

Efectos de la contaminación atmosférica en la salud de la población del distrito N°3 Vinto - Oruro

E. Jaqueline Cordero Velarde, Alex J. Cornejo Pinto, Daniel Cruz Fuentes, Jhanet Verónica Mamani Chambi

Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud, Unidad de Salud Ambiental, ocupacional e inocuidad alimentaria – SEDES Oruro

jcordero@minsalud.gob.bo

Resumen: En el Distrito N°3 de la Zona de Vinto - Oruro, se encuentra asentada población migrante en su conjunto, población con la particularidad de estar constituida en su mayoría por jóvenes y niños dándole un cierto rango de vulnerabilidad, además es una zona con asentamientos de varias empresas de distintos rubros mismas que han generado constante preocupación en la población que ha sentido afectada su salud por efectos de una posible contaminación atmosférica de la zona. Para la determinación del factor de riesgo ambiental y su posible vinculación sobre efectos en la salud se hizo un estudio epidemiológico observacional comparativo en el que se analizaron los canales endémicos y líneas basales de IRAs en dos establecimientos de salud de atención primaria comparando esos datos a su vez con información del Monitoreo de la calidad del aire en el lugar y monitoreo de las temperaturas máximas y mínimas. Como resultado se puede establecer la existencia de alguna relación causa - efecto del comportamiento de las IRAs en correspondencia con las temperaturas máximas y mínimas, al igual que las sustancias contaminantes de la atmósfera tales como PM₁₀, NO₂ Y O₃.

Palabras clave: Calidad del aire, contaminación atmosférica, dióxido de nitrógeno, infecciones respiratorias agudas, ozono troposférico.

1 Introducción

La ciudad de Oruro está ubicada a 3.706 metros sobre el nivel del mar. El 64.68 por ciento de la población que vive en los cinco distritos del municipio de Oruro está integrado por personas menores de 30 años, según el informe del Plan de Desarrollo Municipal (PDM, 2010).

La mayor cantidad de la población orureña se encuentra ubicada en el Distrito 3 - Vinto, donde también existe la mayor cantidad de jóvenes y niños. En las últimas dos décadas se han establecido nuevas urbanizaciones, creadas principalmente por inmigrantes del área rural que se asentaron en el área colindante al camino Oruro - Vinto (PDM, 2010). La principal característica de Vinto es que en la zona se encuentran establecidas al menos 26 empresas de diversos rubros industriales, la

mayoría de ellas hasta inicios del 2016, no estaba adecuada a la norma ambiental del país. Esta zona que inicialmente sólo tenía industrias fue poblándose por efecto de la migración de personas de bajos recursos. El año 2015, vecinos del sector manifestaron la preocupación por posibles efectos en su salud que estaría relacionada con la contaminación vertida por las industrias principalmente a la atmósfera (La Patria 2016).

Ante los antecedentes mencionados tras la movilización ciudadana del Distrito No 3 – Vinto. Los Ministerios de Salud, Medio Ambiente y Agua, sus respectivas instancias departamentales y municipales hicieron un trabajo conjunto que incidió en un cambio de políticas a través de un nuevo Plan de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de Oruro, aprobada con Decreto Municipal No 058 del 31 de octubre del año 2016. El Alcalde Edgar Bazán señaló, “Era un compromiso que hemos asumido hace 2 meses atrás cuando se suscitó el conflicto de los vecinos de Vinto, que exigían el retiro de las industrias que operan en esta zona y ahora estamos cumpliendo” (GAM Oruro, 2016).

El Ozono (O_3) es un gas que se forma en la troposfera, producto de las reacciones entre óxidos de nitrógeno y varios compuestos orgánicos volátiles en presencia de la radiación solar (Wark and Warner, 1996), el valor guía es de $120 \mu g O_3/ m^3$ no implica riesgo a la salud en 8 horas según la OMS. Es una sustancia que ante temperaturas elevadas, condiciones secas y poca mezcla de las corrientes de aire, el ozono superficial puede acumularse a niveles tóxicos (Ministerio de Medio Ambiente - Colombia, 2015).

El dióxido de nitrógeno (NO_2) es un gas incoloro, aunque en grandes concentraciones presenta color café pardo. Se produce por la quema de combustibles a altas temperaturas, el valor recomendado por la OMS es de $40 \mu g NO_2/ m^3$ media anual. En Bolivia el límite permisible es de $150 \mu g NO_2/ m^3$ media diaria (Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, Ley 1333 de Medio Ambiente, 1993).

Las partículas en suspensión PM-10 son formadas principalmente por compuestos inorgánicos como silicatos y aluminatos, metales pesados entre otros, y material orgánico asociado a partículas de carbono alteran de la composición natural de la atmósfera, tiene como límite permisible $150 \mu g/ m^3$ en 24 hr. (Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica, Ley 1333 de Medio Ambiente, 1992).

La calidad del aire tiene una estrecha relación con el desarrollo integral de cada individuo y por tanto un aspecto significativo por presentar posibles efectos en la salud de la población al tener contacto con contaminantes atmosféricos, este hecho manifiesta la necesidad de profundizar en estudios que evidencien la relación causa – efecto (Ministerio de Salud, *et al* 2007).

“La Contaminación Ambiental Altera el Sistema Inmunitario” se afirma que la exposición frecuente a distintas sustancias químicas es un posible factor

condicionante a padecer ciertas patologías entre ellas las infecciones respiratorias agudas, pues la contaminación atmosférica altera el sistema inmunitario de la población Balmes (2010).

La contaminación del aire es causa de alrededor de una quinta parte de la mortalidad por efectos crónicos como la cardiopatía isquémica, cerebrovascular y más de un tercio por neumopatía obstructiva crónica (OMS, 2015). Por otro lado, están las enfermedades de manifestaciones agudas como son las Infecciones Respiratorias Agudas (IRAs) que son un grupo de enfermedades que se producen en el aparato respiratorio y son ocasionadas generalmente por microorganismos. Es la infección más frecuente en el mundo y representa un importante tema de salud pública. La mayoría de estas infecciones como el resfriado común son leves, pero dependiendo del estado general de la persona pueden complicarse y llegar a amenazar la vida, como en el caso de las neumonías, (Toledo, 2005). La contaminación ambiental, para el caso de las IRAs, es un factor predisponente y que tiende a afectar al sistema inmune, provocando episodios más recurrentes de esta patología (Balmes *et al* 2010).

Existen innumerables evidencias epidemiológicas de los efectos de la contaminación del aire sobre la salud. Según el estudio epidemiológico Evaluación del Efecto de Dióxido de Nitrógeno y Ozono en la Salud de la Población del Municipio Cercado – Cochabamba (Ministerio de Salud, 2007).

Con todo lo antecedido, el objeto del presente estudio establece la vinculación entre la contaminación atmosférica con el comportamiento de las IRAs respecto a los gases contaminantes (PM-10, O₃, NO₂) en el Distrito N°3 Vinto - Oruro, durante la gestión 2016.

2 Materiales y métodos

Esta investigación es un estudio epidemiológico ambiental descriptivo, comparativo y retrospectivo. En el análisis comparativo se usaron las siguientes variables independientes: temperaturas máximas y mínimas, monitoreo de sustancias químicas en la atmosfera (PM-10, NO₂ Y O₃) y como variable dependiente las infecciones respiratorias agudas de dos establecimientos de salud, C.S. Vinto ubicado en el Distrito N°3 - Vinto y el otro, C.S. Asistencia Pública, ubicado en el centro de la ciudad de Oruro.

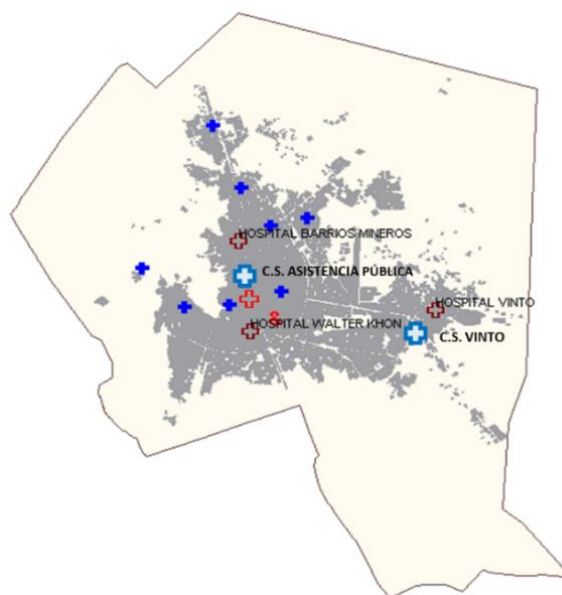


Figura 1: Mapa del Gobierno Autónomo Municipal de Oruro.

Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud.

Descripción de variables:

- **Dependiente**

- Casos reportados de IRAs de la gestión 2016 de dos Centros de Salud, visualizados en Canales Endémicos y Líneas Basales. Fuente SNIS – USAm, Ministerio de Salud.

- **Independientes**

- Monitoreo de la concentración de PM-10, O₃ y NO₂ (µg/m³), gestión 2016. Fuente Red MoniCA - GAM Oruro (Estaciones C.S. Vinto y Casa de la cultura).
- Temperaturas mínimas y máximas gestión 2016. Fuente SENAMHI (Estación Aeropuerto Juan Mendoza).

Para la construcción de las líneas de base de los Centros de Salud de Vinto y la Asistencia Pública se utilizaron los datos recopilados de cinco gestiones (2011-2015) por notificación inmediata de IRAs del Consolidador Web del SNIS, la cual permite la detección de periodos de mayor actividad, con la determinación del comienzo de la temporada de IRAs. Este proceso permite expresar la “línea de base” y el “umbral”, entendiéndose como Línea Base una curva epidémica promedio de la enfermedad y por Umbral nivel de actividad de la enfermedad; en este análisis se puede encontrar temporadas típicas o atípicas.

Para la construcción de los canales endémicos se utilizó el método “desviación estándar” con ajuste de tamaño poblacional, con datos de 5 gestiones pasadas (2011-2015) de IRAs de cada uno de los Centros de Salud Vinto y Asistencia Pública.

De la Red MoniCA - Oruro se utilizaron los datos de concentraciones de contaminantes atmosféricos de dióxido de nitrógeno (NO_2), ozono troposférico (O_3) y material particulado menor a 10 micras (PM-10), a través de 3 tipos de muestreo (activo, pasivo y automático).

Posteriormente se realizó la comparación de los casos de IRAs dentro de un canal endémico de cada centro de salud, respecto a los datos de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de PM-10, NO_2 y O_3 y datos de Temperaturas máximas y mínimas monitoreadas durante la gestión 2016.

Finalmente el Servicio de Salud Departamental de Oruro coordinó tareas de monitoreo a las empresas asentadas en la zona con un equipo multidisciplinario constituidos por representación técnica de los distintos niveles del Estado.

3 Resultados

En la Figura 2 y Figura 3 se puede apreciar el comportamiento de las IRAs en los Centros de Salud de Vinto y Asistencia Pública durante la Gestión 2016, donde se evidenciaron varios episodios de epidemias durante distintas temporadas del año.

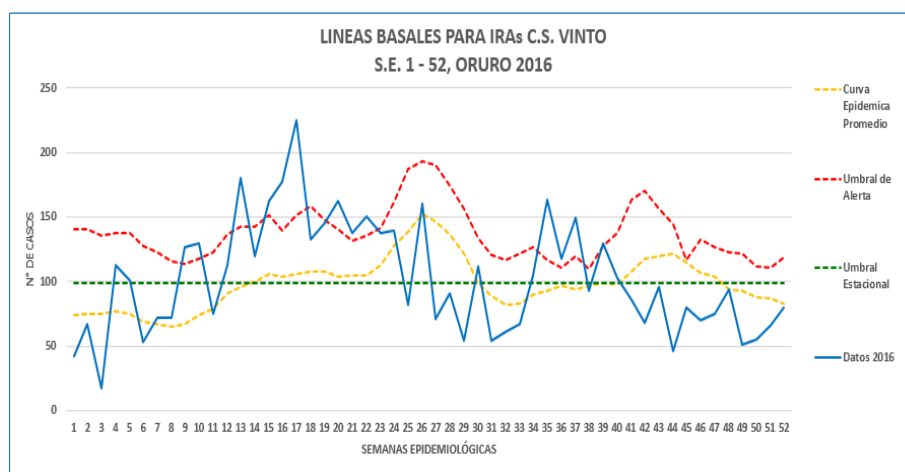


Figura 2: Líneas de base para IRAs C.S. Vinto, Oruro 2016.

Fuente: SNIS, Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud

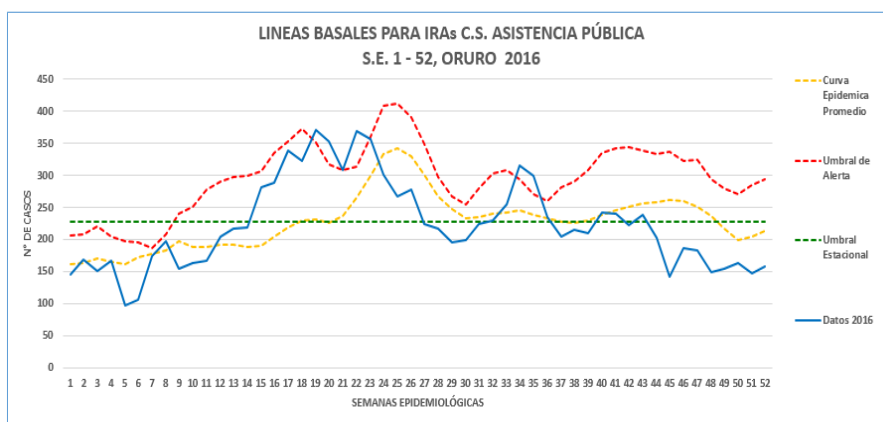


Figura 3: Líneas de base para IRAs C.S. Asistencia Pública, Oruro 2016.
Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud

En la Figura 4 y Figura 5 se puede evidenciar que el grupo etario más vulnerable ante las IRAs para ambos Centros de Salud han sido niños menores de 5 años, durante la gestión 2016.

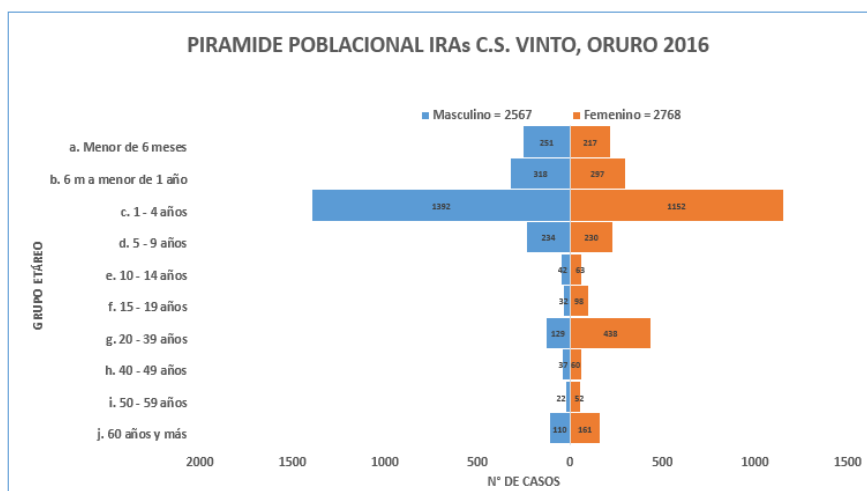


Figura 4: Pirámide Poblacional pacientes con IRAs C.S. Vinto, Oruro 2016.
Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud

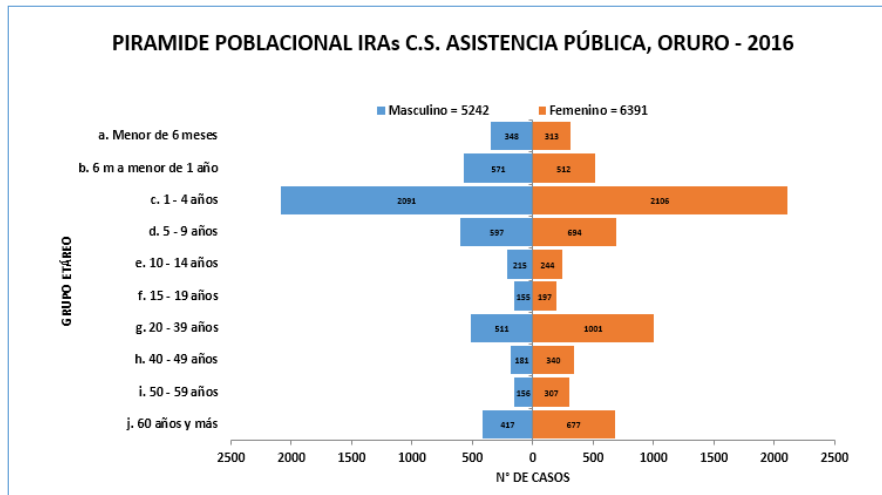


Figura 5: Pirámide Poblacional pacientes con IRAs C.S. Asistencia Pública, Oruro 2016.

Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud

En la Figura 6 se puede apreciar que las temperaturas mínimas, tienen una correlación parcial respecto al comportamiento de las IRAs reportadas en el C.S. Vinto, mientras que en la Figura 7 se puede observar que las temperaturas mínimas tienen una correlación más evidente respecto al comportamiento de las IRAs del C.S. Asistencia Pública.

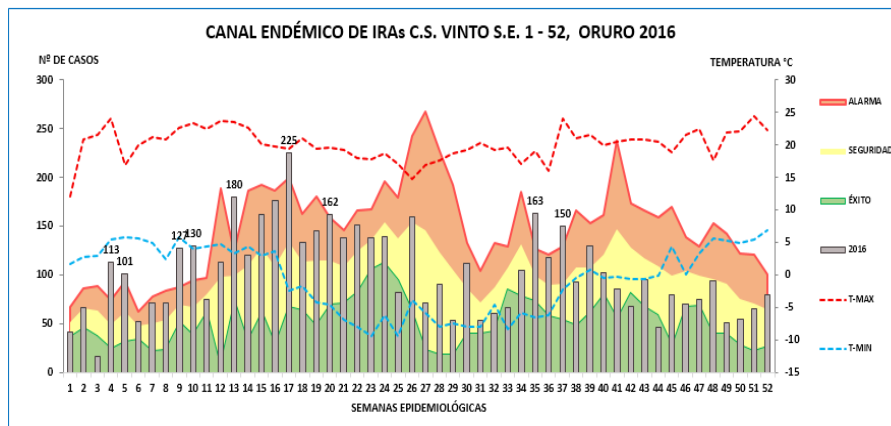


Figura 6: Cuadro comparativo Canal Endémico de IRAs C.S. Vinto respecto a las temperaturas máximas y mínimas, Oruro 2016.

Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud.

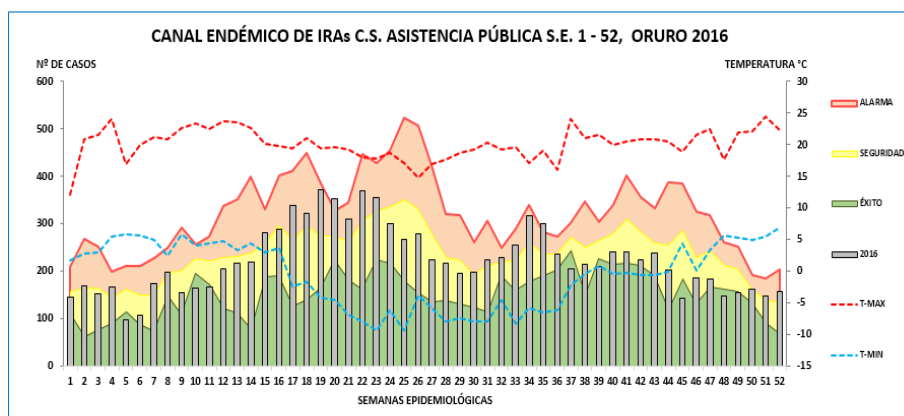


Figura 7: Cuadro comparativo Canal Endémico de IRAs C.S. Asistencia Pública respecto a las temperaturas máximas y mínimas, Oruro 2016.
Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud.

En la Figura 8 y Figura 9 se puede evidenciar que existe una correlación entre el aumento y disminución de la concentración de PM-10 respecto al número de casos reportados de IRAs en ambos Centros de Salud.

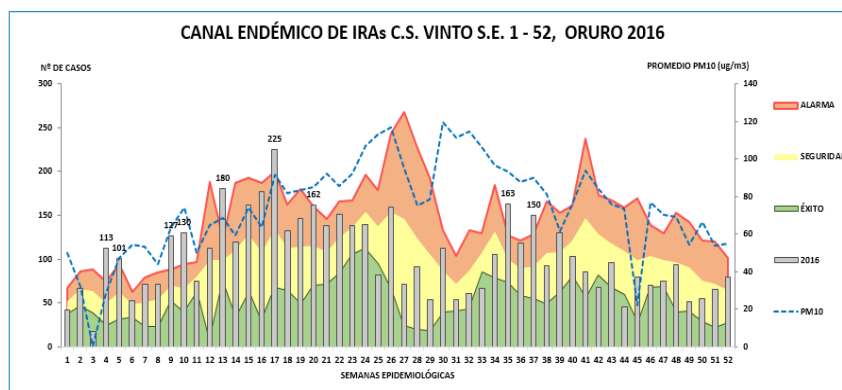


Figura 8: Cuadro comparativo Canal Endémico de IRAs C.S. Vinto, respecto a la concentración de PM-10, Oruro 2016.
Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud.

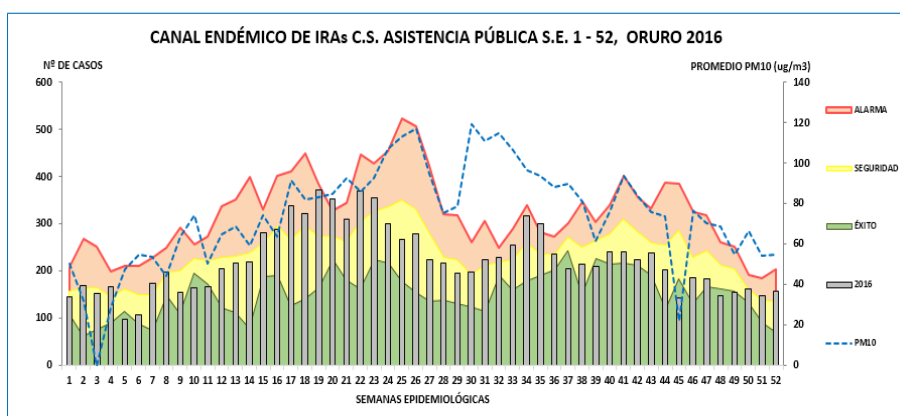


Figura 9: Cuadro comparativo Canal Endémico de IRAs C.S. Asistencia Pública, respecto a la concentración de PM-10, Oruro 2016.

Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud.

Para la descripción de los siguientes resultados debe tomarse en consideración que existen procesos físico- químicos que vinculan el comportamiento entre el NO₂ y el O₃. Entonces en la Figura 10 y Figura 12 se puede evidenciar que el comportamiento de las IRAs del C.S. Vinto tiene una mayor correlación respecto a las concentraciones de NO₂ y el O₃ que en el C.S. Asistencia Pública (Figura 11 y Figura 13)

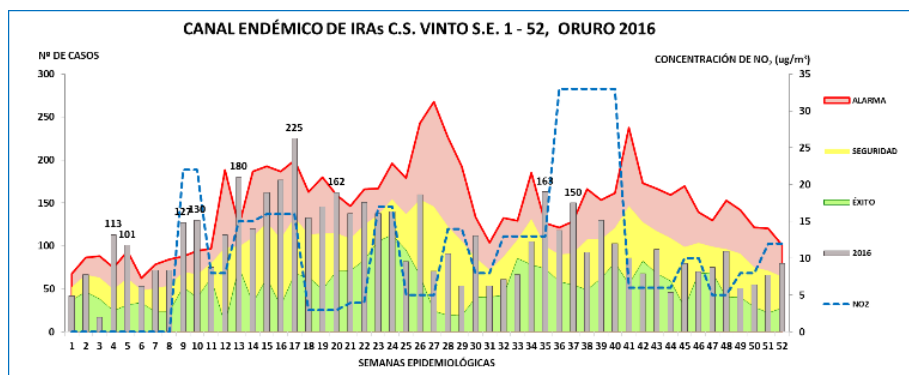


Figura 10: Cuadro comparativo Canal Endémico de IRAs C.S. Vinto respecto a la concentración NO₂, Oruro 2016.

Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud.

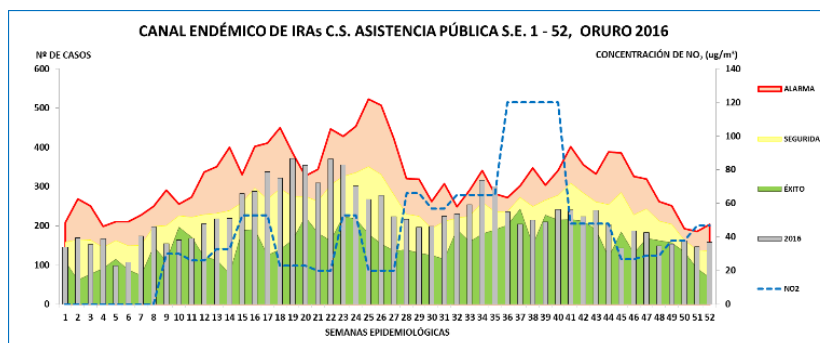


Figura 11: Cuadro comparativo Canal Endémico de IRAs C.S. Asistencia Pública respecto a la concentración NO₂, Oruro 2016.

Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud.

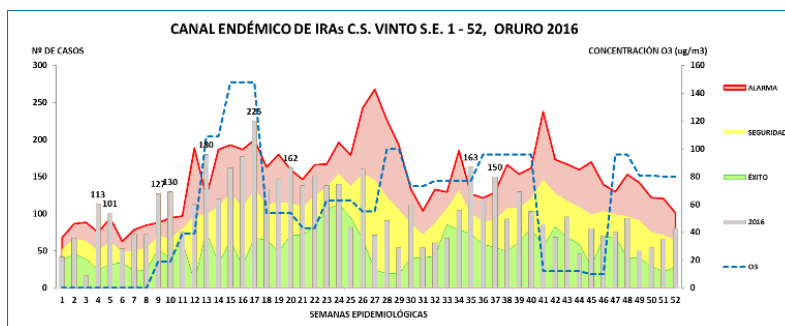


Figura 12: Cuadro comparativo Canal Endémico de IRAs C.S. Vinto respecto a la concentración de O₃, Oruro 2016.

Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud.

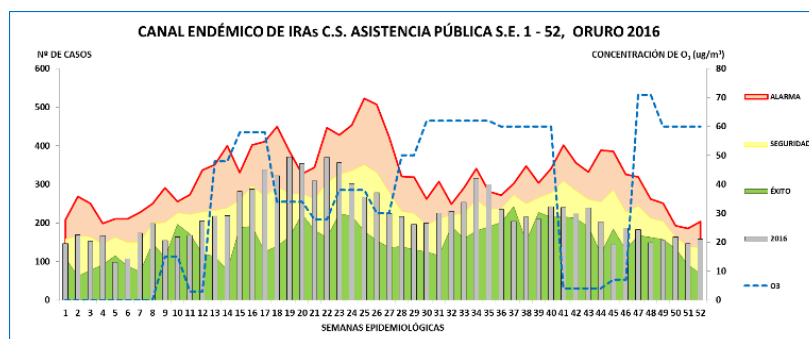


Figura 13: Cuadro comparativo Canal Endémico de IRAs C.S. Asistencia Pública respecto a la concentración de O₃, Oruro 2016.

Fuente: Unidad de Salud Ambiental – Ministerio de Salud.

4 Discusión

La infección respiratoria es la enfermedad más frecuente en seres humanos, pues es responsable de la mitad de todas las enfermedades agudas. Los niños tienen de 3 a 8 resfriados por año y continúan teniéndolos durante toda la infancia, por tanto resulta evidente que las enfermedades respiratorias se encuentran en los más altos niveles de recurrencia en el ser humano llegando incluso, con cierta frecuencia, a ser causa de muerte. (Soler 2007).

Como se observó en el C.S. Vinto (Figura 1), se han evidenciado períodos recurrentes y prolongados de epidemias de IRAs siendo esto un comportamiento atípico en comparación con la tendencia estacional de casos de IRAs en el C.S. de Asistencia Pública (Figura 2). Esta diferencia es posiblemente atribuible a la influencia de los contaminantes atmosféricos en la zona industrial de Vinto.

El comportamiento atípico observado en el C.S. Vinto puede estar relacionado por un lado a una modificación de la respuesta inmunológica individual y colectiva por el nivel de susceptibilidad de la población expuesta a contaminación ambiental también a condiciones socioeconómicas de la población. Este comportamiento es similar a estudios realizados por la Universidad de Stanford y la Universidad de California en dos ciudades de los EE.UU.: Fresno y Palo Alto respectivamente.

La contaminación de material particulado menor a 10 micras (PM-10) en la ciudad de Oruro presenta los valores altos en el mes de junio y el mes con menor contaminación es febrero respecto al sitio de medición del sector del Centro de Salud de Vinto (CSV) sitio de monitoreo activo, existieron días críticos teniendo concentraciones máximas llegando a obtener hasta 326,21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Para las concentraciones de PM-10, como se mencionaron en varios estudios Musso H. Boemo (2002) se evidencia una correlación entre el incremento de PM-10 respecto a los casos de IRAs en ambos Centros de Salud.

Acerca del NO_2 y O_3 no se puede afirmar una relación directa con las IRAs debido principalmente a un limitado registro de las concentraciones de estos elementos. Sin embargo, como afirma el Ministerio de Salud (2007) el comportamiento de las sustancias mencionadas está asociado con las temperaturas máximas por procesos físico – químicos, aspecto que es coincidente con este estudio como se aprecia en las Figuras 10, 11, 12 y 13.

En caso de las mediciones de O_3 , el segundo lugar con mayores concentraciones se registraron en la zona de Vinto, ubicando al punto de monitoreo en la Plaza de Vinto (PV) con una concentración de 68,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sobre los grupos etarios más vulnerables se resaltan a los niños menores de 5 años, información coincidente con las Guías de la Calidad del Aire de la OMS.

5 Conclusiones

El análisis del comportamiento de las IRAs en el distrito 3 – Vinto, tiene una correlación positiva de causa - efecto respecto a la calidad del aire sobre todo con las concentraciones de PM-10. Para poder establecer el grado de correlación entre las concentraciones de NO₂ y O₃ con el comportamiento de las IRAs es necesario contar con un registro de datos más periódico (idealmente reportes semanales).

Se puede también establecer una relación causa - efecto del comportamiento de las IRAs en correspondencia con las temperaturas máximas y mínimas.

Se debe tomar en cuenta que el Distrito No 3 – Vinto tiene una alta presencia de diversas industrias con emisiones de distintas sustancias químicas que no son registradas por los equipos de la Red MoniCA, por tanto tampoco existe la posibilidad de una asociación causa – efecto de estos contaminantes con posibles enfermedades relacionadas a la calidad del aire.

También se establece que el grupo etario más vulnerable son los niños menores de 5 años.

El comportamiento de las IRAs en el Centro de Salud de Vinto da a entender que el comportamiento es atípico con duración de tiempo mayor al establecido en la literatura, fenómeno que se puede asociar a efectos en la respuesta inmunitaria de la población principalmente vulnerable.

Ante este análisis general la Unidad de Salud Ambiental propone la implementación de instrumentos para identificar los principales riesgos ambientales y evaluar los efectos en la salud; hecho que permitirá vertir orientaciones a las instancias correspondientes, los profesionales en salud y la población sobre soluciones factibles para el resguardo de la salud.

Referencias Bibliográficas

- [1] Programa Aire Puro de Swisscontact. (2007). Evaluación del efecto de dióxido de nitrógeno y ozono en la salud de la población del municipio de Cercado - Cochabamba. Cosude. Cochabamba. Bolivia.
- [2] Benenson A. (2015). El control de enfermedades transmisibles en el hombre. 18a Edición. Washington, D.C. Estados Unidos. Organización Mundial de la Salud.
- [3] Toledo C. (2005) Fundamentos de salud pública. Tomo II. Habana. Cuba. Editorial Ciencias Médicas.
- [4] Organización Mundial de la Salud. (2014). Guía operativa para la vigilancia centinela de las infecciones respiratorias agudas graves. Washington D.C. Estados Unidos. OPS/OMS.

-
- [5] Arce I. (2016). Informe de monitoreo de la calidad del aire de la ciudad de Oruro. Gobierno Autónomo Municipal de Oruro. Bolivia.
- [6] Balmes J. (2010). La contaminación ambiental altera el sistema inmunitario. Fresno. Estados Unidos. Universidad de Stanford. Universidad de California.
- [7] Servicio de Salud Ambiental. Consejería de Seguridad y Consumo. Ozono troposférico y sus efectos sobre la salud. (2016). Región de Murcia. España. Dirección General de Salud Pública.
- [8] Musso H. Boemo A. (2002) Concentraciones de ozono y de dióxido de nitrógeno en la troposfera de Salta. Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires. Argentina. Facultad de Ciencias Exactas.
- [9] Organización Mundial de la Salud (2014). Guías de la Calidad del Aire. Washington DC. Estados Unidos. OPS/OMS.
- [10] Dirección de Epidemiología. (2009). Enfermedades infecciosas, infecciones respiratorias agudas del adulto, Guía para el equipo de Salud. Buenos Aires. Argentina. Ministerio de Salud de la Nación.
- [11] Silva V. Contaminación del aire con material particulado PM 10 Y PM 2.5. (2013). Bogotá. Colombia. Observatorio Urbano de León.
- [12] Ley 1333 de Medio Ambiente. (1992). Reglamento en materia de contaminación atmosférica. Estado Plurinacional de Bolivia.
- [13] Linares C. (2008). Las PM 2,5 y su impacto sobre la salud. El caso de la ciudad de Madrid. Madrid. España. Centro Nacional de Epidemiología.
- [14] Soler V. (2007). Relación entre las infecciones respiratorias agudas altas y el asma bronquial. Habana. Cuba. Universidad de Ciencias Médicas de La Habana.