

Impacto de la ceniza volcánica en la salud de la población asentada alrededor del volcán Sabancaya 2015 - 2020

Saida Japura¹, David Valdivia¹, Fredy Apaza¹, Haydee Huamani² y Daniel Ramírez¹

¹ Observatorio Vulcanológico del INGEMMET - saida_blanca12@hotmail.es

² Defensa Nacional de la Red de Salud de Arequipa - Caylloma

Palabras clave: ceniza, salud, conjuntivitis, dermatitis, IRAS, EDAS

INTRODUCCIÓN

El volcán Sabancaya está ubicado en la provincia de Caylloma, región Arequipa a 20 km al sur del valle del Colca. En noviembre del 2016 inicio un nuevo proceso eruptivo que continúa hasta la actualidad. Debido a esto, se realizó la evaluación de los impactos que tiene la ceniza volcánica en la salud en los poblados asentados en un radio de 40 km del volcán Sabancaya con 20,669 habitantes (RSAC, 2020), a través de la correlación de la actividad eruptiva con los casos de Infecciones Respiratorias Agudas (IRAS), Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS), conjuntivitis y dermatitis; información proporcionada por la Defensa Nacional de la Red de Salud de Arequipa Caylloma la cual comprende 28 Microredes, de las cuales se consideró a las Microredes de Salud de Ciudad de Dios, Cabanaconde y Chivay, debido a que comprenden a los centro de salud de los poblados afectados por la ceniza del volcán Sabancaya.

La evaluación consistió en el estudio de la altura de las emisiones, clima de la zona, porcentaje de partículas menores a 32 micras, número y energía de explosiones correlacionando con el número de casos de IRAS, EDAS, conjuntivitis y dermatitis en pobladores mayores y menores a 5 años reportados por las 3 Microredes de Salud entre los años 2015 al 2020.

I. Efectos de la ceniza en la salud

Las comunidades que residen en áreas urbanas ubicadas cerca de volcanes activos pueden experimentar exposiciones a cenizas volcánicas durante y después de una erupción (Tomasek et al 2018).

Enfermedades respiratorias: enfermedades que se producen en el aparato respiratorio por inhalación de

partículas de ceniza (con alto contenido de sílice) menores a 15 micras las cuales tienen la capacidad de ingresar al sistema respiratorio (Howell and Baxter, 2006), lo que puede causar asma, Infección Respiratoria Aguda (IRAS) y recrudescimiento de enfermedades pulmonares previas e incluso silicosis con una exposición contante y continua a la ceniza (años)(Boischio, 2012).

Enfermedades gastrointestinales: consiste en ingestión de agua contaminada con contenido de ceniza o alimentos con ceniza, que pueden causar malestares gastrointestinales, Enfermedades Diarreicas Agudas (EDAS) e incluso causar la muerte en personas vulnerables con enfermedades crónicas preexistente:

(www.paho.org/spanish/dd/ped/te_volc.htm).

Conjuntivitis: presencia de partículas de ceniza en los ojos, que genera molestias o irritación durante y después de la caída de cenizas, debido a que la ceniza volcánica es abrasiva (Boischio, 2012).

Dermatitis: se ha observado en algunas personas que las cenizas volcánicas produzcan irritación en la piel, enrojecimiento de la piel, dermatitis con proceso inflamatorio, exantemas, descamación e infecciones secundarias por rascado (Caselli et al., 2010).

II. Parámetros

a) Clima de la Zona

Se analizaron los datos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) entre los años 2017 al 2020 de las estaciones de Chivay, Cabanaconde y Huanca, las cuales están ubicadas en el sector noreste, noroeste y sur del volcán Sabancaya respectivamente. Se identificó que la temporada seca

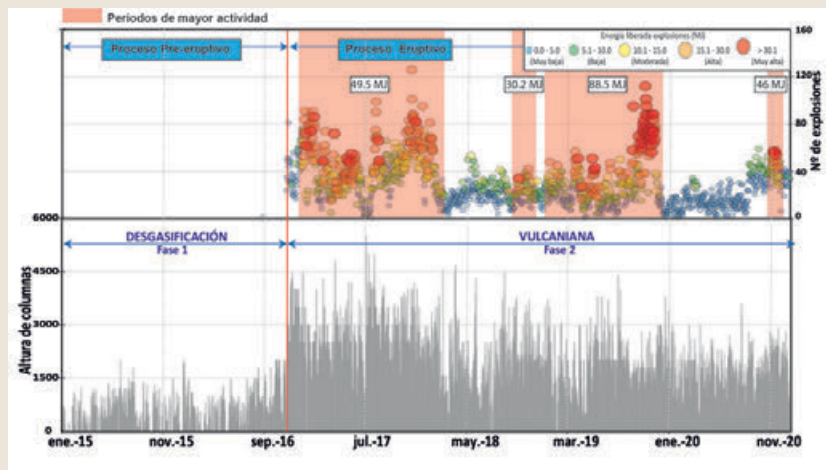
corresponde a los meses de abril a noviembre, las heladas meteorológicas generalmente inician en mayo y terminan en octubre, mientras que los regímenes de lluvias ocurren durante el verano entre en los meses de diciembre a mayo.

b) Características de las columnas eruptivas 2015-2020

Según el monitoreo volcánico, el episodio eruptivo del 2015-2020 se divide en 2 fases (Figura 1): 1) fase 1 - desgasificación (2013-2015) son principalmente vapor de agua debido al calentamiento del sistema hidrotermal con cantidades de dióxido de azufre de hasta 2000 t/día sobre el cráter. Estas emisiones eventualmente ascienden hasta los 2,000 metros sobre el cráter (msc) en dirección suroeste, noreste y eventualmente hacia el oeste. 2) la fase 2 - vulcaniana a partir del 06 de noviembre de 2016, se aprecian columnas de gases y ceniza densas de color gris, luego de las continuas explosiones volcánicas, con alturas variables entre los 3,600 y 5,500 msc con dirección predominante hacia el este y sur.

c) Señales sísmicas - explosiones (exp)

La actividad sísmica se divide en dos fases (Fig. 1): 1) fase 1 - proceso pre eruptivo, según el informe anual del 2015, se registró un total de 44,065 eventos sísmicos asociados principalmente al fracturamiento de roca y a la actividad de gases y fluidos en el interior del volcán (Informe anual de actividades SBC 201, 2015). 2) la fase 2 - proceso eruptivo, donde se observaron 4 periodos de incremento en la sismicidad, siendo el más importante, el ocurrido durante el año 2019 donde alcanzo 88.5 MJ (Megajoules) (Informe Técnico A6998, 2019). Durante el 2019 y 2020 predominó los sismos de largo periodo (LP) asociado en ciertos periodos al crecimiento de un domo de lava en la superficie del cráter, también se registraron sismos híbridos asociado a procesos de destrucción de domo y periodos de tremor volcánico de tipo espasmódico asociado a emisiones de gases y ceniza, se pudo determinar que frecuencias altas del tremor indicaban mayor contenido de ceniza (Informe técnico A7136, 2020).



► Fig. 1 - Actividad eruptiva dividida en dos Fases tanto para la actividad sísmica y altura de la columna eruptiva.

a) Análisis granulométrico de la ceniza

Según el análisis granulométrico, en el año 2016 el promedio de porcentaje de partículas menores de 32 micras alcanzó el 69% con un pico en el mes de noviembre. Durante el año 2017, el promedio de porcentaje de partículas finas disminuyó hasta el 13% con picos en los meses de enero a junio. En el año

2018, el promedio de partículas finas continuó disminuyendo hasta el 6% con un pico en abril. Durante el año 2019, el promedio de porcentaje de partículas finas incrementó hasta el 12% con un pico en diciembre. En el año 2020, el promedio de porcentaje de partículas finas incrementó ligeramente hasta el 15% con un pico en abril.

I. Casos reportados por la red de salud de Arequipa - Caylloma

Para el estudio se utilizaron datos proporcionado por la Defensa Nacional de la Red de Salud Arequipa Caylloma entre los años 2015 y 2020 sobre el número de casos de IRAS (infecciones respiratorias agudas), EDAS (enfermedades diarreicas agudas), dermatitis y conjuntivitis reportadas por la Red de Salud de Arequipa - Caylloma divide en población mayor y menor a 5 años de edad (Cuadro 1).

Cuadro 1: Puestos de salud (P.S.) y centros de salud (C.S.) de las Micro de Salud de Chivay, Cabanaconde y Ciudad de Dios.

| MICRORED CHIVAY | MICRORED CABANACONDE | MICRO RED CIUDAD DE DIOS |
|-----------------|----------------------|--------------------------|
| C.S.Chivay | C.S.Cabanaconde | C.S Huanca |
| P.S.Canocota | | |
| P.S Coporaque | P.S.Pinchollo | P.S.Lluta |
| P.S Ichupampa | | |
| P.S. Lari | P.S Huambo | P.S.Taya |
| P.S Madrigal | | |
| P.S.Yanque | P.S Tapay | P.S.Taya |
| P.S Achoma | | |
| P.S Maca | P.S Choco | |

IV. Análisis anual de casos de IRAS, EDAS, conjuntivitis y dermatitis según Micro Red de Salud

Para el análisis anual se calculó el promedio de la tasa anual (número de casos/número de habitantes) que significa consultas anuales por habitante (c/h) de casos de IRAS, EDAS, conjuntivitis y dermatitis entre el 2015 al 2020 para correlacionar con los parámetros mencionados anteriormente.

En el 2015 no se registró un proceso eruptivo ni presencia de ceniza volcánica, solo emisiones de gases y vapor de agua de hasta 2,000 msc en dirección noroeste y sureste, por esta razón el promedio de tasa anual de IRAS, EDAS, conjuntivitis, dermatitis no están relacionadas con la actividad volcánica

En el 2016 el 06 de noviembre inicio el proceso eruptivo en el volcán Sabancaya con la ocurrencia de continuas explosiones con energías sísmicas de hasta

17 MJ (Megajoules), con emisiones de gases y vapor de agua de hasta 4,500 msc en dirección predominante al sur-sureste, noreste- norte y 69 % de partículas menores a 32 micras. De acuerdo con los parámetros se identificó el mayor promedio de tasa anual de casos de IRAS en Chivay con 1.98 c/h en personas <5 años, para pobladores > 5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.50 c/h en Cabanaconde. El mayor promedio de tasa anual de casos de EDAS lo presentó Cabanaconde con 0.42 c/h en personas <5 años, para pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.10 c/h en Cabanaconde. El mayor promedio de tasa anual de casos de Conjuntivitis lo presentó Chivay con 0.04 c/h en personas <5 años, para pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.02 c/h en Chivay. El mayor promedio de tasa anual de casos de dermatitis lo presentó Chivay con 0.02 c/h en personas <5, para pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.01 c/h en Chivay.

En el 2017 el volcán Sabancaya presento un comportamiento moderado, caracterizado por explosiones con energías que alcanzaron los 49 MJ (Megajoules), sin embargo, generaron importantes columnas eruptivas de gases y considerable contenido de ceniza, con columnas que alcanzaron hasta 5,500 msc en dirección predominante al sur, noroeste, oeste y sureste, y 13 % de partículas menores a 32 micras. De acuerdo con los parámetros se identificó el mayor promedio de tasa anual de casos de IRAS en Chivay con 2.72 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.41 c/h en Chivay. El mayor promedio de tasa anual de casos de EDAS lo presentó Cabanaconde con 0.61 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.08 c/h en Cabanaconde. El mayor promedio de tasa anual de casos de Conjuntivitis lo presentó Chivay con 0.11 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.02 c/h en Chivay y Cabanaconde. El mayor promedio de tasa anual de casos de dermatitis lo presentó Chivay con 0.07 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.02 c/h en Chivay.

En el 2018 mostraron un comportamiento de moderado con explosiones que alcanzaron hasta 30.2

MJ (Megajoules), dichas explosiones generaron importantes columnas eruptivas de ceniza, gases y vapor de agua, con columnas que alcanzaron hasta 5,300 msc en dirección predominante al noreste, noroeste, sur, suroeste y sureste, y 6 % de partículas <32 micras. De acuerdo con los parámetros se identificó el mayor promedio de tasa anual de casos de IRAS en Chivay con 2.66 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.54 c/h en Chivay. El mayor promedio de tasa anual de casos de EDAS lo presentó Chivay con 0.46 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.09 c/h en Chivay. El mayor promedio de tasa anual de casos de Conjuntivitis lo presentó Cabanaconde con 0.07 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.02 c/h en Chivay. El mayor promedio de tasa anual de casos de dermatitis lo presentó Chivay con 0.03 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.01 c/h en Chivay, y Cabanaconde con una tasa anual de 0.01 c/h.

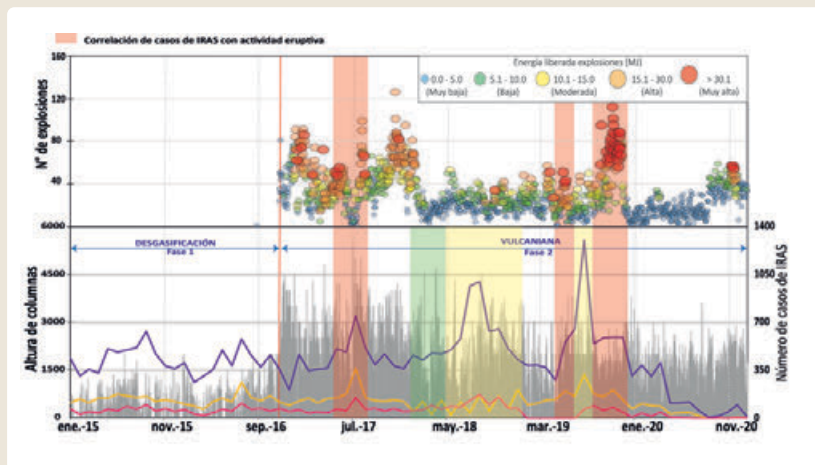
En el 2019 la actividad explosiva mostró un incremento importante comparable con el inicio del proceso eruptivo y significativamente alto, respecto a los años 2017 y 2018, con explosiones que alcanzaron hasta 88.49 MJ (Megajoules) que generaron columnas que alcanzaron hasta 4,400 msc en dirección predominante al noreste, noroeste, suroeste y sureste, y un 12 % de partículas <32 micras. De acuerdo con los parámetros se identificó el mayor promedio de tasa anual de casos de IRAS en Chivay con 1.87 c/h en personas < 5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.48 c/h en Chivay y Cabanaconde. El mayor promedio de tasa anual de casos de EDAS lo presentó Chivay con 0.34 c/h en personas < 5 años, para pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.08 c/h en Cabanaconde. El mayor promedio de tasa anual de casos de Conjuntivitis lo presentaron Chivay y Cabanaconde con 0.03 c/h en personas < 5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.02 c/h en Chivay, Ciudad de Dios y Cabanaconde. El mayor promedio de tasa anual de casos de dermatitis lo presentó Chivay con 0.02 c/h en

< 5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.01 c/h en Chivay.

En el 2020 se registró un total de 7059 explosiones con energía que alcanzaron hasta 46 MJ (Megajoules), con columnas que alcanzaron hasta 3,600 msc en dirección predominante al sureste, noroeste, noreste, suroeste, este y oeste, y 15 % de partículas <32 micras. De acuerdo con los parámetros se identificó el mayor promedio de tasa anual de casos de IRAS lo presentó Chivay con 0.43 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.14 c/h en la Chivay. El mayor promedio de tasa anual de casos de EDAS lo presentó Chivay con 0.16 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.03 c/h en Chivay. El mayor promedio de tasa anual de casos de Conjuntivitis lo presentó Cabanaconde con 0.06 c/h en personas <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.01c/h lo presentaron Chivay, Ciudad de Dios y Cabanaconde. El mayor promedio de tasa anual de casos de dermatitis lo presentó Chivay con 0.02 c/h en personas <5 años y Cabanaconde con 0.02 c/h en <5 años, para los pobladores >5 años el mayor promedio de tasa anual fue de 0.01c/h en Chivay y Cabanaconde.

V. Análisis mensual de casos de IRAS, EDAS, conjuntivitis y dermatitis según Microred de Salud

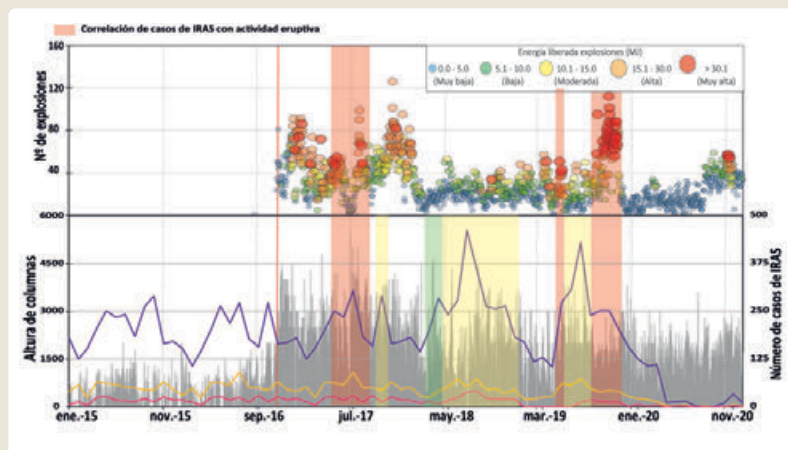
a) Según la Fig. 2 se identificó el aumento de casos de IRAS en personas > 5 años en los meses de mayo a agosto 2017, abril a junio 2019 y agosto a noviembre 2019 la cuales están relacionadas con el incremento de altura de las columnas (> a 3000 m), número (> 40 exp/día) y energía de explosiones (alta a muy alta), lo que indica la afectación de la ceniza en la salud respiratoria (sombreada de color rojo). Así también se identificó aumento de casos en los meses de diciembre 2017 a abril 2018 debido a la temporada de fuertes precipitaciones (sombreado de color verde), durante mayo a diciembre 2018 y junio a agosto 2019 debido a la temporada de heladas (sombreado de color amarillo).



► Fig. 2 - Muestra el número de casos de IRAS en personas > 5 años reportados en las Micro Redes de Salud de Ciudad de Dios (línea rosada), Cabanaconde (línea de color amarillo) y Chivay (línea de color morado), los cuales se correlacionaron con las temporadas de heladas (sombreada de color amarilla), precipitaciones (sombreado de color verde) y actividad volcánica (sombreado de color rojo).

b) Según la Fig. 3 se identificó el aumento de casos de IRAS en personas < 5 años en los meses de abril a agosto 2017, abril a mayo 2019 y agosto a noviembre 2019 la cuales están relacionadas con el incremento de altura de las columnas (> a 3000 m), número (> 40 exp/día) y energía de explosiones (alta a muy alta), lo que indica la afectación de la salud

respiratoria (sombreada de color rojo). Así también se identificó aumento de casos en los meses de marzo a abril 2018 debido a la temporada de fuertes precipitaciones (sombreado de color verde), durante septiembre a noviembre 2017, mayo a diciembre 2018 y mayo a agosto 2019 debido a la temporada de heladas (sombreado de color amarillo).



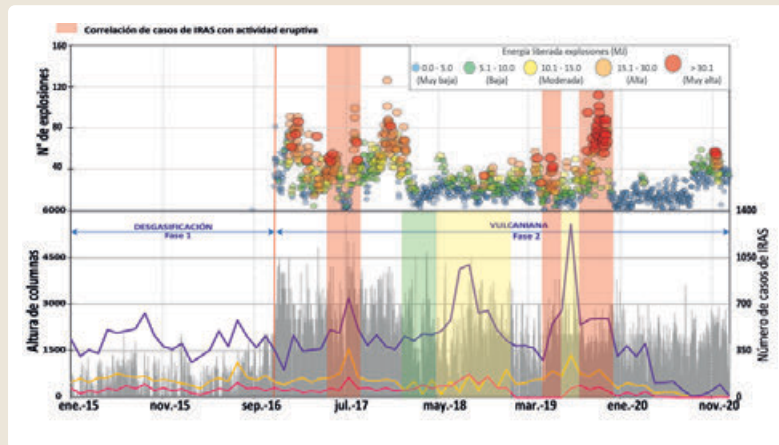
► Fig. 3 - Muestra el número de casos de IRAS en personas < 5 años reportados en las Micro Redes de Salud de Ciudad de Dios (línea rosada), Cabanaconde (línea de color amarillo) y Chivay (línea de color morado), los cuales se correlacionaron con las temporadas de heladas (sombreada de color amarilla), precipitaciones (sombreado de color verde) y actividad volcánica (sombreado de color rojo).

c) Según la Fig. 4 se identificó el aumento de casos de EDAS en personas > 5 años en los meses de diciembre 2016 a febrero 2017, junio a agosto 2017,

noviembre 2017 a enero 2018, diciembre 2018 a mayo 2019 y octubre a noviembre 2019 la cuales están relacionadas con el incremento de altura de las

columnas (> a 3000 m), número (> 40 exp/día) y energía de explosiones (alta a muy alta), lo que indica la afectación de la ceniza en las salud estomacal (sombreada de color rojo). Así también se identificó aumento de casos en los meses de enero a abril 2018 y

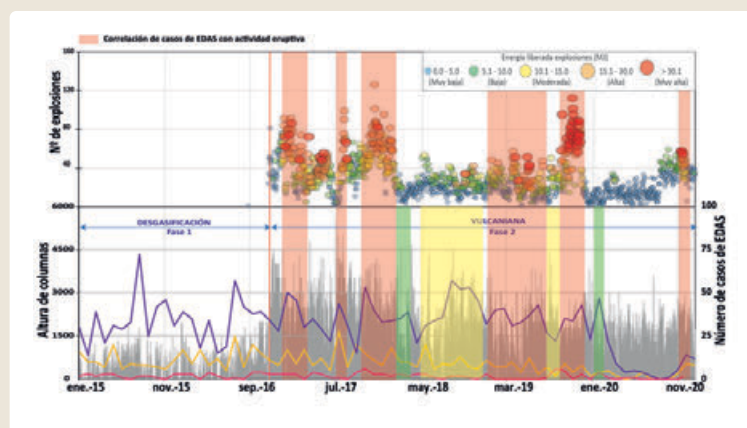
diciembre 2019 febrero 2020 debido a la temporada de fuertes precipitaciones (sombreado de color verde), durante mayo a noviembre 2019 debido a la temporada de heladas (sombreado de color amarillo).



► Fig. 4 - Muestra el número de casos de EDAS en personas > 5 años reportados en las Micro Redes de Salud de Ciudad de Dios (línea rosada), Cabanaconde (línea de color amarillo) y Chivay (línea de color morado), los cuales se correlacionaron con las temporadas de heladas (sombreada de color amarilla), precipitaciones (sombreado de color verde) y actividad volcánica (sombreado de color rojo).

d) Según la Fig. 5 se identificó el aumento de casos de EDAS en personas < 5 años en los meses de enero a marzo 2017, junio a agosto 2017, septiembre 2017 a febrero 2018, diciembre 2018 a julio 2019, agosto a noviembre 2019 y octubre a noviembre 2020 la cuales están relacionadas con el incremento de altura de las columnas (> a 3000 m), número (> 40 exp/día) y energía de explosiones (alta a muy alta), lo que

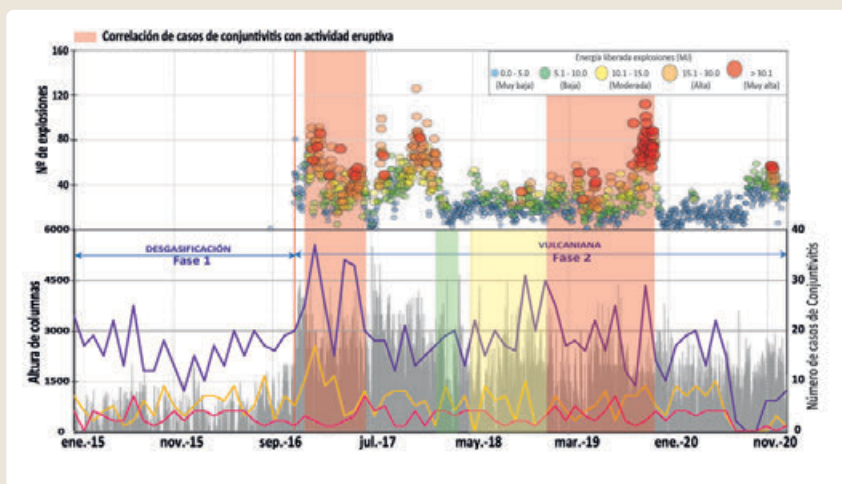
indica la afectación de la ceniza en las salud estomacal (sombreada de color rojo). Así también se identificó aumento de casos en los meses de enero a marzo 2018 y diciembre 2019 enero 2020 debido a la temporada de fuertes precipitaciones (sombreado de color verde), durante abril a noviembre 2018 y julio a agosto 2019 debido a la temporada de heladas (sombreado de color amarillo).



► Fig. 5 - Muestra el número de casos de EDAS en personas < 5 años reportados en las Micro Redes de Salud de Ciudad de Dios (línea rosada), Cabanaconde (línea de color amarillo) y Chivay (línea de color morado), los cuales se correlacionaron con las temporadas de heladas (sombreada de color amarilla), precipitaciones (sombreado de color verde) y actividad volcánica (sombreado de color rojo).

e) Según la Fig. 6 se identificó el aumento de casos de conjuntivitis en personas > 5 años en los meses de diciembre 2016 a junio 2017 y diciembre 2018 a noviembre 2019 las cuales están relacionadas con el incremento de altura de las columnas (> a 3000 m), número (> 40 exp/día) y energía de explosiones (alta

a muy alta), lo que indica la afectación de la ceniza en la salud visual (sombreada de color rojo). Así también se identificó aumento de casos en los meses de enero a marzo 2018 debido a la temporada de fuertes precipitaciones (sombreado de color verde), durante abril a diciembre 2018 debido a la temporada de heladas (sombreado de color amarillo).



► Fig. 6 - Muestra el número de casos de conjuntivitis en personas > 5 años reportados en las Micro Redes de Salud de Ciudad de Dios (línea rosada), Cabanaconde (línea de color amarillo) y Chivay (línea de color morado), los cuales se correlacionaron con las temporadas de heladas (sombreada de color amarilla), precipitaciones (sombreado de color verde) y actividad volcánica (sombreado de color rojo).

f) Según la Fig. 7 se identificó el aumento de casos de conjuntivitis en personas < 5 años en los meses de diciembre 2016 a febrero 2017, abril a junio 2017, septiembre a diciembre 2017, diciembre 2018 a enero 2019, abril a mayo 2019 y agosto a noviembre 2019 las cuales están relacionadas con el incremento de altura de las columnas (> a 3000 m), número (> 40 exp/día) y energía de explosiones (alta a muy alta), lo que indica la afectación de la ceniza en la salud visual (sombreada de color rojo). Así también se identificó aumento de casos en los meses de enero a marzo 2018 y diciembre 2019 a enero 2020 debido a la temporada de fuertes precipitaciones (sombreado de color verde), durante febrero a julio 2018 y mayo a junio 2020 debido a la temporada de heladas (sombreado de color amarillo).

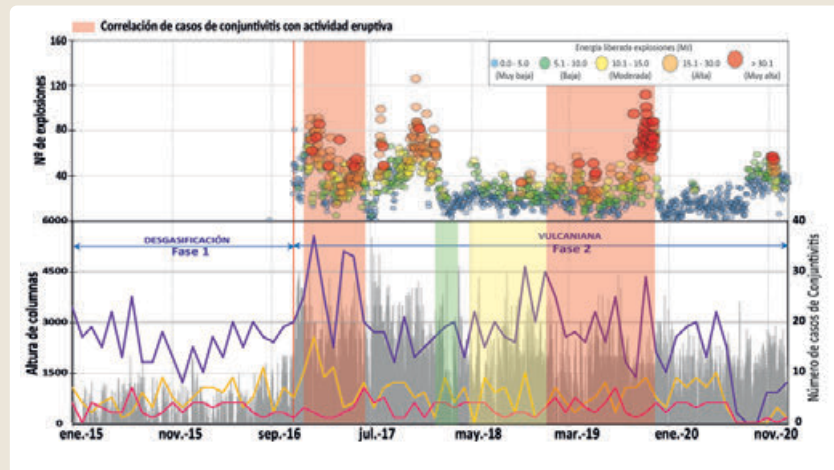
2019 y septiembre a noviembre 2019 las cuales están relacionadas con el incremento de altura de las columnas (> a 3000 m), número (> 40 exp/día) y energía de explosiones (alta a muy alta), lo que indica la afectación de la ceniza en la salud de la piel (sombreada de color rojo). Así también se identificó aumento de casos en los meses de enero a febrero 2018 y diciembre 2019 a febrero 2020 debido a la temporada de fuertes precipitaciones (sombreado de color verde), durante abril a noviembre 2018 debido a la temporada de heladas (sombreado de color amarillo).

g) Según la Fig. 8 se identificó el aumento de casos de dermatitis en personas > 5 años en los meses de diciembre 2016 a junio 2017, octubre 2017 a enero 2018, diciembre 2018 a febrero 2019, abril a agosto

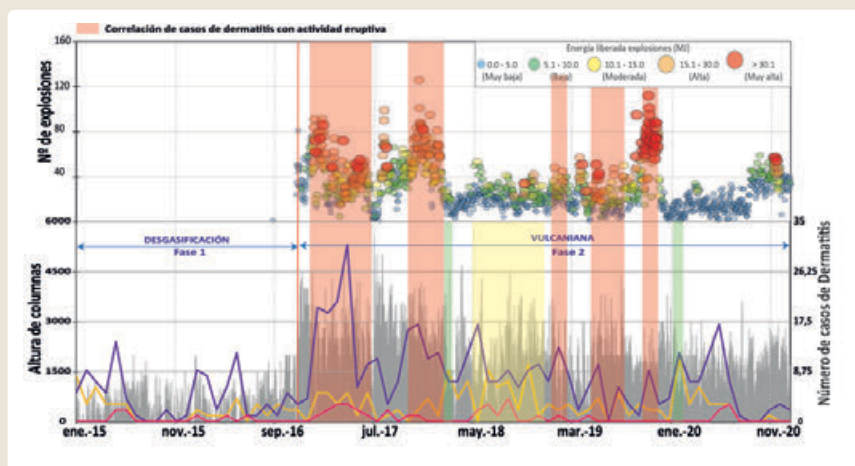
Según la Fig. 9 se identificó el aumento de casos de dermatitis en personas < 5 años en los meses de diciembre 2016 a junio 2017, octubre 2017 a enero 2018, diciembre 2018 a febrero 2019, abril a septiembre 2019 y octubre a noviembre 2020 las cuales están relacionadas con el incremento de altura de las columnas (> a 3000 m), número (> 40 exp/día) y energía de explosiones (alta a muy alta), lo que

indica la afectación de la ceniza en la salud de la piel (sombreada de color rojo). Así también se identificó aumento de casos en los meses de enero a marzo 2018 y diciembre 2019 a marzo 2020 debido a la

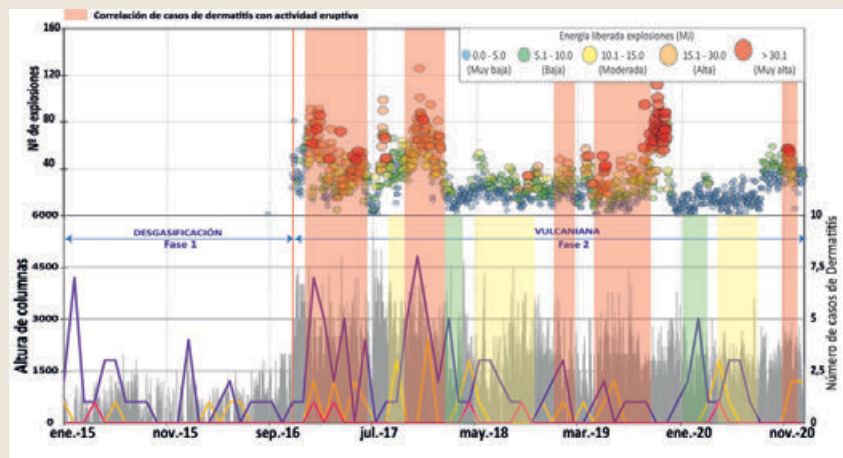
temporada de fuertes precipitaciones (sombreado de color verde), durante agosto a octubre 2017, abril a octubre 2018 y abril a julio 2020 debido a la temporada de heladas (sombreado de color amarillo).



► Fig. 7 - Muestra el número de casos de conjuntivitis en personas < 5 años reportados en las Micro Redes de Salud de Ciudad de Dios (línea rosada), Cabanaconde (línea de color amarillo) y Chivay (línea de color morado), los cuales se correlacionaron con las temporadas de heladas (sombreada de color amarilla), precipitaciones (sombreado de color verde) y actividad volcánica (sombreado de color rojo).



► Fig. 8 - Muestra el número de casos de dermatitis en personas > 5 años reportados en las Micro Redes de Salud de Ciudad de Dios (línea rosada), Cabanaconde (línea de color amarillo) y Chivay (línea de color morado), los cuales se correlacionaron con las temporadas de heladas (sombreada de color amarilla), precipitaciones (sombreado de color verde) y actividad volcánica (sombreado de color rojo).



► Fig. 9 - Muestra el número de casos de dermatitis en personas < 5 años reportados en las Micro Redes de Salud de Ciudad de Dios (línea rosada), Cabanaconde (línea de color amarillo) y Chivay (línea de color morado), los cuales se correlacionaron con las temporadas de heladas (sombreada de color amarilla), precipitaciones (sombreado de color verde) y actividad volcánica (sombreado de color rojo).

CONCLUSIONES

- Se identificó impacto de la ceniza a través de la correlación de la actividad eruptiva con los casos de IRAS en personas mayores y menores a 5 años: En el año 2017 durante los meses de mayo a agosto afectando al poblado Coporaque. En el 2019 durante los meses de abril a agosto y noviembre a diciembre afectando al poblado de Achoma.
- Se identificó impacto de la ceniza a través de la correlación de la actividad eruptiva con los casos de EDAS en población mayores y menores a 5 años: En diciembre del 2016 afectando al poblado de Tapay. En el 2017 durante los meses de enero a marzo, junio a agosto y septiembre a noviembre afectando al poblado de Tapay. En el 2018 durante los meses de enero a febrero y diciembre afectando a los poblados de Ichupampa y Achoma. En el 2019 durante los meses de julio a noviembre afectando al poblado de Huambo. En el 2020 en los meses de octubre a noviembre en los poblado de Ichupampa y Achoma.
- Se observa una correlación de la actividad volcánica con los casos de conjuntivitis en población mayores y menores a 5 años: En diciembre del 2016 afectando a los poblados Achoma, Ichupampa y Cabanaconde. En el 2017 durante los meses de febrero a junio y septiembre a diciembre afectando a los poblados de Ichupampa y Coporaque. Así también el diciembre del 2018 afectando a los poblados de Cabanaconde, Achoma Ichupampa y Maca. Finalmente en el 2019 en los meses de enero, abril a mayo y agosto a noviembre afectado a los poblados de Cabanaconde, Chivay, Yanque, Lluta, Huambo y Tapay.
- Se observa una correlación de la actividad volcánica con los casos de dermatitis en población mayores y menores a 5 años: En diciembre del 2016 afectando a los poblados de Madrigal e Ichupampa. En el año 2017 durante los meses junio y octubre a diciembre afectando al poblado de Ichupampa. En el 2018 durante los meses de enero y diciembre afectando a los poblados de Ichupampa y Cabanaconde. En el 2019 durante los meses de febrero, abril a noviembre afectando a los poblados de Madrigal e Ichupampa.

REFERENCIAS

- ▶ Red de Salud Arequipa Caylloma. (2021). Población estimada por edades de la Red de Salud de Arequipa – Caylloma (RSAC). Estadística Población – Red de Salud Arequipa Caylloma (redperifericaaqp.gob.pe)
- ▶ Cronin S-J., Manoharan V, Hedley M-J, P L (2000) Fluoride: a review of its fate, bioavailability, and risks of fluorosis in grazed pasture systems in New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural. Research* 43:295–321.
- ▶ Howell, C. & Baxter, P. (2006). "The respiratory health hazards of volcanic ash: a review for volcanic risk mitigation. *Bulletin of Volcanology*. Volume 69, pages1–24. <http://dx.doi.org/10.1007/s00445-006-0052>.
- ▶ Caselli A., Velez M., Agosto M. and Jover M. (2010.) Manual de procedimientos ante caída de cenizas volcánicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales – Universidad de Buenos Aires.
- ▶ Boischio A. (2012). Los impactos a la salud asociados con las cenizas de los volcanes. Organización Panamericana de Salud.
https://www3.paho.org/hp/index.php?option=com_content&view=article&id=8194:2013-los.-impactos-salud-asociados-cenizas-volcanes&Itemid=39797&lang=pt
- ▶ Organización Panamericana de la Salud. Erupciones volcánicas. (2022).
<https://www.paho.org/es/temas/erupciones-volcanicas>
- ▶ Tomašek, I., Horwell, C.J., Bisig, C., Damby, D.E., Comte, P., Czerwinski, J., Fink, A., Clift, M., Drasler, B., Rothen-Rutishauser, B. (2018). Respiratory hazard assessment of combined exposure to complete gasoline exhaust and respirable volcanic ash in a multicellular human lung model at the air-liquid interface. *Environ. Pollut.* 238, 977–987.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.01.115>.