

RESUMEN

Debido a la importancia y los aumentos de contaminación atmosférica y el deterioro de la calidad del aire, que afectan la salud de las personas como también el medio ambiente en general, a nivel mundial. En Bolivia, El desarrollo del monitoreo de contaminación del aire es ejecutado con el apoyo de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red Mónica).

El presente trabajo se realizó en el municipio de Cercado de la ciudad de Tarija – Bolivia en la Unidad de Medio Ambiente perteneciente a la Secretaria De Medio Ambiente y Gestión territorial del Gobierno Municipal Autónomo de Tarija en los puntos de monitoreo establecidos por la red de Monitoreo de la Calidad del aire (Red MoniCA) tiene por objeto obtener conocimiento del monitoreo de la calidad del aire tomando en cuenta los siguientes Objetivos:

- Determinar la concentración y el ICA (Índice de calidad del aire) de los contaminantes de PM_{10} , NO_2 y O_3 mediante los muestreos activos y pasivos en la ciudad de Tarija.
- Comparar y analizar los resultados de los 3 contaminantes de PM_{10} , NO_2 y O_3 con el Reglamento En Materia De Control y Contaminación Atmosférica y la NB 62011 para saber si se encuentran o no, dentro de límites máximos permisibles.
- Proponer medidas de prevención y control de acuerdo los resultados obtenidos de los tres contaminantes que se van a monitorear para proponer a Red Mónica para implementar en el plan de calidad ambiental.

El monitoreo que se efectuó es mediante los **métodos de muestreo pasivo y activo** en un periodo de 4 meses que comprende de Septiembre a Diciembre de la Gestión 2019 y poder mejorarlo mediante propuestas.

Se obtuvo **resultados** en concentraciones de monitoreo de PM_{10} mediante muestreo activo en el periodo comprendido se obtuvo los siguientes:

- Parque Bolívar, concentración máxima de 121,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fecha 26 de Septiembre y una concentración mínima de 19,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fecha 05 de Diciembre.
- Plaza Sucre, concentración máxima de 121,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fecha 19 de Septiembre y una concentración mínima de 19,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fecha 26 de Noviembre.

Los **resultados** de Índice de Contaminación Atmosférica (ICA) del monitoreo de PM_{10} mediante muestreo activo en el periodo comprendido son los siguientes:

- Parque Bolívar, su máximo ICA es de 242,74 de la fecha 26 de Septiembre y el ICA mínimo es de 39,67 en fecha 5 de Diciembre.
- Plaza Sucre, su máximo ICA es de 242,16 de la fecha 19 de Septiembre y el ICA mínimo es de 38,91 en fecha 26 de Noviembre.

Se elaboró propuestas de medidas de control y prevención:

Medidas de prevención

Programa: Reorganizar las rutas de transporte público y tráfico sobre ejes de viales que permitan incrementar la movilidad y bajar los niveles de contaminación.

Programa: La creación de un sistema de información para la ciudad de Tarija.

Programa: Educación ambiental sobre el aire y la contaminación atmosférica en la ciudad de Tarija, municipio de Cercado.

Medidas de control.

Programa: Una normativa de restricción de la circulación de vehículos en la zona considerada más crítica, como estrategia destinada exclusivamente a solucionar el congestionamiento en las horas pico.

Programa: Conciencia ambiental en las empresas, lo que a su vez reflejara en el mejoramiento de su imagen.

Programa: Implementar un sistema de vigilancia de los daños en la salud a través de estudios epidemiológicos.

1. INTRODUCCIÓN

Aunque no existen pruebas contundentes, se supone que la primera vez que el hombre contaminó el aire fue cuando descubrió el fuego. Sin embargo, en esa época, la contribución del hombre a la contaminación del aire probablemente era menor que la provocada por fuentes naturales. (Cortez et.al. , 2013)

La contaminación del aire es la presencia de material indeseable en ese aire en cantidades grandes como para producir efectos nocivos. Esta definición no restringe la contaminación del aire a causas humanas, aunque normalmente solo hablamos de estas. Los materiales indeseables pueden dañar la salud humana, la vegetación, los bienes humanos o el medio ambiente global, muchos de estos materiales nocivos entran a la atmosfera provenientes de fuentes que, en la actualidad, se encuentra más allá del control humano. Sin embargo, en las partes más densamente pobladas del globo, en particular en los países industrializados las fuentes principales de estos contaminantes son actividades humanas. Estas actividades se encuentran íntimamente asociadas con nuestro estándar material de vida. (Ugarte, 2013)

El siguiente avance que tuvo serias consecuencias para la contaminación del aire fue el establecimiento de numerosas comunidades permanentes. En un inicio, el hombre vivía en grupos nómadas relativamente pequeños. Frecuentemente, esos grupos vivían en un lugar solo por un tiempo y el daño ambiental que causaban era mínimo. Eso comenzó a cambiar con la formación de comunidades agrarias permanentes. (Cortez et.al. , 2013)

En la atmosfera encontramos partículas suspendidas de tamaños muy variados que se encuentran de polvo, humo o aerosoles. Estas partículas son generadas por fuentes muy variadas como: quema de combustibles fósiles, sistemas de generación de energía, sistemas de calefacción, actividades de transporte y construcción, industrias, incendios forestales, emisiones volcánicas, dispersión de polen, etc. (IBNORCA, 2008).

Desde la primera vez que se usó el fuego para generar calor y luz hasta los procesos industriales altamente avanzados de la actualidad, el hombre ha continuado participando en actividades que producen efectos indeseables en el ambiente y la salud. Lamentablemente, muchas de esas consecuencias nunca se sospecharon, e incluso cuando se presentaron observaciones al respecto, estas advertencias muchas veces fueron menospreciadas. (Cortez et.al. , 2013)

La Organización Mundial de la Salud OMS considera que el aire limpio es un requisito básico de la salud y el bienestar humanos. Sin embargo, su contaminación sigue representando una amenaza importante para la salud en todo el mundo. Según una evaluación de la OMS de la carga de enfermedad debida a la contaminación del aire, son más de dos millones las muertes prematuras que se pueden atribuir cada año a los efectos de la contaminación del aire en espacios abiertos urbanos y en espacios cerrados (producida por la quema de combustibles sólidos). Más de la mitad de esta carga de enfermedad recae en las poblaciones de los países en desarrollo. (Ugarte, 2013)

Los contaminantes criterio es una sustancia o material presente en el aire que tiene un efecto nocivo probado sobre la salud de las personas y para el cual existe información científica de respaldo que permite establecer un límite de concentración en un tiempo de exposición. (IBNORCA, 2008).

El abanico de los efectos en la salud es amplio, pero se producen en particular en los sistemas respiratorio y cardiovascular. Se ve afectada toda la población, pero la susceptibilidad a la contaminación puede variar con la salud o la edad. (Ugarte, 2013)

El deterioro de los sistemas de vida, así como los problemas y efectos que la contaminación atmosférica causa sobre la salud de la población, traen consigo la necesidad imperiosa de conocer la calidad del aire que respiramos. (Vasquez et al., 2016)

Debido a la diversidad de fuentes de emisiones, encontramos también propiedades muy diversas de las partículas, por ello lo más frecuente es analizar simplemente su

concentración en masa o la distribución de su concentración en masa en función de su tamaño. Como la forma y tamaño de las partículas es muy diverso, lo más práctico es tomar en cuenta el diámetro aerodinámico equivalente de las partículas como referente al tamaño. (IBNORCA, 2008)

Para la interpretación y análisis de monitoreo en Bolivia se considera los valores de la OMS, EPA y RMCA que también han sido considerados en la norma NB 62011. Los valores presentados en esta Norma deben ser la base para la actualización de los límites de Reglamento en Materia de Contaminación Atmosférica. (Ugarte, 2013)

El estado a través de los organismos correspondientes, normará y controlará la descarga en la atmósfera de cualquier sustancia en la forma de gases, vapores, humos y polvos que puedan causar daños a la salud, al medio ambiente, molestias a la comunidad o sus habitantes y efectos nocivos a la propiedad pública o privada. (Ley de Medio Ambiente, 1992)

Es importante tomar en cuenta que, los valores de la OMS son más bajos que los límites de los diferentes países y los valores límites de países de Europa son aún más estrictos. Sin embargo, los valores límite son referentes nacionales con los cuales se compara los resultados de las mediciones realizadas. (Ugarte, 2013)

Solo recientemente el hombre ha comenzado a comprender el grado y magnitud de los problemas provocados por la contaminación, y solo recientemente se ha usado la tecnología para resolver los problemas de contaminación que esta ayudó a crear. (Cortez et.al. , 2013)

En Bolivia, El análisis del grado de contaminación del aire es ejecutado con el apoyo de la Red de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red Mónica) en La Paz, El Alto, Cochabamba y Santa Cruz muestra un crecimiento sostenido de la contaminación en las ciudades del eje central debido principalmente al incremento del parque automotor, siendo uno de los parámetros más críticos el material particulado

ultra fino (PM₁₀), seguido de ozono troposférico (O₃) y óxidos de nitrógeno. (Cortez et.al. , 2013)

El programa Nacional de Redes de Monitoreo de Calidad del Aire (Red MoniCA) comienza a inicios del 2012 una escalada del Proyecto Aire Limpio fuera de las ciudades del eje troncal, siendo uno de los componentes el Monitoreo de la Calidad del Aire, el cual tiene como propósito específico diseñar e implementar un sistema de monitoreo de calidad del aire en los municipios capitales de los departamentos de Sucre, Tarija, Oruro, Potosí, Trinidad y Cobija. (Cortez et.al. , 2013)

En respuesta a la necesidad de conocer los niveles de contaminación del aire en Tarija y para implementar una Red de Monitoreo de Calidad del Aire (Red MoniCA) en el marco de las líneas de acción del Proyecto Aire Limpio, se firmó el Convenio de Cooperación Interinstitucional entre el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija y la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (Swisscontact), el 22 de marzo de 2012. (Baldiviezo, 2013)

2. ANTECEDENTES

2.1. La importancia de medir la calidad del aire

La contaminación atmosférica constituye uno de los principales problemas ambientales en los centros urbanos de muchos países. Así la calidad del aire se ve afectada por las emisiones de contaminantes atmosférico que provienen principalmente del parque automotor. En ciudades de latino américa como México DF o Santiago de Chile, presentan serios problemas de calidad del aire y los principales centros urbanos de Bolivia no están exentos de estos, por ello, los esfuerzos de varias instituciones públicas y privadas han logrado implementar en algunas ciudades acciones de Gestión de la Calidad del Aire durante los últimos años, con el fin de evaluar los efectos negativos sobre la salud de la población y el medio ambiente. (Mendoza, 2015).

La Gestión de la calidad del Aire es una tarea permanente, que incluye varios actores a nivel local y nacional. Fundamentalmente se trata de controlar las emisiones

a la atmósfera de gases contaminantes que provoquen daños a la salud de la población y al medio ambiente. (Vasquez et al., 2016)

Al conocer la evolución de la calidad del aire de los centros urbanos más poblados y/o más importantes de Bolivia se logra tener una base de datos enfocada a la toma de decisiones para la generación de políticas ambientales en coordinación con diversos sectores de la población involucrados en la temática de contaminación atmosférica y así poder afianzar alianzas estratégicas de gestión. (Mendoza, 2015)

2.2. Antecedentes de la creación del Red MóniCA

El Proyecto Aire Limpio de la Cooperación Suiza ejecutado por Swisscontact junto con Universidades y Gobiernos Municipales del eje troncal de Bolivia han implementado desde el año 2001 Redes de Monitoreo de la Calidad del Aire (Red MoniCA) en las ciudades de La Paz, El Alto, Cochabamba y Santa Cruz. En los años 2012 y 2013 se implementaron Redes de Monitoreo de la Calidad del Aire en las ciudades de Trinidad, Quillacollo, Oruro, Potosí, Sucre y Tarija y finalmente el 2015 en la ciudad de Tiquipaya, todas estas con el objetivo de medir los niveles de contaminación atmosférica a la que está expuesta la población. Estas redes conforman la denominada Red MoniCA Bolivia. (Mendoza, 2015)

Por otra parte, el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, a partir del año 2009 ha orientado recursos para realizar estudios de línea base con el objeto de identificar los niveles de contaminación del aire en ciudades capitales y secundarias de los 9 departamentos de Bolivia, fruto de ello se vienen publicando Informes Nacionales de Calidad del Aire desde ese año. (Vasquez et al., 2016)

La Red MoniCA se introduce como una herramienta necesaria dentro del marco de la gestión de la calidad del aire y proporciona la base del conocimiento y criterios para la implementación de políticas de reducción de la contaminación atmosférica. (Mendoza, 2015)

Por otra parte el Ministerio de Medio Ambiente y Agua, a partir del año 2009 ha orientado recursos para realizar estudios de línea base con el objeto de identificar los

niveles de contaminación del aire en ciudades capitales y secundarias de los 9 departamentos de Bolivia, fruto de ello se vienen publicando Informes Nacionales de Calidad del Aire desde ese año. (Vasquez et al., 2016)

2.3. Otros informes nacionales realizados

El año 2009 el Ministerio de Medio Ambiente y Agua impulsó a la elaboración de un Informe Nacional de Calidad del Aire del 2008-2009, a través de la recopilación los datos de la Red MoniCA existentes, lo propio se hizo para las gestiones 2009-2010, 2010-2011 y 2012-2014.

Con la finalidad de establecer programas de monitoreo de la calidad del aire en coordinación con los Gobiernos Municipales se realizaron mediciones en los Municipios de La Guardia, Montero, Puerto Suarez (Santa Cruz); Quillacollo, Sacaba, SipeSipe (Cochabamba) y Viacha (La Paz), como también en los Municipios principales de las ciudades de Oruro, Potosí, Sucre, Tarija, Trinidad y Cobija, además de los datos recopilados en La Paz, El Alto, Santa Cruz, y Cochabamba, por la Red MoniCA (Mendoza, 2015).

Es importante para las instituciones reguladoras como el Ministerio de Medio Ambiente y Agua a través de sus instancias respectivas, monitorear periódicamente las condiciones y la cobertura del área estudiada para determinar el comportamiento de los contaminantes e implementar políticas de reducción de la contaminación atmosférica. (Mendoza, 2015)

Se han realizado cuatro campañas de medición de la calidad del aire a nivel nacional en gestiones anteriores: la primera en capitales principales y las tres últimas en capitales principales y ciudades secundarias. En base a estas experiencias, se ha visto la necesidad de mantener un monitoreo continuo en los municipios donde se cuentan con datos de calidad del aire, de modo que sea posible implementar políticas de gestión de control de la contaminación atmosférica. (Mendoza, 2015)

Bajo este contexto el Ministerio de Medio Ambiente y Aguas a través de la Dirección General de Medio Ambiente y Cambios Climáticos, dependiente del

Viceministerio de Medio Ambiente, Biodiversidad, Cambios Climáticos y de Gestión y Desarrollo Forestal, en fecha 17 de agosto de 2015 publicó la convocatoria de consultoría individual por producto para la elaboración del Informe Nacional de la Calidad del Aire 2014 - 2015, cuya fecha límite de presentación de propuestas y apertura de sobres se realizó a horas 10:00 del día 24 de agosto de 2015. (Mendoza, 2015)

3. PRESENTACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DIRIGIDO

3.1. Presentación del Trabajo Dirigido

El presente trabajo dirigido se realizó en la Institución del Gobierno Autónomo Municipal de Tarija específicamente en La Red De Monitoreo En La Calidad Del Aire Red MoniCA en la ciudad de Tarija provincia Cercado 1ra Sección - en la Zona urbana de la ciudad de Tarija.

Basándose en un tiempo de cuatro meses para la realización del Trabajo Dirigido en la mencionada institución, según el Reglamento de Seminario I y II de la Carrera Ingeniería en Medio Ambiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.2. Justificación Del Trabajo Dirigido

Las elevadas concentraciones de contaminantes del aire sobre todo en los centros urbanos densamente poblados como es la ciudad de Tarija en donde las emisiones del parque automotor y otras actividades generan como ser los materiales particulados que se encuentran en la atmósfera en las zonas urbanas, este material particulado puede tener un alto contenido de sulfatos, nitratos, hierro, plomo e hidrocarburos aromáticos que generen gases crean un ambiente de contaminación al aire atribuyendo el incremento de enfermedades respiratorias agudas o crónicas de los habitantes de la ciudad como es el PM_{10} (contrae problemas de menor desarrollo de la estructura y función del sistema respiratorio, riesgo de cáncer), el O_3 (daño a células epiteliales “bronquiolización”) y el NO_2 (decremento del desarrollo pulmonar), por lo que se tenía que dar respuesta a la necesidad del conocer cuáles son los niveles de contaminación del aire en Tarija.

En épocas del segundo semestre anual desde agosto a octubre se conoce que la contaminación aumenta y las enfermedades broncorespiratorias, aumenta en la población de la ciudad de Tarija.

La cantidad de automóviles del transporte automotor subió un 300% similar al que se denota en el país, en el año 2003 se contaba con 25.189 y actualmente según últimos datos de la gestión 2017-2018 se cuenta con 75.633 vehículos.

La cantidad de combustible demandado de GN en la ciudad de Tarija es de 14.520, de gasolina de 47.210 y de diésel 13.903. Siendo los combustibles más usados los de gasolina por vehículos privados.

El monitoreo de variables ambientales atmosféricas como el Dióxido de nitrógeno, Ozono troposférico y Partículas menores a 10 micrómetros, permitirán alertar y controlar los riesgos expuestos hacia la población y proponer medidas.

También se llevó a cabo una Auditoría Ambiental que fue ejecutada en observancia generales de auditoria gubernamental, a normas aprobadas mediante una resolución GGE/094/2012 del 27 de agosto del 2012 y el manual para ejecutar Auditorías Ambientales aprobado mediante la resolución CGE/166/2013 del 31 de diciembre del 2013. En la cual la realización del trabajo de Auditoria Ambiental se evaluó 2 entidades públicas, el Gobierno Autónomo Municipal De Tarija y el Gobierno Autónomo Municipal De Tarija.

En el panorama de lo mencionado anteriormente y percatándonos de la situación actual que vive nuestra ciudad y de las consecuencias que podrían haber para la sociedad en ausencia del monitoreo de calidad del aire, desde el punto de vista social, económico y ambiental, la carencia de información de los diferentes puntos, y la necesidad de hacer conocer a la gente, el realizar un monitoreo de la calidad del aire en los meses de Septiembre, Octubre, Noviembre y Diciembre contar también con el índice de contaminación atmosférica y realizar análisis e interpretaciones de los resultados obtenidos para así poder generar ideas o propuestas en cuanto a la calidad

del aire en el Gobierno Autónomo Municipal de Tarija específicamente en la Red MoniCA.

Que nos permitirá garantizar una información clave de los contaminantes atmosféricos, buscando establecer, los procedimientos, actividades, análisis, mediciones desde el punto de vista técnico y administrativo, que tengan como finalidad la disminución de la de estos contaminantes y promuevan la reducción de la producción de gases en las fuentes de origen de emisiones, por un lado y por el otro promover la aplicación de procedimientos que permitan lograr la información requerida, y resultados de los contaminantes atmosféricos.

Es necesario desarrollar y mejorar las técnicas de monitoreo del aire para adquirir el mayor conocimiento en este rubro, y poder emprender discusiones de mejoras continuas en el procedimiento del monitoreo y gestión de la calidad del aire, dado la abundancia de conocimiento cada vez mayor en el control del aire para mejorar la calidad de vida de las personas, incorporar medidas de prevención y control, propuestas que permitirá mejorar la calidad del aire y optimizar recomendables condiciones para el monitoreo.

En este sentido, Bolivia se cuenta con la Ley 1333 de Medio Ambiente especialmente en Reglamento De Control y Contaminación Atmosférica y las Normas Bolivianas en cuanto a la calidad del aire que respaldan a un monitoreo que promueve el control y prevención de la contaminación atmosférica en el marco del desarrollo sostenible mediante la Red de Monitoreo de Calidad del Aire (Red MóniCA).

4. CARACTERÍSTICAS Y OBJETIVOS DE LA INSTITUCIÓN DONDE SE REALIZÓ EL TRABAJO

4.1. Visión

Nuestra Visión busca activar las condiciones institucionales, organizacionales, económicas y sociales, para asumir los retos de futuro en base, de forma tal que el eje del accionar colectivo sea la gente y sus desafíos.

4.2. Misión

Las nuevas prerrogativas otorgadas a los Gobiernos Autónomos Municipales como el de Tarija, le permite mantener su misión institucional de acuerdo a visión y los objetivos que se persiguen.

4.3. Objetivo de la institución.

El Gobierno Autónomo Municipal de Tarija busca la cohesión social y la dotación de servicios públicos y colectivos como el agua, alcantarillado, la salud, la educación, la seguridad ciudadana, ciudad inteligente, el manejo de la basura los desechos sólidos, el ordenamiento de la ciudad y los espacios públicos en base a la ejecución de programas y proyectos definidas en un proceso de planificación participativa y estratégica.

Permiten orientar la definición de los objetivos estratégicos a conseguir en el largo y mediano plazo, los que contribuyen a su vez a definir políticas, estrategias y acciones concretas a realizar, a través de la ejecución de programas, proyectos y actividades.

4.4. Plan de la gente

La perspectiva, los retos y logros por alcanzar en la gestión municipal están enmarcados en un contexto de cambio, que prioriza la atención de las demandas de la gente. Cambios que enfatizan la interacción entre la sociedad y el gobierno municipal, con la implementación de reformas estructurales.

La prestación de servicios y participación activa de la población en la ejecución del control social con acciones esenciales tomando como prioridad a la ciudadanía como un bien público más cohesión social más un Gobierno razonable.

La Gestión Municipal dispone la ejecución de proyectos y prestación de servicios municipales, con estrategias y acciones en busca de ampliar las fuentes de financiamiento, la participación de instituciones y organismos financiadores que permitan enfrentar los desafíos al desarrollo del Municipio.

Un trabajo coordinado con el Concejo Municipal, las organizaciones barriales y Comunales para el manejo de una administración eficiente de los recursos económicos.

En el marco del “Plan Maestro de la Gente” y fruto de los cambios organizacionales mencionados hemos avanzado en la formulación de un conjunto de planes y programas que se enfocan en la gente y que reflejan la priorización de las agendas de política pública seguidas por las secretarías y reparticiones del municipio, planes que algunos están ya en ejecución y otros listos para su implementación, que son los siguientes:

- Plan agua para Tarija.
- Plan de vialidad y movilidad urbana.
- Plan manejo de la basura y residuos sólidos.
- Plan de saneamiento del río Guadalquivir.
- Plan de la luz.
- Plan de salud pública.
- Plan emprender.
- Plan hacia una ciudad inteligente.
- Plan Tarija amable.
- Plan nuestra identidad.
- Plan transparencia.
- Plan quinquenal del área rural.

❖ Medio Ambiente Y Gestión Territorial.

Lleva la administración del territorio, con la generación, adecuación y ajuste de las políticas y normas relacionadas al catastro, parámetros de ocupación del suelo, estructura vial, construcciones, equipamiento urbano en diferentes niveles. Cumpliendo con funciones de prevención y control medioambiental.

5. OBJETIVOS DEL TRABAJO DIRIGIDO

5.1. Objetivo general

Realizar el monitoreo de 3 contaminantes atmosféricos mediante muestreos activos y pasivos (PM₁₀, NO₂ y O₃) en los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y proponer medidas de prevención y control en la ciudad de Tarija.

5.2 Objetivos específicos

- Determinar la concentración y el ICA (Índice de calidad del aire) de los contaminantes de PM₁₀, NO₂ y O₃ troposférico mediante los muestreos activos y pasivos en la ciudad de Tarija.
- Comparar y analizar los resultados de los 3 contaminantes de PM₁₀, NO₂ y O₃ troposférico con el Reglamento En Materia De Control y Contaminación Atmosférica y la NB 62011 para saber si se encuentran o no, dentro de límites máximos permisibles.
- Proponer medidas de prevención y control de acuerdo los resultados obtenidos de los tres contaminantes que se van a monitorear para proponer a Red MóniCA e implementarlo en el plan de calidad ambiental.