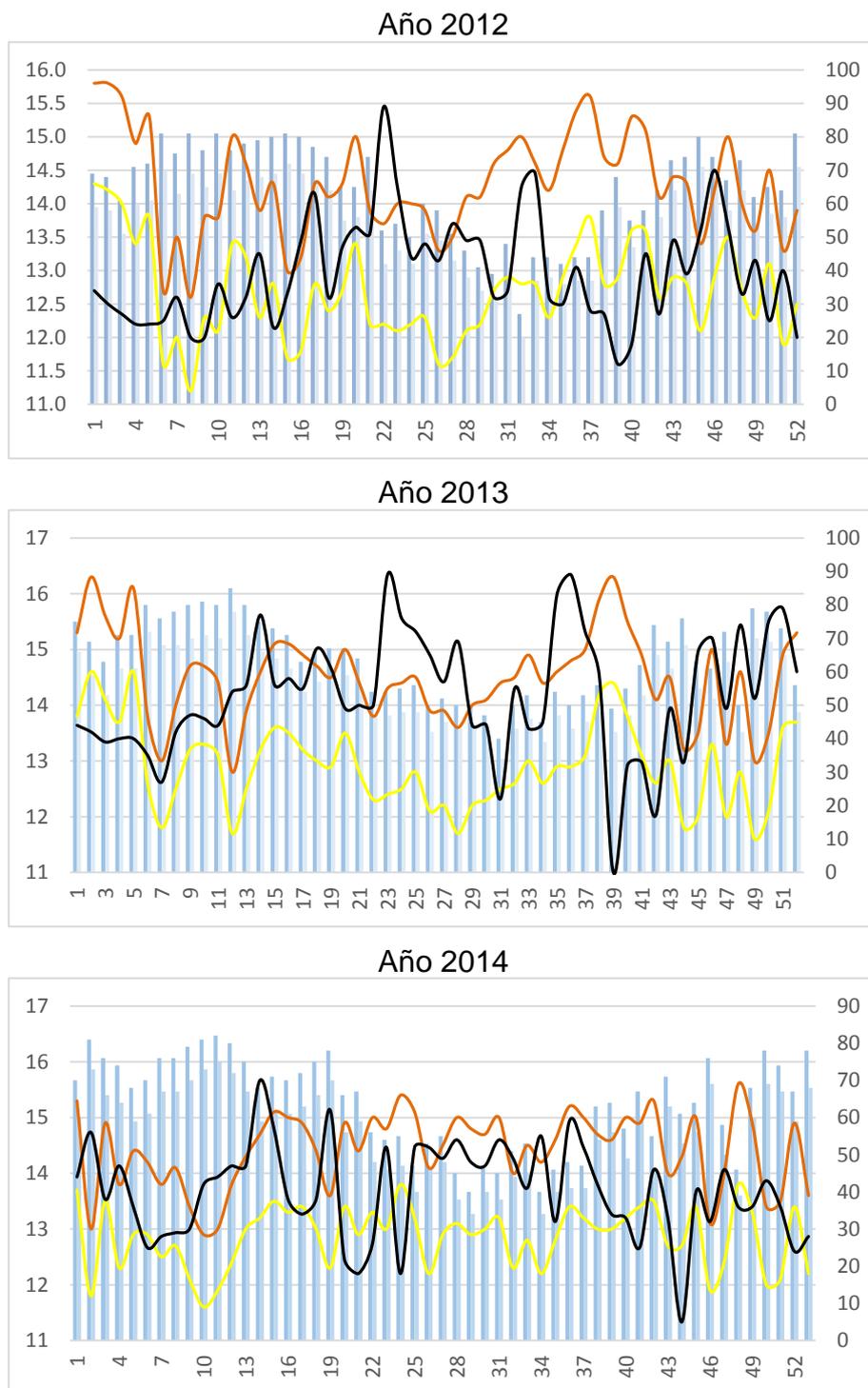


Año: 2016

Gráfico 9: Gráficos de la distribución de IRA de acuerdo al Sistema VEA en la ciudad de Huaraz.

4.3 Relación entre variables y determinación de los coeficientes de Correlación de Spearman.

En base a los datos a resolución semanal analizados, se muestran los gráficos de temperatura, humedad y tasa de Incidencia de IRA (Gráfico 10) para cada año de estudio.



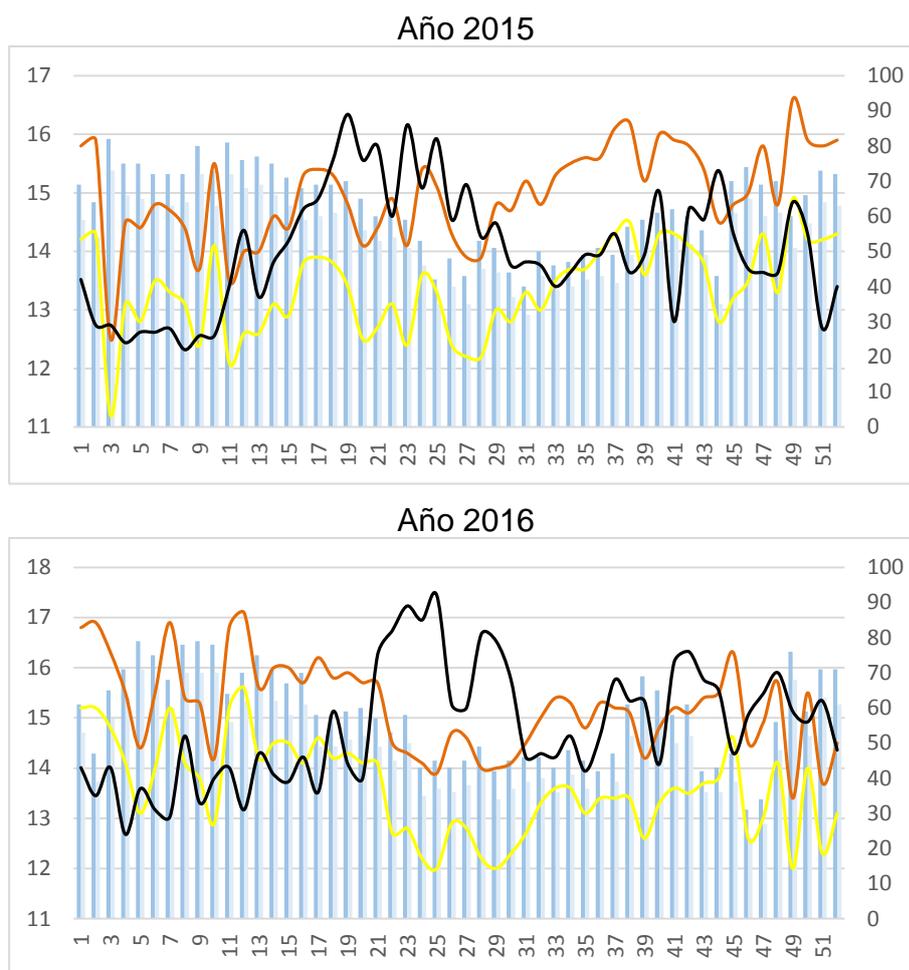


Gráfico 10: Gráfico de la variación semanal de la temperatura y humedad relativa máxima y mínima promedio y tasa de incidencia de IRA, 2012-2016.

Nota: El eje izquierdo corresponde a la temperatura (°C), el eje derecho a la humedad relativa (%) y tasa de incidencia de IRA (N° de casos/10000Hab.), y el eje horizontal corresponde a la semana epidemiológica. En líneas naranja y amarillo se presentan los valores de temperatura promedio máxima y mínima respectivamente, la línea de color negro corresponde a la tasa de incidencia de IRA y en barras la humedad relativa promedio máxima y mínima.

En los gráficos anteriores se observa una relación inversa entre la temperatura, humedad relativa y tasa de incidencia de IRA, teniendo en cuenta que la influencia de las variables meteorológicas no es observada al mismo tiempo sobre la tasa de incidencia; en promedio se observan incrementos en la tasa de incidencia, posteriores a un descenso de temperatura y humedad relativa. Sin embargo en algunas semanas esta relación sí ocurre al mismo tiempo, lo que se explica desde el punto de vista epidemiológico como incidencia, que es un valor acumulado de

casos de IRA que se presentaron durante una semana o periodos más prolongados.

Las siguientes descripciones de los gráficos se muestran los casos más resaltantes de cada año. Durante el año 2012, en la semana 39 se obtuvo una tasa de incidencia de IRA de 12 casos *10000 Hab., en la cual se registró una temperatura de 14.6 °C, mostrando una disminución de 0.1°C respecto a la semana anterior, a razón de la humedad relativa, se registró 68% dado un incremento del 9% respecto a la semana 38, bajo estas condiciones el ambiente se encuentra saturado y cálido, este último respecto al promedio de temperatura. Por el contrario, durante la semana 22 se alcanzó una tasa de incidencia de 89 casos * 10000 Hab., dado que se observó un descenso de la temperatura de 13.5°C a 12.2°, durante las 03 semanas anteriores, mientras que la humedad relativa disminuyó de 64% a 42%, en referencia a la semana anterior, es así que el ambiente se encuentra poco saturado.

Para el año 2013, en la semana 39 no se registró ningún caso de IRA, la temperatura alcanzó los 16.3°C y la humedad relativa se encontró en 49%, mostrando condiciones cálidas y medianamente saturadas. Por otro lado, durante las semanas 23 y 36 se obtuvo una tasa de incidencia de 89 casos * 10000 Hab., en la primera, durante las dos semanas anteriores se registró un disminución de la temperatura de 13.5°C a 12.4°C, mientras que la humedad relativa alcanzó 47%, mostrando condiciones poco saturadas; en la segunda la temperatura se mantuvo en 12.9°C respecto a semanas anteriores, en tanto que la humedad relativa llegó a 45%, mostrando igualmente condiciones poco saturadas del ambiente.

En el año 2014, durante la semana 44, se obtuvo una tasa de incidencia de 5 casos* 10000 Hab.; en este periodo se observó un ligero incremento de la temperatura de 14.0°C a 14.3°C respecto a la semana anterior mientras que la humedad relativa alcanzó 61%, condiciones saturadas y cálidas. Por el contrario, durante la semana 14 se obtuvo una tasa de incidencia de 70 casos * 10000 Hab., en esta semana se registró 13.2°C, mientras que la humedad relativa descendió de 67% a 59%,

mostrando un cambio brusco en la saturación de vapor de agua en el ambiente.

Durante el año 2015, en la semana 8 se obtuvo una tasa de incidencia de 22 casos * 10000 Hab. y se registró un ligero descenso de la temperatura de 14.7°C a 14.4°C respecto a la semana anterior, mientras que la humedad relativa llegó al 72%, mostrando condiciones saturadas del ambiente. En sentido opuesto, durante la semana 19 se obtuvo una tasa de incidencia de 89 casos * 10000 Hab., la temperatura disminuyó de 13.8°C a 13.4°C respecto a la semana anterior, mientras que la humedad alcanzó los 62%, mostrando condiciones saturadas del ambiente y relativamente frías respecto al promedio.

Finalmente, durante el año 2016 y específicamente en la semana 4 se obtuvo una tasa de incidencia de 24 casos * 10000 Hab.; la temperatura alcanzó los 15.5°C, luego de haberse registrado 16.3°C la semana anterior, mientras que la humedad relativa se incrementó de 65% a 71%. Por el contrario, durante la semana 25 se obtuvo una tasa de incidencia de 92 casos * 10000 Hab.; en este periodo la temperatura registrada fue de 12.0°C y la humedad relativa de 37%, condiciones frías y secas que propiciaron el incremento de la tasa de incidencia.

Posteriormente, se obtuvieron los datos promedio de las variables dependientes e independientes correspondientes al periodo establecido, los cuales se muestran en la Tabla 7 de acuerdo a la semana epidemiológica respectiva.

En el gráfico 11, se observa el comportamiento de las variables de estudio; la Tasa de incidencia de IRA presenta un pico en la semana 23, periodo en el cual la temperatura empieza a disminuir; se observa asimismo que el comportamiento inverso se hace más evidente en los meses posteriores a marzo. Respecto a la humedad relativa, presenta un comportamiento similar, sin embargo, esta es evidente a lo largo de todo el año, durante la época de estiaje cuando la humedad relativa disminuye se observa un incremento en la Tasa de Incidencia de IRA, y por otro lado durante la época húmeda o lluviosa la Incidencia disminuye.

Tabla 7: Datos promedio de temperatura, humedad relativa e Incidencia de IRA del periodo 2012- 2016.

Semana Epidemiológica	T. Prom. (°C)	T. Max. Prom. (°C)	T. Min. Prom. (°C)	HR Prom. (%)	HR Max. Prom. (%)	HR Min. Prom. (%)	Rango Temp. (°C)	Rango HR (%)	Tasa de Incidencia (casos/10 000 Hab.)
1	15	15.8	14.2	64	69	59	1.6	9	41
2	14.8	15.6	14	61	66	57	1.6	9	38
3	14.2	15	13.5	65	69	60	1.5	9	35
4	14	14.8	13.3	67	72	63	1.5	10	32
5	14.2	14.9	13.4	68	73	63	1.5	10	33
6	13.5	14.2	12.9	71	76	67	1.3	9	29
7	13.7	14.4	13	69	73	64	1.4	9	29
8	13.4	14.1	12.7	72	77	68	1.4	9	33
9	13.4	14.2	12.8	74	79	69	1.4	9	31
10	13.5	14.2	12.8	74	79	69	1.4	10	38
11	13.9	14.5	13.1	72	77	67	1.4	9	39
12	13.8	14.5	13.1	74	78	69	1.4	8	44
13	13.6	14.3	12.9	72	77	68	1.4	9	47
14	14.1	14.8	13.4	69	74	64	1.5	9	51
15	14	14.7	13.2	68	73	64	1.5	9	47
16	14.1	14.9	13.3	67	72	62	1.6	10	51
17	14.4	15.1	13.6	63	68	59	1.6	9	51
18	14.1	14.9	13.3	64	68	59	1.6	9	55
19	13.9	14.6	13.1	64	68	59	1.5	8	61
20	14.1	14.9	13.4	60	65	56	1.6	9	48
21	13.7	14.6	12.9	60	64	56	1.6	8	55
22	13.5	14.4	12.7	51	55	47	1.7	8	61
23	13.4	14.3	12.5	52	56	48	1.8	8	76
24	13.7	14.7	12.9	48	51	44	1.8	8	58
25	13.6	14.5	12.7	46	50	42	1.8	8	69
26	13.1	14.1	12.2	46	50	43	1.8	8	56
27	13.2	14.1	12.4	46	49	42	1.7	7	58
28	13.2	14.1	12.3	45	49	41	1.9	7	61
29	13.4	14.3	12.5	41	45	38	1.9	7	56
30	13.5	14.4	12.6	41	44	37	1.8	7	47
31	13.8	14.8	12.9	40	44	37	1.9	7	41
32	13.7	14.7	12.8	41	45	38	1.9	7	52
33	14	14.9	13.1	44	48	41	1.8	7	48
34	13.8	14.7	12.9	41	45	38	1.8	6	46
35	14	14.9	13.1	44	47	40	1.8	7	47
36	14.3	15.3	13.4	43	47	40	1.8	7	58
37	14.5	15.4	13.6	44	48	41	1.8	7	55
38	14.4	15.3	13.6	54	59	51	1.7	8	47
39	14.1	15	13.3	57	62	53	1.7	8	31
40	14.5	15.3	13.6	55	59	51	1.7	8	39
41	14.4	15.2	13.6	57	61	53	1.6	8	41
42	14.1	14.9	13.3	58	63	54	1.6	9	46
43	14	14.7	13.2	59	62	55	1.5	8	52
44	13.5	14.4	12.8	55	59	51	1.6	8	43
45	13.8	14.6	13.1	61	65	56	1.5	8	52
46	13.6	14.4	12.8	59	63	55	1.5	8	55
47	13.8	14.6	13	56	60	52	1.6	8	51
48	14.1	14.9	13.3	55	59	51	1.6	8	51
49	13.5	14.3	12.8	65	69	61	1.5	8	51
50	13.8	14.6	13.1	65	69	61	1.5	8	51
51	13.5	14.2	12.8	67	71	63	1.4	8	49
52	14.1	14.9	13.4	65	69	60	1.5	9	38
53	12.9	13.6	12.2	73	78	68	1.4	10	28

Nota: Descripción de las abreviaturas según corresponde, T. (Temperatura), Max. (Máxima), Min. (Mínima), Prom. (Promedio) y Temp. (Temperatura).

A continuación se muestran los valores más representativos de la relación existente entre las variables de estudio. Cuando la temperatura mínima promedio llega a su valor mínimo del año 12.4°C (semana 26), la tasa de incidencia alcanza los 56 casos*10000 Hab., mientras la temperatura máxima promedio logra su mayor valor de 15.8°C (semana 1) la incidencia de IRA disminuyen a 41 casos *10000 Hab.

Respecto a la humedad relativa, cuando el valor promedio mínimo disminuye a 37% (semana 30) la tasa de incidencia alcanza los 47 casos*10000 Hab., por otro lado, la humedad relativa máxima promedio alcanza 78% (semana 8), la tasa de incidencia disminuye a casos 32 casos*10000 Hab.

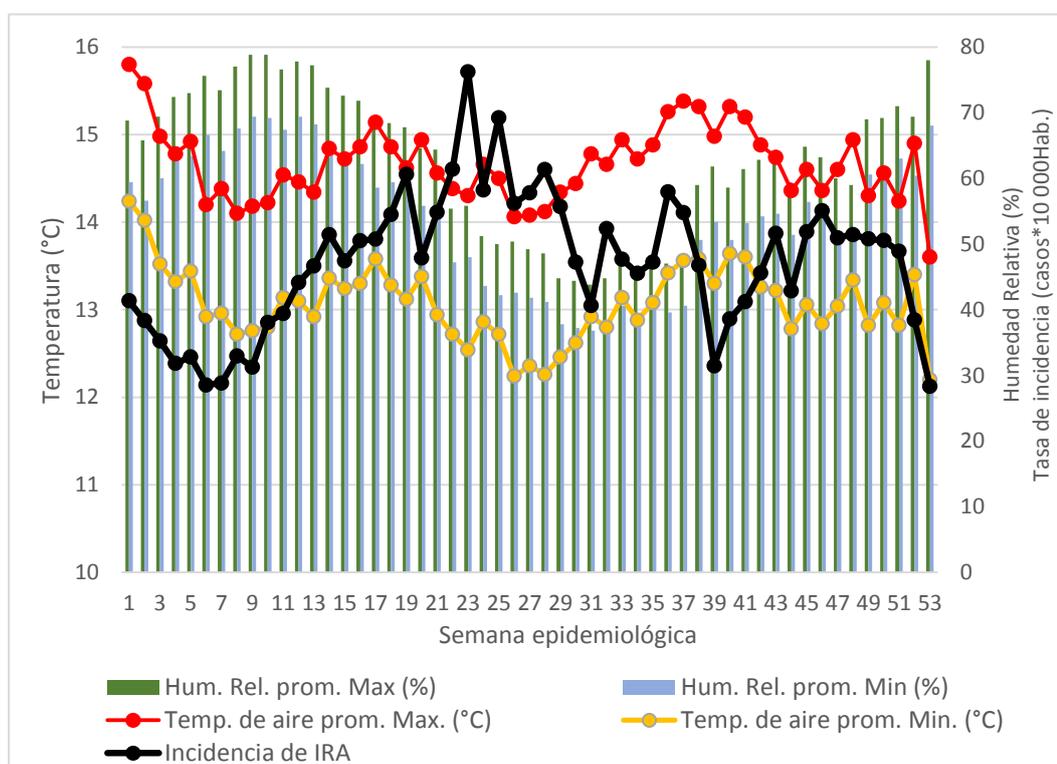
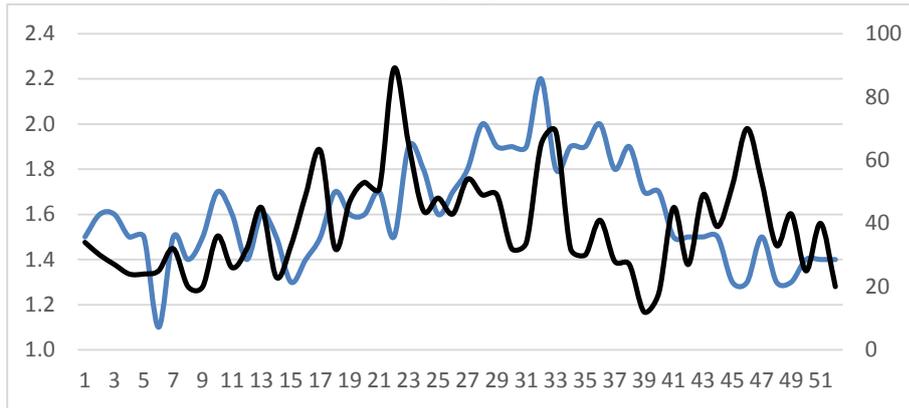


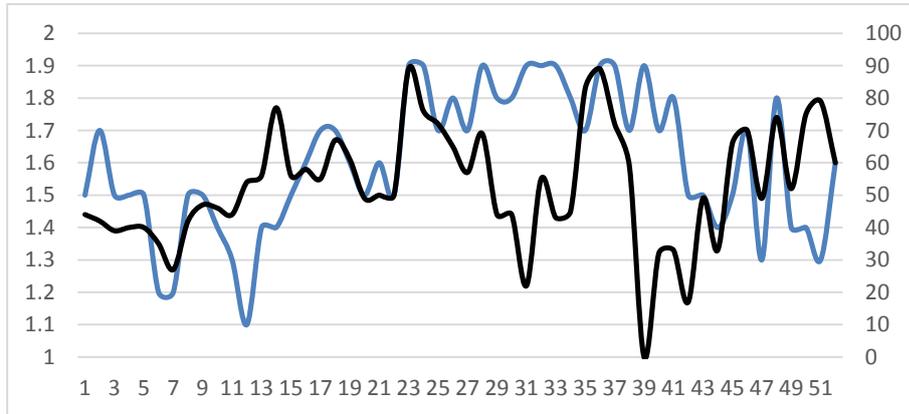
Gráfico 11: Gráfico de la variabilidad semanal promedio de la temperatura, humedad relativa y tasa de Incidencia de IRA, 2012-2016.

Respecto al gráfico y el comportamiento creciente de la tasa de Incidencia de IRA en algunos periodos del año, estos se ven relacionados a los periodos de transición o cambios de estación, mas no necesariamente con las disminuciones marcadas de la temperatura o humedad. A continuación se muestran los gráficos de la relación entre el rango de temperatura, rango de humedad relativa y tasa de incidencia de IRA.

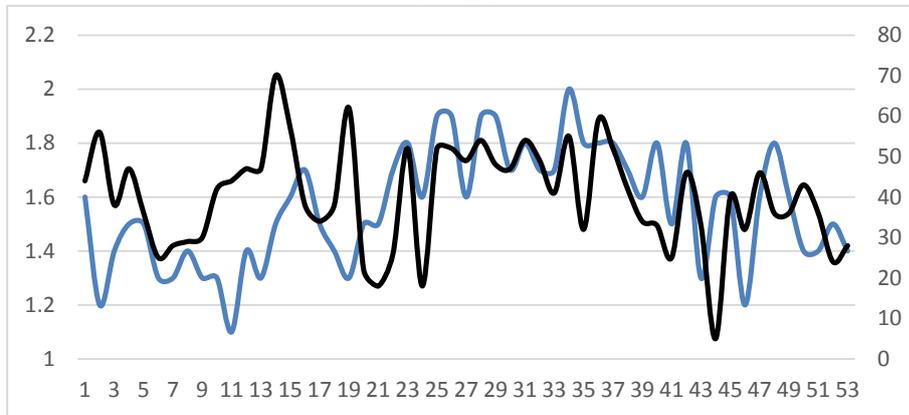
Año 2012



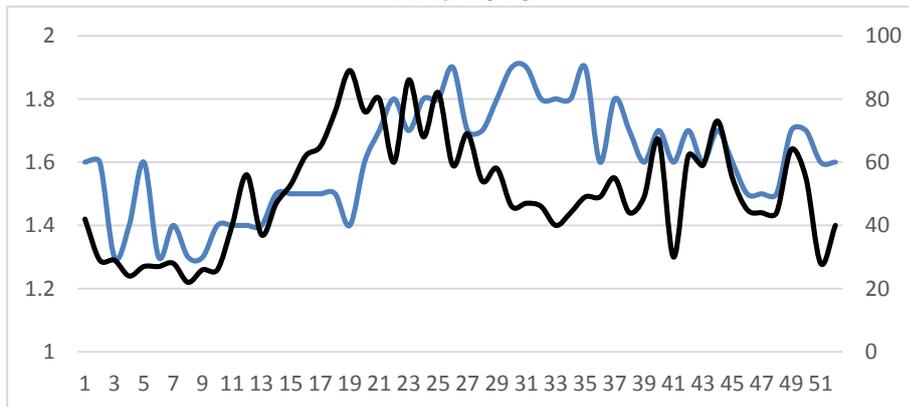
Año 2013



Año 2014



Año 2015



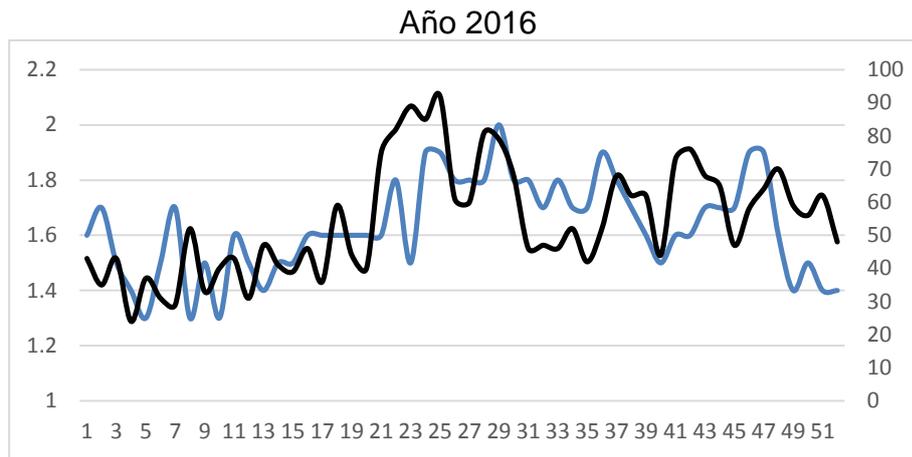
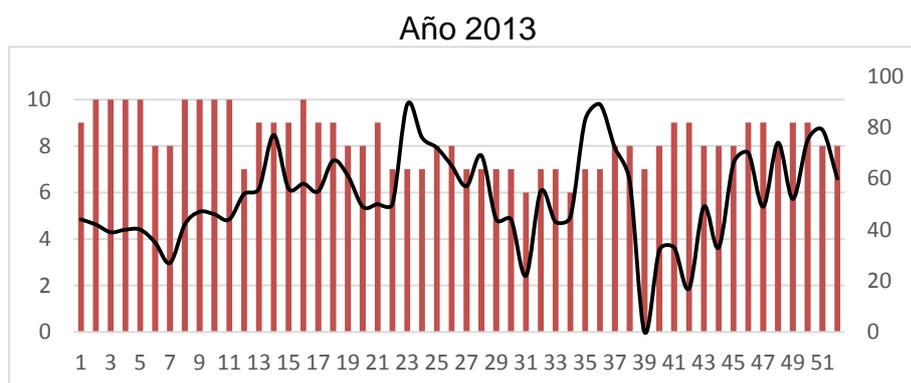
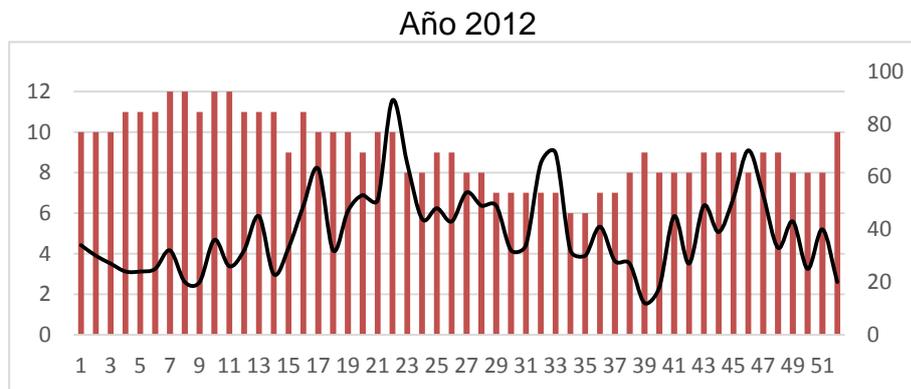


Gráfico 12: Gráficos de la variación semanal del rango de temperatura y la tasa de incidencia de IRA, 2012-2016.

Nota: El eje izquierdo corresponde al rango de temperatura (°C), el eje derecho a la tasa de incidencia de IRA (N° de casos/10000Hab.) y el eje horizontal corresponde a la semana epidemiológica. La línea de color negro representa la tasa de incidencia y la línea azul el rango de temperatura.

En el Gráfico 12, se observa la relación entre el rango de temperatura y tasa de incidencia de IRA, en general se muestra una relación directa entre ambas variables, sin embargo, en cada uno de los años existen periodos en los cuales la relación aparente es inversa, dado que los valores no son tan próximos, es decir, cuando una variable se incrementa la otra también, pero no necesariamente al mismo tiempo.



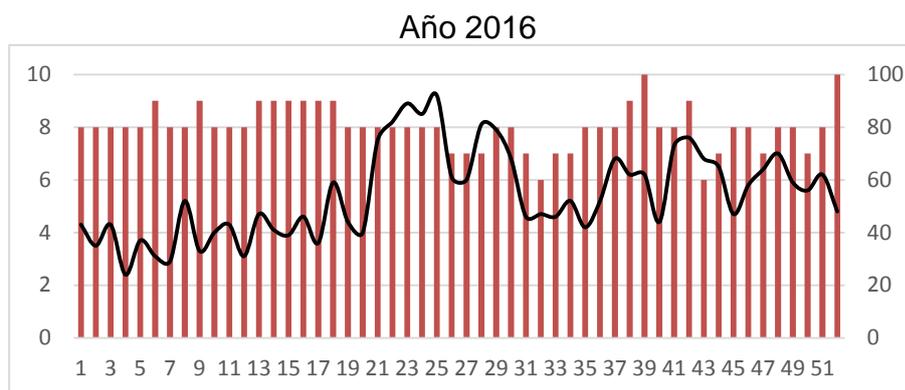
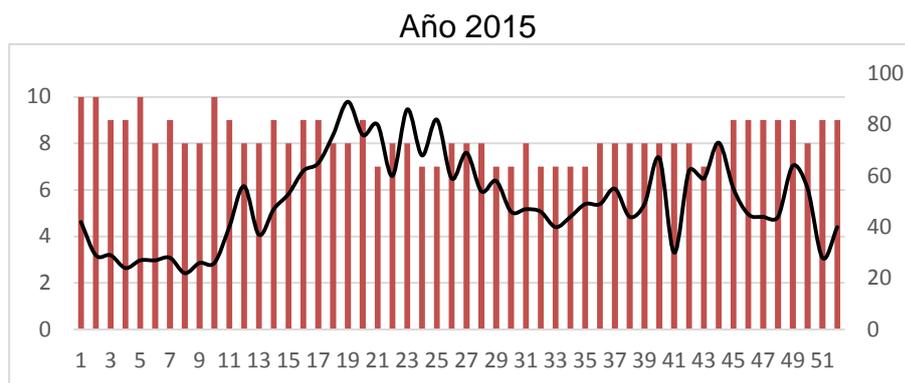
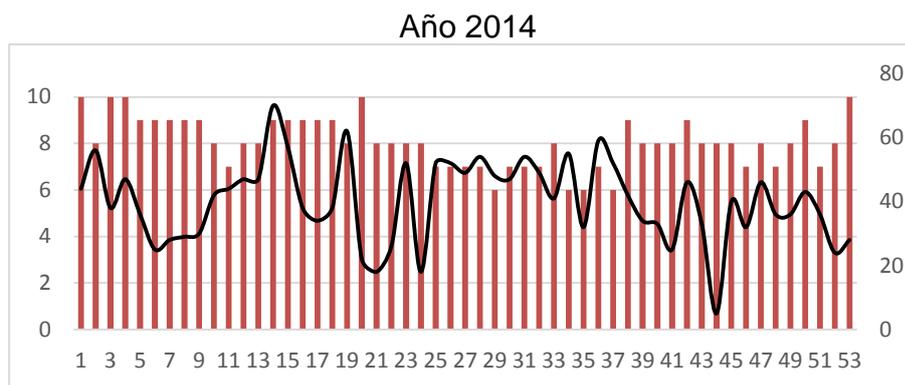


Gráfico 13: Gráfico de la variación semanal del rango de humedad relativa y la tasa de incidencia de IRA, 2012-2016.

Nota: El eje izquierdo corresponde al rango de humedad relativa (%), el eje derecho a la tasa de incidencia de IRA (N° de casos/10000Hab.) y el eje horizontal corresponde a la semana epidemiológica. La línea de color negro representa la tasa de incidencia y las barras de color rojo el rango de temperatura.

En el Gráfico 13, se presenta una relación inversa entre el rango de la humedad relativa y la tasa de incidencia de IRA, es decir, cuando se presentaron rangos menores, la tasa de incidencia se incrementa, y mientras estos rangos se incrementaron las tasas de incidencia disminuyen. A continuación se muestran los gráficos de los rangos de temperatura y humedad relativa promedio del periodo de estudio, en los cuales la relación entre las variables se hace más evidente.

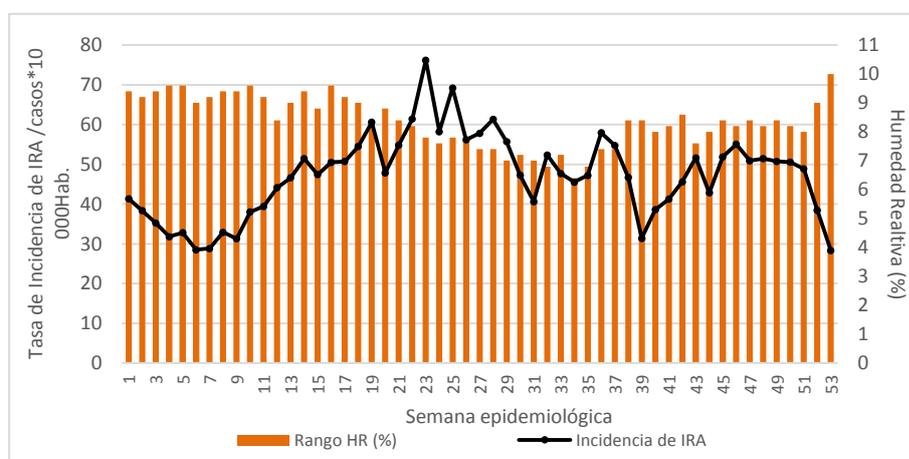
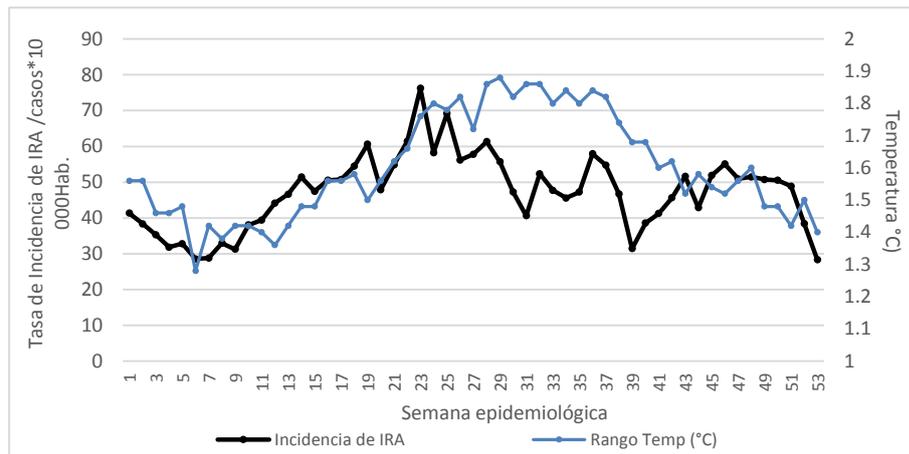


Gráfico 14: Gráficos de la variabilidad promedio del rango de temperatura y humedad relativa y Tasa de Incidencia de IRA, 2012-2016.

En el Gráfico 14, se observa la relación entre el rango de temperatura y la Tasa de Incidencia de IRA, el cual muestra una relación directa, es decir, a mayor rango, mayor la tasa de incidencia de IRA, asimismo que los cambios estacionales en el rango, podrían traer consigo el incremento de la incidencia de IRA, la evidencia más claro es al inicio y final del periodo de estiaje. Respecto a la humedad relativa, esta presenta una relación inversa a lo largo del año. En las siguientes tablas, se muestran los Coeficientes de Correlación de Spearman obtenidos para cada de año y también para los valores promedio obtenidos del periodo de estudio.

Los valores más representativos que evidencian la relación entre las variables son, cuando la tasa de incidencia de IRA alcanza su mayor valor de 76 casos (semana 23), el rango de temperatura fue de 1.7°C, tomando

como referencia un valor máximo de 1.9°C; por otro lado, el rango de humedad relativa alcanzó un valor de 7%, teniendo como referencia un valor mínimo de 6%.

Tabla 8: Coeficientes de Correlación de Spearman y valor “p”, respecto a la Temperatura ambiental.

Variables	Tasa de incidencia de IRA (casos*10 000 Hab.)					
	2012	2013	2014	2015	2016	2012-2016
T. Prom. (°C)	-0.213	-0.097	-0.020	-0.021	-0.589	-0.192
P	0.130	0.495	0.889	0.884	< 0.0001	0.168
T. Max. Prom. (°C)	-0.169	-0.070	0.044	0.017	-0.569	-0.117
P	0.232	0.621	0.756	0.906	< 0.0001	0.401
T. Min. Prom. (°C)	-0.232	-0.133	-0.085	-0.067	-0.615	-0.278
P	0.099	0.345	0.546	0.638	< 0.0001	0.044
Rango Temp. (°C)	0.147	0.182	0.318	0.430	0.446	0.543
P	0.298	0.196	0.021	0.002	0.001	< 0.0001

Tabla 9: Coeficientes de Correlación de Spearman y valor “p”, respecto a la Humedad Relativa

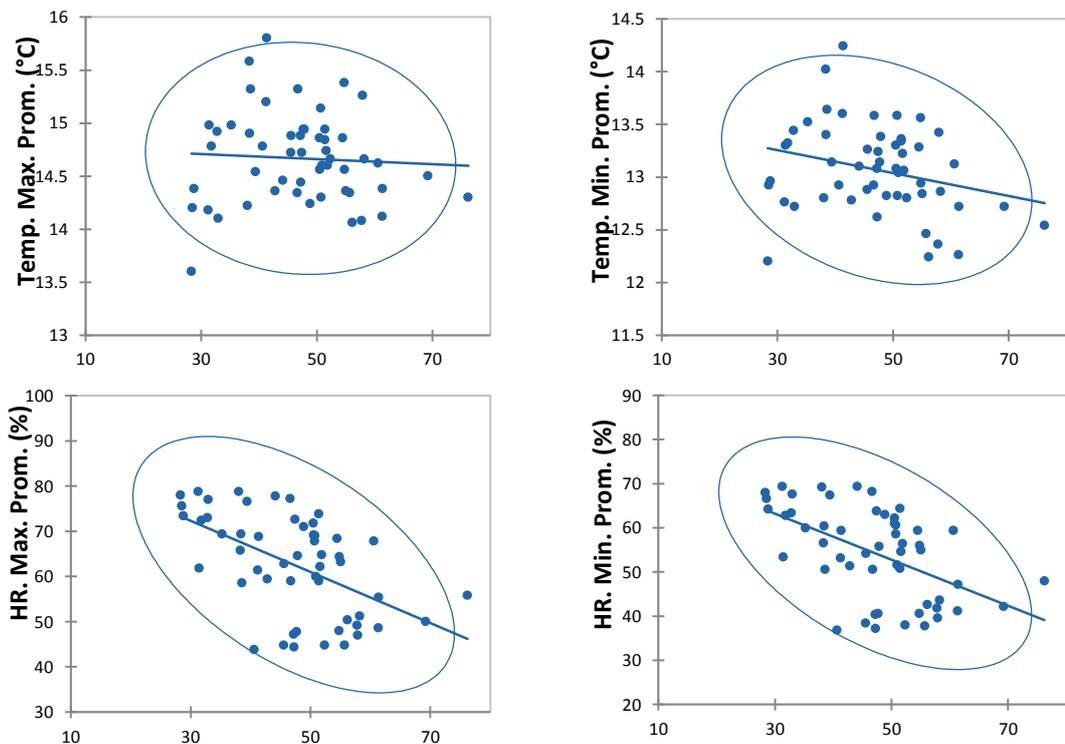
Variables	Tasa de incidencia de IRA (casos*10 000 Hab.)					
	2012	2013	2014	2015	2016	2012-2016
HR Prom. (%)	-0.225	-0.164	-0.227	-0.491	-0.508	-0.538
P	0.109	0.245	0.102	0.000	0.000	< 0.0001
HR Max. Prom. (%)	-0.252	-0.167	-0.213	-0.503	-0.510	-0.545
P	0.072	0.237	0.125	0.000	0.000	< 0.0001
HR Min. Prom. (%)	-0.227	-0.158	-0.217	-0.488	-0.515	-0.527
P	0.105	0.262	0.118	0.000	0.000	< 0.0001
Rango HR (%)	-0.269	-0.188	-0.309	-0.368	-0.230	-0.559
P	0.054	0.182	0.025	0.008	0.101	< 0.0001

Nota: “P”, representa el valor de los niveles de significancia, Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0.05, lo cual muestra una significación estadística alta. Descripción de las abreviaturas según corresponde, T. (Temperatura), Max. (Máxima), Min. (Mínima), Prom. (Promedio) y Temp. (Temperatura).

En 2012 y 2013, las correlaciones no son significativas, los coeficientes de correlación de Spearman varían entre débiles y muy débiles, tanto negativa como positivamente. En 2014, el rango de temperatura presenta una correlación positiva débil (0.318), mientras que el rango de Humedad relativa una correlación negativa débil (-0.309), ambas significativas. En 2015 las correlaciones son significativas con las siguientes variables; Humedad relativa promedio (-0.491), Humedad relativa máxima promedio (-0.503), Humedad Relativa mínima promedio (-

0.488) y rango de Humedad relativa (-0.368), las cuales son correlaciones negativas medias, mientras que para el rango de temperatura es (0.430), categorizada como una correlación positiva media.

En el año 2016, la correlación se hace significativa con todas las variables meteorológicas excepto con el rango de Humedad relativa. Las siguientes variables presentaron correlaciones negativas entre medias y considerables; Temperatura promedio (-0.589), Temperatura máxima promedio (-0.569), Temperatura mínima promedio (-0.615), Humedad relativa promedio (-0.508), Humedad relativa máxima promedio (-0.510), Humedad relativa mínima promedio (-0.515); mientras que para el rango de temperatura se determinó (0.446), categorizada como una correlación positiva media. Durante el periodo 2012 a 2016, se determinaron correlaciones estadísticamente significativas con las siguientes variables, Temperatura mínima promedio (-0.278 negativa débil), Humedad relativa promedio (-0.538), Humedad relativa máxima promedio (-0.554), Humedad relativa mínima promedio (-0.527); rango de Humedad relativa (-0.559) categorizadas como correlaciones negativas medias, mientras que con el rango de temperatura (0.543), una correlación positiva media.



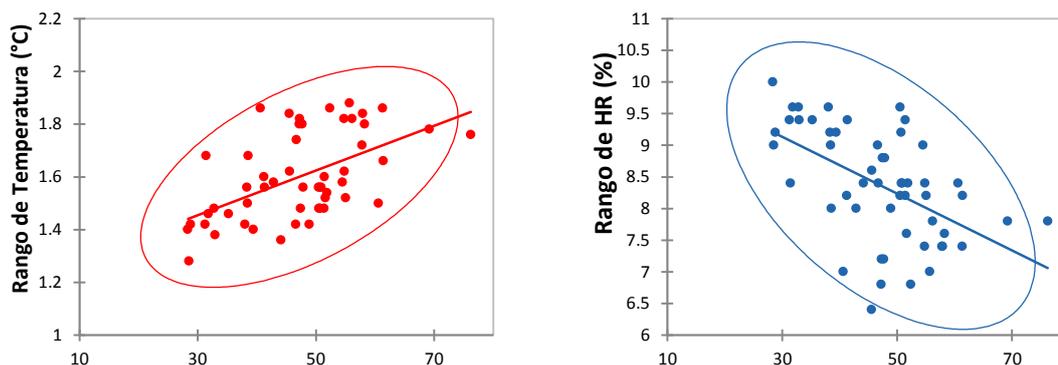


Gráfico 15 : Gráficos de dispersión de las variables meteorológicas y la tasa de Incidencia de IRA, periodo 2012- 2016.

Nota: El eje horizontal corresponde a la tasa de incidencia de IRA (casos de IRA/10 000 Hab.)

4.4 Análisis de regresión lineal múltiple

Para el análisis de regresión lineal múltiple en la Tabla 10 se determinaron los estadísticos descriptivos de las variables.

Tabla 10: Estadísticos descriptivos de las variables 2012 – 2016, correspondiente a las 261 semanas.

Estadístico	T. Max. Prom. (°C)	T. Min. Prom. (°C)	HR Max. Prom. (%)	HR Min. Prom. (%)	Rango Temp. (°C)	Rango HR (%)	Tasa de Incidencia (casos/10 000 Hab.)
Media	14.7	13.1	62.4	54.1	1.6	8.4	47.4
Mínimo	12.5	11.2	27	20	1.1	6	0.0
Máximo	17.1	15.6	85	78	2.2	12	91.0
Mediana	14.7	13.0	64	56	1.6	8	46.0
Varianza (n)	0.74	0.67	160.8	142.2	0.04	1.4	298.76
Desviación Estándar	0.86	0.82	12.68	11.92	0.2	1.2	17.285
3° Cuartil	15.3	13.6	73	64	1.8	9	58.0

Nota: Descripción de las abreviaturas según corresponde, T. (Temperatura), Max. (Máxima), Min. (Mínima), Prom. (Promedio) y Temp. (Temperatura).

Luego de determinar las variables que se correlacionaron mejor con la tasa de Incidencia de IRA, se realizó un análisis de regresión múltiple con los datos registrados desde el 2012 hasta el 2016, de acuerdo al modelo establecido por Jiménez (2002), obteniéndose como resultado la siguiente ecuación:

$$\text{Tasa de Incidencia de IRA} = 98.49 + 0.071 \cdot \text{Semana} - 5.24 \cdot \text{Temp. Min. prom. (°C)} - 0.24 \cdot \text{HR Prom. (\%)} + 0.26 \cdot \text{HR Max. Prom. (\%)} - 0.25 \cdot \text{HR Min. Prom. (\%)} + 11.92 \cdot \text{Rango Temp (°C)} + 1.43E-02 \cdot \cos(2\pi/52) \cdot \text{Semana}$$

Tabla 11: Estadísticos de Bondad de Ajuste de la regresión lineal múltiple.

Estadístico	Muestra	Conjunto de validación
Observaciones	260.0	1.0
R ²	0.192	65535.0
R ² ajustado	0.170	-

Nota: El valor P <0.05, la significancia fue determinada al 95%.

La tasa de incidencia de IRA, representa la variable dependiente, mientras que el valor de la semana epidemiológica, la temperatura mínima promedio, la humedad relativa promedio, la humedad relativa máxima promedio, la humedad relativa mínima promedio, el rango de temperatura y el $\cos(2\pi/52) \cdot \text{Semana}$, son las variables independientes, mediante las cuales se explica la variabilidad de la tasa de incidencia de IRA en Huaraz.

La tasa de incidencia de IRA presenta una varianza muy alta al igual que la humedad relativa, se obtuvo del modelo un $R^2 = 0.19$, valor P <0.05, para cada variable incluida en el modelo, por lo cual solo el 19% de la variabilidad de la tasa de incidencia de IRA es explicada por la variabilidad de los parámetros meteorológicos. En el Gráfico 16, se muestra la tasa de Incidencia observada y estimada mediante el modelo anterior; como se observa, la regresión define la estacionalidad y la tendencia, pero debido a la gran variabilidad de la tasa de incidencia observada, no existe una similitud evidenciada.

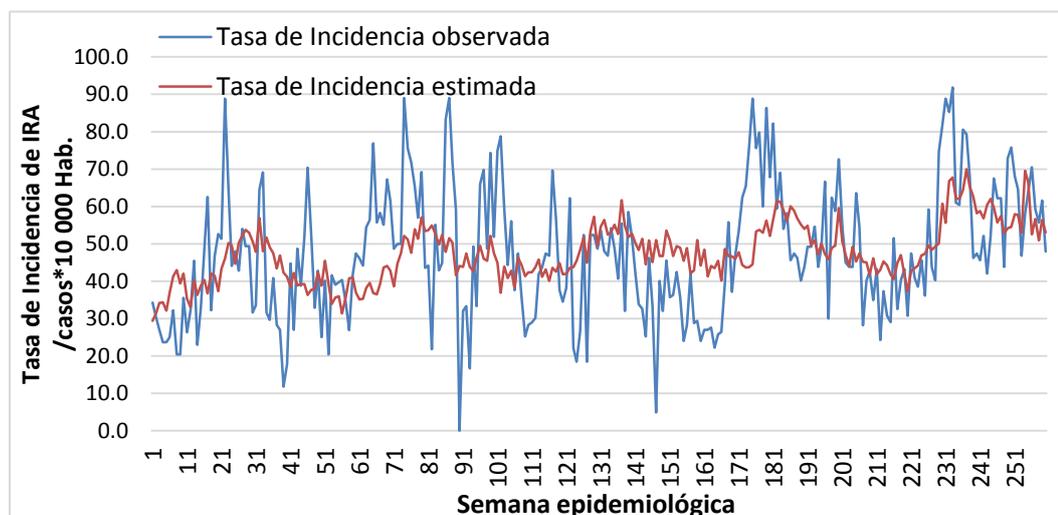


Gráfico 16 : Comparación de la tasa de incidencia de IRA observada y estimada.

Tabla 12: Coeficientes de Determinación (R^2) estimados para cada variable meteorológica.

Variables	Tasa de Incidencia (casos/10 000 Hab.)						
	2012	2013	2014	2015	2016	2012- 2016 promedio	2012-2016 (261 semanas)
T. Prom. (°C)	0.045	0.009	0.000	0.000	0.347	0.037	0.003
T. Max. Prom. (°C)	0.028	0.005	0.002	0.000	0.323	0.014	0.001
T. Min. Prom. (°C)	0.054	0.018	0.007	0.004	0.378	0.077	0.009
HR Prom. (%)	0.051	0.027	0.052	0.241	0.258	0.289	0.111
HR Max. Prom. (%)	0.063	0.028	0.045	0.253	0.260	0.297	0.115
HR Min. Prom. (%)	0.052	0.025	0.047	0.238	0.265	0.278	0.109
Rango Temp. (°C)	0.022	0.033	0.101	0.185	0.199	0.295	0.090
Rango HR (%)	0.072	0.035	0.096	0.136	0.053	0.313	0.070

Nota: Los valores en negrita, muestran que las variables explican menos del 10% de la variabilidad de la tasa de incidencia de IRA.

4.5 Análisis de tendencia

Para el análisis de tendencia se utilizó la prueba Mann Kendall, con el objetivo de analizar la tendencia en la series de tiempo de las variables meteorológicas y epidemiológicas, debido a que ambas son series de tiempo estacional no estacionaria. En la Tabla 13 se muestran los resultados obtenidos mediante la prueba.

Tabla 13: Parámetros estadísticos de la prueba de Mann Kendall

Parámetros	T. Max. Prom. (°C)	T. Max. Prom. (°C)	T. Min. Prom. (°C)	HR Prom. (%)	HR Max. Prom. (%)	HR Min. Prom. (%)	Tasa de Incidencia de IRA *10000 Hab.
Tau de Kendall	0.254	0.252	0.251	-0.153	-0.163	-0.145	0.174
S	8455.0	8418.0	8361.0	-5133.0	-5463.0	-4866.0	5902.0
Var(S)	1983094	1983523	1983191	1984940	1985099	1984945	1986714
valor-p (bilateral)	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.000	0.000	0.001	< 0.0001
Pendiente de Sen:	0.004	0.004	0.004	-0.037	-0.04	-0.035	0.06
Intervalo de confianza:] 0.003; 0.005 [] 0.003; 0.005 [] 0.003; 0.005 [] -0.049 ;- -0.025 [] -0.052 ; -0.028 [] -0.046 ;- -0.022 [] 0.043; 0.076 [

Nota: El valor-p se calcula utilizando un método exacto. Interpretación de la prueba: H0: No existe una tendencia en la serie, Ha: Hay una tendencia en la serie. Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación $\alpha=0.05$, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

En el Gráfico 17, los gráficos de temperatura promedio, máxima y mínima, muestran una tendencia positiva, en este sentido respecto a la

tasa de Incidencia de IRA presentaría disminuciones en el tiempo, sin embargo esta relación no es propiamente con los valores de temperatura, sino con las variaciones, es decir las oscilaciones extremas de temperatura.

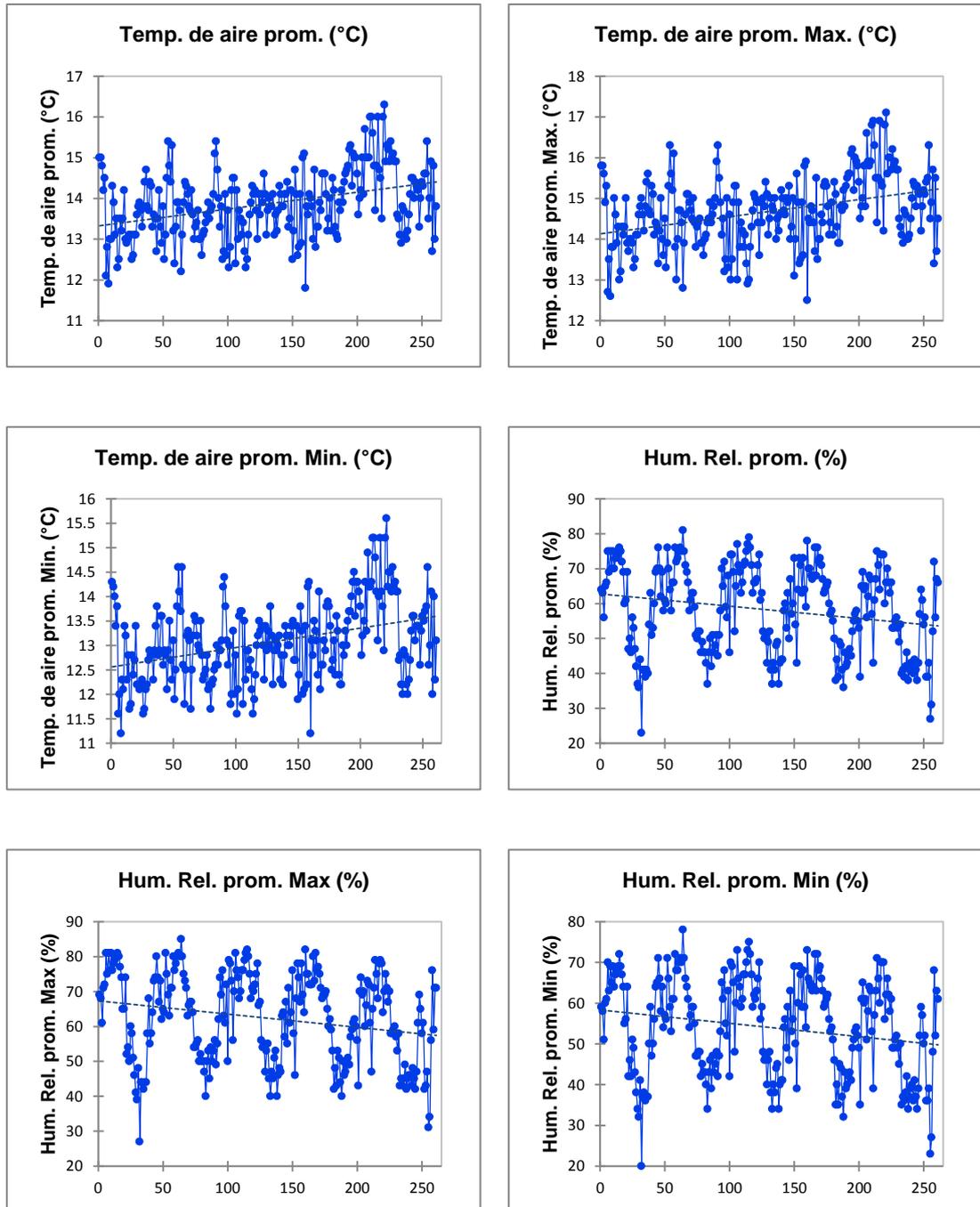


Gráfico 17 : Gráficos de tendencias de las variables meteorológicas 2012 -2016

Respecto a la humedad relativa promedio, máxima y mínima, la tendencia es negativa, observándose claramente la relación inversa con la temperatura. Esta variable ejerce sobre la tasa de incidencia de IRA una

influencia inversa, es decir, a menor humedad relativa, las tasas de incidencia se incrementan. El valor de Tau de Kendall, muestra valores bajos de autocorrelación entre los datos de las variables, por lo cual si existe significancia estadística de la prueba, con lo evidencia los valores “p” obtenidos.

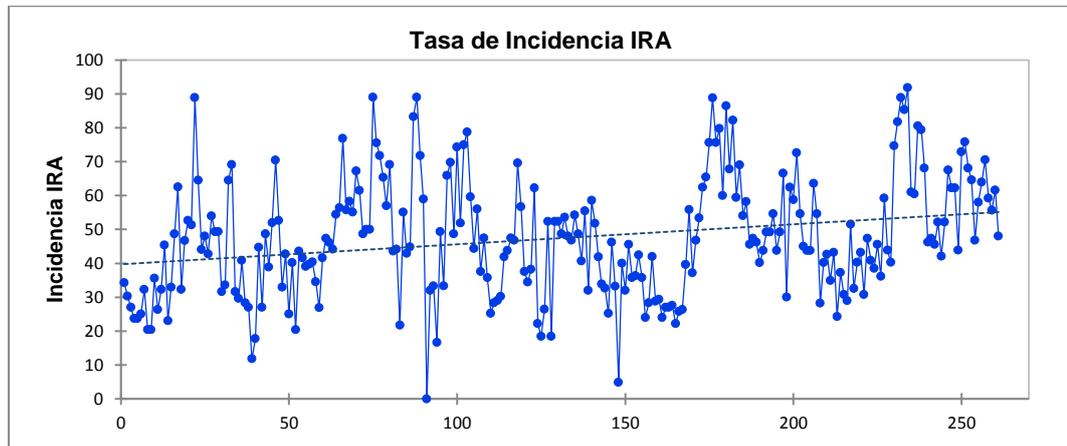


Gráfico 18: Gráfico de tendencia de la Tasa de incidencia de IRA en Huaraz 2012 – 2016.

El Gráfico 18 muestra que la tasa de incidencia de IRA presenta una tendencia positiva, sin embargo no es observable la estacionalidad de estas afecciones durante los años de estudio. Es evidente que durante los años 2015 y 2016 la tasa se ha incrementado, mientras que en los años 2012, 2013 y 2014 la tasa de incidencia se mantiene casi constante y con las variaciones características.

4.6 Determinación de los Índices de Variación Estacional

Los siguientes muestran los I.V.E. determinados a diferentes resoluciones temporales, mensual, estacional y de acuerdo al periodo. En los cuales se tomó como tendencia media el 100%, los valores superiores nos muestran una influencia positiva del periodo sobre la tasa de Incidencia de IRA y los inferiores una influencia negativa, para este análisis no se tuvo en cuenta las tendencias.

El gráfico 19 muestra los I.V.E. a nivel mensual, obtenidos de los registros de Tasa de incidencia de IRA; en este se observa que en el mes de Junio la tasa de incidencia se incrementa en un 37% más respecto a la

tendencia media, lo cual se entiende que las condiciones en este mes influyen de forma positiva sobre la incidencia de IRA. Asimismo se observa la influencia positiva de las condiciones en los meses, Abril (5%), mayo (16%), julio (19%), agosto (5%) y noviembre (4%). Mientras que las condiciones que influyen de forma negativa en la tasa de incidencia de IRA causando un decremento, se observan en los meses de enero (15%), febrero (41%), marzo (9%), Septiembre (11%), octubre (7%) y diciembre (3%). En el mes de noviembre se presenta un incremento del 4% en la tasa de incidencia de IRA, probablemente causada porque en dicho mes se presente la mayor temperatura diurna del año y se incrementan los rangos de temperatura.

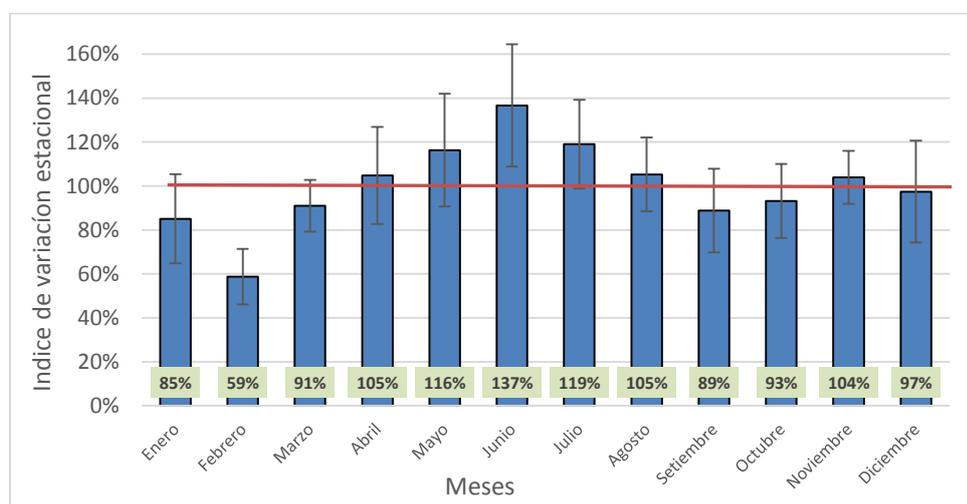


Gráfico 19: Gráfico del Índice de variación estacional a nivel mensual.

Los I.V.E. determinados para las estaciones (Gráfico 20), muestran que, tanto el otoño como invierno ejercen una influencia positiva sobre la tasa de incidencia de IRA, haciendo que se presente un incremento del 26% y 11% respectivamente. El verano y primavera influyen de forma negativa sobre la tasa de incidencia de IRA, mostrando un decremento del 27% y 9% respectivamente. Se observa que las condiciones de la estación influyen sobre la tasa de incidencia, también los cambios en las condiciones meteorológicas favorecen un incremento mayor que si se presentaran eventos extremos.

En el Gráfico 21 se observa que en ambos periodos del año la tasa de incidencia de IRA es elevada, sin embargo la época de estiaje influye de

forma positiva, presentando un incremento del 7% en la tasa de incidencia de IRA, mientras que el periodo de Lluvia influye de forma negativa, reduciendo la tasa de incidencia en un 7%. Este análisis muestra que en la ciudad de Huaraz, la tasa de incidencia de IRA, es regular durante todo el año, pero mostrando sí un patrón estacional.

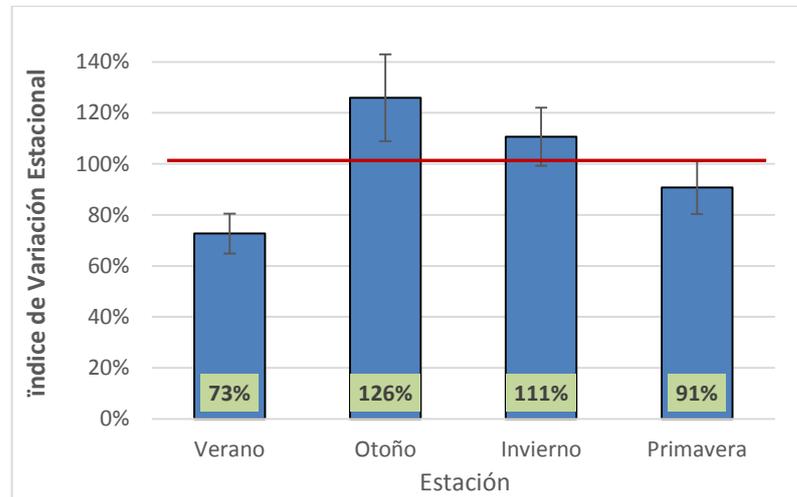


Gráfico 20: Gráfico del Índice de variación estacional

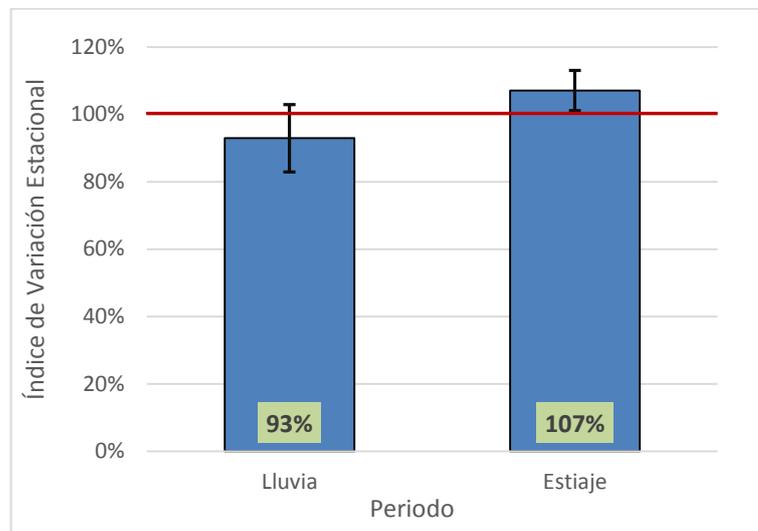


Gráfico 21: Gráfico del Índice de variación estacional por épocas del año.

El análisis a diferentes resoluciones temporales, muestran mediante las barras de desviación estándar que existe una variación clara a nivel interanual de las tasas de incidencia anual, sin embargo los hallazgos ofrecen un primer intento para profundizar en esta temática.

4.7 Análisis anual de la Tasa de Incidencia de IRA

Con los datos meteorológicos y epidemiológicos semanales se determinaron los promedios anuales de temperatura y humedad relativa promedio, máxima y mínima, por otro lado se calculó la tasa de incidencia anual de IRA, mediante los acumulados del número de casos de IRA registrados en cada año. A continuación se presentan en la Tabla 14 los valores obtenidos.

Tabla 14: Valores anuales de las variables meteorológicas y tasas de incidencia de IRA.

Año	T. Max. Prom. (°C)	T. Min. Prom. (°C)	HR Max. Prom. (%)	HR Min. Prom. (%)	Rango de Temp. (°C)	Rango de HR (%)	Tasa de Incidencia de IRA *10000 Hab.
2012	14.3	12.7	64.0	55.0	1.6	9.0	2049
2013	14.5	12.9	64.0	56.0	1.6	8.0	2750
2014	14.4	12.9	64.0	56.0	1.5	8.0	2132
2015	15.0	13.4	63.0	54.0	1.6	8.0	2631
2016	15.2	13.6	58.0	50.0	1.6	8.0	2831

Nota: Descripción de las abreviaturas según corresponde, T. (Temperatura), Max. (Máxima), Min. (Mínima), Prom. (Promedio) y Temp. (Temperatura).

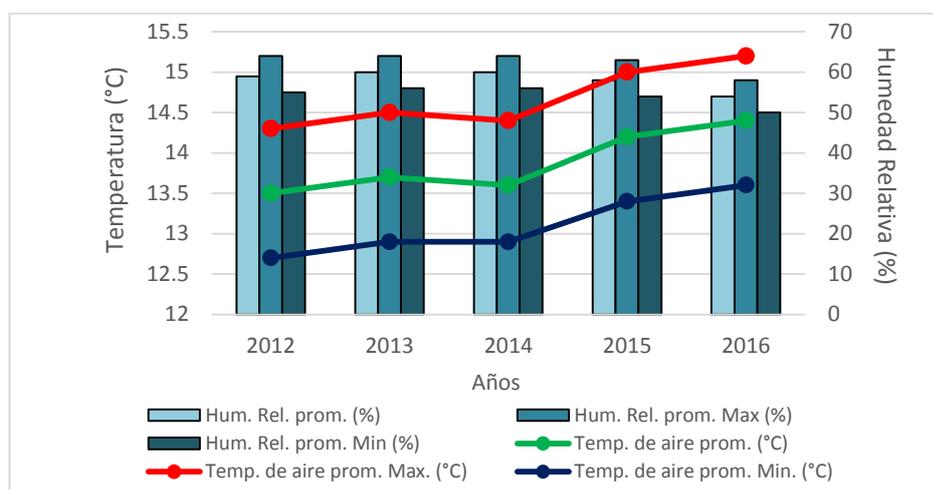


Gráfico 22: Gráfico de la variabilidad anual de la temperatura y humedad relativa 2012 – 2016.

El Gráfico 22, muestra la relación inversa entre la temperatura y humedad relativa, en los años donde la temperatura se incrementa, la humedad relativa disminuye. En los años 2015 y 2016 la temperatura experimenta un incremento debido a la incidencia del Fenómeno El Niño,

declarándose el mes de noviembre de este último año, como el más seco de los últimos 30 años registrado en Ancash. Los años 2012, 2013 y 2014 presentan un comportamiento similar y regular, propio de la climatología de la ciudad de Huaraz.

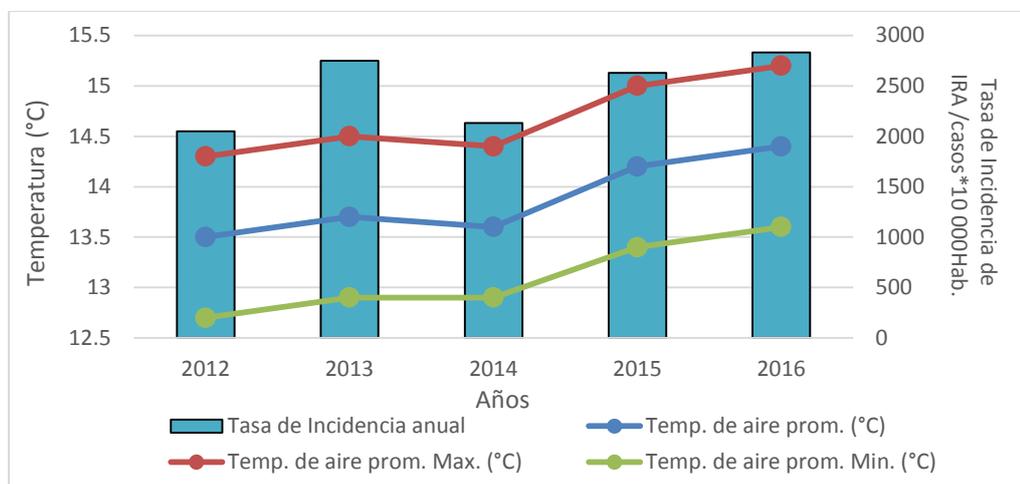


Gráfico 23 : Gráfico de la variabilidad anual de la temperatura y la tasa de incidencia de IRA.

En el Gráfico 23 se muestra una débil relación directa entre la temperatura y la tasa de incidencia de IRA, esta relación se observa más evidente en los años 2015 y 2016, registrándose temperaturas mayores a los años anteriores. En un análisis rápido se diría que a mayor temperatura la tasa de incidencia se incrementa, sin embargo, este fenómeno se presenta debido a la alta variabilidad de la temperatura en estos años, incluyendo el 2013; más precisamente a las altas diferencias entre la temperatura máxima y mínima.

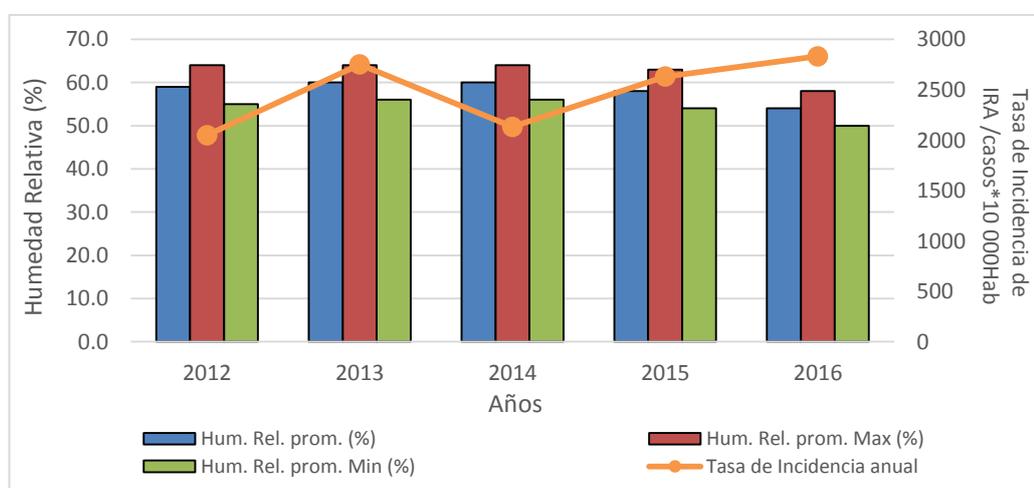


Gráfico 24: Gráfico de la variabilidad anual de la humedad relativa y la tasa de incidencia de IRA.

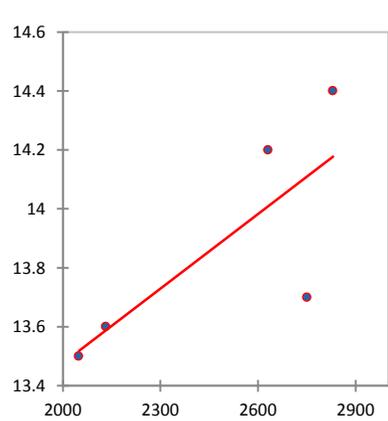
La relación entre la humedad relativa y la tasa de incidencia de IRA es inversa, en este caso a menor humedad relativa, es decir, menor grado de saturación del aire, la tasa de incidencia de IRA se incrementa.

Tabla 15: Coeficientes de Correlación de Spearman respecto a la tasa de Incidencia anual de IRA.

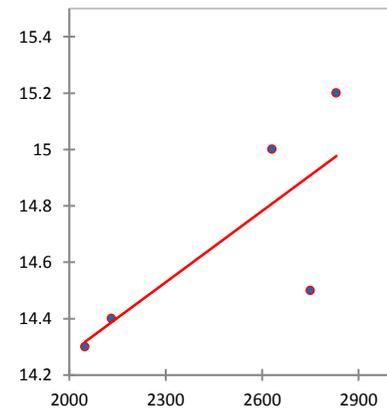
Variabes	Coeficientes de correlación
T. Prom. (°C)	0.169
T. Max. Prom. (°C)	0.169
T. Min. Prom. (°C)	0.416
HR Prom. (%)	-0.954
HR Max. Prom. (%)	-0.982
HR Min. Prom. (%)	-0.954
Rango Temp. (°C)	0.926
Rango HR (%)	-0.985

Nota: Descripción de las abreviaturas según corresponde, T. (Temperatura), Max. (Máxima), Min. (Mínima), Prom. (Promedio) y Temp. (Temperatura). La significancia de la prueba es (alfa=0.05)

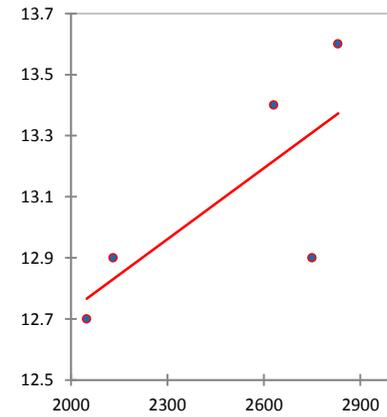
Los gráficos de dispersión (Gráfico 25) muestran las relaciones entre las variables meteorológicas y la tasa de incidencia de IRA, asimismo los coeficientes de correlación muestran una muy débil relación directa respecto a la temperatura. Por otro lado la relación inversa con la humedad relativa y los rangos de temperatura y humedad son correlaciones negativas considerables.



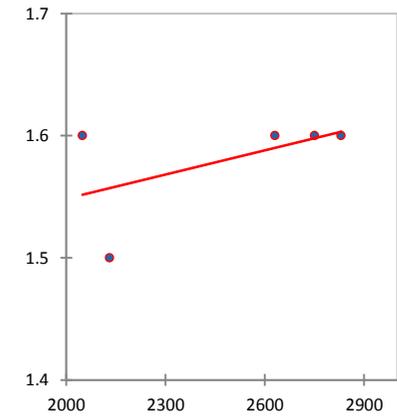
Temperatura promedio (°C)



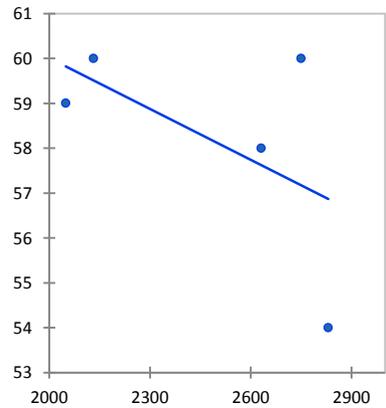
Temperatura máxima promedio (°C)



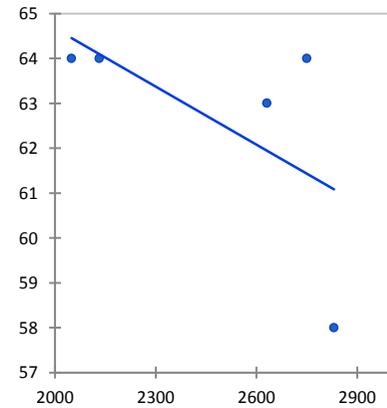
Temperatura mínima promedio (°C)



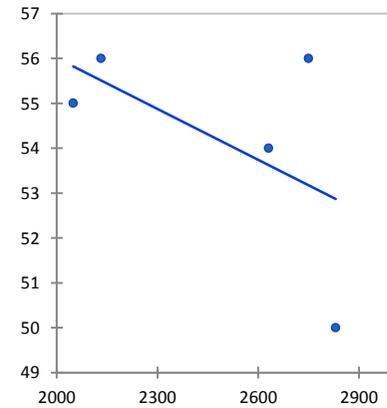
Rango de temperatura (°C)



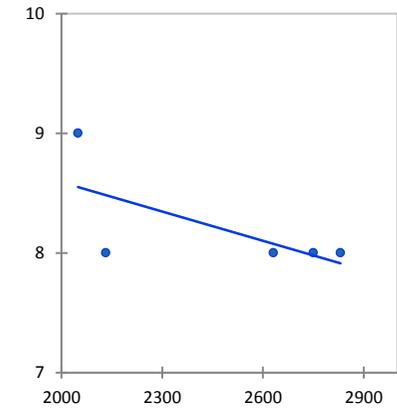
Humedad relativa promedio (%)



Humedad relativa máxima promedio (%)



Humedad relativa mínima promedio (%)



Rango de Humedad relativa (%)

Gráfico 25 : Gráficos de dispersión de las variables meteorológicas y la tasa de incidencia anual de IRA.

Nota: Los ejes horizontales representan los valores de la tasa de incidencia de IRA.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

La discusión se enfoca en los aspectos relacionados al análisis de correlación, análisis de regresión, la estacionalidad, las limitaciones, los resultados inesperados e importancia de la investigación.

5.1 Análisis de la asociación estadística

De acuerdo a los hallazgos encontrados en la presente investigación, se acepta la hipótesis planteada, la influencia de la temperatura y humedad ambiental sobre las Infecciones Respiratorias Agudas es inversa, es decir, a menor temperatura y menor humedad ambiental, la incidencia de IRA se incrementa. La evidencia se sustenta en los análisis estadísticos realizados, mediante la determinación del coeficiente de Correlación de Spearman a nivel semanal y anual, el análisis de regresión y análisis de tendencia.

Los coeficientes de correlación obtenidos mostraron que para la temperatura mínima promedio se tiene una correlación negativa media, para temperatura promedio y temperatura máxima promedio, correlaciones negativas débiles estadísticamente poco significativas, mientras para el rango de temperatura una correlación positiva considerable y significativamente estadística; es decir, a mayor rango de temperatura, mayor tasa de incidencia de IRA. Entre los años 2012 a 2015, las correlaciones respecto a la temperatura ambiental, varían entre negativas débiles y nulas, mientras en el año 2016, las correlaciones respecto a la

temperatura promedio, temperatura máxima promedio y temperatura mínima promedio fueron categorizadas como negativas considerables y para el rango de temperatura fue positiva considerable.

Los resultados del análisis de tendencia muestran lo siguiente: de acuerdo a los estadísticos obtenidos se tiene que la temperatura ambiental entre los años 2012 a 2016 experimenta una tendencia positiva estadísticamente significativa, a razón de 0.004°C por semana, lo mismo que la tasa de incidencia de IRA, a razón de 0.06 casos/10000Hab. Cada semana, aparentemente se tiene que a un incremento en la temperatura se tendría un incremento en la tasa de incidencia.

El análisis anual, nos ofrece información compatible con el análisis de tendencia, sin embargo dado que las observaciones fueron de 5 años muestran insuficiente información, por ello no muestran una significancia estadística, presentando correlaciones positivas débiles con la temperatura promedio, temperatura máxima promedio y temperatura mínima promedio, mientras que con el rango de temperatura una correlación directa fuerte.

Los resultados del análisis semanal son compatibles con los mencionado por los siguientes autores; Coral & Vega (2010) que obtuvieron un coeficiente de correlación de Pearson $r = -0.55$ entre la incidencia de IRA y la temperatura mínima promedio anual y un $r = -0.66$ respecto a la temperatura promedio mensual; Aguinaga et al. (2003) encontraron una correlación negativa débil entre la temperatura ambiental y los casos de Neumonía ($r = -0.30$; $p = 0,029$), una correlación negativa moderada con los casos de SOB-ASMA ($r = -0.614$, $p = 0.001$) y una correlación negativa fuerte con los casos de infecciones de vías superiores y bronquitis ($r = -0,818$, $p = 0,001$); Padilla (2015), obtuvo para la temperatura mínima ($r = -0.72$) y temperatura máxima ($r = -0.61$) y Zeña & Barceló (2014), encontraron en un estudio realizado en la Región Ancash una relación inversa entre la tasa de IRA y las temperaturas mínimas.

La investigación se respalda con lo encontrado por los autores mencionados, sobre todo en el sentido inverso de la correlación y la mayor

intensidad de esta con la temperatura mínima; sin embargo, la intensidad de la correlación variará debido a los periodos de investigación y zona de estudio. Respecto al análisis de correlación anual, los resultados encontrados por Coral y Vega en 2011, no son compatibles, dado que las correlaciones encontradas en la investigación son positivas.

Respecto al resultado del rango de temperatura es congruente con lo mencionado por los siguientes autores: Jo et al. (2017), en sí mismas las temperaturas no estarían relacionadas con los casos de IRA, sino los rangos de temperatura, así se tiene que un incremento de estas estarían muy relacionado con un aumento en la tasa de incidencia de IRA y Mäkinen et al. (2009), quien sostuvo que los cambios repentinos de temperatura, incremento o disminución favorecen la aparición de casos de IRA, siendo el rango de 0°C a 5°C el más común para el inicio de episodio de IRA.

En la investigación se encontró que en promedio del año 2012 al 2016, durante la época de estiaje cuando la temperatura disminuye, la tasa de incidencia de IRA se incrementa, pero en los periodos de lluvia se observa una relación con la temperatura poco evidente, dado que la temperatura no presenta una variación estacional muy notoria en los trópicos, por lo cual se tendría que durante todo el año la tasa de incidencia de IRA se mantiene, con disminuciones poco significativas durante las épocas de lluvia.

Entre los años 2012 y 2014, no se observan correlaciones significativas entre la temperatura ambiental y la tasa de incidencia de IRA en el sentido estadístico, dado que los coeficientes de correlación muestran correlaciones negativas entre débiles y medias, pero la correlación positiva con el rango de temperatura y tasa de incidencia de IRA se mantiene. Esto podría explicarse debido a que durante esos años no se presentaron valores extremos en la variabilidad de la temperatura, mientras que en años posteriores se observa que la variabilidad se intensificó, asimismo la variabilidad de la tasa de incidencia de IRA no muestra una estacionalidad y se mantienen regular durante estos años.

Al respecto Liu sostiene que la temperatura podría presentar una gran controversia respecto a su relación con las IRA, pudiendo ser positiva o negativa, dependerá de la región en la que se encuentre la población en estudio (Liu et al., 2016).; en este sentido Zeña & Barceló (2014) mencionan que las tasas de incidencia de IRA respecto a las temperaturas máximas podrían presentar una relación débil directa, sugiriendo condiciones propicias para la reproducción de algunos patógenos causantes de IRA, mientras que una relación débil inversa con la temperatura mínima. La temperatura ambiental asociado al cambio climático pueden modificar la distribución de los virus y haciendo que su persistencia a lo largo de todo el año sea evidente, independientemente de las variaciones de la temperatura (Fillatre et al., 2018).

La investigación ofrece mayores hipótesis por verificar; en primera instancia se sostiene que en sí la temperatura en cualquiera de sus valores no se encuentra muy relacionada con los casos de IRA, sino serían los rangos o variaciones que se tendría entre las temperaturas máximas y mínimas, los cuales presentan relaciones directas más fuertes con la incidencia de IRA en la ciudad de Huaraz. Es así que las fluctuaciones más severas de temperatura serían las condiciones más favorables para que la tasa de incidencia de IRA se incremente, ya sea por la persistencia de microorganismos patógenos en el ambiente o la vulnerabilidad del sistema inmunológico frente a los cambios bruscos de temperatura.

De lo anterior se deduce que incluso en los cambios de estaciones o épocas la incidencia de IRA se incrementaría, por lo cual lo hallado en el análisis de tendencia que a simple evaluación establece una correlación positiva entre la temperatura y tasa de incidencia de IRA no sería correcto, dado que en sí la temperatura no influiría directamente, sino su variabilidad en el tiempo, puesto que se observa un incremento considerable de temperatura entre los años 2015 y 2016 producto del Fenómeno El Niño. En este escenario lo que se espera con el forzamiento del cambio climático sobre la variabilidad del clima, es que las fluctuaciones de temperatura sean mayores y se presenten mayores variaciones extremas, lo cual

favorecería una mayor la incidencia de IRA en Huaraz; al respecto Honorio (2002), menciona que los cambios bruscos de temperatura y humedad exaltan la virulencia de microorganismos patógenos oportunistas que atacan las vías respiratorias y pueden ocasionar infecciones.

Respecto al análisis de correlación semanal con la humedad relativa, indicador más importante del nivel de saturación del aire, se obtuvo correlaciones negativas considerables y significativamente estadísticas; es decir, a menor humedad relativa y menor rango de humedad relativa, mayor tasa de incidencia de IRA. En el análisis anual se tiene correlaciones negativas fuertes dado que se espera que en los años más secos, la tasa de incidencia se incremente, y en los más húmedos disminuya. Respecto al análisis de tendencia, la humedad relativa presenta una tendencia decreciente, a razón de 0.04% cada semana, es así que se encuentra en relación inversa con la tasa de incidencia de IRA.

Es evidente a lo largo de todo el año, tanto en época húmeda y de estiaje, que a mayor humedad relativa y mayor rango de esta variable menor incidencia de IRA, aunque aparentemente existe un desfase, en el cual el pico se origina cuando los rangos de humedad relativa empiezan a disminuir durante el periodo de estiaje.

Los siguientes autores respaldan lo hallazgos encontrados, Correal et al. (2015) encontraron en la investigación realizada en Bogotá que a humedad relativa tenía mayor impacto sobre la incidencia de IRA, mostrando una persistencia entre 8 a 10 semanas; Liu et al. (2016) sostuvo que las correlaciones entre la humedad relativa son negativas respecto a las IRA superiores e inferiores, siendo el hacinamiento y la poca ventilación un hábito común en los meses de invierno que conlleva aun mayor riesgo de adquirirla y Aguinaga et al. (2003) encontraron correlaciones débiles entre la Humedad Relativa y los casos de Neumonía ($r = -0,067$; $p = 0,64$), con los casos de SOB-ASMA ($r = -0,188$; $p = 0,18$) y con los casos de infección de vías superiores y bronquitis ($r = -0,44$; $p = 0,001$); siendo consistente respecto al sentido de la correlación, mas no en la intensidad, dado que las poblaciones de estudio se encuentran en regiones diferentes.

En el mismo sentido de las investigaciones respecto a la temperatura, algunos autores sostienen que en climas templados la humedad relativa es levemente mayor durante invierno argumentando la estacionalidad de las IRA en este periodo, esto mostraría una relación directa que ha sido cuestionada en estudios anteriores, a pesar de ello, la cantidad de vapor que contiene una unidad de aire podría ser significativamente menor cuando la temperatura es baja, lo cual significa que el aire está muy seco en términos de humedad absoluta y traería consigo una mayor incidencia de IRA, debido a que los microorganismos se encuentran libremente en el aire (Sundell et al., 2016).

La humedad puede conducir a una menor supervivencia viral, evitando el secado y la infectividad del virus, a pesar que algunos estudios muestran una correlación inversa débil (Shek & Lee, 2003). Asimismo, la humedad puede influir en la presencia de aeroalérgenos en la atmósfera, como lo sugiere una reducción en el total de partículas como una respuesta a una mayor humedad relativa (Jo et al., 2017), es así que a mayor humedad algunos virus que salen a través del estornudo suelen adherirse a las gotas de agua y caer antes de producir una infección, mientras que un ambiente muy seco los virus permanecen flotando en el aire y pueden causar IRA (Weintraub, 2018).

Respecto al modelo de regresión que incluye componentes de tendencia lineal y cíclico se tomó como variable regresora la variación del tiempo (52 semanas), muestra que a través de las variables de temperatura mínima promedio, humedad relativa promedio, humedad relativa máxima promedio, humedad relativa mínima promedio y rango de temperatura, se tendría que dado a su variabilidad se podría explicar el 19% ($R^2 = 0.19$) de la variabilidad de la tasa de Incidencia de IRA, el 81% restante sería explicado por otros factores. La humedad relativa promedio, humedad relativa máxima promedio, humedad relativa mínima promedio, rango de temperatura y rango de humedad relativa son variables incluidas en la regresión, que explican por sí mismas el 30% de la variabilidad de la tasa de incidencia de IRA.

En la figura 20, se muestra la variación estimada de la tasa de incidencia de IRA, la cual ha sido calculada bajo la ecuación planteada por (Jiménez, 2002) siendo la variabilidad ideal, la cual muestra la estacionalidad tanto en picos en los meses de otoño e invierno como en noviembre, sin embargo, no está cercana a la variación medida, la cual se sustenta por diferentes factores que podrían incluir algunos registro erróneos en el registro de información epidemiológica, y su organización en el marco del proceso de vigilancia de la misma.

Los hallazgos son compatibles con lo encontrado por los siguientes autores: Ríos (2014) encontró que el 54.7% de la ocurrencia de episodios de IRA y el 42.4% de neumonías en el piso altitudinal “Suní” serían explicados por los cambios en la temperatura ambiental y humedad relativa, mientras que estas mismas variables explicarían el 24.6% de los episodios de IRA y 21.9% de neumonías en el piso altitudinal “Puna”; asimismo Khor et al. (2012) estimó en un estudio de 27 años que las variables meteorológicas pueden explicar en un 14.3% los casos de IRA causados por el Virus Sincicial Respiratorio.

Otros autores señalan lo siguiente a través de sus investigaciones: Coral y Vega encontraron que el 30.3% y 44.18% de la variabilidad de la incidencia de IRA es explicada por la variación de la temperatura mínima promedio anual y la temperatura mínima promedio mensual respectivamente (Coral & Vega, 2010); Aguinaga et al. (2003) determinaron que los cambios en la temperatura explicarían el 64.8% de los casos totales de IRA, mientras que en el análisis multivariado observaron que los cambios en la temperatura y en la Humedad relativa explicarían el 65,03% de los casos de IRA,; Padilla en junio de 2015, en un estudio realizado en el Estado de Aguascalientes- México, encontró que tanto las variables de temperatura máxima, mínima y precipitación podrían explicar hasta el 56% la variabilidad de la incidencia de IRA (Padilla, 2015).

Muchos de estos últimos resultados son incongruentes con los hallazgos obtenidos de la presente investigación; en las diferentes investigaciones se optó por modelos de regresión lineales con ciertas

variaciones de acuerdo al comportamiento de las variables meteorológicas, sin embargo, para los datos e información obtenida la utilización de un modelo lineal modificado no sería el más adecuado para obtener valores de predicción basado en el clima, dado que el comportamiento de la tasa de incidencia de IRA no solo depende de factores climáticos, sino también de factores sociales, relacionados a hábitos y conductas frente a diferentes épocas del año, factores de salud, relacionados a la respuesta del sistema inmunitario frente a los patógenos que causan las IRA, y finalmente los factores relacionados a la gestión de los servicios de salud y vigilancia epidemiológica (Ríos, 2014) .

A lo mencionado anteriormente se tiene la presencia de un desfase que aún no se ha investigado lo suficiente, esto es mencionado por Padilla en 2015, es decir, después de qué tiempo se prevé que los efectos del clima puedan tener alguna respuesta en los cambios de la tasa de incidencia de IRA, dado que lógicamente la respuesta no es inmediata; este factor deberá de ser incluido en posteriores investigaciones, de tal forma que ajuste mejor las predicciones utilizando componentes climáticos como variables predictoras. Al respecto Padilla (2015) menciona que los efectos de las condiciones meteorológicas sobre la incidencia de IRA no son observables de inmediato, sino días después dependiendo de las características patogénicas del microorganismo, asimismo según Mäkinen et al. (2009), no necesariamente la relación entre las IRA, temperatura y humedad ambiental es lineal, presentándose que al disminuir la temperatura, podría originar IRA durante los tres y dos semanas anteriores a su inicio.

5.2 Análisis de estacionalidad

De acuerdo a los hallazgos se realizaron tres análisis a diferente resolución temporal. A nivel mensual, desde el mes de abril hasta agosto, se tiene una influencia positiva de las condiciones de estos meses sobre la tasa de incidencia de IRA. En el mes de noviembre nuevamente se observa un incremento sobre la tendencia media dado que en dicho mes se alcanza la mayor temperatura diurna y los niveles de humedad en el aire

disminuyen; en estos meses las temperaturas bajan muy bruscamente ya que la nubosidad disminuye y la energía se pierde rápidamente durante las noches (Quispe, 2017). Los otros meses del año, la tasa de incidencia de IRA experimenta un decremento, siendo considerable en el mes de febrero, las condiciones de este mes influyen de forma negativa sobre la incidencia de IRA.

Respecto al análisis de las estaciones, se tiene que en otoño e invierno existen incrementos en la tasa de incidencia de IRA respectivamente, mientras que en primavera y verano la tasa de incidencia disminuye. Las condiciones de estas estaciones favorecen un decremento en la incidencia de IRA. Finalmente, respecto a los periodos del año, se obtuvo en el periodo de estiaje un incremento en la tasa de incidencia de IRA, mientras que en época lluviosa disminuye; las diferencias entre estas dos épocas son poco significativas.

Estos resultados son congruentes con lo encontrado en el análisis de correlación, ya que durante los meses de mayo, junio, julio y agosto, que corresponden a los meses de otoño e invierno y comprende el periodo de estiaje, es cuando la temperatura disminuye y la humedad relativa también, por lo cual la tasa de incidencia de IRA se incrementa. Aún no se han realizado investigaciones utilizando Índices de Variación Estacional para este tipo de información, sin embargo, algunos autores respaldan a través de sus investigaciones los hallazgos obtenidos.

Los siguientes autores respaldan los resultados encontrados: Shek & Lee (2003) mencionan que en zonas andinas los inviernos no son tan fríos de forma uniforme en el territorio, pero sí sobre los 4000 m s.n.m., presentando cierta estacionalidad con picos entre otoño e invierno seco, pero no todos los patógenos que causan IRA presentan la misma estacionalidad; en países tropicales la estacionalidad de las IRA muestran que un incremento de la incidencia de casos es en la época de lluvia, lo cual sostienen Correal et al. (2015), Honorio (2002) y Salas & Alfaro (2005),

Lo señalado anteriormente es congruente con los resultados obtenidos; ya que la diferencia entre la época húmeda y de estiaje es mínima respecto a la mayor incidencia de IRA, esto se explica debido a las condiciones geográficas y urbanas de la ciudad de Huaraz. Al respecto Shek & Lee (2003) sostienen que en zonas tropicales es menos evidente la estacionalidad de las IRA, debido a una menor variación de temperatura y que no existe una marcada variación de esta con las estaciones, teniendo que la temperatura promedio es más alta y no presentar fluctuaciones severas durante todo el año como en zonas templadas

Padilla sostiene que las IRA se presentan durante todo el año, las de origen viral tienden a tener una estacionalidad, principalmente en épocas frías en forma de brotes epidémicos de variable duración e intensidad (Padilla, 2015), asimismo Coral y Vega mencionan que en las regiones andinas de las IRA se presentan con mayor frecuencia durante el otoño e invierno (Coral & Vega, 2010). En Ancash, Zeña y Barceló encontraron que la periodicidad anual de las IRA se encuentra en contrafase con la temperatura seca mínima promedio mensual, lo cual compromete a la época más fría del año con la mayor incidencia de IRA (Zeña & Barceló, 2014). En un estudio realizado en México se encontró que las IRA presentan una mayor incidencia durante otoño seguido de invierno, sin embargo, algunos microorganismos causantes de IRA no mostraron estacionalidad alguna (Ojeda et al., 2016).

La fuerza impulsora de la estacionalidad de las IRA es desconocida, pero existen diferentes factores que podrían explicarla; entre ellos están la deriva antigénica, el cambio del virus, la respuesta inmune del huésped, el comportamiento social como el hacinamiento y las variaciones naturales de los factores climáticos; es así que por ejemplo los picos de influenza se asocian al clima frío y seco, mientras que las condiciones de humedad y lluviosas parecen favorecer la incidencia de IRA en regiones tropicales (Sundell et al., 2016).

No todos los virus que causan IRA provocan epidemias en invierno en los países de climas fríos, pero sí podrían hacerlo todo el año en climas

tropicales, esto podría mostrar que en muchos lugares se denominan IRA a los resfriados para expresar que la baja temperatura es la causante de esta afección; sin embargo, en épocas de verano las IRA son frecuentes en algunas partes del mundo, lo cual proporciona evidencia suficiente que el prerequisite fundamental son los microorganismos patógenos (Du Prel et al., 2009).

5.3 Limitaciones de la investigación

La investigación es de tipo ecológica correlacional, lo cual significa que a nivel de población se pueden generalizar los resultados; sin embargo, las características individuales pueden tener algún efecto sobre los resultados, llegando a presentar una falacia ecológica (Blanco et al., 2015). En este sentido, este tipo de investigación se fundamenta en que la exposición a los cambios en las variables meteorológicas repercute en todas las personas a diferentes grados de intensidad lo cual pueden conllevar a adquirir una IRA, pero no todas las personas responderán al mismo estímulo de igual manera, por ello, a pesar de que la exposición es la misma, la respuesta puede variar a nivel de individuo.

Entre las limitaciones relacionadas a la información epidemiológica, esta no estuvo completa en los años 2012 y 2013, por parte del Hospital Víctor Ramos Guardia debido a que no realizaban vigilancia epidemiológica, asimismo durante los años 2012, 2013 y 2014 las directivas de vigilancia epidemiológica de IRA, no se encontraban adecuadamente socializadas con el personal de salud, por lo cual, se pudo haber caído en una duplicidad de información debido a que no solo se contaban casos nuevos (incidencia), sino también los casos en los que había una recaída del paciente (prevalencia).

Respecto a la información meteorológica, a nivel de la ciudad de Huaraz se cuenta con 03 estaciones meteorológicas, dos de las cuales pertenecen al CIAD-UNASAM, ambas ubicadas en el distrito de Independencia por lo cual se podría inferir que no hay representatividad para la zona que comprende el distrito de Huaraz. La distribución de ambas

estaciones corresponde a la zona céntrica y periférica. En este sentido, se tiene representatividad de la zona de estudio; es así que se deduce que las características de la configuración de la ciudad no afectarían en mayor grado las variaciones de los registros de temperatura y humedad relativa.

Respecto a la población que es atendida, existe el sesgo de que esta provenga de la zona rural y no de la ciudad, por lo cual se sugiere que en el manejo de la información se filtren las procedencias de personas atendidas, ya que se sabe que en la zona rural, los casos de IRA son más frecuentes, debido a condiciones climáticas más severas. Sin embargo, se establece una lógica de cercanía de las personas para su atención, ya que en muchos lugares de la zona rural existen establecimientos de salud de primer nivel en los cuales se puede tratar las IRA, y que ya no serían considerados como casos atendidos en los establecimientos de salud de la ciudad.

5.4 Resultados inesperados de la investigación

Se esperó que los picos de la tasa de incidencia coincidan directamente con el periodo en el cual la temperatura disminuye (mayo a agosto), sin embargo, se presentó en el periodo de transición o cambios de estación, no necesariamente cuando la temperatura disminuyó moderadamente; esto podría ser explicado debido a la correlación directa con los rangos de temperatura, es decir, cuando la diferencia entre los valores máximos y mínimos se incrementan es cuando la tasa de incidencia de IRA se incrementa también. Se esperó una correlación significativa respecto a la temperatura promedio y la temperatura máxima promedio, sin embargo no se obtuvo, debido a que en la correlación se preponderó los valores en sí, más que la variación de estos.

5.5 Importancia de la investigación

El estudio es importante porque da a conocer las condiciones meteorológicas favorables para la mayor incidencia de IRA, y cómo se convertiría en un problema de salud ambiental grave si no se toma precauciones en un escenario del clima cambiante. Asimismo, ofrece

alcances sobre la variabilidad de la tasa de incidencia de IRA en ciudades ubicadas en los andes tropicales, resaltando que no es el mismo comportamiento que en las zonas rurales donde de la exposición al clima es mayor, dado que las ciudades presentan sus propias características meteorológicas que influyen de forma diferente sobre la tasa de incidencia de IRA.

Respecto al conocimiento actual sobre el tema, este ha avanzado mucho, sobre todo de la parte relacionada a Salud con un enfoque siempre clínico; sin embargo, los nuevos estudios que se proponen encajarían a nivel integral, desde una perspectiva en la cual el cambio del clima juega un rol importante. En este estudio solo se verificaron series de 5 años, en los cuales la variabilidad anual del clima en la ciudad de Huaraz se vio intensamente modificada, por fenómenos propios de la variabilidad climática global como el Fenómeno El Niño, o por efecto del denominado Cambio climático, que hace más extremo algunos eventos relacionados con el clima. El conocimiento respecto a cómo influyen las variables meteorológicas en las IRA, es de fundamental importancia en los sistemas de prevención, los cuales aún no han sido mejorados en nuestra localidad.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

Se determinó que tanto la temperatura ambiental y la humedad ambiental expresada mediante la humedad relativa influyen sobre la incidencia de IRA en la ciudad de Huaraz, es así que la influencia no necesariamente es causal, sino que ambas variables representan uno de los factores de riesgo asociado.

Se obtuvo que la temperatura ambiental presenta una correlación inversa débil respecto a la incidencia de IRA, siendo la temperatura mínima la que presenta una mayor significancia estadística e intensidad de la correlación ($r=-0.278$, $p=0.044$; $T=12.4^{\circ}\text{C}$, $TI=56*10000\text{Hab}$), mientras que la temperatura promedio ($r=-0.192$, $p=0.168$) y temperatura máxima promedio ($r=-0.117$, $p=0.401$; $T=15.8^{\circ}\text{C}$, $TI=41*10000\text{Hab}$) son poco significativas; sin embargo, en sí misma la temperatura no es la que mejor se relaciona con la incidencia de las IRA, sino el rango de temperatura, presentando una correlación positiva considerable y significativa ($r=0.543$, $p<0.0001$; $T=1.7^{\circ}\text{C}$, T . referencia máxima= 1.9°C , $TI=76*10000\text{Hab}$.); por lo tanto, a mayores rangos de temperatura, mayores tasas de incidencia de IRA que se presentan en la población de la ciudad de Huaraz.

Respecto a la humedad ambiental, expresada a través de humedad relativa, se tiene una correlación inversa considerable y significativa, en relación a la humedad relativa promedio ($r=-0.538$), humedad relativa mínima promedio ($r=-0.545$, $HR=37\%$, $TI=47*10000\text{Hab}$.), humedad relativa máxima promedio ($r=-0.527$, $HR=78\%$, $TI=32*10000\text{Hab}$.) y rango de humedad relativa ($r=-0.559$, $HR=7\%$, HR referencia mínima= 6% , $TI=76*10000\text{Hab}$.) con un

niveles de significancia $p < 0.0001$; así se tiene que, a menor humedad relativa mayor incidencia de las IRA, lo cual fue congruente con el análisis anual del cual se obtiene que en los años más secos las tasas de incidencia fueron mayores.

En relación al análisis de estacionalidad, se obtuvo que en junio se presenta una mayor influencia de las condiciones del mes sobre el incremento de la incidencia de IRA, mientras que en febrero, la incidencia disminuye como producto de la influencia de las condiciones de este mes, luego de disminuir en los meses de julio a octubre de forma regular, en noviembre se presenta un incremento de la incidencia. Esto es concordante con el análisis estacional, ya que en otoño e invierno la incidencia se incrementa; así también se tiene que durante la época de estiaje, es cuando la incidencia de las IRA se incrementa, producto de las condiciones climáticas y los factores sociales como el hacinamiento, la nutrición, conductas, oferta de servicios de salud.

Se determinó finalmente, que mientras mayores sean las variaciones de temperatura ambiental y humedad relativa, durante los periodos de transición o cuando existan saltos en las tendencias de estas variables, la tasa de incidencia de las IRA fue mayor.

RECOMENDACIONES

En escenarios de Cambio climático actuales, se hace imprescindible que posteriores investigaciones en esta temática cuenten con datos meteorológicos y epidemiológicos de mayor cantidad de años, de este modo el análisis retrospectivo sustentará las posibles predicciones.

A pesar de que la ciudad de Huaraz aún es pequeña en términos de población e infraestructura, se hace necesario que se cuenten con un número mayor de estaciones meteorológicas, para obtener de tal forma una mejor caracterización climática y meteorológica que mejore el análisis, dado que la modificación del clima en la ciudad de Huaraz aún no ha sido investigada y se cuenta con poca información.

Posteriores investigaciones deben orientarse a la predicciones de la incidencia de las IRA, dado que es un problema de salud pública recurrente y poco estudiado en nuestra localidad, de tal forma plantear Sistemas de Alerta mediante modelos no lineales de fácil entendimiento como los modelos ARIMA, los cuales toman en consideración dos componentes: las autoregresiones y las medias móviles de las tasas de incidencia de las IRA, que se ajustan mejor a los valores observados. Asimismo, las posteriores indagaciones deben orientarse al análisis de las oscilaciones de temperatura y humedad, más que en los valores en sí mismos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguinaga, M., Gutiérrez, C., & Lazo, G. (2003). Relación entre variables climáticas y casos de infección respiratoria aguda en la provincia del Callao -2001. *Revista Peruana de Epidemiología*, 11(1), 1–18. Recuperado a partir de http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVrevistas/epidemiologia/v11_n1/Pdf/a01.pdf
- Alessandro, A. (2014). Variables Meteorológicas y su incidencia en las enfermedades respiratorias de niños en el Gran Buenos Aires. *Meteorologica*, 39(1), 27–39. Recuperado a partir de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-468X2014000100002
- Amuakwa-Mensah, F., Marbuah, G., & Mubanga, M. (2017). Climate variability and infectious diseases nexus: Evidence from Sweden. *Infectious Disease Modelling*, 16, 6–15. <https://doi.org/10.1016/j.idm.2017.03.003>
- Barría, M., & Calvo, M. (2008). Factores asociados a infecciones respiratorias dentro de los tres primeros meses de vida. *Revi Chil Pediatr*, 79(3), 281–289. Recuperado a partir de <http://www.scielo.cl/pdf/rcp/v79n3/art06.pdf>
- Blanco, L. C., Pinzón, C. E., & Idrovo, Á. J. (2015). Estudios ecológicos en salud ambiental: más allá de la epidemiología. *Biomédica*, 3535(22), 191–206. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2819>
- Borja, V. H. (2000). Estudios ecológicos. *Salud Publica Mex.*, 42(6), 533–538. <https://doi.org/10.1590/S0036-36342000000600010>
- Chisolm, R. (2015). Índices climáticos en la sierra de Ancash como herramienta para la adaptación al Cambio Climático. Huaraz: Instituto de Montaña.
- Comba, P., & Harari, R. (2004). Epidemiología ambiental. En ABYA-YALA (Ed.), *El Ambiente y la Salud* (Primera, pp. 7–30). Quito: Docutech. Recuperado a partir de <http://www.ifa.org.ec/LIBROELAMBIENTEYLASALUDEPIDEMIOLOGIAAMBIENTAL.pdf>
- Coral, B., & Vega, A. (2010). Tesis: *Evaluación de los impactos del Cambio Climático en la Salud Humana en Huaraz*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo.
- Correal, M. E., Esteban, J., Marthá, J. E., & Sarmiento, R. (2015). Influencia de la variabilidad climática en las enfermedades respiratorias agudas en

- Bogotá Influence of the climate variability on acute respiratory infections in the city of Bogotá. *Biomédica*, 3535(22), 130–138. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2456>
- Du Prel, J.-B., Puppe, W., Grö Ndahl, B., Knuf, M., Weigl, J. A. I., Schaaff, F., & Schmitt, H.-J. (2009). Are Meteorological Parameters Associated with Acute Respiratory Tract Infections? *Clinical Infectious Diseases*, 49(6), 861–868. <https://doi.org/10.1086/605435>
- Duarte, S., Gazeta, R., Felgueiras, A. P., Costa, P., & De S.Z.S., M. (2014). Do pollution and climate influence respiratory tract infections in children? *Revista Asociación Médica de Brasil*, 60(3), 276–283. <https://doi.org/10.1590/1806-9282.60.03.018>
- EPA. (2014). Desarrollo Inteligente e Islas Urbanas de Calor. Recuperado el 11 de julio de 2018, a partir de <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/smartgrowthspanish.pdf>
- Falagas, M. E., Theocharis, G., Spanos, A., Vlara, L. A., Issaris, E. A., Panos, G., & Peppas, G. (2008). Effect of meteorological variables on the incidence of respiratory tract infections. *Respiratory Medicine*, 102(5), 733–737. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2007.12.010>
- Fernández, C. (2015). *Frecuencia de Precipitaciones Máximas según Momentos de la Cuenca Hidrográfica del Lago Titicaca*. Lima. Recuperado a partir de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2161/P10-F47-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fillatre, A., François, C., Segard, C., Duverlie, G., Hecquet, D., Pannier, C., ... Castelain, S. (2018). Epidemiology and seasonality of acute respiratory infections in hospitalized children over four consecutive years (2012–2016). *Journal of Clinical Virology*, 102, 27–31. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2018.02.010>
- Herrera, S., Fernández, E., Cervera, Á., & Blanquer, R. (2013). ¿Influyen la estación y el clima en la etiología de la neumonía adquirida en la comunidad? *Archivos de Bronconeumología*, 49(4), 140–145. <https://doi.org/10.1016/J.ARBRES.2012.11.001>
- Honorio, C. (2002). *Conocimientos y su relación con las prácticas de las*

- madres de niños menores de cinco años sobre la prevención de las Infecciones Respiratorias Agudas en el C.S. Max Arias Schereirber Octubre - Noviembre 2001.* Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado a partir de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/salud/honorio_qc/t_completo.pdf
- INDECI - PNUD. (2003). *Plan de prevención ante desastres: Usos de suelo y mitigación - ciudad de Huaraz.* Huaraz.
- INEI. (2012). PERÚ: ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN TOTAL POR SEXO DE LAS PRINCIPALES CIUDADES, 2012-2015. Recuperado el 3 de enero de 2018, a partir de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/population-estimates-and-projections/>
- IPCC. (2007). Informe del Grupo de Trabajo I - Base de las Ciencias Físicas. Recuperado el 11 de julio de 2018, a partir de https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-2-figure-1.html
- IPCC. (2013). Anexo B. Glosario de términos. En WMO (Ed.), *Cambio Climático 2013 - Bases Físicas* (Primera, pp. 173–180). Berna -Suiza: WMO. Recuperado a partir de <https://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>
- Jiménez, J. (2002). *Análisis de valores extremos de la concentración de ozono en la ciudad de México.* Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Jo, E.-J., Lee, W.-S., Jo, H.-Y., Kim, C.-H., Eom, J.-S., Mok, J.-H., ... Park, H.-K. (2017). Effects of particulate matter on respiratory disease and the impact of meteorological factors in Busan, Korea. *Respiratory Medicine*, 124, 79–87. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2017.02.010>
- Khor, C.-S., Sam, I.-C., Hooi, P.-S., Quek, K.-F., & Chan, Y.-F. (2012). Epidemiology and seasonality of respiratory viral infections in hospitalized children in Kuala Lumpur, Malaysia: a retrospective study of 27 years. *BCM Pediatrics*, 12(32), 1471–2431. <https://doi.org/10.1186/1471-2431-12-32>
- Kuhn, K., Campbell-Lendrum, D., Haines, A., Cox, J., Corvalán, C., & Anker, M. (2005). *Using climate to predicte infectious disease epidemics.* World Health Organization. Genova. Recuperado a partir de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download;jsessionid=8CBC3A18D5BD>

- 8B12473536868CDAE333?doi=10.1.1.378.1461&rep=rep1&type=pdf
- Liu, Y., Liu, J., Chen, F., Shamsi, B. H., Wang, Q., Jiao, F., ... Shi, Y. (2016). Impact of meteorological factors on lower respiratory tract infections in children. *Journal of International Medical Research*, 44(1), 30–41. <https://doi.org/10.1177/0300060515586007>
- López, M., Méndez, M., Méndez, L., & Nicot, A. (2016). Infecciones respiratorias agudas: breve recorrido que justifica su comportamiento. *Revista de Información Científica*, 95(2), 339–355. Recuperado a partir de <http://www.revinfcientifica.sld.cu/index.php/ric/article/view/114/1463>
- Mäkinen, T. M., Juvonen, R., Jokelainen, J., Harju, T. H., Peitso, A., Bloigu, A., ... Hassi, J. (2009). Cold temperature and low humidity are associated with increased occurrence of respiratory tract infections. *Respiratory Medicine*, 103, 456–462. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2008.09.011>
- MINSA-ES. (2017). MEDIDAS DE ASOCIACION. San Salvador: Ministerio de Salud - El Salvador. Recuperado a partir de https://www.salud.gob.sv/archivos/pdf/telesalud_2017_presentaciones/presentacion12062017/MEDIDAS-DE-ASOCIACION.pdf
- Mondragón, M. (2014). Correlación de Spearman. *Movimiento Científico*, 8(1), 98–1047.
- Municipalidad Provincial de Huaraz. (2012). *Plan de Desarrollo Urbano de la ciudad de Huaraz 2012 - 2022*. Huaraz.
- Municipalidad Provincial de Huaraz. (2015). *Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales de la Ciudad de Huaraz -2015*. Huaraz. Recuperado a partir de http://siar.minam.gob.pe/ancash/sites/default/files/archivos/public/docs/ii._e_estudio_de_caracterizacion_de_residuos_solidos_municipales_0.pdf
- Ochoa, M., Castellanos, R., Ochoa, Z., & Oliveros, J. L. (2015). Variabilidad y cambio climático: su repercusión en la salud. *MEDISAN*, 19(7), 873–885. Recuperado a partir de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30192015000700008
- Oficina de Epidemiología - DIRES Ancash. (2014). *Resumen Ejecutivo del Análisis de Situación de Salud DIRES- Ancash*. Huaraz. Recuperado a partir de http://dge.gob.pe/portal/Asis/indreg/asis_ancash.pdf

- Ojeda, S., Munive, R., Moreno, L. C., Torres, A., & Melgar, V. (2016). Epidemiología de las infecciones respiratorias en pacientes pediátricos empleando metodología de PCR múltiple. *Revista Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio.*, 63(4), 190–195. Recuperado a partir de www.medigraphic.com/patologiaclinica
- OMM, O. M. M. (2011). *El conocimiento climático a la acción: Marco Mundial para los Servicios Climáticos*. Ginebra. Recuperado a partir de https://library.wmo.int/pmb_ged/wmo_1065_es.pdf
- OMM, O. M. M. (2014). *Plan de ejecución del Marco Mundial para los Servicios Climáticos*. Ginebra. Recuperado a partir de https://gfcs.wmo.int/sites/default/files/implementation-plan//GFCS-IMPLEMENTATION-PLAN-14211_es.pdf
- OMS. (2016). OMS | Salud ambiental. Recuperado el 2 de enero de 2018, a partir de http://www.who.int/topics/environmental_health/es/
- OMS - OMM. (2012). *Atlas de la Salud y del Clima*. Ginebra.
- OMS, O. M. de la S. (2015). OMS | Infecciones del tracto respiratorio. Recuperado el 9 de julio de 2018, a partir de http://www.who.int/topics/respiratory_tract_diseases/es/
- ONERN. (1973). *Estudio de suelos del Callejón de Huaylas*. Huaraz. Recuperado a partir de <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/1012>
- Ortiz, E., Guerra, E., Sánchez, M. del R., Martínez, A., & Rosales, M. (2013). Comportamiento epidemiológico de las infecciones respiratorias agudas en infantes. Granma, 2000 - 2010. Pronóstico año 2011. *MULTIMED Revista Médica Granma*, 17(2), 120–139. Recuperado a partir de <http://www.revmultimed.sld.cu/index.php/mtm/article/view/296/398>
- Padilla, M. (2015). *Asociación de la Variabilidad Climática y la concentración de NO₂ sobre la incidencia de IRAs en Aguascalientes*. Repositorio Universidad Autónoma de Aguascalientes. Universidad Autónoma de Aguascalientes. Recuperado a partir de <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/396/402657.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Primo, A. (2015). *Variabilidad de la Temperatura y de la Precipitación, en la ciudad de Toluca, Estado de México. Periodo: 1970-2013*. Universidad Autónoma del Estado de México. Recuperado a partir de

- [http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49235/UAEM-FAPUR-
TESIS-PRIMO,ALBERTO.pdf?sequence=1](http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/49235/UAEM-FAPUR-
TESIS-PRIMO,ALBERTO.pdf?sequence=1)
- Quispe, N. (2017). Pronóstico de tiempo meteorológico. Lima: CAD.
- RENIEC. (2017). Recuperado el 22 de junio de 2018, a partir de <http://portales.reniec.gob.pe/web/estadistica/inicio>
- Ríos, L. (2014). *Relación de las variables meteorológicas con los episodios de infecciones respiratorias agudas (IRAS), neumonía, y muerte por neumonía en niños menores de cinco años, región Puno, 2009-2012*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/123456789/4602>
- Royo, M., & Moreno, D. (2009). *Manual Docente de la Escuela Nacional de Sanidad: Método Epidemiológico*. (Escuela Nacional de Sanidad, Ed.) (Primera). Madrid: Instituto de Salud Carlos III. Recuperado a partir de [http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-publicaciones-isciii/fd-
documentos/2009-0843_Manual_epidemiologico_ultimo_23-01-10.pdf](http://www.isciii.es/ISCIII/es/contenidos/fd-publicaciones-isciii/fd-
documentos/2009-0843_Manual_epidemiologico_ultimo_23-01-10.pdf)
- Salas, P., & Alfaro, W. (2005). Variación estacional de infecciones respiratorias virales en niños hospitalizados. *Revista Mexicana de Pediatría*, 72(1), 5–8. Recuperado a partir de <http://www.medigraphic.com/pdfs/pediat/sp-2005/sp051b.pdf>
- Sanmeens. (2014). Tasa de incidencia. Recuperado el 3 de enero de 2018, a partir de [http://sameens.dia.uned.es/Trabajos6/Trabajos_Publicos/Trab_3/Astillero
Pinilla_3/Tasadeincidencia.htm](http://sameens.dia.uned.es/Trabajos6/Trabajos_Publicos/Trab_3/Astillero
Pinilla_3/Tasadeincidencia.htm)
- Sarricolea, P., & Martín-Vide, J. (2014). El estudio de la Isla de Calor Urbana de Superficie del Área Metropolitana de Santiago de Chile con imágenes Terra-MODIS y Análisis de Componentes Principales. *Revista de geografía Norte Grande*, (57), 123–141. <https://doi.org/10.4067/S0718-34022014000100009>
- Shafaghat, A., Keyvanfar, A., Manteghi, G., & Lamit, H. Bin. (2016). Environmental-conscious factors affecting street microclimate and individuals' respiratory health in tropical coastal cities. *Sustainable Cities and Society*, 15, 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2015.11.001>
- Shek, L. P.-C., & Lee, B.-W. (2003). Epidemiology and seasonality of respiratory tract virus infections in the tropics. *Paediatric Respiratory*

- Reviews*, 4(2), 105–111. [https://doi.org/10.1016/S1526-0542\(03\)00024-1](https://doi.org/10.1016/S1526-0542(03)00024-1)
- Silva, D. R., Viana, V. P., Müller, A. M., Livi, F. P., & Dalcin, P. D. T. R. (2014). Respiratory viral infections and effects of meteorological parameters and air pollution in adults with respiratory symptoms admitted to the emergency room. *Influenza and other Respiratory Viruses*, 8(1), 42–52. <https://doi.org/10.1111/irv.12158>
- Soto, M., & Arrasco, J. (2015). *Directiva Sanitaria N° 061 - MINS/DGE v.01, Directiva Sanitaria para la Vigilancia Epidemiológica de las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)*. Lima.
- Sundell, N., Andersson, L. M., Brittain-Long, R., Lindh, M., & Westin, J. (2016). A four year seasonal survey of the relationship between outdoor climate and epidemiology of viral respiratory tract infections in a temperate climate. *Journal of Clinical Virology*, 84, 59–63. <https://doi.org/10.1016/j.jcv.2016.10.005>
- SUSALUD. (2015). RENIPRESS. Recuperado el 23 de enero de 2018, a partir de <http://app12.susalud.gob.pe/views/BienvenidaUsuario.aspx>
- Tamayo, C., & Bastart, E. (2015). Nuevo enfoque sobre la clasificación de las infecciones respiratorias agudas en Niños. *MEDISAN*, 19(5), 684–694. Recuperado a partir de <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v19n5/san14195.pdf>
- Universidad de Barcelona. (2016). ÍNDICE DE VARIACIÓN ESTACIONAL. Recuperado el 20 de septiembre de 2018, a partir de http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap8-4.htm
- UPCT, U. P. de C. (2009). Tema 5: Series Temporales. En D. de M. C. e Informáticos (Ed.), *Introducción a la Estadística* (pp. 11–17). Cartagena: Facultad de Ciencias de la Empresa. Recuperado a partir de http://metodos.upct.es/Asignaturas/Diplomatura/Introduccion_estadistica/2008_2009/material_didactico/apuntes/TEMA5SERIESTEMPORALES.pdf
- Weintraub, K. (2018). ¿El frío te resfría? Recuperado el 4 de marzo de 2018, a partir de <https://www.nytimes.com/es/2018/03/02/frio-gripa-enfermedad-virus/>
- Wikipedia. (2017). Ciudad. Recuperado el 2 de enero de 2018, a partir de <https://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad>
- Zeña, S., & Barceló, C. (2014). Clima e incidencia de infecciones respiratorias agudas en Ancash, Perú (2005-2013) Climate and the incidence of acute

respiratory infection in Ancash, Peru (2005-2013). *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 301–313. Recuperado a partir de <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig03314.pdf>

REFERENCIAS LINKOGRÁFICAS

- INEI. (2012). PERÚ: ESTIMACIONES Y PROYECCIONES DE POBLACIÓN TOTAL POR SEXO DE LAS PRINCIPALES CIUDADES, 2012-2015. Recuperado el 3 de enero de 2018, a partir de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/population-estimates-and-projections/>
- IPCC. (2007). Informe del Grupo de Trabajo I - Base de las Ciencias Físicas. Recuperado el 11 de julio de 2018, a partir de https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/es/faq-1-2-figure-1.html
- OMS. (2016). OMS | Salud ambiental. Recuperado el 2 de enero de 2018, a partir de http://www.who.int/topics/environmental_health/es/
- OMS, O. M. de la S. (2015). OMS | Infecciones del tracto respiratorio. Recuperado el 9 de julio de 2018, a partir de http://www.who.int/topics/respiratory_tract_diseases/es/
- RENIEC. (2017). Recuperado el 22 de junio de 2018, a partir de <http://portales.reniec.gob.pe/web/estadistica/inicio>
- Sanmeens. (2014). Tasa de incidencia. Recuperado el 3 de enero de 2018, a partir de http://sameens.dia.uned.es/Trabajos6/Trabajos_Publicos/Trab_3/Astillero_Pinilla_3/Tasadeincidencia.htm
- SUSALUD. (2015). RENIPRESS. Recuperado el 23 de enero de 2018, a partir de <http://app12.susalud.gob.pe/views/BienvenidaUsuario.aspx>
- Universidad de Barcelona. (2016). ÍNDICE DE VARIACIÓN ESTACIONAL. Recuperado el 20 de septiembre de 2018, a partir de http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap8-4.htm
- Weintraub, K. (2018). ¿El frío te resfría? Recuperado el 4 de marzo de 2018, a partir de <https://www.nytimes.com/es/2018/03/02/frio-gripa-enfermedad-virus/>
- Wikipedia. (2017). Ciudad. Recuperado el 2 de enero de 2018, a partir de <https://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad>

ANEXOS

ANEXO 1
DATOS METEOROLÓGICOS A RESOLUCIÓN
SEMANAL



UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
 "Una nueva Universidad para el Desarrollo"
 Facultad de Ciencias del Ambiente
 Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo - CIAD



Reporte Semanal de Variables Meteorológicas
 EM10 - SHANCAYAN

Latitud : 09° 30' 59.5" S
 Longitud : 77° 31' 29.6" W
 Altitud : 3078 m.s.n.m.

Año: 2012						
Semana	Temp. de aire prom. (°C)	Temp. de aire prom. Max. (°C)	Temp. de aire prom. Min. (°C)	Hum. Rel. prom. (%)	Hum. Rel. prom. Max (%)	Hum. Rel. prom. Min (%)
1	15.0	15.8	14.3	64	69	59
2	15.0	15.8	14.2	63	68	58
3	14.8	15.6	14.0	56	61	51
4	14.2	14.9	13.4	65	71	60
5	14.5	15.3	13.8	66	72	61
6	12.1	12.7	11.6	75	81	70
7	12.8	13.5	12.0	69	75	63
8	11.9	12.6	11.2	75	81	69
9	13.0	13.8	12.3	70	76	65
10	13.0	13.8	12.1	75	81	69
11	14.3	15.0	13.4	70	76	64
12	13.9	14.6	13.2	73	78	67
13	13.1	13.9	12.3	73	79	68
14	13.5	14.3	12.8	74	80	69
15	12.3	13.0	11.7	76	81	72
16	12.5	13.2	11.8	75	80	69
17	13.5	14.3	12.8	72	77	67
18	13.2	14.1	12.4	69	74	64
19	13.5	14.3	12.7	60	65	55
20	14.2	15.0	13.4	61	65	56
21	13.0	13.9	12.2	69	74	64
22	12.9	13.7	12.2	47	52	42
23	13.0	14.0	12.1	50	54	46
24	13.1	14.0	12.2	46	50	42
25	13.1	13.9	12.3	56	60	51
26	12.5	13.3	11.6	53	58	49
27	12.6	13.5	11.7	47	51	43
28	13.1	14.1	12.1	42	46	38
29	13.1	14.1	12.2	37	41	34
30	13.6	14.6	12.7	36	39	32
31	13.8	14.8	12.9	44	48	41
32	13.9	15.0	12.8	23	27	20
33	13.7	14.6	12.8	41	44	37
34	13.3	14.2	12.3	41	44	38
35	13.8	14.8	12.9	39	42	36
36	14.4	15.4	13.4	41	44	37
37	14.7	15.6	13.8	40	44	37
38	13.8	14.7	12.8	54	58	50
39	13.7	14.6	12.9	63	68	59
40	14.4	15.3	13.6	51	55	47
41	14.3	15.1	13.6	53	58	50
42	13.3	14.1	12.6	60	64	56
43	13.6	14.4	12.9	69	73	64
44	13.5	14.3	12.8	70	74	65
45	12.7	13.4	12.1	76	80	71
46	13.5	14.2	12.9	70	74	66
47	14.2	15.0	13.5	62	67	58
48	13.3	14.0	12.7	69	73	64
49	12.9	13.6	12.3	58	62	54
50	13.8	14.5	13.1	61	65	57
51	12.5	13.3	11.9	60	64	56
52	13.1	13.9	12.5	76	81	71

Año: 2013						
Semana	Temp. de aire prom. (°C)	Temp. de aire prom. Max. (°C)	Temp. de aire prom. Min. (°C)	Hum. Rel. prom. (%)	Hum. Rel. prom. Max (%)	Hum. Rel. prom. Min (%)
1	14.5	15.3	13.8	70	75	66
2	15.4	16.3	14.6	64	69	59
3	14.8	15.6	14.1	58	63	53
4	14.4	15.2	13.7	66	71	61
5	15.3	16.1	14.6	66	71	61
6	13.2	13.8	12.6	76	80	72
7	12.4	13.0	11.8	72	76	68
8	13.3	14.0	12.5	73	78	68
9	13.9	14.7	13.2	75	80	70
10	13.9	14.7	13.3	76	81	71
11	13.7	14.4	13.1	75	80	70
12	12.2	12.8	11.7	81	85	78
13	13.1	13.9	12.5	75	80	71
14	13.9	14.6	13.2	71	75	66
15	14.4	15.1	13.6	69	73	64
16	14.3	15.1	13.5	66	71	61
17	14.1	14.9	13.2	58	63	54
18	13.8	14.7	13.0	61	66	57
19	13.7	14.5	12.9	63	67	59
20	14.2	15.0	13.5	63	67	59
21	13.6	14.4	12.8	59	64	55
22	13.0	13.8	12.3	51	54	47
23	13.3	14.3	12.4	50	54	47
24	13.4	14.4	12.5	52	55	48
25	13.7	14.5	12.8	52	56	48
26	13.0	13.9	12.1	46	50	42
27	13.0	13.9	12.2	49	52	45
28	12.6	13.6	11.7	46	50	43
29	13.1	14.0	12.2	46	50	43
30	13.2	14.1	12.3	43	47	40
31	13.4	14.4	12.5	37	40	34
32	13.6	14.5	12.6	46	50	43
33	13.9	14.9	13.0	50	53	46
34	13.5	14.4	12.6	42	45	39
35	13.7	14.6	12.9	51	54	47
36	13.8	14.8	12.9	46	50	43
37	14.1	15.0	13.1	48	53	45
38	15.1	15.9	14.2	51	56	48
39	15.4	16.3	14.4	45	49	42
40	14.7	15.5	13.8	51	55	47
41	14.0	14.9	13.1	58	62	53
42	13.3	14.1	12.6	70	74	65
43	13.8	14.5	13.0	65	69	61
44	12.5	13.2	11.8	72	76	68
45	12.7	13.5	12.0	59	63	55
46	14.1	15.0	13.3	56	61	52
47	12.6	13.3	12.0	68	72	63
48	13.7	14.6	12.8	46	50	42
49	12.3	13.0	11.6	74	79	70
50	12.8	13.5	12.1	74	78	69
51	14.2	14.9	13.6	69	73	65
52	14.5	15.3	13.7	52	56	48

Año: 2014						
Semana	Temp. de aire prom. (°C)	Temp. de aire prom. Max. (°C)	Temp. de aire prom. Min. (°C)	Hum. Rel. prom. (%)	Hum. Rel. prom. Max (%)	Hum. Rel. prom. Min (%)
1	14.5	15.3	13.7	65	70	60
2	12.4	13.0	11.8	77	81	73
3	14.2	14.9	13.5	71	76	66
4	13.0	13.8	12.3	69	74	64
5	13.7	14.4	12.9	63	68	59
6	13.5	14.2	12.9	66	70	61
7	13.1	13.8	12.5	71	76	67
8	13.4	14.1	12.7	72	76	67
9	12.7	13.4	12.1	75	79	70
10	12.3	12.9	11.6	77	81	73
11	12.5	13.0	11.9	79	82	75
12	13.1	13.8	12.4	76	80	72
13	13.6	14.3	13.0	71	75	67
14	13.9	14.7	13.2	63	68	59
15	14.3	15.1	13.5	66	71	62
16	14.1	15.0	13.3	66	70	61
17	14.2	14.9	13.4	67	72	63
18	13.7	14.4	13.0	71	75	66
19	13.0	13.6	12.3	74	78	70
20	14.1	14.9	13.4	61	66	56
21	13.6	14.4	12.9	63	67	59
22	14.1	15.0	13.3	52	56	48
23	13.9	14.8	13.0	50	54	46
24	14.6	15.4	13.8	51	55	47
25	14.1	15.1	13.2	43	47	40
26	13.1	14.1	12.2	49	53	46
27	13.7	14.5	12.9	52	55	48
28	14.0	15.0	13.1	41	45	38
29	13.8	14.8	12.9	37	40	34
30	13.8	14.7	13.0	43	47	40
31	14.1	15.0	13.2	41	45	38
32	13.1	14.0	12.3	48	51	44
33	13.6	14.5	12.8	49	53	45
34	13.2	14.2	12.2	37	40	34
35	13.7	14.6	12.8	43	46	40
36	14.3	15.2	13.4	44	48	41
37	14.1	15.0	13.2	44	47	41
38	13.8	14.7	13.0	58	63	54
39	13.8	14.6	13.0	60	64	56
40	14.1	15.0	13.2	53	57	49
41	14.1	14.9	13.4	63	67	59
42	14.4	15.3	13.5	50	55	46
43	13.3	14.0	12.7	67	71	63
44	13.5	14.3	12.7	57	61	53
45	14.2	15.0	13.4	60	64	56
46	12.5	13.1	11.9	73	76	69
47	13.2	14.0	12.4	54	58	50
48	14.7	15.6	13.8	43	46	39
49	14.1	14.9	13.3	64	68	60
50	12.6	13.4	12.0	73	78	69
51	12.8	13.5	12.1	71	74	67
52	14.1	14.9	13.4	63	67	59
53	12.9	13.6	12.2	73	78	68





UNASAM

UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"

"Una nueva Universidad para el Desarrollo"

Facultad de Ciencias del Ambiente

Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo - CIAD



Reporte Semanal de Variables Meteorológicas

EM10 - SHANCAAYAN

Latitud : 09° 30' 59.5" S

Longitud : 77° 31' 29.6" W

Altitud : 3078 m.s.n.m.

Semana	Año: 2015			Hum. Rel. prom. (%)	Hum. Rel. prom. Max (%)	Hum. Rel. prom. Min (%)
	Temp. de aire prom. (°C)	Temp. de aire prom. Max. (°C)	Temp. de aire prom. Min. (°C)			
1	14.9	15.7	14.1	64	69	59
2	15.0	15.8	14.2	59	64	54
3	11.7	12.4	11.1	78	82	73
4	13.7	14.4	13.0	70	75	66
5	13.5	14.3	12.7	70	75	65
6	13.9	14.6	13.3	69	73	65
7	13.9	14.6	13.2	68	72	63
8	13.7	14.3	13.0	68	72	64
9	12.9	13.6	12.3	76	80	72
10	15.0	15.8	14.2	67	71	62
11	13.2	13.9	12.6	76	80	72
12	13.1	13.8	12.5	72	76	68
13	13.2	13.9	12.5	73	77	69
14	13.7	14.4	13.0	71	75	66
15	13.5	14.2	12.8	67	72	63
16	14.4	15.1	13.6	64	68	60
17	14.4	15.2	13.7	65	69	61
18	14.4	15.1	13.6	65	70	61
19	13.9	14.6	13.2	66	70	62
20	13.1	14.0	12.4	60	65	56
21	13.3	14.2	12.5	57	61	53
22	13.8	14.7	12.9	58	63	54
23	13.0	13.9	12.2	55	59	51
24	14.3	15.1	13.4	50	53	46
25	14.0	15.0	13.1	38	42	35
26	13.7	14.6	12.8	44	47	40
27	13.1	14.0	12.2	39	43	35
28	12.9	13.8	12.1	49	53	45
29	13.8	14.7	12.9	48	51	44
30	13.6	14.6	12.7	41	44	37
31	14.1	15.2	13.2	36	39	32
32	13.8	14.8	12.9	46	50	43
33	14.3	15.3	13.4	42	46	39
34	14.5	15.4	13.6	43	47	40
35	14.6	15.5	13.6	45	49	42
36	14.8	15.6	13.9	47	51	43
37	15.1	16.0	14.2	45	49	41
38	15.2	16.1	14.4	52	57	49
39	14.4	15.3	13.6	51	55	47
40	15.0	15.9	14.1	58	62	54
41	15.1	16.0	14.3	57	61	53
42	14.5	15.3	13.7	61	66	57
43	13.9	14.6	13.2	67	71	63
44	13.3	14.1	12.5	42	46	38
45	14.0	14.8	13.2	65	70	61
46	14.2	15.0	13.5	69	74	65
47	14.8	15.6	14.1	65	69	61
48	14.1	14.8	13.3	65	70	60
49	15.6	16.4	14.8	56	60	51
50	14.9	15.7	14.1	62	66	58
51	14.8	15.6	14.1	68	73	64
52	15.1	16.0	14.4	65	70	61

Semana	Año: 2016			Hum. Rel. prom. (%)	Hum. Rel. prom. Max (%)	Hum. Rel. prom. Min (%)
	Temp. de aire prom. (°C)	Temp. de aire prom. Max. (°C)	Temp. de aire prom. Min. (°C)			
1	15.9	16.6	15.1	57	62	53
2	15.9	16.8	15.1	43	47	39
3	15.5	16.2	14.7	61	65	57
4	14.7	15.4	14.0	67	72	63
5	13.6	14.3	13.0	75	79	71
6	14.7	15.4	13.9	71	75	66
7	15.9	16.8	15.1	64	68	60
8	14.6	15.3	14.0	74	78	70
9	14.4	15.2	13.7	74	79	70
10	13.4	14.1	12.8	74	78	70
11	15.9	16.7	15.1	60	64	56
12	16.2	17.0	15.5	66	70	62
13	14.8	15.5	14.1	70	75	66
14	15.2	15.9	14.4	66	71	62
15	15.1	15.9	14.4	63	67	58
16	14.8	15.6	14.0	66	70	61
17	15.3	16.1	14.5	53	58	49
18	14.9	15.7	14.1	53	58	49
19	15.0	15.8	14.2	55	59	51
20	14.8	15.6	14.0	56	61	52
21	14.8	15.6	14.0	53	57	49
22	13.5	14.4	12.6	49	54	45
23	13.4	14.2	12.7	54	58	50
24	13.0	14.0	12.1	40	44	35
25	12.8	13.8	11.9	41	45	37
26	13.7	14.6	12.8	39	44	36
27	13.6	14.5	12.7	42	46	38
28	13.0	13.9	12.1	46	50	42
29	12.9	13.9	11.9	38	43	34
30	13.1	14.0	12.2	41	45	37
31	13.5	14.4	12.6	43	47	39
32	14.0	14.9	13.2	43	47	40
33	14.4	15.3	13.5	40	44	36
34	14.4	15.2	13.5	44	48	41
35	13.9	14.7	13.0	41	45	37
36	14.3	15.2	13.3	38	43	34
37	14.2	15.1	13.3	43	47	39
38	14.1	15.0	13.3	57	61	52
39	13.2	14.1	12.5	64	69	59
40	13.9	14.7	13.2	61	65	57
41	14.3	15.1	13.5	54	58	50
42	14.2	15.0	13.4	56	61	52
43	14.5	15.3	13.6	39	43	36
44	14.5	15.4	13.7	39	43	36
45	15.3	16.2	14.5	43	48	39
46	13.4	14.4	12.5	27	32	23
47	13.9	14.8	12.9	31	35	27
48	14.8	15.6	14.0	52	57	48
49	12.6	13.3	11.9	72	76	68
50	14.7	15.4	13.9	56	59	52
51	12.9	13.6	12.2	67	71	63
52	13.7	14.4	13.0	66	71	61





UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"
 "Una nueva Universidad para el Desarrollo"
 Facultad de Ciencias del Ambiente
 Centro de Investigación Ambiental para el Desarrollo - CIAD



Reporte Semanal de Variables Meteorológicas
 EMP03 - LOCAL CENTRAL
 Latitud : 9°31'17.56"S
 Longitud : 77°31'43.96"W
 Altitud : 3060 m.s.n.m.

Año 2015						
Semana	Temp. de aire prom. (°C)	Temp. de aire prom. Max. (°C)	Temp. de aire prom. Min. (°C)	Hum. Rel. prom. (%)	Hum. Rel. prom. Max (%)	Hum. Rel. prom. Min (%)
1	15.0	15.8	14.3	63	68	59
2	15.1	15.9	14.3	58	63	53
3	11.9	12.5	11.2	77	82	73
4	13.8	14.6	13.1	69	74	65
5	13.7	14.5	12.9	69	74	65
6	14.2	14.9	13.6	67	71	63
7	14.1	14.8	13.4	66	71	62
8	13.8	14.4	13.1	68	72	63
9	13.1	13.8	12.5	76	80	71
10	14.4	15.2	14.0	69	75	64
11	12.3	13.1	11.6	76	81	71
12	13.4	14.1	12.7	71	75	67
13	13.4	14.1	12.7	72	76	68
14	14.0	14.7	13.2	70	74	65
15	13.8	14.5	13.0	66	70	62
16	14.7	15.5	14.0	62	67	58
17	14.8	15.6	14.0	63	68	59
18	14.7	15.5	13.9	64	68	60
19	14.2	14.9	13.5	65	69	61
20	13.3	14.2	12.6	59	64	55
21	13.7	14.6	12.9	56	59	52
22	14.2	15.0	13.3	57	61	53
23	13.3	14.2	12.5	54	58	50
24	14.6	15.6	13.8	49	52	45
25	14.3	15.2	13.4	38	42	35
26	12.9	13.9	12.0	44	48	39
27	13.0	13.8	12.1	39	43	35
28	13.1	14.0	12.2	48	53	44
29	13.9	14.9	13.1	47	51	44
30	13.8	14.8	12.9	41	44	37
31	14.3	15.2	13.3	36	40	32
32	13.9	14.8	13.0	46	50	42
33	14.4	15.3	13.5	42	45	39
34	14.6	15.5	13.7	43	47	40
35	14.7	15.6	13.8	45	48	41
36	14.8	15.6	14.0	46	50	43
37	15.2	16.1	14.3	45	48	41
38	15.3	16.2	14.5	52	56	48
39	14.2	15.1	13.5	58	62	54
40	15.2	16.0	14.5	55	59	51
41	14.9	15.7	14.2	58	63	54
42	15.4	16.3	14.5	49	53	46
43	15.2	16.1	14.4	38	41	35
44	13.9	14.8	13.0	35	39	31
45	14.0	14.8	13.2	64	69	60
46	14.2	15.0	13.5	69	74	65
47	15.1	15.9	14.4	63	68	59
48	14.0	14.8	13.3	65	70	61
49	15.8	16.7	15.0	55	59	50
50	15.1	16.0	14.3	61	65	57
51	15.2	16.0	14.3	67	72	63
52	14.9	15.8	14.1	69	73	64

Año 2016						
Semana	Temp. de aire prom. (°C)	Temp. de aire prom. Max. (°C)	Temp. de aire prom. Min. (°C)	Hum. Rel. prom. (%)	Hum. Rel. prom. Max (%)	Hum. Rel. prom. Min (%)
1	16.1	16.9	15.3	56	60	52
2	16.0	16.9	15.2	42	46	38
3	15.6	16.4	14.8	60	64	56
4	14.9	15.6	14.2	66	70	63
5	13.7	14.4	13.1	75	79	70
6	14.8	15.6	14.1	70	74	65
7	16.0	16.9	15.3	63	68	59
8	14.8	15.5	14.1	74	78	69
9	14.6	15.3	13.9	74	78	69
10	13.6	14.3	13.0	73	77	69
11	16.0	16.8	15.2	59	63	55
12	16.3	17.1	15.6	65	69	61
13	14.9	15.7	14.2	69	74	65
14	15.3	16.1	14.5	65	70	61
15	15.3	16.0	14.5	62	66	58
16	14.9	15.8	14.1	65	69	60
17	15.4	16.3	14.6	52	57	48
18	15.0	15.9	14.2	53	57	48
19	15.1	15.9	14.3	54	58	50
20	14.9	15.8	14.1	55	59	51
21	15.0	15.8	14.2	52	56	48
22	13.7	14.5	12.8	48	52	44
23	13.6	14.4	12.8	53	57	50
24	13.2	14.2	12.2	39	42	35
25	13.0	14.0	12.1	40	44	36
26	13.8	14.8	13.0	38	42	35
27	13.8	14.7	12.9	41	44	37
28	13.2	14.1	12.3	45	48	41
29	13.1	14.1	12.1	37	41	33
30	13.2	14.2	12.3	40	44	37
31	13.6	14.6	12.7	42	45	39
32	14.2	15.1	13.3	42	45	39
33	14.5	15.5	13.7	39	42	35
34	14.5	15.4	13.6	43	47	40
35	14.0	14.9	13.2	40	44	36
36	14.5	15.4	13.5	37	41	34
37	14.3	15.2	13.4	42	46	39
38	14.3	15.1	13.5	56	60	52
39	13.4	14.2	12.6	63	68	58
40	14.1	14.9	13.3	60	64	56
41	14.4	15.3	13.7	53	57	49
42	14.3	15.2	13.5	55	60	51
43	14.6	15.5	13.8	38	41	35
44	14.7	15.6	13.8	38	42	35
45	15.5	16.4	14.6	42	46	38
46	13.6	14.6	12.7	26	30	22
47	14.0	15.0	13.1	30	33	27
48	15.0	15.8	14.1	51	55	47
49	12.8	13.5	12.1	71	75	67
50	14.8	15.6	14.1	55	58	51
51	13.1	13.8	12.4	66	70	62
52	13.9	14.6	13.1	65	70	60



ANEXO 2
INFORMACIÓN EPIDEMIOLÓGICA DE CASOS DE
IRA A RESOLUCIÓN SEMANAL



Información: Número de reportes y casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) según semana epidemiológica, en niños menores de 5 años atendidos en establecimiento de salud de la ciudad de Huaraz.

Año: 2012									
Semana epidemiológica	C.S. Huarupampa		C.S. Nicrupampa		C.S. Palmira		Hospital de Apoyo Victor Ramos Guardia		Casos Totales/ Semana
	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	
1	2	15	1	27	1	10	-	-	52
2	2	9	1	26	1	11	-	-	46
3	2	13	1	18	1	10	-	-	41
4	2	9	1	18	1	9	-	-	36
5	2	11	1	21	1	3	-	-	35
6	2	12	1	17	1	9	-	-	38
7	2	13	1	20	1	16	-	-	49
8	2	10	1	8	1	13	-	-	31
9	2	7	1	8	1	16	-	-	31
10	2	10	1	32	1	12	-	-	54
11	1	7	1	20	1	13	-	-	40
12	2	11	1	24	1	14	-	-	49
13	2	17	1	33	1	19	-	-	69
14	2	14	1	14	1	7	-	-	35
15	2	15	1	35	-	-	-	-	50
16	2	20	1	39	1	13	-	-	72
17	2	33	1	43	1	19	-	-	95
18	2	13	1	17	1	19	-	-	49
19	1	16	1	27	1	28	-	-	71
20	2	24	1	30	1	25	-	-	79
21	2	29	1	26	1	23	-	-	78
22	2	50	1	45	1	37	-	-	132
23	2	22	1	41	1	34	-	-	97
24	2	28	1	17	1	22	-	-	67
25	2	17	1	32	1	24	-	-	73
26	2	22	1	23	1	20	-	-	65
27	2	19	1	33	1	29	-	-	81
28	2	29	1	29	1	16	-	-	74
29	2	20	1	27	1	28	-	-	75
30	1	15	1	20	1	13	-	-	48
31	2	31	1	20	-	-	-	-	51
32	2	15	1	45	1	37	-	-	97
33	2	28	1	22	1	55	-	-	105
34	2	16	1	23	1	9	-	-	48
35	2	13	1	6	1	26	-	-	45
36	2	17	1	37	1	8	-	-	62
37	2	17	1	15	1	10	-	-	42
38	2	14	1	12	1	15	-	-	41
39	2	8	1	1	1	9	-	-	18
40	2	16	-	-	1	11	-	-	27
41	2	10	-	-	1	21	1	36	67
42	2	14	-	-	1	12	1	12	38
43	2	13	1	14	1	16	4	29	72
44	2	6	1	9	1	11	4	32	58
45	2	18	1	10	1	13	4	33	74
46	2	18	1	20	1	10	5	55	103
47	2	20	1	17	1	10	7	32	79
48	2	22	1	17	1	10	-	-	49
49	2	13	1	34	1	17	-	-	64
50	2	21	1	17	-	-	-	-	38
51	2	28	1	18	1	15	-	-	61
52	2	10	1	14	1	7	-	-	31
Total anual	101	898	49	1121	49	834	26	229	3082

Año: 2013									
Semana epidemiológica	C.S. Huarupampa		C.S. Nicrupampa		C.S. Palmira		Hospital de Apoyo Victor Ramos Guardia		Casos Totales/ Semana
	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	
1	2	9	1	12	1	3	7	39	63
2	1	5	1	18	1	6	10	34	63
3	1	11	1	13	1	6	5	29	59
4	1	8	1	18	1	8	8	27	61
5	1	9	1	26	1	6	3	22	63
6	1	3	1	21	1	5	6	25	54
7	1	1	1	4	1	4	8	33	42
8	1	7	1	12	1	3	8	43	65
9	-	-	1	15	1	7	5	52	74
10	-	-	1	14	1	6	6	51	71
11	1	8	-	-	-	-	7	59	67
12	-	-	1	11	1	3	11	69	83
13	-	-	1	11	1	7	6	65	83
14	-	-	1	24	1	4	8	83	111
15	-	-	1	24	1	3	5	53	80
16	-	-	1	15	1	15	9	50	80
17	-	-	1	22	-	-	6	57	79
18	1	26	1	13	1	12	11	44	95
19	-	-	1	17	1	8	5	71	96
20	-	-	1	13	1	6	12	51	70
21	-	-	1	30	1	5	4	41	76
22	-	-	1	19	1	2	2	52	73
23	1	36	1	25	-	-	12	73	134
24	1	25	1	21	1	3	8	61	110
25	-	-	1	24	1	15	10	66	105
26	-	-	1	22	1	10	5	63	95
27	-	-	1	27	1	11	9	46	84
28	-	-	-	-	1	24	4	77	101
29	-	-	1	4	1	27	4	37	68
30	-	-	1	2	1	15	5	47	64
31	-	-	1	2	1	9	5	22	33
32	1	33	1	7	1	21	4	22	83
33	-	-	1	11	1	14	6	38	63
34	-	-	1	15	1	19	3	35	69
35	-	-	1	16	1	15	6	88	119
36	-	-	1	32	1	19	5	83	134
37	1	17	1	26	1	14	8	47	104
38	-	-	1	4	1	17	11	65	86
39	-	-	-	-	-	-	-	-	0
40	-	-	-	-	1	13	4	35	48
41	1	8	1	6	1	7	4	30	51
42	-	-	1	14	1	12	-	-	26
43	2	19	1	20	1	7	7	27	73
44	2	11	1	10	1	9	6	20	50
45	2	20	1	24	1	5	5	52	101
46	1	15	1	34	1	9	3	49	107
47	2	18	1	22	1	8	2	25	73
48	2	22	1	31	1	9	4	51	113
49	1	17	1	24	1	6	6	32	79
50	2	32	1	30	1	6	2	45	113
51	2	31	1	20	1	6	5	60	117
52	2	8	1	15	1	7	5	59	89
Total anual	34	899	48	840	48	456	310	2405	4100

Año: 2014									
Semana epidemiológica	C.S. Huarupampa		C.S. Nicrupampa		C.S. Palmira		Hospital de Apoyo Victor Ramos Guardia		Casos Totales/ Semana
	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	
1	2	10	1	7	1	6	7	49	72
2	1	25	1	21	1	10	7	31	87
3	1	10	1	14	1	7	9	29	60
4	1	10	1	8	1	17	5	37	72
5	2	8	1	13	1	12	6	25	58
6	2	11	-	-	1	9	7	20	40
7	2	10	1	7	1	1	6	28	46
8	2	9	1	9	1	2	2	28	47
9	2	7	1	9	1	2	5	27	45
10	2	7	1	18	1	9	6	34	68
11	2	7	1	15	1	2	7	45	69
12	1	16	1	20	1	2	4	34	72
13	1	20	1	20	1	1	3	33	74
14	2	11	1	37	1	5	4	58	111
15	2	11	1	25	1	6	6	43	85
16	2	5	1	8	1	11	5	33	57
17	1	8	1	20	1	6	5	20	54
18	2	12	1	18	1	7	5	23	60
19	1	28	1	31	1	3	5	37	99
20	-	-	1	6	1	7	4	13	26
21	1	2	1	1	1	9	7	14	26
22	1	3	-	-	1	3	8	33	39
23	1	7	1	6	-	15	11	45	73
24	2	15	1	4	-	-	4	8	27
25	1	26	1	4	1	13	4	40	83
26	1	35	1	3	1	18	5	29	85
27	1	14	1	6	1	11	7	41	72
28	1	23	1	5	1	9	7	47	84
29	1	25	1	5	1	8	9	38	76
30	1	21	1	8	1	6	9	37	72
31	1	14	1	5	1	16	8	50	85
32	1	29	1	8	1	8	8	28	73
33	1	23	1	10	1	9	7	23	65
34	1	20	1	7	1	25	7	35	87
35	1	19	1	3	1	4	7	24	50
36	2	23	1	10	1	18	7	42	93
37	2	33	1	7	1	10	7	33	83
38	2	21	1	6	1	19	9	22	68
39	2	12	1	4	1	15	7	20	51
40	2	17	1	3	1	3	10	29	52
41	2	7	1	2	1	14	4	17	40
42	1	30	1	7	1	14	3	22	73
43	2	9	1	17	1	6	4	21	53
44	-	-	1	8	-	-	-	-	8
45	1	4	1	21	1	8	4	30	63
46	1	1	1	17	1	9	5	25	52
47	2	14	1	31	1	13	3	16	74
48	1	9	1	23	1	2	5	19	53
49	1	12	1	23	1	9	3	15	59
50	1	11	1	25	1	8	5	19	63
51	1	7	1	15	1	13	6	22	57
52	2	5	1	12	1	3	8	18	38
53	1	1	1	22	1	3	4	18	44
Total anual	73	717	51	633	51	446	310	1527	3323





Información: Número de reportes y casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS) según semana epidemiológica, en niños menores de 5 años atendidos en establecimiento de salud de la ciudad de Huaraz.

Semana epidemiológica	Año: 2015								Casos Totales/ Semana
	C.S. Huarupampa		C.S. Nicrupampa		C.S. Palmira		Hospital de Apoyo Victor Ramos Guardia		
	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	
1	2	15	1	17	1	12	3	18	62
2	1	9	1	7	1	13	3	19	48
3	2	11	1	20	1	9	2	9	49
4	1	4	1	12	1	4	5	18	38
5	2	7	1	20	1	2	4	13	42
6	2	9	1	16	1	5	5	13	43
7	2	5	1	18	1	7	4	14	44
8	1	1	1	17	1	2	4	17	37
9	2	6	1	26	-	-	5	11	43
10	1	7	1	26	1	8	1	3	44
11	2	3	1	24	1	12	3	27	66
12	2	16	1	33	1	11	2	31	91
13	2	7	1	23	1	3	2	22	55
14	2	9	1	19	1	9	3	37	74
15	2	14	1	32	1	8	3	22	76
16	1	20	1	25	1	12	3	30	87
17	1	8	1	26	1	11	4	58	103
18	1	27	1	36	1	12	4	48	123
19	2	28	1	40	1	9	6	60	137
20	1	13	1	38	1	8	10	55	114
21	1	30	1	34	1	9	9	52	125
22	1	14	1	24	1	1	5	55	94
23	1	19	1	35	1	25	6	59	138
24	2	28	1	27	1	12	5	42	109
25	2	20	1	31	1	9	4	74	134
26	1	18	1	28	1	6	5	43	95
27	1	13	1	32	1	9	5	57	111
28	1	16	1	31	1	5	3	38	90
29	1	9	1	24	1	9	11	49	91
30	1	16	1	18	1	1	8	37	72
31	-	-	1	15	1	4	6	57	76
32	1	8	1	18	1	11	7	39	76
33	1	11	1	13	1	6	8	35	65
34	1	10	1	17	1	4	9	38	69
35	2	17	1	17	1	5	3	40	79
36	2	11	1	22	1	1	9	46	80
37	2	17	1	23	1	3	8	47	90
38	2	13	1	19	1	4	2	35	71
39	1	20	1	18	1	7	4	34	79
40	2	9	1	40	1	10	9	52	111
41	1	1	1	8	1	12	4	29	50
42	2	14	1	21	1	22	6	47	104
43	2	18	1	17	1	8	11	53	96
44	1	11	1	18	1	14	5	77	120
45	-	-	1	14	1	16	6	58	88
46	2	10	1	14	1	11	7	38	73
47	-	-	-	-	1	11	5	60	71
48	2	5	1	8	1	4	8	50	67
49	1	14	1	15	1	8	8	67	104
50	2	6	1	37	1	1	6	45	89
51	1	3	1	13	-	-	3	31	47
52	2	5	1	32	1	2	4	23	62
Total anual	74	605	51	1158	50	407	275	2032	4202

Semana epidemiológica	Año: 2016								Casos Totales/ Semana
	C.S. Huarupampa		C.S. Nicrupampa		C.S. Palmira		Hospital de Apoyo Victor Ramos Guardia		
	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	Número de reportes	Número de casos	
1	1	1	1	14	1	9	4	4	48
2	2	8	1	14	1	2	4	34	58
3	2	4	2	17	1	7	4	44	72
4	1	3	2	10	1	1	6	26	40
5	2	6	2	7	1	7	6	41	61
6	1	8	2	11	-	-	6	33	52
7	2	5	3	12	1	8	4	24	49
8	2	11	2	8	1	7	7	59	85
9	2	9	2	18	1	5	6	22	54
10	-	-	2	28	1	10	4	30	68
11	1	4	1	16	1	8	4	44	72
12	1	5	1	11	1	9	3	26	51
13	1	6	2	24	1	4	7	38	72
14	2	5	2	24	1	9	4	30	68
15	2	9	2	23	1	8	5	25	65
16	1	7	2	19	1	21	3	29	76
17	1	5	2	23	1	5	5	25	58
18	1	10	2	33	1	14	4	41	98
19	2	9	2	22	1	4	9	37	72
20	1	9	2	32	1	4	5	21	66
21	2	11	2	35	1	4	10	67	117
22	1	10	2	34	2	5	9	80	129
23	2	7	2	41	1	10	11	88	146
24	2	11	2	39	1	10	7	77	137
25	2	7	2	39	1	10	10	97	153
26	1	10	2	13	1	15	8	64	102
27	1	6	2	41	1	8	7	45	100
28	2	8	2	31	-	-	8	90	129
29	1	7	2	24	1	2	6	93	126
30	1	7	2	10	1	7	5	72	96
31	1	12	2	24	1	2	3	38	76
32	1	7	2	21	1	1	13	51	80
33	1	10	2	21	1	10	6	36	77
34	1	4	2	18	1	7	4	51	80
35	1	14	1	8	1	8	7	38	68
36	1	7	2	19	1	5	8	54	85
37	1	10	2	30	1	12	6	52	104
38	1	11	2	21	1	19	6	50	101
39	1	16	2	21	1	15	5	47	99
40	1	8	2	18	1	10	4	37	73
41	1	16	1	19	1	18	6	65	118
42	1	13	2	33	1	20	7	58	124
43	1	20	2	30	1	17	3	44	111
44	1	6	2	21	1	9	6	65	101
45	1	20	2	17	1	13	4	27	77
46	1	18	2	22	1	13	5	43	96
47	1	17	2	15	1	15	6	60	107
48	1	10	2	23	1	19	8	61	113
49	1	15	2	15	1	5	9	63	98
50	1	15	2	13	1	5	9	37	90
51	1	15	2	10	1	11	7	65	101
52	1	14	2	16	1	4	6	46	80
Total anual	65	486	99	1108	51	451	319	2558	4603



ANEXO 3
DISTRIBUCIÓN DE SEMANAS
EPIDEMIOLOGICAS DE ACUERDO AL MINSA,
PERIODO 2012 - 2016

Distribución de las Semanas Epidemiológicas														
Año: 2012			Año: 2013			Año: 2014			Año: 2015			Año: 2016		
Semana	Inicio	Término	Semana	Inicio	Término	Semana	Inicio	Término	Semana	Inicio	Término	Semana	Inicio	Término
1	01/01/2012	07/01/2012	1	30/12/2012	05/01/2013	1	29/12/2013	04/01/2014	1	04/01/2015	10/01/2015	1	03/01/2016	09/01/2016
2	08/01/2012	14/01/2012	2	06/01/2013	12/01/2013	2	05/01/2014	11/01/2014	2	11/01/2015	17/01/2015	2	10/01/2016	16/01/2016
3	15/01/2012	21/01/2012	3	13/01/2013	19/01/2013	3	12/01/2014	18/01/2014	3	18/01/2015	24/01/2015	3	17/01/2016	23/01/2016
4	22/01/2012	28/01/2012	4	20/01/2013	26/01/2013	4	19/01/2014	25/01/2014	4	25/01/2015	31/01/2015	4	24/01/2016	30/01/2016
5	29/01/2012	04/02/2012	5	27/01/2013	02/02/2013	5	26/01/2014	01/02/2014	5	01/02/2015	07/02/2015	5	31/01/2016	06/02/2016
6	05/02/2012	11/02/2012	6	03/02/2013	09/02/2013	6	02/02/2014	08/02/2014	6	08/02/2015	14/02/2015	6	07/02/2016	13/02/2016
7	12/02/2012	18/02/2012	7	10/02/2013	16/02/2013	7	09/02/2014	15/02/2014	7	15/02/2015	21/02/2015	7	14/02/2016	20/02/2016
8	19/02/2012	25/02/2012	8	17/02/2013	23/02/2013	8	16/02/2014	22/02/2014	8	22/02/2015	28/02/2015	8	21/02/2016	27/02/2016
9	26/02/2012	03/03/2012	9	24/02/2013	02/03/2013	9	23/02/2014	01/03/2014	9	01/03/2015	07/03/2015	9	28/02/2016	05/03/2016
10	04/03/2012	10/03/2012	10	03/03/2013	09/03/2013	10	02/03/2014	08/03/2014	10	08/03/2015	14/03/2015	10	06/03/2016	12/03/2016
11	11/03/2012	17/03/2012	11	10/03/2013	16/03/2013	11	09/03/2014	15/03/2014	11	15/03/2015	21/03/2015	11	13/03/2016	19/03/2016
12	18/03/2012	24/03/2012	12	17/03/2013	23/03/2013	12	16/03/2014	22/03/2014	12	22/03/2015	28/03/2015	12	20/03/2016	26/03/2016
13	25/03/2012	31/03/2012	13	24/03/2013	30/03/2013	13	23/03/2014	29/03/2014	13	29/03/2015	04/04/2015	13	27/03/2016	02/04/2016
14	01/04/2012	07/04/2012	14	31/03/2013	06/04/2013	14	30/03/2014	05/04/2014	14	05/04/2015	11/04/2015	14	03/04/2016	09/04/2016
15	08/04/2012	14/04/2012	15	07/04/2013	13/04/2013	15	06/04/2014	12/04/2014	15	12/04/2015	18/04/2015	15	10/04/2016	16/04/2016
16	15/04/2012	21/04/2012	16	14/04/2013	20/04/2013	16	13/04/2014	19/04/2014	16	19/04/2015	25/04/2015	16	17/04/2016	23/04/2016
17	22/04/2012	28/04/2012	17	21/04/2013	27/04/2013	17	20/04/2014	26/04/2014	17	26/04/2015	02/05/2015	17	24/04/2016	30/04/2016
18	29/04/2012	05/05/2012	18	28/04/2013	04/05/2013	18	27/04/2014	03/05/2014	18	03/05/2015	09/05/2015	18	01/05/2016	07/05/2016
19	06/05/2012	12/05/2012	19	05/05/2013	11/05/2013	19	04/05/2014	10/05/2014	19	10/05/2015	16/05/2015	19	08/05/2016	14/05/2016
20	13/05/2012	19/05/2012	20	12/05/2013	18/05/2013	20	11/05/2014	17/05/2014	20	17/05/2015	23/05/2015	20	15/05/2016	21/05/2016
21	20/05/2012	26/05/2012	21	19/05/2013	25/05/2013	21	18/05/2014	24/05/2014	21	24/05/2015	30/05/2015	21	22/05/2016	28/05/2016
22	27/05/2012	02/06/2012	22	26/05/2013	01/06/2013	22	25/05/2014	31/05/2014	22	31/05/2015	06/06/2015	22	29/05/2016	04/06/2016
23	03/06/2012	09/06/2012	23	02/06/2013	08/06/2013	23	01/06/2014	07/06/2014	23	07/06/2015	13/06/2015	23	05/06/2016	11/06/2016
24	10/06/2012	16/06/2012	24	09/06/2013	15/06/2013	24	08/06/2014	14/06/2014	24	14/06/2015	20/06/2015	24	12/06/2016	18/06/2016
25	17/06/2012	23/06/2012	25	16/06/2013	22/06/2013	25	15/06/2014	21/06/2014	25	21/06/2015	27/06/2015	25	19/06/2016	25/06/2016
26	24/06/2012	30/06/2012	26	23/06/2013	29/06/2013	26	22/06/2014	28/06/2014	26	28/06/2015	04/07/2015	26	26/06/2016	02/07/2016

27	01/07/2012	07/07/2012	27	30/06/2013	06/07/2013	27	29/06/2014	05/07/2014	27	05/07/2015	11/07/2015	27	03/07/2016	09/07/2016
28	08/07/2012	14/07/2012	28	07/07/2013	13/07/2013	28	06/07/2014	12/07/2014	28	12/07/2015	18/07/2015	28	10/07/2016	16/07/2016
29	15/07/2012	21/07/2012	29	14/07/2013	20/07/2013	29	13/07/2014	19/07/2014	29	19/07/2015	25/07/2015	29	17/07/2016	23/07/2016
30	22/07/2012	28/07/2012	30	21/07/2013	27/07/2013	30	20/07/2014	26/07/2014	30	26/07/2015	01/08/2015	30	24/07/2016	30/07/2016
31	29/07/2012	04/08/2012	31	28/07/2013	03/08/2013	31	27/07/2014	02/08/2014	31	02/08/2015	08/08/2015	31	31/07/2016	06/08/2016
32	05/08/2012	11/08/2012	32	04/08/2013	10/08/2013	32	03/08/2014	09/08/2014	32	09/08/2015	15/08/2015	32	07/08/2016	13/08/2016
33	12/08/2012	18/08/2012	33	11/08/2013	17/08/2013	33	10/08/2014	16/08/2014	33	16/08/2015	22/08/2015	33	14/08/2016	20/08/2016
34	19/08/2012	25/08/2012	34	18/08/2013	24/08/2013	34	17/08/2014	23/08/2014	34	23/08/2015	29/08/2015	34	21/08/2016	27/08/2016
35	26/08/2012	01/09/2012	35	25/08/2013	31/08/2013	35	24/08/2014	30/08/2014	35	30/08/2015	05/09/2015	35	28/08/2016	03/09/2016
36	02/09/2012	08/09/2012	36	01/09/2013	07/09/2013	36	31/08/2014	06/09/2014	36	06/09/2015	12/09/2015	36	04/09/2016	10/09/2016
37	09/09/2012	15/09/2012	37	08/09/2013	14/09/2013	37	07/09/2014	13/09/2014	37	13/09/2015	19/09/2015	37	11/09/2016	17/09/2016
38	16/09/2012	22/09/2012	38	15/09/2013	21/09/2013	38	14/09/2014	20/09/2014	38	20/09/2015	26/09/2015	38	18/09/2016	24/09/2016
39	23/09/2012	29/09/2012	39	22/09/2013	28/09/2013	39	21/09/2014	27/09/2014	39	27/09/2015	03/10/2015	39	25/09/2016	01/10/2016
40	30/09/2012	06/10/2012	40	29/09/2013	05/10/2013	40	28/09/2014	04/10/2014	40	04/10/2015	10/10/2015	40	02/10/2016	08/10/2016
41	07/10/2012	13/10/2012	41	06/10/2013	12/10/2013	41	05/10/2014	11/10/2014	41	11/10/2015	17/10/2015	41	09/10/2016	15/10/2016
42	14/10/2012	20/10/2012	42	13/10/2013	19/10/2013	42	12/10/2014	18/10/2014	42	18/10/2015	24/10/2015	42	16/10/2016	22/10/2016
43	21/10/2012	27/10/2012	43	20/10/2013	26/10/2013	43	19/10/2014	25/10/2014	43	25/10/2015	31/10/2015	43	23/10/2016	29/10/2016
44	28/10/2012	03/11/2012	44	27/10/2013	02/11/2013	44	26/10/2014	01/11/2014	44	01/11/2015	07/11/2015	44	30/10/2016	05/11/2016
45	04/11/2012	10/11/2012	45	03/11/2013	09/11/2013	45	02/11/2014	08/11/2014	45	08/11/2015	14/11/2015	45	06/11/2016	12/11/2016
46	11/11/2012	17/11/2012	46	10/11/2013	16/11/2013	46	09/11/2014	15/11/2014	46	15/11/2015	21/11/2015	46	13/11/2016	19/11/2016
47	18/11/2012	24/11/2012	47	17/11/2013	23/11/2013	47	16/11/2014	22/11/2014	47	22/11/2015	28/11/2015	47	20/11/2016	26/11/2016
48	25/11/2012	01/12/2012	48	24/11/2013	30/11/2013	48	23/11/2014	29/11/2014	48	29/11/2015	05/12/2015	48	27/11/2016	03/12/2016
49	02/12/2012	08/12/2012	49	01/12/2013	07/12/2013	49	30/11/2014	06/12/2014	49	06/12/2015	12/12/2015	49	04/12/2016	10/12/2016
50	09/12/2012	15/12/2012	50	08/12/2013	14/12/2013	50	07/12/2014	13/12/2014	50	13/12/2015	19/12/2015	50	11/12/2016	17/12/2016
51	16/12/2012	22/12/2012	51	15/12/2013	21/12/2013	51	14/12/2014	20/12/2014	51	20/12/2015	26/12/2015	51	18/12/2016	24/12/2016
52	23/12/2012	29/12/2012	52	22/12/2013	28/12/2013	52	21/12/2014	27/12/2014	52	27/12/2015	02/01/2016	52	25/12/2016	31/12/2016
						53	28/12/2014	03/01/2015						

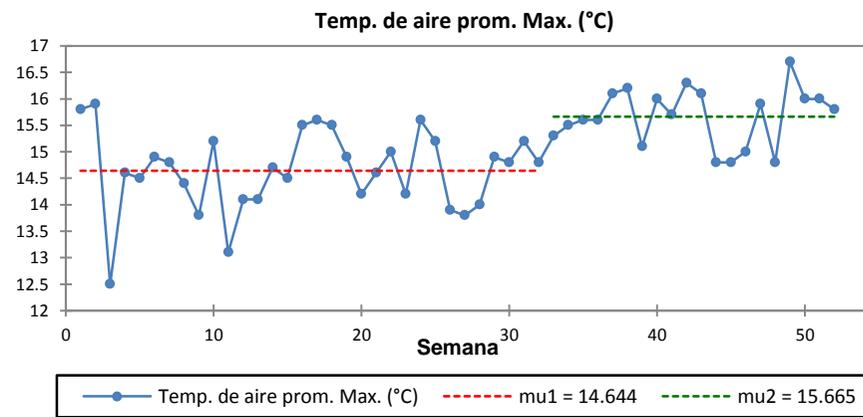
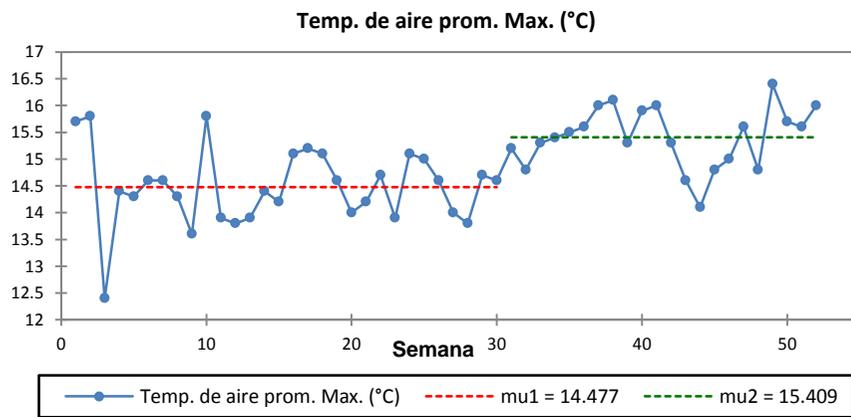
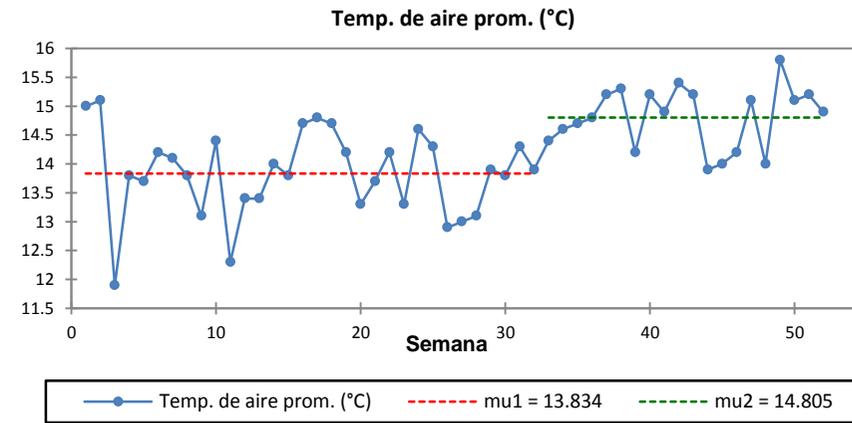
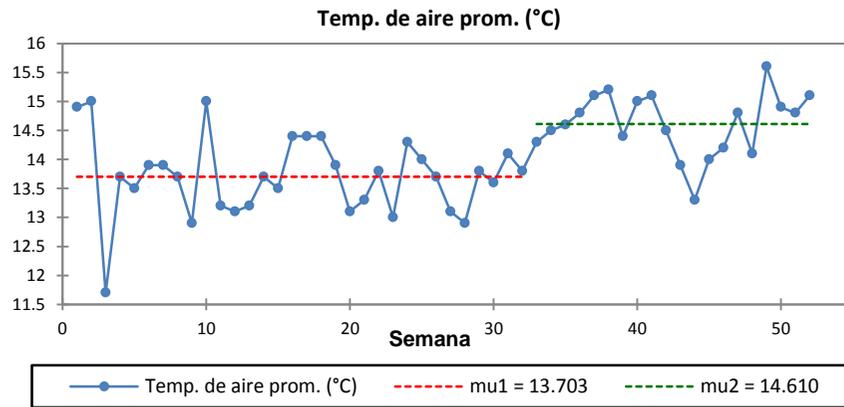
ANEXO 4
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD NORMAL
ESTÁNDAR (SNHT) DE DATOS
METEOROLÓGICOS 2015 – 2016.

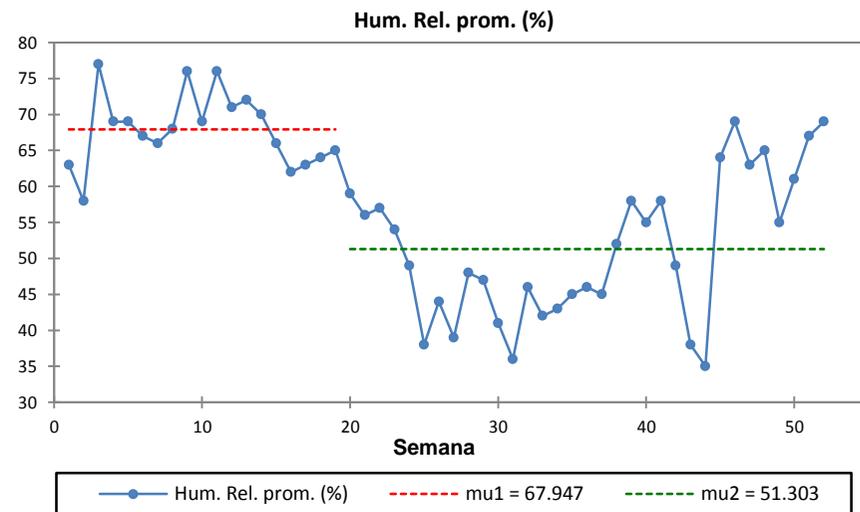
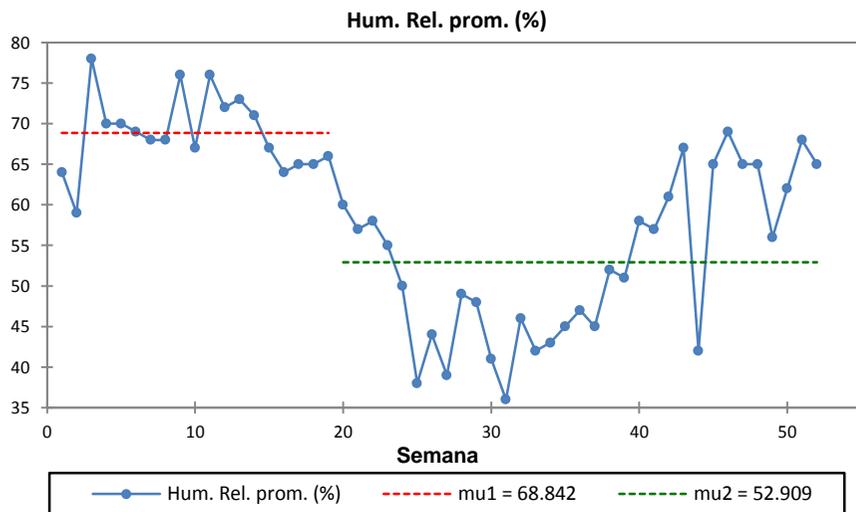
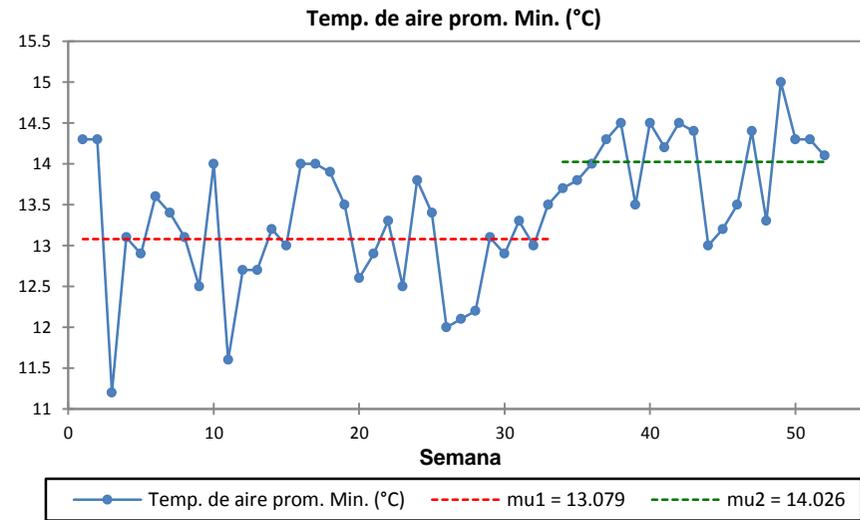
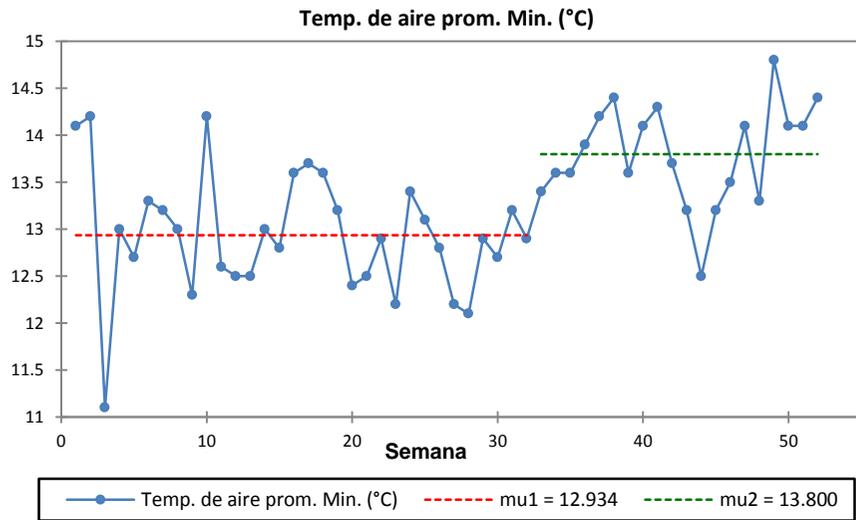
Para los siguientes análisis se han obtenido valores-p (bilateral) 0.000, < 0.0001 y 0.001, teniendo el valor de alfa = 0.05. Se han utilizado 10000 simulaciones Monte Carlo para calcular el valor-p. Interpretación de la prueba: H0: Los datos son homogéneos y Ha: Hay una fecha en la que hay un cambio en los datos. Puesto que el valor-p computado es menor que el nivel de significación alfa=0.05, se debe rechazar la hipótesis nula H0, y aceptar la hipótesis alternativa Ha.

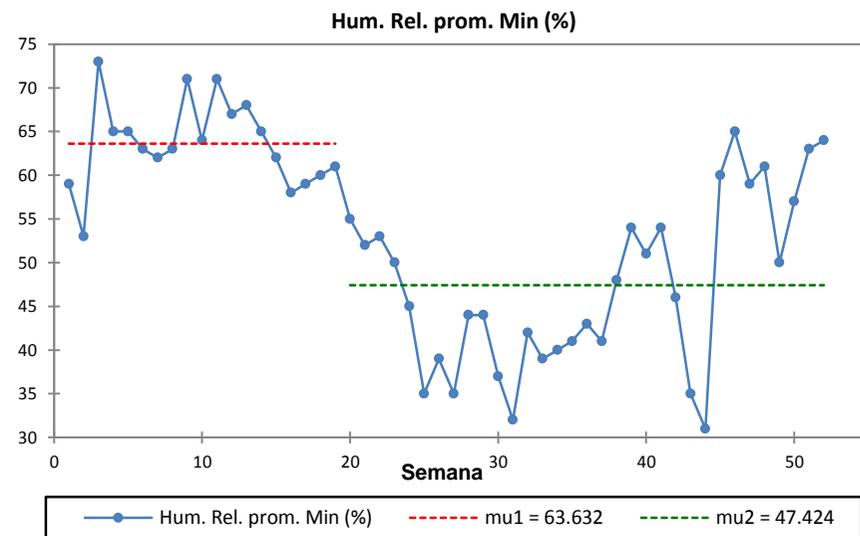
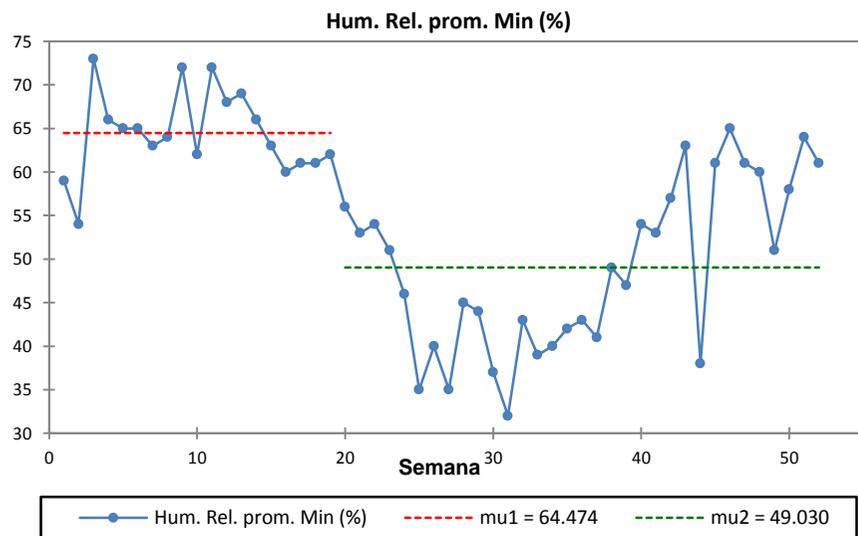
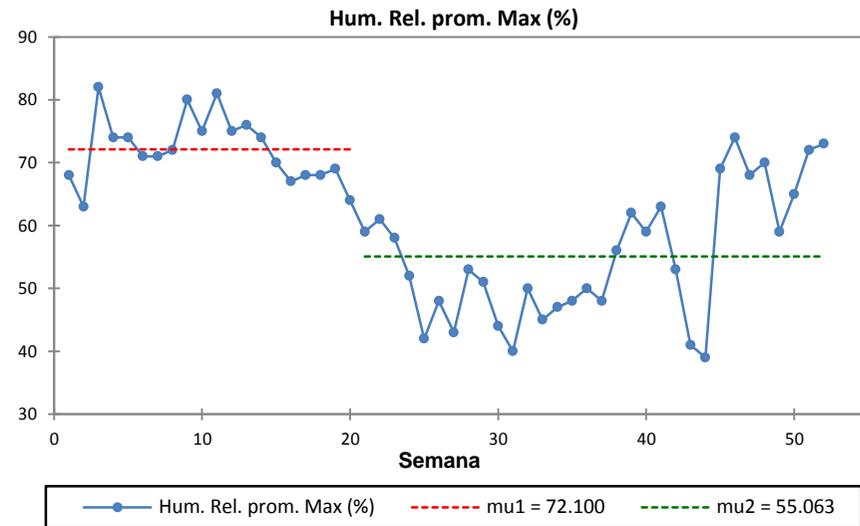
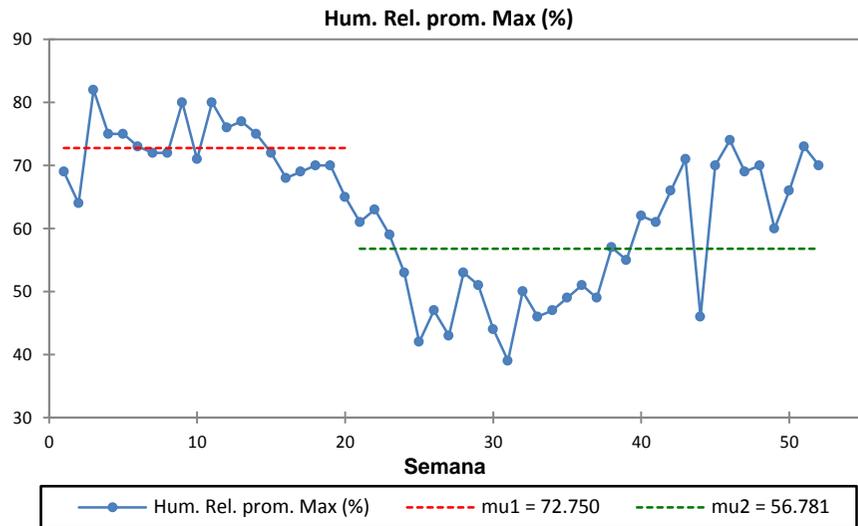
Año : 2015

EMA 10 - SHANCAYÁN

EMP 03 – LOCAL CENTRAL



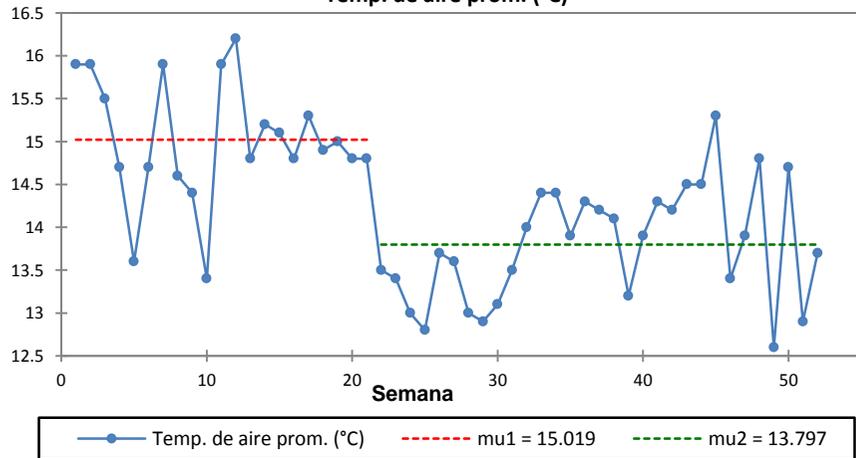




Año : 2016

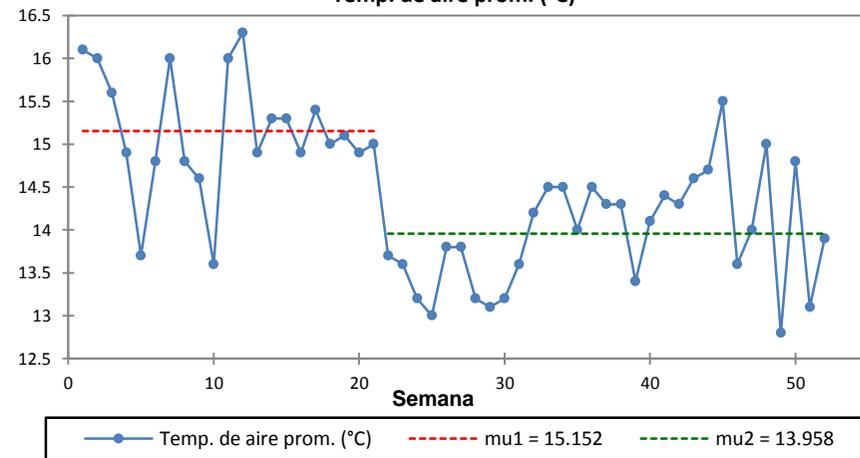
EMA 10 - SHANCAYÁN

Temp. de aire prom. (°C)

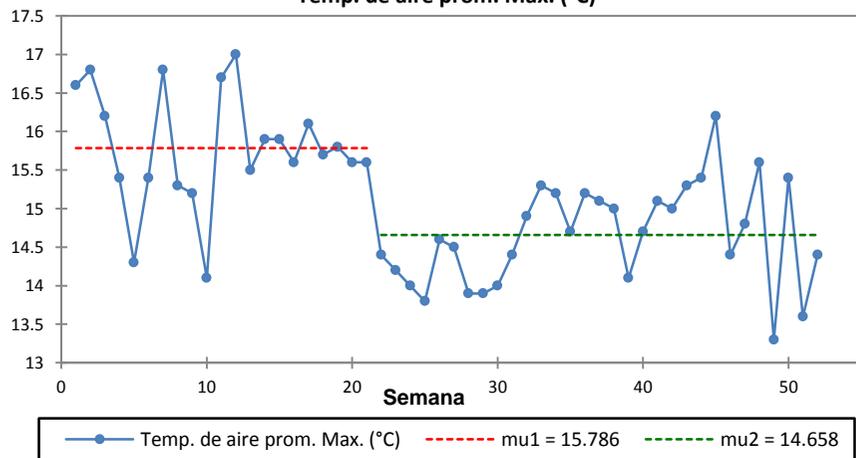


EMP 03 – LOCAL CENTRAL

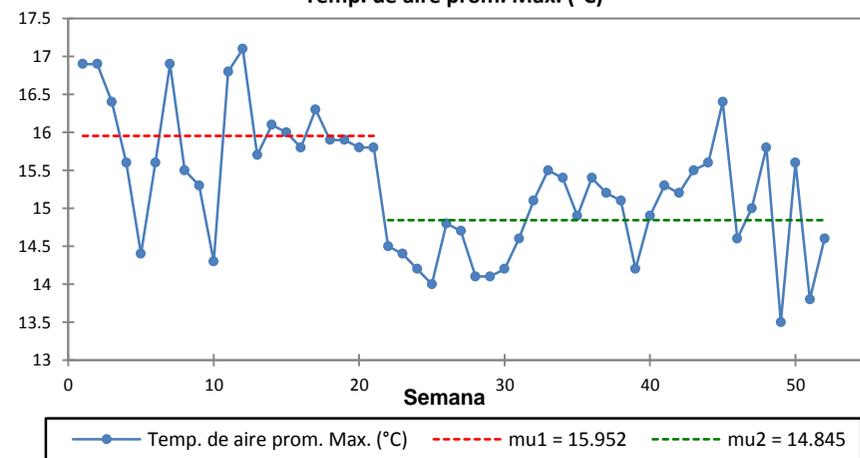
Temp. de aire prom. (°C)

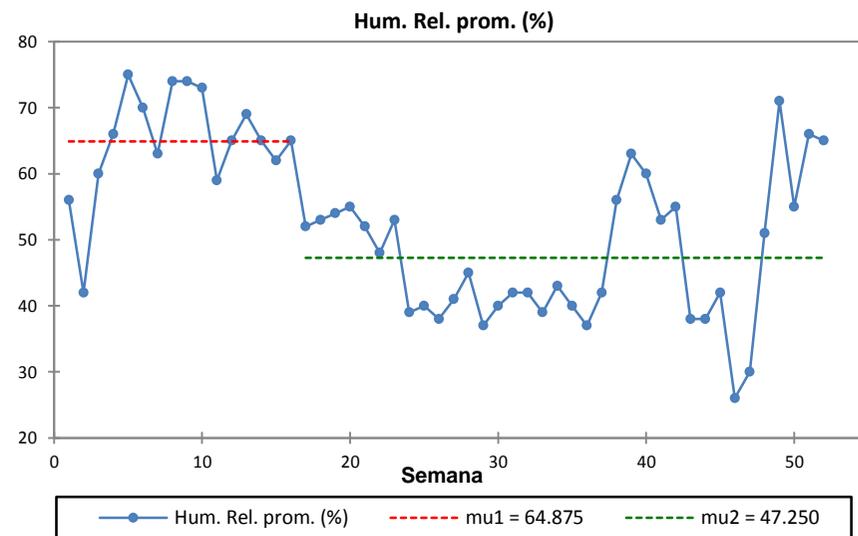
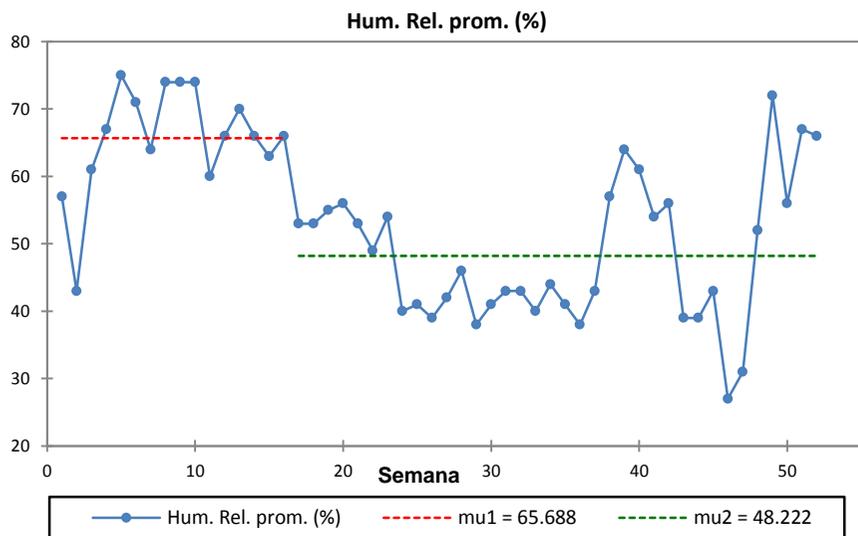
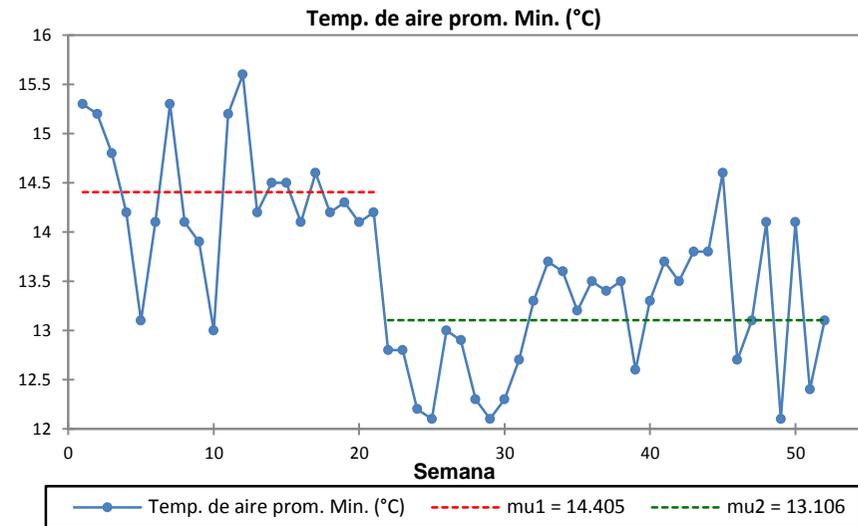
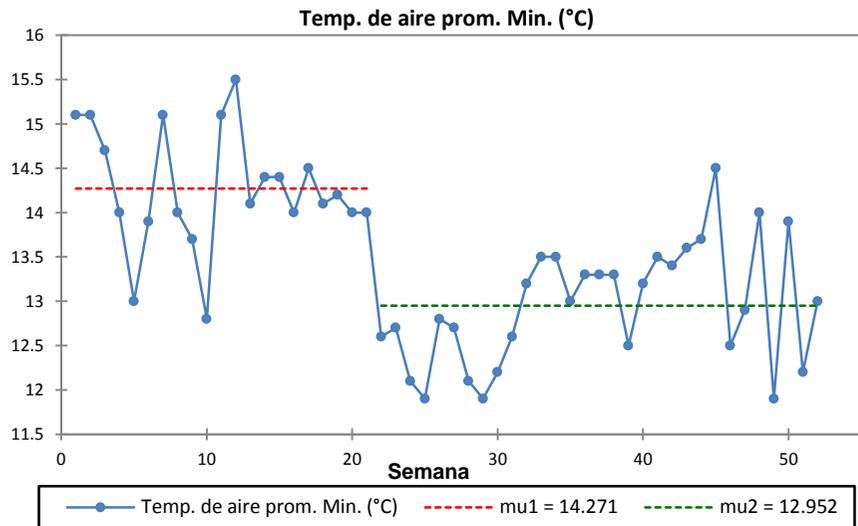


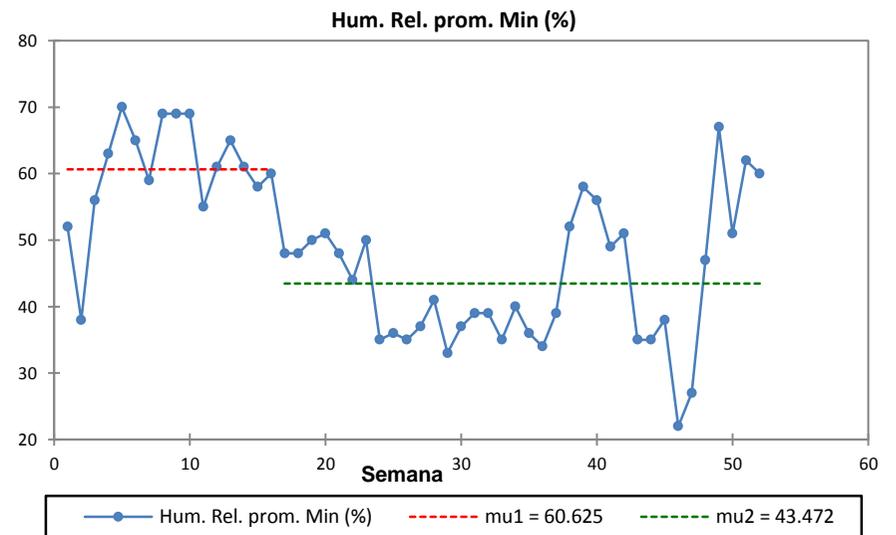
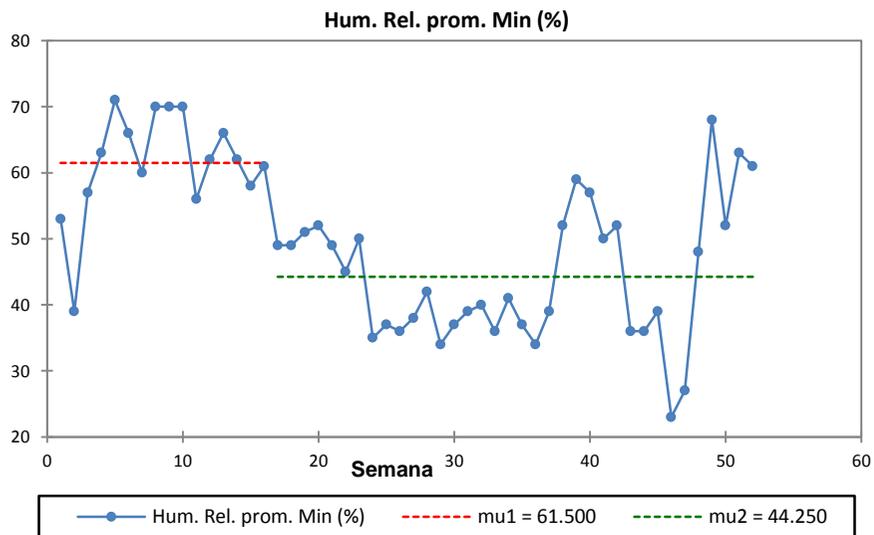
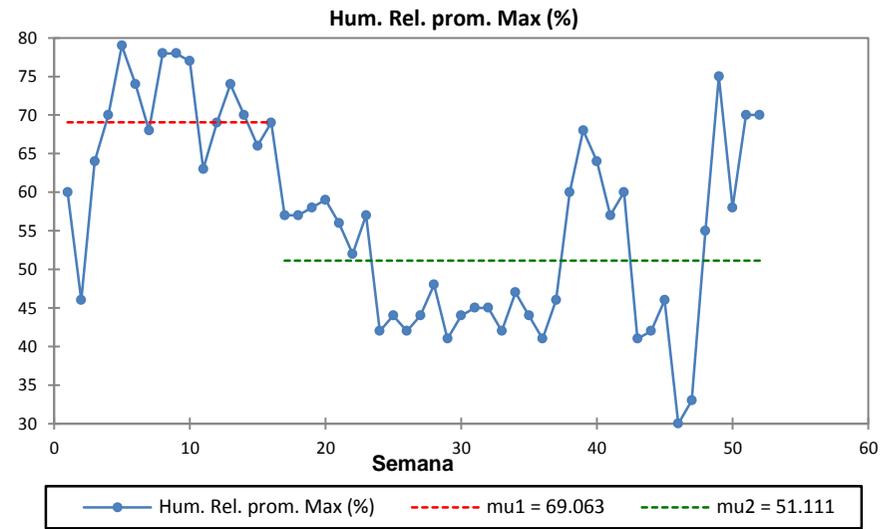
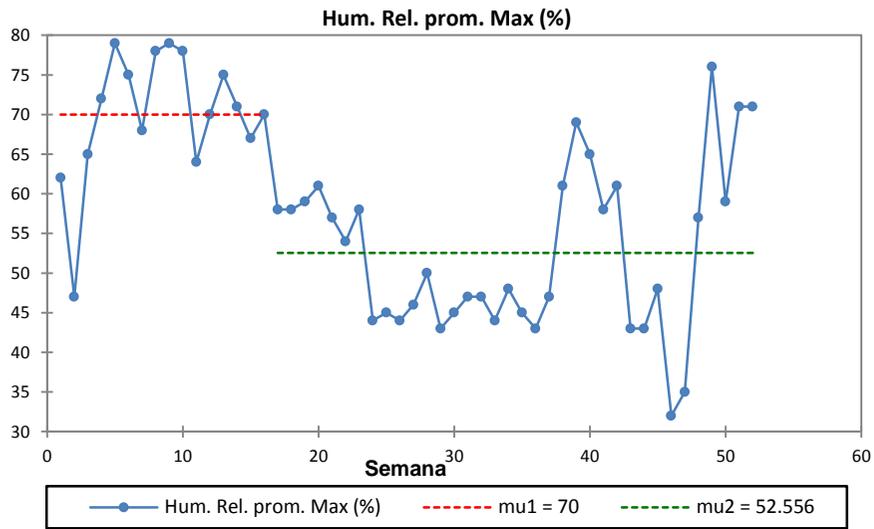
Temp. de aire prom. Max. (°C)



Temp. de aire prom. Max. (°C)

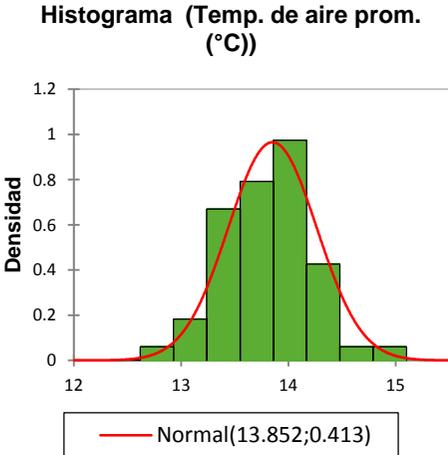




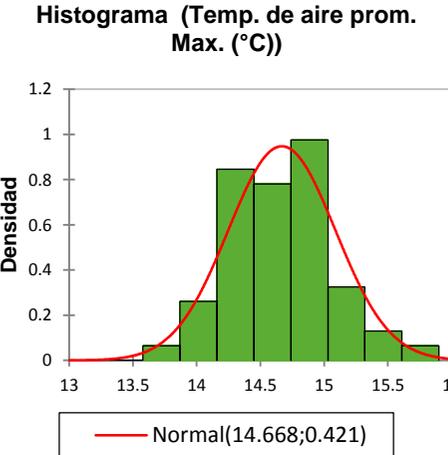


ANEXO 5
ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE DATOS
METEOROLÓGICOS E INFORMACIÓN
EPIDEMIOLÓGICA – PRUEBA DE KOLMOGOROV
SMIRNOV 2012-2016.

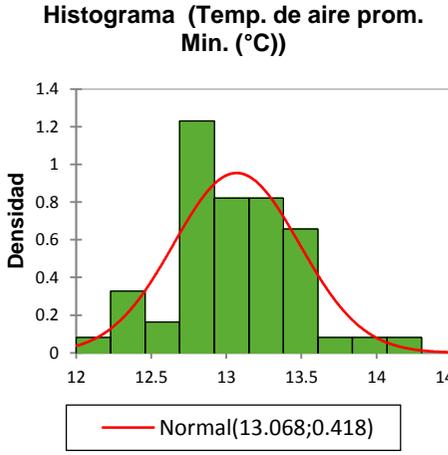
H0: La muestra sigue una distribución Normal, Ha: La muestra no sigue una distribución Normal. Siendo que el valor-p calculado es mayor que el nivel de significación $\alpha=0.05$, no se puede rechazar la hipótesis nula H0.



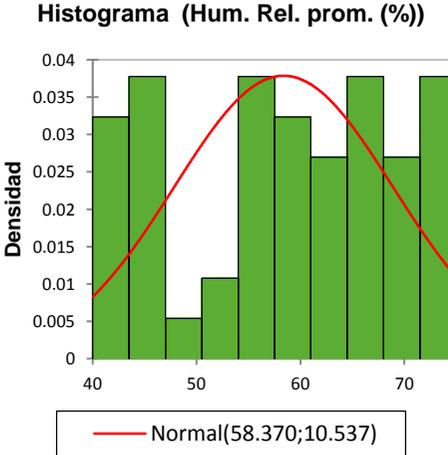
D: 0.069, valor-p (bilateral): 0.949



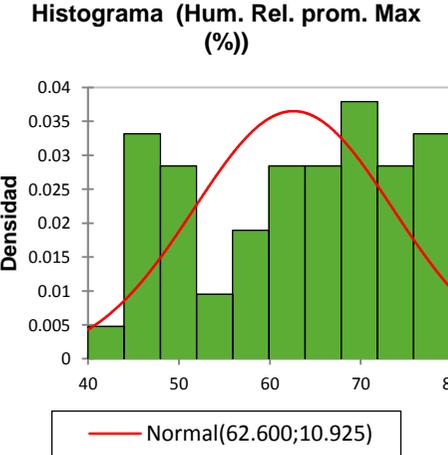
D: 0.079, valor-p (bilateral): 0.873



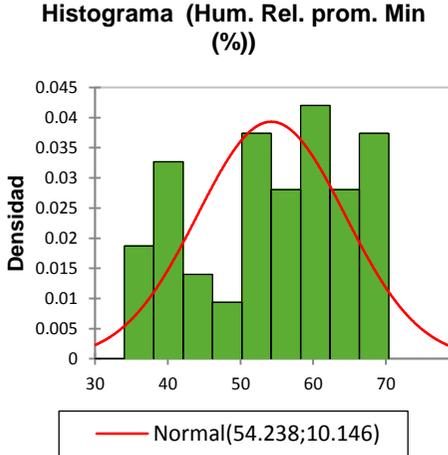
D: 0.070, valor-p (bilateral): 0.940



D: 0.121, valor-p (bilateral): 0.386

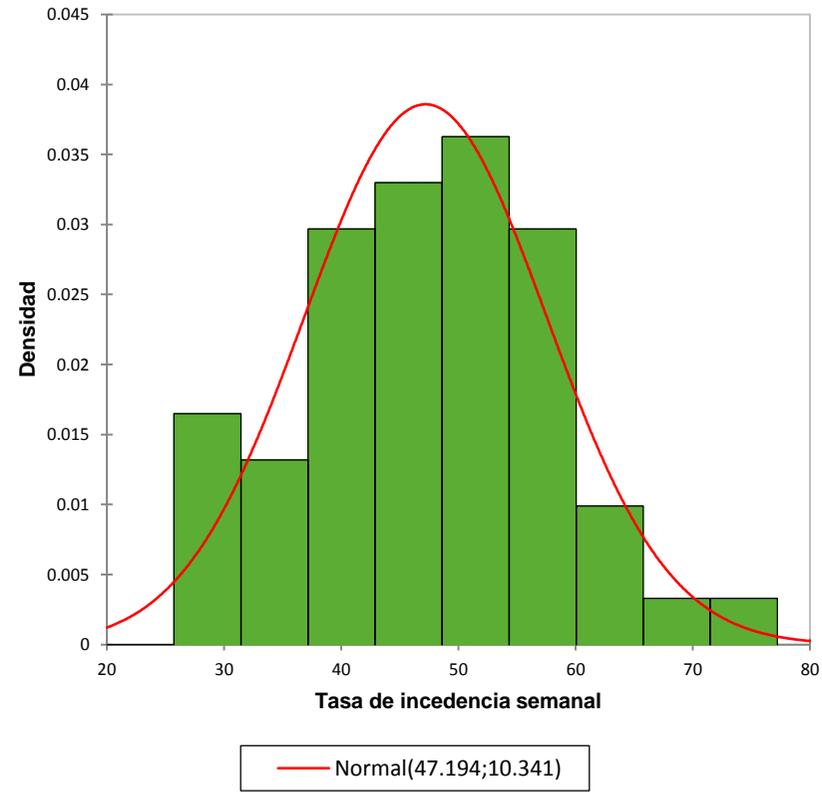


D: 0.117, valor-p (bilateral): 0.431



D: 0.120, valor-p (bilateral): 0.403

Histograma (Tasa de incidencia semanal de IRA)



D: 0.082, valor-p (bilateral): 0.838