



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra de forma no comercial, siempre y cuando den crédito y licencia a nuevas creaciones bajo los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA
EVALUACION DE ORIGINALIDAD

ATIT_2024-FIAS-037

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“VALORES PERMISIBLES DEL AIRE RELACIONADO A LA PRESENCIA DE PARTÍCULAS EN SUSPENSIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS, URBANIZACIÓN SANTO DOMINGO - ICA, 2022”

Presentado por:

AGUIRRE CARRASCO KEPLER GERARDO

Autor(a) del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es **PORCENTAJE DE SIMILITUD del 1%** por el cual se otorga el calificativo de:


APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Con CÓDIGO DE MATRÍCULA N° **20160850**

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 25 de Marzo del 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA"
FACULTAD DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
UNIDAD DE INVESTIGACION

Dr. Domingo Jesús Cabel Moscoso
DIRECTOR



**UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**



TESIS

**“Valores permisibles del aire relacionado a la presencia de
partículas en suspensión en la construcción de pistas,
Urbanización Santo Domingo - Ica, 2022”**

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Ciencias Naturales, Ingeniería y Tecnologías Sostenibles

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIO

AUTOR:

Bach. KEPLER GERARDO AGUIRRE CARRASCO

ICA - PERÚ

2024

DEDICATORIA

A nuestro Dios todopoderoso y familiares que me ofrecieron su apoyo absoluto en el progreso de la tesis.

AGRADECIMIENTO

A mi asesor y personal administrativo, a los miembros del jurado calificador que brindaron valiosas sugerencias para mejorar la tesis realizada.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice General	iv
Índice de Tablas	vi
Índice de Figuras	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	12
1.1.1. Formulación del problema	13
1.2. ANTECEDENTES	13
1.2.1. Antecedentes a nivel internacional	13
1.2.2. Antecedentes a nivel nacional	14
1.2.3. Antecedentes a nivel local	16
1.2.4. Justificación e importancia de la investigación	16
1.2.5. Marco Teórico	18
1.2.6. Marco Conceptual	25
1.2.7. Marco Legal	26
II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA	28
2.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	28
2.2. POBLACIÓN Y TAMAÑO DE MUESTRA	28
2.2.1. Población	28
2.2.2. Tamaño de la muestra	28
2.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN	29
2.3.1. Variable independiente	29
2.3.2. Variable Dependiente	29
2.3.3. Operacionalización de variables	29
2.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	29
2.4.1. Objetivo general	29
2.4.2. Objetivos específicos	29
2.5. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	31
	iv

2.5.1.Hipótesis principal	31
2.5.2.Hipótesis específicas	31
2.6. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	32
2.6.1. Técnicas	32
2.6.2. Instrumentos	32
2.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	32
III. RESULTADOS	33
3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	33
3.2. ESTADISTICA	34
3.3. ESTADISTICA INFERENCIAL	53
IV. DISCUSIÓN	61
4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	61
V. CONCLUSIONES	63
VI. RECOMENDACIONES	64
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	65

ANEXOS:

Anexo 01: Matriz de Consistencia

Anexo 02: Cuestionario

Anexo 03: Ficha de registro de datos

Anexo 04: Registro Fotográfico

Anexo 05: Base de Datos

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla1: Componentes que forman la atmósfera	19
Tabla 2: Estándares de Calidad Ambiental de Aire para PM ₁₀ y PM _{2,5}	21
Tabla 3: Guía de Calidad de Aire de la OMS para PM ₁₀ y PM _{2,5}	22
Tabla 4: Niveles de Estados de Alerta nacional para PM ₁₀	22
Tabla 5: Valores del Índice de Calidad del Aire	23
Tabla 6: Niveles-INCA para material particulado PM10	23
Tabla 7: Niveles INCA para material particulado PM2,5	23
Tabla 8: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire	25
Tabla 9: Operacionalización de variables	30
Tabla 10: Equipos de monitoreo	34
Tabla 11: Contaminación del aire	35
Tabla 12: Centro de Salud	36
Tabla 13: SENAMHI-contaminantes comunes	37
Tabla 14: Contaminación por construcción de pistas	38
Tabla 15: Aire no se encuentra contaminado	39
Tabla 16: Smog en la construcción de pistas	40
Tabla 17: Contaminación del aire por RR.SS.	41
Tabla 18: Contaminación del aire-salud de la población	42
Tabla 19: Incomodidad por la construcción de pistas	43
Tabla 20: Construcción de pistas-planificación y ejecución	44
Tabla 21: Afectación del tráfico vehicular	45
Tabla 22: Ruido de máquinas y herramientas	46
Tabla 23: Molestias por desmonte de construcción de pistas	47
Tabla 24: Baremos para el AQI	48
Tabla 25: AQI para la Urbanización Santo Domingo	49
Tabla 26: Concentración de PM2,5 y AQI	50

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Ubicación de la Urbanización Santo Domingo	33
Figura 2: Equipos de monitoreo	34
Figura 3: Contaminación del aire	35
Figura 4: Centro de Salud	36
Figura 5: SENAMHI-contaminantes comunes	37
Figura 6: Contaminación por construcción de pistas	38
Figura 7: Aire no se encuentra contaminado	39
Figura 8: Smog en la construcción de pistas	40
Figura 9: Contaminación del aire por RR.SS.	41
Figura 10: Contaminación del aire-salud de la población	42
Figura 11: Incomodidad por la construcción de pistas	43
Figura 12: Construcción de pistas-planificación y ejecución	44
Figura 13: Afectación del tráfico vehicular	45
Figura 14: Ruido de máquinas y herramientas	46
Figura 15: Molestias por desmonte de construcción de pistas	47
Figura 16: Baremos para el AQI	48
Figura 17: AQI para la Urbanización Santo Domingo	49
Figura 18: AQI de PM _{2,5} y AQI	50
Figura 19: Concentración de PM ₁₀ en relación a los ECA	51
Figura 20: Concentración de PM _{2,5} en relación a los ECA	52

RESUMEN

Dentro de este campo laboral, los trabajadores suelen afrontar dificultades de contaminación del aire por diversos factores. Por lo que se planteó como objetivo general, Determinar si la calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022. Asimismo, se empleó una investigación aplicada, de enfoque mixto, nivel descriptivo – correlacional, con un diseño no experimental. La población y muestra estuvo conformado por doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo de Ica. Por consiguiente, de un total de doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo encuestados para conocer su percepción sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, es así, que para ciento once personas que representan el 44% sólo a veces los equipos de monitoreo del aire en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo trabajan adecuadamente, para ciento treinta y nueve personas que representan el 56% si trabajan adecuadamente los equipos de monitoreo del aire en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo. Finalmente, tras evaluar el AQI en la Urbanización Santo Domingo, se ha comprobado que los valores varían desde 130 hasta 139 para PM 2.5, tal como se aprecia en la Tabla 15, estos valores son insalubre para las personas sensibles, es decir, es insalubre para los niños, adultos mayores o personas con unas enfermedades crónicas, pero no para toda la población.

Palabras clave: Valores permisibles del aire, presencia de partículas y ciencias naturales.

ABSTRACT

Within this labor field, workers often face air pollution difficulties due to various factors. For what was raised as a general objective, Determine if the air quality due to the presence of suspended particles in the construction of tracks, urb. Santo Domingo - Ica, 2022. Likewise, applied research was used, with a mixed approach, descriptive - correlational level, with a non-experimental design. The population and sample consisted of two hundred and fifty residents of Urb Sto. Ica Sunday. Consequently, out of a total of two hundred and fifty residents of the Santo Domingo Urbanization surveyed to find out their perception of possible air pollution related to the construction of tracks in said urbanization, it is so, that for one hundred and eleven people, representing 44%, only sometimes the air monitoring equipment in the construction of tracks in the Santo Domingo Urbanization works properly, for one hundred and thirty-nine people representing 56% if the air monitoring equipment in the construction of tracks in the Santo Domingo Urbanization works properly Sunday. Finally, after evaluating the AQI in the Santo Domingo Urbanization, it has been verified that the values vary from 130 to 139 for PM 2.5, as shown in table 15, these values are unhealthy for sensitive people, that is, it is unhealthy for children, older adults or people with chronic diseases, but not for the entire population.

Keywords: Permissible values of air, presence of particles and natural sciences.

INTRODUCCIÓN

En el contexto ambiental, la contaminación atmosférica se define como la acumulación de contaminantes ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso, que en altas concentraciones afectan a la atmósfera, de la misma manera es el principal riesgo ambiental para la salud, y de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (2016), el contaminante más relevante es el material particulado que presenta un diámetro de 10 micras y estas penetran en los pulmones[1]

Hoy en día, la calidad del aire es uno de los temas de investigación más discutidos a nivel mundial; el material particulado (PM) y los compuestos orgánicos volátiles (COV) generados en la atmósfera por el tráfico rodado y las actividades socio industriales se sitúan entre los principales contaminantes (Zhang, et al., 2021).

Por otro lado, según la Environmental Protection Agency (2006), menciona que el polvo originado producto del trabajo realizado en el suelo durante el procedimiento de pavimentación a través de una serie de maquinarias para las obras constructivas, causa el origen de las distribuciones en el aire de PM10 y PM2.5., de manera global se puede señalar que las diminutas partículas producto del procedimiento constructivo van deteriorando y contaminando el aire en perjuicio de la comunidad adyacente.

La investigación se llevó a cabo para dar respuesta a las interrogantes de estudios y lograr los objetivos apoyados del soporte teórico científico de la bibliografía acerca de las variables producto de la indagación, así como el beneficio social que traerá a la población de la Urbanización Santo Domingo y los resultados servirán de apoyo científico para futuras investigaciones.

La investigación se estructuró en capítulos:

La investigación se ha desarrollado por capítulos:

Capítulo I, desarrolla el planteamiento del problema, que ha permitido formular el problema de investigación, asimismo, se indica los antecedentes internacionales, nacionales y locales, la justificación e importancia del estudio, el análisis del marco teórico, conceptual y legal.

Capítulo II, se empleó una investigación aplicada, de enfoque mixto, nivel descriptivo – correlacional, con un diseño no experimental. La población y muestra estuvo conformado por doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo de Ica.

Capítulo III: Esta referido a la descripción y el diagnóstico relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización.

Capitulo IV: Se analizan los resultados de la encuesta, además se presenta la discusión de resultados que se han contrastado con investigaciones similares.

Capitulo V: Señala las conclusiones del estudio.

Capítulo VI: Se formulan las recomendaciones.

Capitulo VII: Se detalla las referencias bibliográficas consultadas.

1.1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

El rápido crecimiento de las ciudades, el aumento de la quema de biomasa, el incremento del parque automotor y el crecimiento de las actividades industriales y comerciales, generan la degradación de la calidad del aire ambiental[2]. La información brindada por la OMS evidencia que existe aproximadamente 100 mil pobladores que se encuentran en América Latina y el Caribe que son vulnerables a altos niveles de sustancias extrañas en el aire, los mismos que sobrepasan sus límites permisibles.

Existe una fuerte correlación entre la presencia de los contaminantes del aire con la salud de las personas, más aún de los contaminantes PM10 y PM2,5. Entre los contaminantes del aire urbano, el material particulado es considerado uno de los más críticos, por sus posibles efectos sobre la salud de las personas. La mayor peligrosidad está relacionada con su capacidad de penetrar en los pulmones, alojándose allí y dañando los tejidos involucrados en el intercambio de gases[2]

Con el rápido desarrollo económico e industrial, la contaminación del aire se ha convertido en un grave problema ambiental a nivel mundial, principalmente en las zonas urbanas (Yang, et al., 2020). De ese modo, la contaminación del aire causa enfermedades respiratorias críticas a los seres humanos; la inhalación de partículas suspendidas en el aire puede causar varias enfermedades respiratorias a largo plazo y muertes prematuras (Apté, et al. 2018).

Entre los contaminantes atmosféricos urbanos, el elemento particulado suspendido, es uno de los que más contaminan la atmósfera y de lo más importantes y con mayor estudio en el planeta, definido como una colección de partículas en sólido y / o líquido (excepto agua pura) que están en la suspensión dentro de la atmósfera, y caracterizado por una amplia gama de propiedades morfológicas, físicas, químicas y termodinámicas[3]

Autores como Kupiainen (2016) manifiestan que la mayoría de las PM (material particulado) relacionadas con el tráfico de vehículos de carretera tienen dos fuentes: la natural, como el polvo de la calle, que está altamente mineralizado debido a las partículas del suelo, y las partículas generadas directamente por los gases de escape de los automóviles, como el hollín y otros residuos de la combustión (Pang, et al., 2023).

En lo que se refiere al contexto local, en la Urbanización Santo Domingo actualmente se vienen llevando a cabo trabajos de reconstrucción de pistas lo que ha generado malestar

en los habitantes por el constante polvo que este genera y que va en perjuicio de su salud física, sino que también trae consecuencias negativas al problema.

1.1.1. Formulación del Problema

1.1.1.1. Problema general

¿Cuál es el nivel de calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022?

1.1.1.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es el nivel de calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM10 en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022?

PE2: ¿Cuál es el nivel de calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022?

PE3: ¿Cuál es el nivel de los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA?

PE4: ¿Cuál es el nivel de los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA?

1.2. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Antecedentes internacionales

Gonzales Velandia, en su estudio:

Determinó la calidad del aire en la Universidad Libre Sede Bosque Popular, estableció, mediante procedimientos de muestreo manuales activos descritos en el protocolo de operación de sistemas de vigilancia de calidad del aire (2010), la conformidad y cumplimiento de los límites máximos diario. Encontró concentraciones promedio a condiciones estándar para; material particulado dado

como PM10 de 45.0 µg/m³, SO₂ de 25.5 µg/m³, NO₂ de 15.1 µg/m³, y O₃ de 39.2 µg/m³. Además, mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas se encontraron resultados negativos frente a la presencia de compuestos orgánicos volátiles en el material particulado PM10[4]

Tarazona Rincón, en su estudio:

Evalúo la calidad del aire a partir de la cuantificación de material particulado (PM10) en la estación de Mochuelo Alto Bogotá Rural durante el año 2017. De esta forma fue posible realizar una comparación (anual y 24 h) frente a la normativa colombiana e internacional y finalmente analizar los posibles efectos en la salud a causa de los niveles de contaminación encontrados. Los resultados obtenidos para los límites anuales establecidos por la normativa colombiana arrojaron que un 89% de los mismos si la cumplen, mientras que el 85% exceden lo estipulado por la OMS. Por lo anterior, fue posible enmarcar las concentraciones de dicho contaminante en las categorías buena y moderada para el año estudiado de acuerdo al informe de calidad del aire para los años 2011-2015 elaborado por el IDEAM. La categoría moderada implica posibles síntomas respiratorios en personas inusualmente sensibles, posible agravamiento de enfermedades en el corazón o los pulmones en personas con enfermedades cardiopulmonares y en adultos mayores[5]

Aldana Beltran et al, en su estudio:

Evaluaron el estado de la calidad del aire en Bogotá a lo largo del año 2020, los efectos que tiene sobre la población y el medio ambiente, y la mala calidad del mismo, entre otras. Concluyó con este análisis que se presentaron inicialmente disminuciones y posteriormente aumentos del contaminante PM10 durante los trimestres estudiados en las estaciones de medición analizadas, posiblemente relacionado con una disminución drástica de la acción ciudadana causada por la cuarentena. A causa de ello, se evidencia que quienes pertenecen a la población de adultos mayores debe ser más precavidos respecto al deterioro de la calidad del aire, esto debido a las complicaciones de salud que pueden presentar por la mala calidad del aire en la ciudad de Bogotá ocasionada por las industrias, actividad humana y quema de combustibles fósiles[6]

1.2.2. Antecedentes nacionales

Alvarado Arévalo, señaló:

Desarrolló el monitoreo en el área de secado de cada empresa, siguiendo como base el Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los datos de la Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA. Este trabajo se realizó en el mes de abril y julio del presente año. Como resultados se obtuvo que en el área de secado

de la piladora Rey León SAC los parámetros evaluados están por encima de los límites del estándar de calidad ambiental para aire, mientras que en Santa Clara los valores obtenidos se encuentran por debajo de la norma. Asimismo, se llegó a la conclusión que la evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado muestra que se superaron los niveles establecidos en la normatividad para la calidad en la Piladora Rey León S.A.C, sin embargo, en la piladora Santa Clara no se superaron los niveles establecidos para la calidad del aire[7]

Barrientos y Espinoza, indicaron:

Eligió 5 puntos de monitoreo mediante un muestreo no probabilístico y se tuvo en cuenta el protocolo de monitoreo de aire y la recolección de datos se realizó mediante el equipo Hi- Vol de alto volumen a un flujo de 1.13 m³/s y fichas de recolección de datos, hizo uso de la balanza analítica para la medición de los filtros de PM₁₀ y PM_{2.5}, para obtener las concentraciones del material particulado suspendido en la construcción de pistas y veredas del Jirón Odonovan, para la determinación del AQI se hizo uso del aplicativo AQI-aire y para la obtención del AQI global se hizo uso de las fórmulas establecidas en el índice de calidad de aire[1]. **Conclusión:** La calidad del aire en la construcción de pistas y veredas del Jirón Odonovan, por la emisión de material particulado de PM₁₀ y PM_{2.5} no es buena; ya que posee una escala moderada, no salubre e insalubre, lo cual indica que el aire que se respira Jirón Odonovan, es tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que habitan en dicho Jiron podría ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire[1]

Carbajal Sedano, indica:

Determino 7 puntos de monitoreo mediante un muestreo no probabilístico y teniendo en cuenta el protocolo de monitoreo de aire y la recolección de datos se realizó mediante el equipo Hi-vol de alto volumen a un flujo de 1.13 m³/s y fichas de recolección de datos, empleo la balanza analítica para la medición de los filtros de PM₁₀ y PM_{2.5} para obtener las concentraciones del material particulado suspendido en la comunidad de Sacsamarca. Para la determinación del AQI uso el aplicativo AQI-aire y para la obtención del AQI global y uso de fórmulas establecidas en el índice de calidad de aire. Los resultados de PM₁₀ fueron AQI global de 158.3, 173.6, 173.6 y 188.4 con concentraciones de PM₁₀ que oscilan entre 29.2 a 163.7 µg/m³ y PM_{2.5} oscilan entre 11.7 a 93.5 µg/m³. Se concluye que la calidad del aire en la comunidad Sacsamarca, por la emisión de material particulado de PM₁₀ y PM_{2.5} no es buena; ya que posee una escala moderada, no salubre e insalubre, lo cual indica que el aire que respira la comunidad de Sacsamarca es tolerable, pero a pesar de ello, las personas que habitan en dicha comunidad podrían ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire[8]

1.2.3. Antecedentes locales

Se ha revisado la bibliografía y no se han encontrado referencias de investigaciones relacionadas.

1.2.4. Justificación e importancia de la investigación

1.2.4.1. Justificación

El estudio se justifica por diversas razones, relacionadas con la protección de la salud, el ambiente, y el cumplimiento normativo. Estas razones pueden incluir:

Impacto en la salud pública:

Las partículas en suspensión (PM10 y PM2.5) generadas durante la construcción de pistas pueden tener efectos adversos graves en la salud de trabajadores y residentes cercanos. Estas partículas son capaces de penetrar las vías respiratorias, causando enfermedades respiratorias, cardiovasculares e incluso cáncer. Monitorear y controlar estas partículas ayuda a mitigar riesgos y mejorar la calidad de vida de las personas expuestas.

Cumplimiento de estándares ambientales:

En muchos países, existen normativas legales que establecen límites permisibles de partículas en el aire (como los establecidos por la OMS o normas locales). El estudio justifica la necesidad de evaluar el cumplimiento de estas regulaciones y de implementar medidas correctivas en caso de excedencias.

Impacto ambiental:

La construcción genera polvo y partículas que no solo afectan a las personas, sino también a los ecosistemas circundantes, contaminando el suelo, cuerpos de agua, y afectando la flora y fauna. Identificar valores permisibles contribuye a reducir el impacto ambiental durante las actividades de construcción.

Mejora en la gestión y planificación de proyectos:

Evaluar las partículas en suspensión permite diseñar mejores estrategias de mitigación, como el uso de aspersores de agua, barreras físicas o maquinaria con tecnologías más limpias.

Esto también ayuda a prevenir sanciones legales y conflictos con las comunidades cercanas.

Contribución al conocimiento técnico:

Si no hay estudios previos en este contexto específico, la investigación aporta información relevante sobre la relación entre la construcción de pistas y la calidad del aire, abriendo camino para futuras investigaciones y guías técnicas.

En resumen, este tipo de estudio es esencial para garantizar un equilibrio entre el progreso en infraestructura y la preservación de la salud y el medio ambiente, respetando los marcos normativos establecidos.

1.2.4.2. Importancia

El estudio es importante debido a las siguientes razones:

Protección de la salud pública

Las partículas en suspensión, especialmente las PM10 y PM2.5, pueden ser inhaladas profundamente en los pulmones, afectando la salud de los trabajadores de construcción y las comunidades cercanas. Estas partículas están asociadas con enfermedades respiratorias y cardiovasculares, y su estudio ayuda a identificar y mitigar riesgos para la población.

Cumplimiento de normativas ambientales

Muchos países establecen límites máximos permisibles de partículas en el aire para proteger la salud y el ambiente. Estudiar estos valores asegura que los proyectos de construcción cumplan con las regulaciones, evitando multas, sanciones y conflictos con las comunidades.

Prevención de impactos ambientales

Las actividades de construcción generan emisiones significativas de partículas en suspensión, lo que puede afectar la calidad del aire, el suelo y los ecosistemas circundantes. El monitoreo y control de estos valores ayuda a minimizar impactos negativos.

Planificación y gestión sostenible

Conocer los niveles de partículas generadas durante la construcción permite implementar estrategias para reducir emisiones, como la instalación de sistemas de control de polvo, uso de maquinaria moderna y técnicas menos contaminantes. Esto mejora la sostenibilidad de los proyectos.

Promoción de buenas prácticas en construcción

El estudio fomenta la adopción de medidas preventivas y correctivas, como aspersores de agua o barreras físicas, que no solo benefician el

ambiente, sino que también mejoran las condiciones laborales de los trabajadores.

Generación de datos científicos y técnicos

En muchos contextos, no existe suficiente información sobre cómo la construcción de infraestructura, como pistas, afecta la calidad del aire. Este tipo de estudios aporta datos valiosos que pueden ser utilizados en futuras investigaciones y en el desarrollo de políticas públicas.

Impacto social y económico

Un aire más limpio reduce costos asociados a la atención de enfermedades relacionadas con la contaminación y mejora la calidad de vida de las comunidades cercanas a los proyectos de construcción.

En resumen, el estudio de los valores permisibles del aire en estas circunstancias no solo ayuda a prevenir riesgos para la salud y el ambiente, sino que también garantiza que las actividades de construcción sean más responsables y sostenibles.

1.2.5. Marco teórico

1.2.5.1. Aire

El aire es una mezcla de elementos constitutivos de nitrógeno, oxígeno, vapor de agua; el 78 % del aire es nitrógeno y 21% oxígeno; el uno por ciento (1%) restante incluye pequeñas cantidades de sustancias, como el dióxido de carbono, metano, hidrógeno, argón, helio, y gases inertes; existen cientos de contaminantes en el aire que se presentan en forma de partículas, gases y vapores; el aire es indispensable para la vida de los seres vivos, el hombre inhala 14.000 litros de aire por día[9]

La Organización Mundial de la Salud [OMS] define al aire puro como la mezcla de gases, vapor de agua y partículas sólidas y líquidas cuyo tamaño varía desde 14 nanómetros hasta 0,5 milímetros, los cuales en su conjunto envuelven el globo terrestre[9]

Tabla 1

Componentes que forman la atmósfera

COMPONENTE	FORMULA	PRESENCIA EN LA ATMÓSFERA. (% VOL.)
Nitrógeno	N ₂	78.084
Oxígeno	O ₂	20.948
Argón	Ar	0.934
Vapor de agua	H ₂ O	Variable (% ó ppm)
Dióxido de carbono	CO ₂	352 ppm
Neón	Ne	18ppm
Helio	He	3ppm
Kriptón	Kr	1ppm
Xenón	Xe	0,08ppm
Metano	CH ₄	2ppm
Hidrógeno	H ₂	0.5ppm
Óxido nitroso	N ₂ O	0.3ppm
Monóxido de carbono	CO	0.05 – 0.2 ppm
Ozono	O ₃	0.002 – 10ppm
Amoniaco	NH ₃	4ppb
Dióxido de nitrógeno	NO ₂	1ppb
Dióxido de azufre	SO ₂	1ppb
Sulfuro de hidrógeno	H ₂ S	0.05 ppb

Fuente: Construcción y validación de dispositivos para el monitoreo pasivo de Dióxido de Nitrógeno (NO₂) y Dióxido de Azufre (SO₂) en la Ciudad de Arequipa – Perú 2012.

1.2.5.2. Calidad del aire

La calidad de aire es una variante indispensable ya que cada individuo respira un promedio de 3000 galones de aire por día, por ello los componentes el aire deben estar en equilibrio en la atmósfera conforme a los porcentajes establecidos, pero si al aire se agrega alguna sustancia o aumenta el porcentaje de algunos de sus compuestos, este tiende a contaminar lo cual genera un peligro para el ambiente y la salud de las personas[1]

Fuentes de contaminación del aire

Existen diferentes fuentes de la contaminación del aire los cuales se pueden dividir en dos: antropogénicas y naturales, en donde la contaminación natural se da por las erupciones volcánicas, incendios forestales; la contaminación antropogénica se da por medio de la actividad humana y su intervención en los diversos procesos tales como combustión, incineraciones de residuos, humos de industrias ente otros factores [8]

1.2.5.3. Factores que afectan la calidad del aire

Los factores que afectan la calidad del aire incluyen una variedad de fuentes de emisión y condiciones ambientales. Entre los más relevantes se encuentran:

- **Emisiones vehiculares:** El tráfico es una fuente importante de contaminantes como el dióxido de nitrógeno (NO₂) y material particulado (PM), que provienen de los motores de combustión de automóviles y camiones.
- **Industrias y fábricas:** Las actividades industriales liberan grandes cantidades de gases contaminantes como óxidos de azufre (SO₂), dióxido de carbono (CO₂) y PM. Procesos de producción como la quema de combustibles fósiles, la fundición de metales y la fabricación de cemento son particularmente contaminantes.
- **Quema de residuos y biomasa:** La quema de basura, madera y otros residuos produce partículas finas y gases tóxicos que afectan la calidad del aire, especialmente en zonas rurales y periurbanas.
- **Uso de combustibles domésticos:** El uso de carbón, leña o queroseno para cocinar y calefaccionar, particularmente en áreas menos desarrolladas, libera grandes cantidades de contaminantes al aire interior y exterior.
- **Condiciones meteorológicas:** Factores como la temperatura, la humedad y el viento influyen en la dispersión o acumulación de contaminantes. La falta de viento y la inversión térmica (cuando el aire caliente atrapa el aire frío debajo) pueden hacer que los contaminantes se queden en niveles bajos y concentrados en zonas urbanas.
- **Polvo y erosión:** En áreas secas, el polvo levantado por el viento o la actividad humana, como la agricultura y la construcción, puede aumentar significativamente los niveles de PM en el aire.
- **Deforestación y cambios en el uso del suelo:** La pérdida de vegetación reduce la capacidad de las plantas para filtrar el aire y controlar la erosión, lo que contribuye a niveles más altos de contaminación.
- **Aerosoles y productos químicos:** El uso de aerosoles, solventes y productos de limpieza emite compuestos orgánicos volátiles (COV),

que contribuyen a la formación de ozono a nivel del suelo y otros contaminantes secundarios.

1.2.5.4. Material particulado

El material particulado (PM por su sigla en inglés) es un contaminante criterio, es una mezcla compleja de partículas extremadamente pequeñas, en estado sólidas o líquidas que contribuyen a la contaminación y afectación de la calidad de aire[5]

García (2008), define al material particulado como una mezcla de partículas muy finas o demasiado pequeñas que están suspendidas en el aire, poseen la capacidad de penetrar por las vías respiratorias por lo que se consideran elementos peligrosos para la salud de las personas; la contaminación por material particulado se compone por elementos como sulfatos, nitratos, metales pesados, hidrocarburos poliaromáticos y carbono orgánico[1]

Relación entre el PM_{2,5} y el PM₁₀

La relación entre el PM_{2,5} y el PM₁₀ expresa la cantidad de material fino, casi todo de origen antrópico, y el total de partículas menores a diez micrómetros presentes en el aire ambiental. Esta relación permite estimar la concentración de un parámetro conociendo el otro. Si se conoce esta relación en una ciudad, se cuenta con parte de la información necesaria para tomar acciones más eficaces de control sobre las fuentes[2]

Tabla 2

Estándares de Calidad Ambiental de Aire para PM₁₀ y PM_{2,5}

PARÁMETRO	PERIODO	VALOR [µg/m ³]	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	MÉTODO DE ANÁLISIS ^[1]
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	

NE: No Exceder. ^[1] o método equivalente aprobado.

FUENTE: Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM.

Tabla 3

Guía de Calidad de Aire de la OMS para PM₁₀ y PM_{2.5}

PARÁMETRO	PERIODO	VALOR [µg/m ³]
PM ₁₀	media anual	20
	media de 24 horas	50
PM _{2,5}	media anual	10
	media de 24 horas	25

FUENTE: WHO, 2006.

Tabla 4

Niveles de Estados de Alerta nacional para PM₁₀

TIPO DE ALERTA	MATERIAL PARTICULADO PM ₁₀	
CUIDADO	>250	Promedio de 24 horas
PELIGRO	>350	Promedio de 24 horas
EMERGENCIA	>420	Promedio de 24 horas

Todos los valores son concentraciones en microgramos por metro cúbico, NE significa no exceder.

FUENTE: Decreto Supremo N° 009-2003-SA; Decreto Supremo N° 012-2005-SA.

1.2.5.5. Índice de Calidad del Aire – INCA

A partir de la promulgación de la Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM, se establece el Índice de Calidad del Aire – INCA, que tiene como fin dar a conocer a la población el estado actual de la calidad del aire, presentando la información de forma clara y amigable, a ello se suma la constitución del Sistema de Información de Calidad del Aire – INFO AIRE PERÚ, que forma parte del SINIA, con el objetivo de fomentar el interés por la preservación de un aire limpio, y sensibilizar a los tomadores de decisiones la implementación de las acciones pertinentes que conlleven a la mejora en sus respectivas ciudades[2]

Tabla 5

Valores del Índice de Calidad del Aire

CALIFICACIÓN	VALORES DEL INCA	COLORES
Buena	0-50	Verde
Moderada	51-100	Amarillo
Mala	101-VUEC*	Anaranjado
VUEC*	>VUEC*	Rojo

*VUEC: Valor umbral del estado de cuidado

FUENTE: Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM.

Tabla 6

Niveles - INCA para Material Particulado (PM_{10})

Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ecuación Simplificada
0 - 50	0 - 75	$I[PM_{10}] = \frac{C[PM_{10}] * 100}{150}$
51 - 100	76 - 150	
101 - 167	151 - 250	
>167	> 250	

Fuente: RM-N°-112-2015-MINAM

Tabla 7

Niveles de INCA para Material Particulado ($PM_{2,5}$)

Intervalo del INCA	Intervalo de concentraciones ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ecuación Simplificada
0 - 50	0 - 12,5	$I[PM_{2,5}] = \frac{C[PM_{2,5}] * 100}{25}$
51 - 100	12,6 - 25	
101 - 500	25,1 - 125	
>500	>125	

Fuente: RM-N°-112-2015-MINAM

1.2.5.6. Estándar de Calidad Ambiental (ECA)

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente. Según el parámetro en particular a que se refiera, la concentración o grado podrá ser expresada en máximos, mínimos o rangos[9]

Los estándares primarios de calidad del aire consideran los niveles de concentración máxima de los siguientes contaminantes del aire:

- a) Dióxido de Azufre (SO₂).
- b) Material Particulado con diámetro menor o igual a 10 micrómetros (PM-10).
- c) Monóxido de Carbono (CO).
- d) Dióxido de Nitrógeno (NO₂).
- e) Ozono (O₃).
- f) Plomo (Pb).
- g) Sulfuro de Hidrógeno (H₂S).

Tabla 8

Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire

CONTAMINANTES	PERIODO	FORMA DEL ESTÁNDAR		MÉTODO DE ANÁLISIS
		VALOR ($\mu\text{g} / \text{m}^3$)	FORMATO	
Dióxido de azufre	Anual	80	Media aritmética anual	Fluorescencia UV (mét. automático)
	24 horas	365	NE más de 1 vez al año	
PM-10	Anual	50	Media aritmética anual	Separación inercial/ filtración (gravimetría)
	24 horas	150	NE más de 3 veces/ año	
Monóxido de carbono	8 horas	10000	Promedio móvil	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (mét. automático)
	1 hora	30000	NE más de 1 vez/año	
Dióxido de nitrógeno	Anual	100	Promedio aritmético anual	Quimioluminiscencia (mét. automático)
	1 hora	200	NE más de 24 veces/ año	
Ozono	8 horas	120	NE más de 24 veces/año	Fotometría UV (mét. automático)
Plomo	Anual			Método para PM-10 (espectrofotometría de absorción atómica)
	Mensual	1.5	NE más de 4 veces/ año	
Sulfuro de hidrógeno	24 horas			Fluorescencia (mét. automático)

Fuente: D. S. N° 003-2008-MINAM “ECA”.

1.2.5. Marco conceptual

Atmósfera terrestre

“La atmósfera terrestre es la capa gaseosa que rodea el planeta, contiene las sustancias necesarias para la vida y el desarrollo del medio ambiente[4]”

Contaminación del aire:

“Sustancia o elemento que en determinados niveles de concentración en el aire genera un riesgo a la salud y el bienestar humano”[10]

Contaminación atmosférica:

“Se entiende que la contaminación del aire se refiere a sustancias presentes en la atmósfera que es un riesgo para la salud humana y otra salud biológica[3]”

Dispersión de los Contaminantes:

“Proceso de propagación de contaminantes desde la fuente a áreas remotas[3]”

Estación meteorológica:

“Es una instalación destinada a medir y registrar regularmente diversas variables meteorológicas”[10]

Estándares de Calidad Ambiental (ECA):

“Aquellos que consideran los niveles de concentración máxima de contaminantes del aire que en su condición de cuerpo receptor es recomendable no exceder para evitar riesgos a la salud humana”[10]

Fuentes fijas

“Es cualquier instalación establecida en un sitio, cuyo propósito es ejercer actividades y procesos de industria, comercial, y de servicio o actividad que puedan producir atmósferas contaminadas, estas pueden ser puntuales o de área[3]

Monitoreo ambiental:

“Comprende la recolección, el análisis, y la evaluación sistemática y comparable de muestras ambientales en un determinado espacio y tiempo, presencia y concentración de contaminantes en el ambiente[10]

PM 2.5

Partículas inhalables finas que tienen diámetros de, por 2,5 micrómetros y menores lo general[8]

PM10

Partículas inhalables 10 micrómetros y menores[8]

1.2.6. Marco legal

La Constitución Política del Perú (1993), es la normal legal de mayor jerarquía en el país. En se resalta que es deber primordial del estado garantizar el derecho de toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado a desarrollo de su vida[10]

[9]“Ley Orgánica de Municipalidades: Ley N° 27972”

“Artículo N° 80: Fiscalizar y realizar labores de control respecto de la emisión de humos, gases, ruidos y demás elementos contaminantes de la atmósfera y el ambiente”[9]

[9]”**D.S. 047-2001-MTC y su Modificatoria D.S. N° 009-2012-MINAM** Establecen LMP de Emisiones Contaminantes para vehículos automotores que circulan en la red Vial”

[9] **D.S. N° 003 – 2008 MINAM ECA del Aire”.**

[9]”**Resolución Directoral N° 1404-2005-DIGESA/SA:** Aprobación de Protocolo de Monitoreo de la Calidad del Aire y Gestión de los Datos”

D.S. N° 0129-2009-MINAM, indica como lineamientos de política, establecer medidas para prevenir y mitigar los efectos de los contaminantes del aire sobre la salud de la población.

“Decreto Supremo N° 003-2017-MINAM, aprueban Estándares de Calidad Ambiental para Aire y establecen Disposiciones Complementarias[10]

II. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1. TIPO, NIVEL Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- **Tipo**

Fue una investigación aplicada porque se partió del análisis de la revisión bibliográfica para posteriormente describir y explicar el fenómeno observado en el ámbito de la investigación, de tal manera que se aplica la teoría que existe en los libros en una realidad concreta (Balestri, 2006).

- **Nivel de investigación**

Descriptivo – correlacional: porque el investigador detalló minuciosamente y buscó la correspondencia entre las características del estudio.

- **Diseño de investigación**

El diseño de investigación fue no experimental, por lo que Hernández y Mendoza (2018) manifiestan que, “Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables; es decir, se trata de estudios en los que no haces variar en forma intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables" (p. 174).

2.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

2.2.1. Población

Ante las diferentes definiciones, se sostiene lo señalado por Valderrama (2002) quien señala como una serie de elementos con características similares y que fueron tomados en un ámbito y periodo específico. De ese modo, se tomó como población el PM_{2,5} y PM₁₀ en ejecución de pistas de la Urb Sto. Domingo de Ica.

2.2.2. Tamaño de la muestra

La muestra fue considerada por dos ciento cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo de Ica.

Muestreo

La muestra es no probabilística a partir del criterio del investigador, por lo tanto, se empleó como muestra 8 puntos de monitoreo de PM_{2,5} y PM₁₀ en la construcción de pistas.

2.3. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

2.3.1. Variable independiente

VI = Valores permisibles de partículas en suspensión

2.3.2. Variable dependiente

VD = Calidad del aire de la Urbanización Santo Domingo

2.3.3. Operacionalización de variables

Se detalla en la Tabla adjunta

2.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Objetivo general

Determinar el nivel de calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022.

2.4.2. Objetivos específicos

OE1: Determinar el nivel de calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM₁₀ en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022.

OE2: Determinar el nivel de calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022.

Tabla 9

Operacionalización de variables

Variable Independiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores
VI: Valores permisibles de partículas en suspensión	García (2008), define al material particulado como una mezcla de partículas muy finas o demasiado pequeñas que están suspendidas en el aire, poseen la capacidad de penetrar por las vías respiratorias por lo que se consideran elementos peligrosos para la salud de las personas	D_{I,1}: PM 2,5 D_{I,2}: PM10 D_{I,3}: Relación PM2,5 y PM10	“ I_{I,1,1}: ECA para PM2,5 y PM10 I_{I,1,2}: INCA para material particulado PM2,5 y PM10 I_{I,1,3}: Niveles de alerta para PM2,5 y PM10
Variable Dependiente	Conceptualización	Dimensiones	Indicadores
VD: Calidad del aire de la Urbanización Santo Domingo	A partir de la promulgación de la Resolución Ministerial N° 181-2016-MINAM, se establece el Índice de Calidad del Aire – INCA, que tiene como fin dar a conocer a la población el estado actual de la calidad del aire, presentando la información de forma clara y amigable	D_{D,1}: Contaminantes primarios D_{D,2}: Estándares de Calidad D_{D,3}: Puntos de monitoreo	I_{D,1,1}: Número de personas en el área de intervención I_{D,1,2}: Número de personas afectadas I_{D,1,3}: Valores de AQI

OE3: Determinar el nivel de los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA.

OE4: Determinar es el nivel de los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA.

2.5. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN

2.5.1. Hipótesis general

La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, Urbanización. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena.

2.5.2. Hipótesis específicas

HE1: La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM10 en la construcción de pistas, Urbanización. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena.

HE2: La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena.

HE3: Los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA.

HE4: Los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, Urbanización Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA.

2.6. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

2.6.1. Técnicas

El investigador propone una serie análisis “La observación directa, la encuesta (entrevista o cuestionario), el análisis de contenido, etc., y los instrumentos son los insumos materiales que se pretenden emplear para recolectar la información” (Ñaupas, et al. 2018).

Se realizó a través de técnicas en la cual el investigador diseñará un plan de monitores que contenga información bibliográfica apoyados con una ficha de recolección de datos basados en un procedimiento de monitoreo en aras de cumplir el protocolo de monitoreo de aire.

2.6.2. Instrumentos

- Ficha bibliográfica
- Check List
- Guía de observación

2.7. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS

Luego de recolectado los datos se elaboró una tabla con la finalidad de procesar los datos y para ello se utilizó el programa SPSS en donde se procesarán los datos para obtener los resultados de los índices de calidad de aire relacionado al material de partículas.

III. RESULTADOS

3.1. AREA DE ESTUDIO

La Urbanización Santo Domingo, ubicada en el Cercado de Ica, Perú, es una zona residencial de la ciudad de Ica, que cuenta con un desarrollo urbanístico típico de áreas urbanas consolidadas. Se caracteriza por una mezcla de viviendas unifamiliares y multifamiliares, con calles asfaltadas y servicios básicos como agua potable, electricidad y alcantarillado.

En términos de infraestructura, Santo Domingo posee zonas comerciales cercanas, como tiendas y mercados, así como instituciones educativas y de salud accesibles para los residentes. La urbanización también se beneficia de su proximidad a importantes avenidas y vías de transporte que facilitan la conectividad con otras áreas de la ciudad.

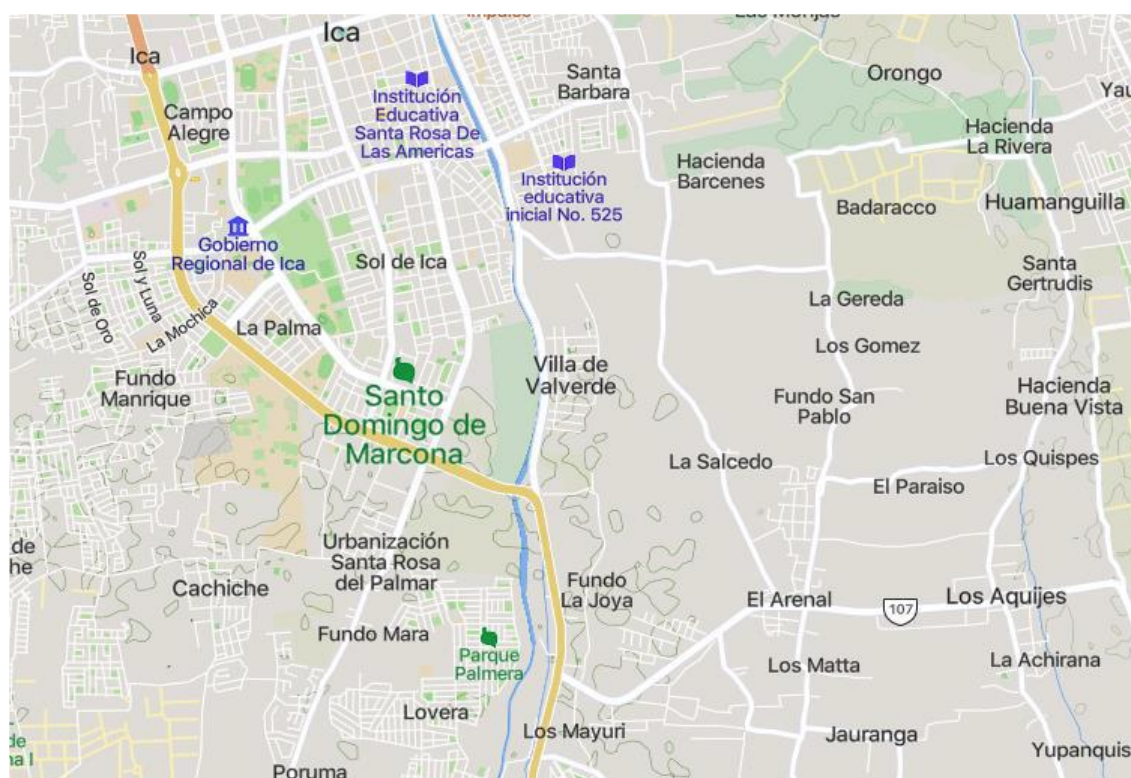


Figura 1: Ubicación de la Urbanización Santo Domingo

3.2. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Tabla 10

Ítem 1: ¿Los equipos de monitoreo del aire en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo trabajan adecuadamente?

	f	%
No	0	0%
A veces	111	44%
Si	139	56%
	250	100%

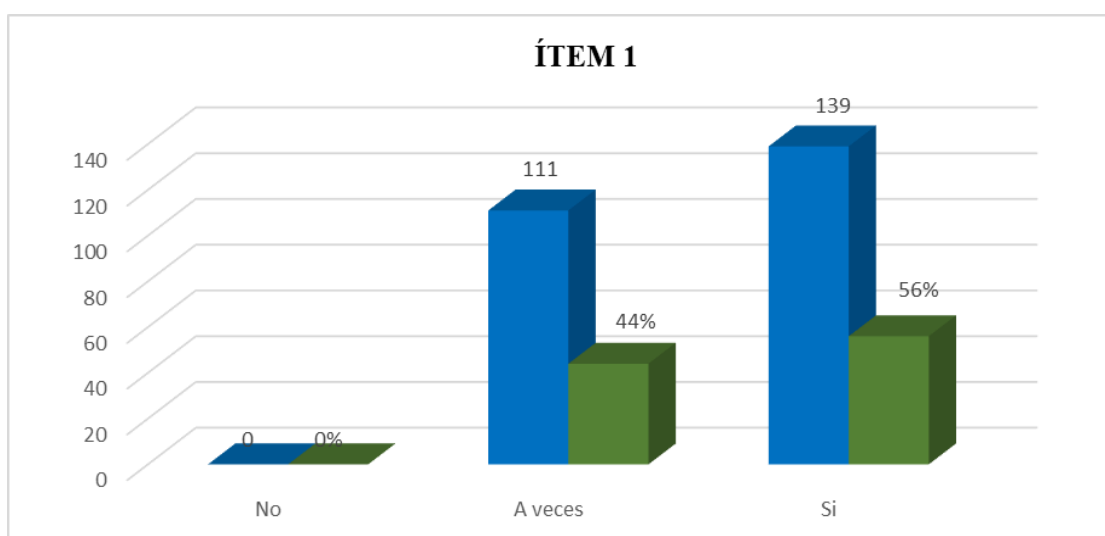


Figura 2: Equipos de monitoreo

Interpretación

De un total de doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo encuestados para conocer su percepción sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, es así que como se observa en la Tabla 10, para ciento once personas que representan el 44% sólo a veces los equipos de monitoreo del aire en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo trabajan adecuadamente, para ciento treinta y nueve personas que representan el 56% si trabajan adecuadamente los equipos de monitoreo del aire en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo.

Tabla 11

Ítem 2: ¿Existe contaminación del aire debido a la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

	f	%
No	0	0%
A veces	92	37%
Si	158	63%
	250	100%

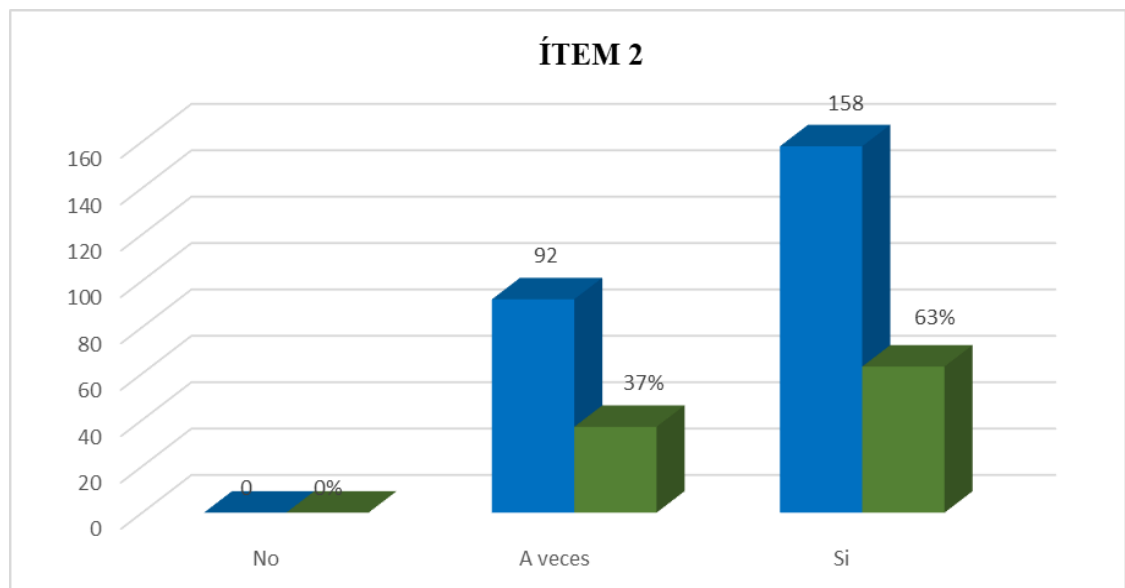


Figura 3: Contaminación del aire

Interpretación:

De un total de doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo encuestados para conocer su percepción sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, como aprecia en la Tabla11, para noventa y dos personas que representan el 37% sólo a veces se contamina el aire en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo y para ciento cincuenta y ocho personas que representan el 63% si se contamina el aire durante la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo.

Tabla 12

Ítem 3: ¿El Centro de Salud más cercano cuenta con los equipos necesarios para determinar de forma inmediata enfermedades producidas por la contaminación del aire?

	f	%
No	0	0%
A veces	110	44%
Si	140	56%
	250	100%

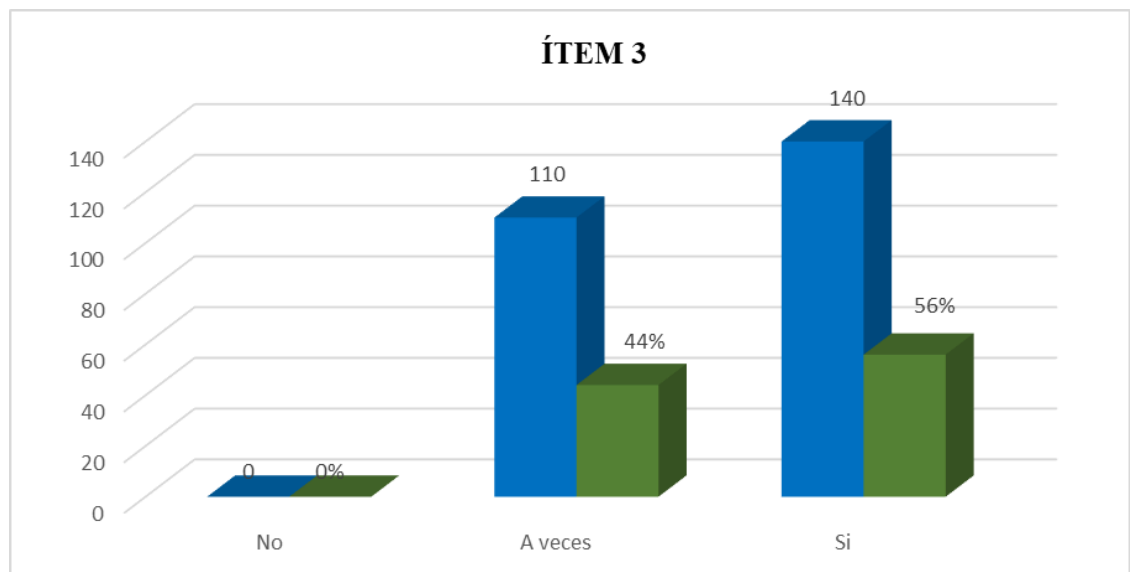


Figura 4: Centro de Salud

Interpretación:

Después de encuestar a doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo para conocer su percepción sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, en la Tabla 12, se muestra que, ciento diez personas que representan el 44% opinan que el Centro de Salud más cercano a veces cuenta con los equipos necesarios para determinar de forma inmediata enfermedades producidas por la contaminación del aire, y para ciento cuarenta personas representando el 56% del total señalaron que sí pudieron atender enfermedades relacionadas a la contaminación del aire.

Tabla 13

Ítem 4: El SENAMHI ha establecido los contaminantes comunes que se presentan en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

	f	%
No	0	0%
A veces	140	56%
Si	110	44%
	250	100%

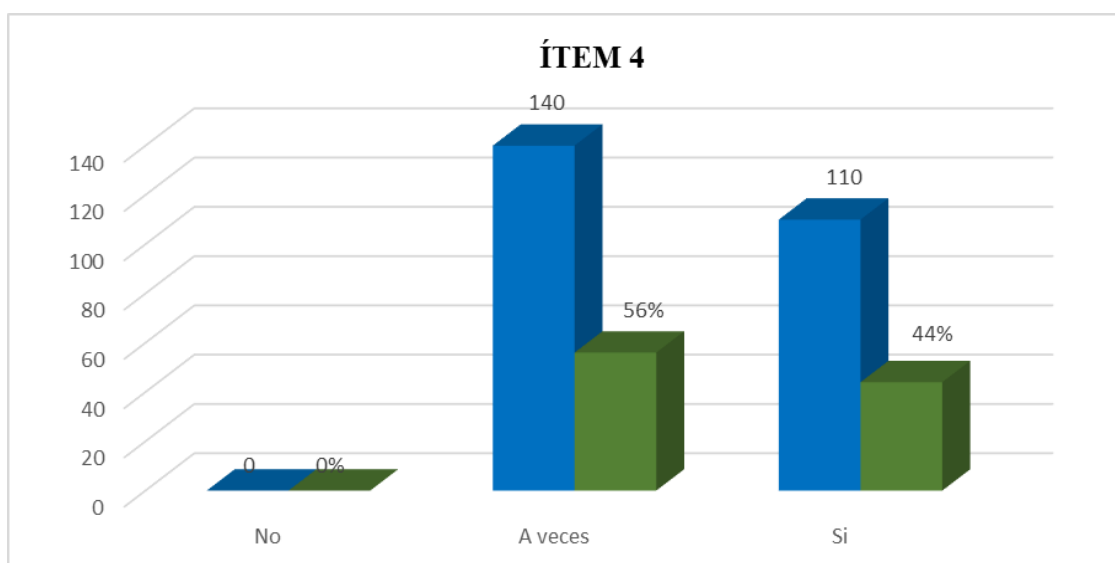


Figura 5: SENAMHI-contaminantes comunes

Interpretación:

De un total de doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo encuestados para conocer su percepción sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, como se aprecia en la Tabla 13, ciento cuarenta moradores representando el 56% de encuestados indicaron que El SENAMHI sólo a veces ha establecido los contaminantes comunes que se presentan en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo, mientras que para ciento diez moradores de la urbanización que representan el 44% El SENAMHI si hace su trabajo adecuadamente.

Tabla 14

Ítem 5: ¿Está de acuerdo con la afirmación de algunos especialistas que señalan que la contaminación por la construcción de pistas es inmediata y no se refleja objetivamente en la medición de la contaminación del aire?

	f	%
No	0	0%
A veces	56	22%
Si	194	78%
	250	100%

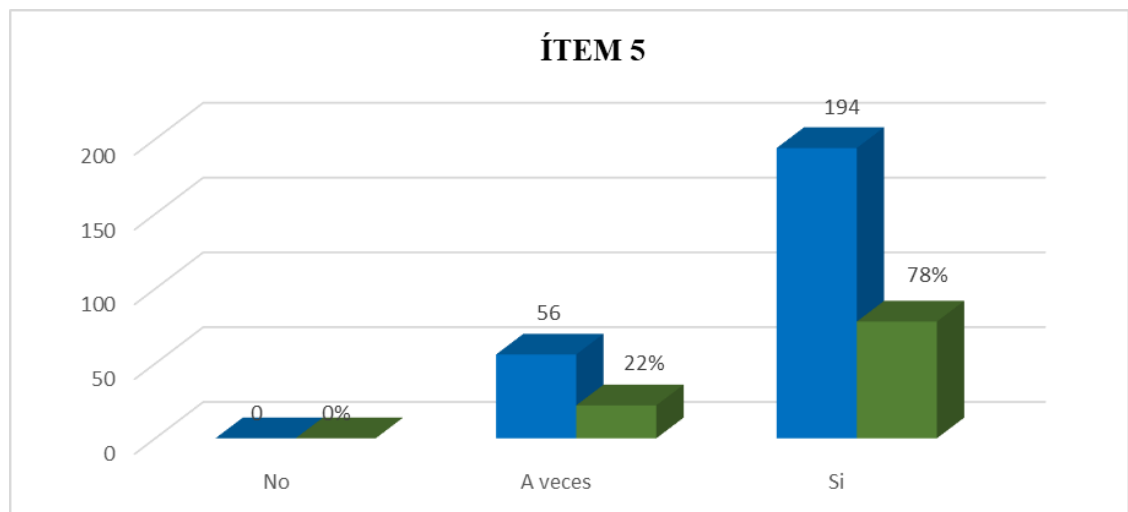


Figura 6: Contaminación por la construcción de pistas

Interpretación:

Después de encuestar a doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo, en la Tabla 14. se evidencia que, para cincuenta y seis moradores los cuales hacen el 22% de encuestados consideraron que a veces la contaminación por la construcción de pistas es inmediata y no se refleja objetivamente en la medición de la contaminación del aire y la gran mayoría está de acuerdo con la afirmación de algunos especialistas que señalan que la contaminación por la construcción de pistas es inmediata y no se refleja objetivamente en la medición de la contaminación del aire, cabe precisar que los moradores que se muestran en concordancia con los especialistas son el 78% (ciento noventa y cuatro personas).

Tabla 15

Ítem 6: ¿Para usted el aire no se encuentra contaminado por CO, SO₂, NO₂ y PM₁₀?

	f	%
No	0	0%
A veces	143	57%
Si	107	43%
	250	100%

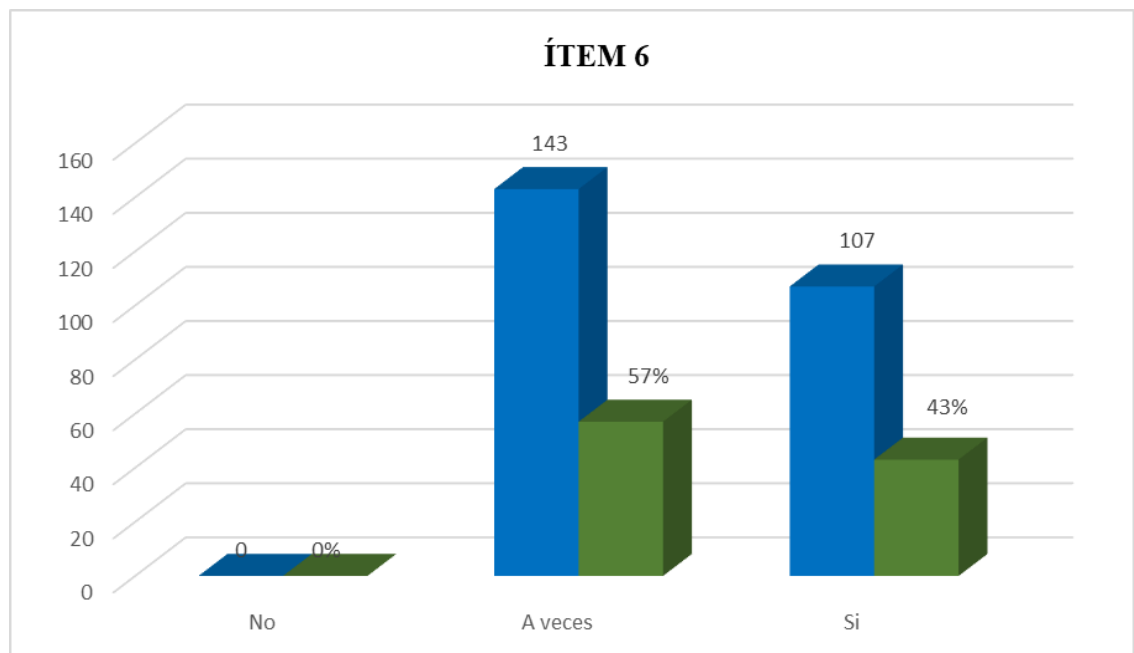


Figura 7: Aire no se encuentra contaminado

Interpretación:

Como aprecia en la Tabla 15, se encuestaron a e doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo para conocer su percepción sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, ciento cuarenta y tres moradores que representan el 57% señalaron que dentro de sus nociones sobre la contaminación ambiental, el aire a veces se encuentra contaminado por CO, SO₂, NO₂ y PM₁₀ y para ciento siete personas que son el 43% de moradores el aire no se encuentra contaminado por CO, SO₂, NO₂ y PM₁₀.

Tabla 16

Ítem 7: ¿Se produce smog en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

	f	%
No	220	88%
A veces	30	12%
Si	0	0%
	250	100%

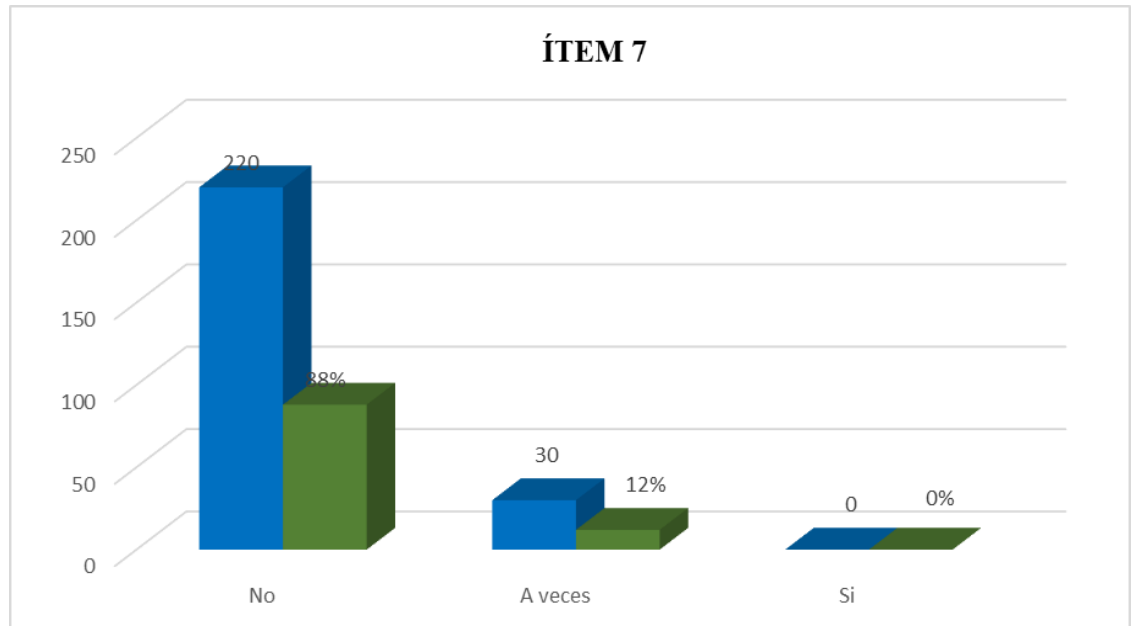


Figura 8: Smog en la construcción de pistas

Interpretación:

Tras encuestar a doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo para resumir sus respuestas tal como se hizo en la Tabla 16, sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, de doscientos cincuenta que son el 100% de la muestra, doscientos veinte personas que conforman el 88% indicaron que no se producen smog en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo y treinta encuestados, es decir, el 12% aseguran que a veces han percibido smog en la construcción de pistas.

Tabla 17

Ítem 8: ¿En su opinión existe contaminación del aire a causa de los residuos sólidos producidos en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

	f	%
No	0	0%
A veces	55	22%
Si	195	78%
	250	100%

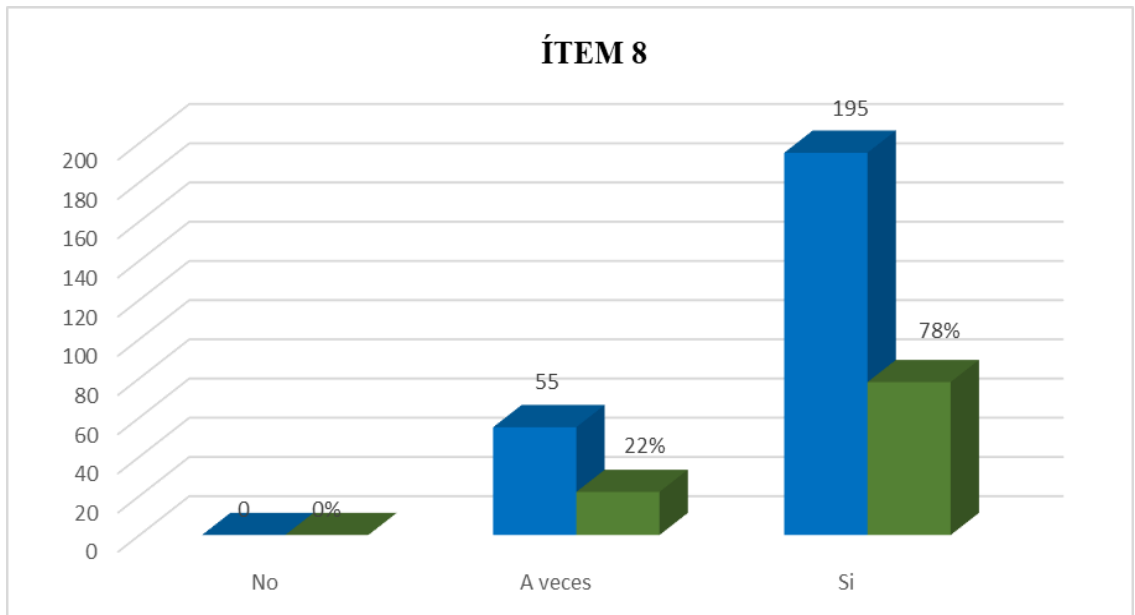


Figura 9: Contaminación del aire por RR.SS.

Interpretación:

Del 100% de encuestados conformados por doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo, como aprecia en la Tabla 17, el 22% (cincuenta y cinco personas) a veces existe contaminación del aire a causa de los residuos sólidos producidos en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo y para el 78% (ciento noventa y cinco personas) opinaron que si existe contaminación del aire a causa de los residuos sólidos producidos en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo.

Tabla 18

Ítem 9: ¿Considera Ud., que la contaminación del aire se relaciona con la salud de los pobladores de la Urbanización Santo Domingo?

	f	%
No	0	0%
A veces	41	16%
Si	209	84%
	250	100%

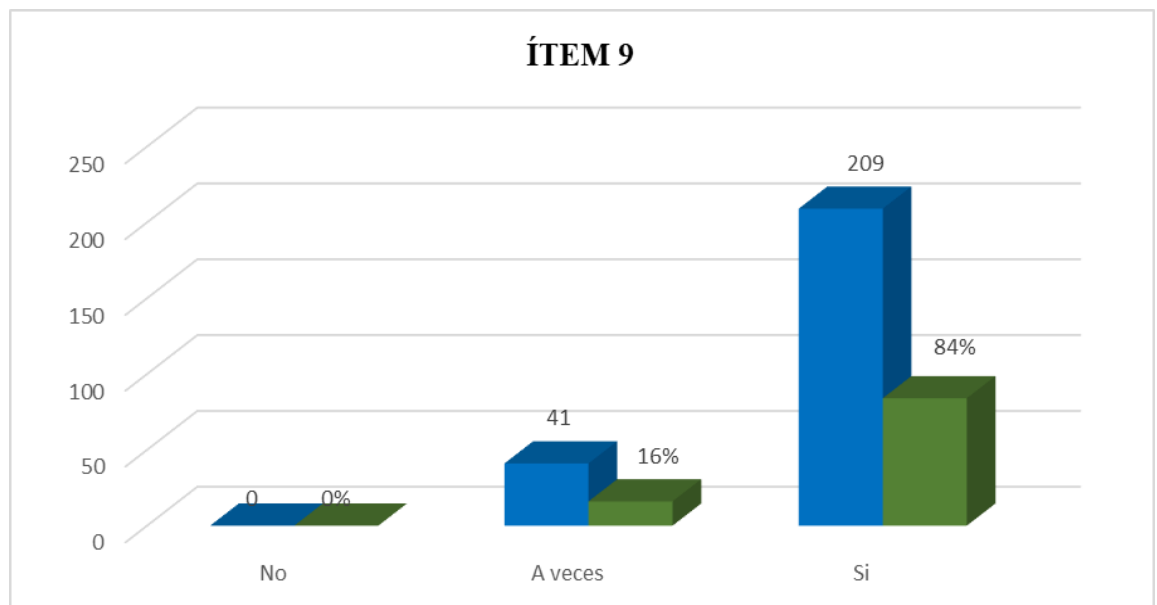


Figura 10: Contaminación del aire-Salud de los pobladores

Interpretación:

Del 100% de encuestados conformados por doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo, tal como se representa en la Tabla 18, cuarenta y una personas que conforman el 16% de encuestados considera que a veces la contaminación del aire se relaciona con la salud de los pobladores de la Urbanización Santo Domingo y doscientos nueve moradores que conforman el 84% confirmó que la contaminación del aire si se relaciona con la salud de los pobladores de la Urbanización Santo Domingo.

Tabla 19

Ítem 10: ¿Ha sentido incomodidad en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

	f	%
No	0	0%
A veces	92	37%
Si	158	63%
	250	100%

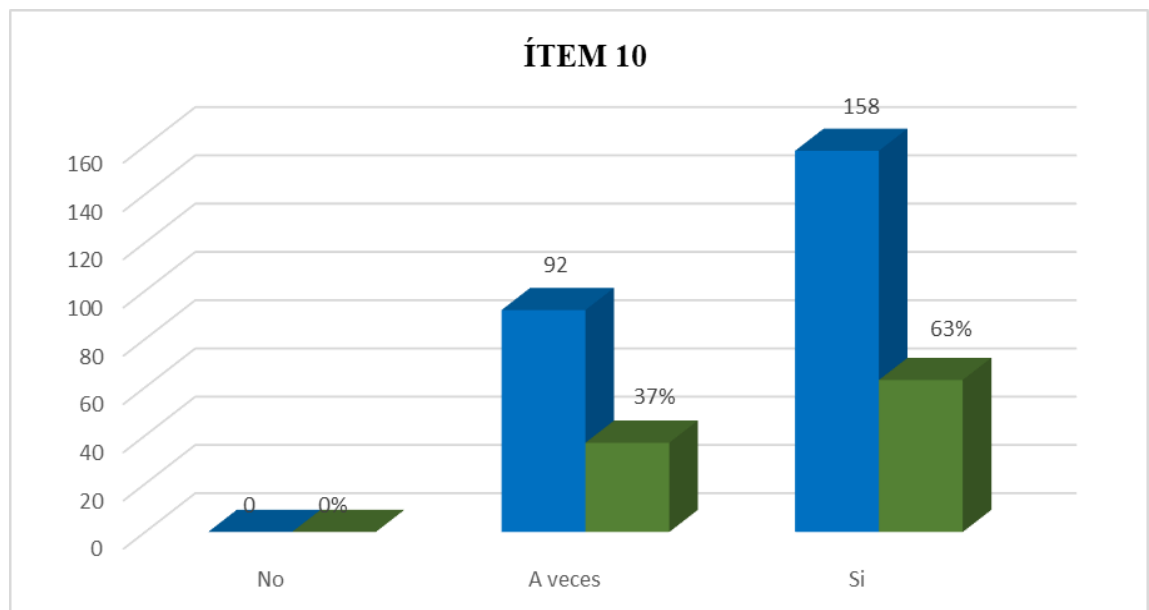


Figura 11: Incomodidad en la construcción de pistas

Interpretación:

De un total de doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo encuestados para conocer su percepción sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, es así que como se observa en la Tabla 19, el 37% (noventa y dos) manifestó que a veces la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo le causa ciertas incomodidades y para el 63% restante (ciento cincuenta y ocho personas) le resulta incómodo la manera que se desarrolló la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo.

Tabla 20

Ítem 11: En su opinión ¿La construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo ha tenido retrasos en su planificación y ejecución?

	f	%
No	2	1%
A veces	112	45%
Si	136	54%
	250	100%

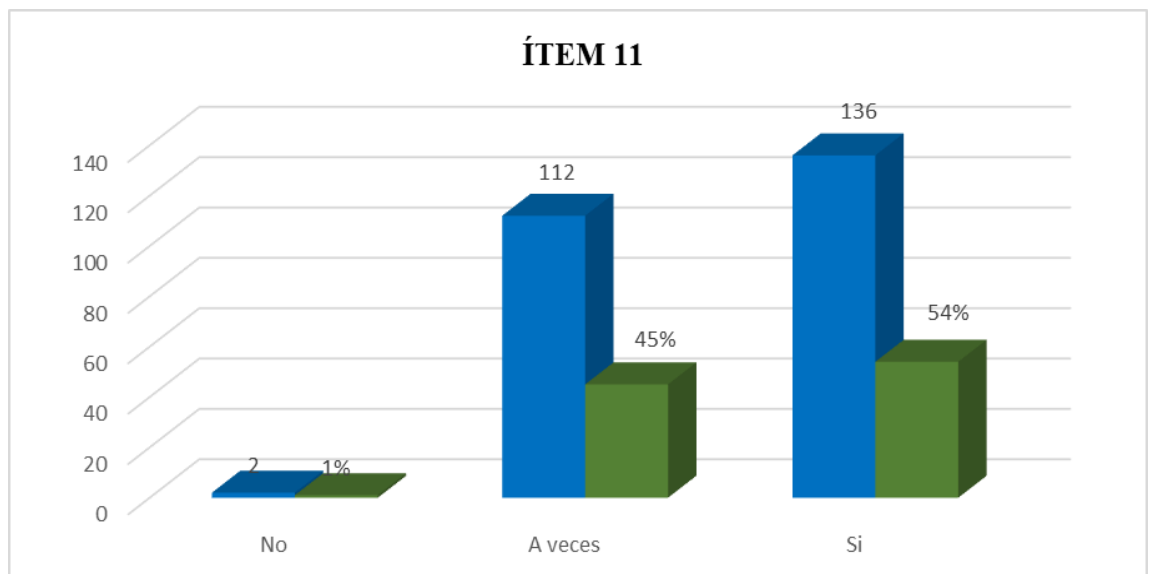


Figura 12: Construcción de pistas ha tenido retrasos en su planificación y ejecución

Interpretación:

Urbanización Santo Domingo para evidenciar su percepción sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, donde sólo dos personas que aproximadamente replantarían casi el 1% la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo no ha tenido retrasos en su planificación y ejecución, el 45% (ciento doce personas) consideró que a veces hubo retrasos y para el 54% (ciento treinta y seis personas) restante si se evidenciaron retrasos en planificación ejecución de la construcción de pistas.

Tabla 21

Ítem 12: ¿Se ve afectado por el tráfico vehicular que genera la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

	f	%
No	0	0%
A veces	140	56%
Si	110	44%
	250	100%

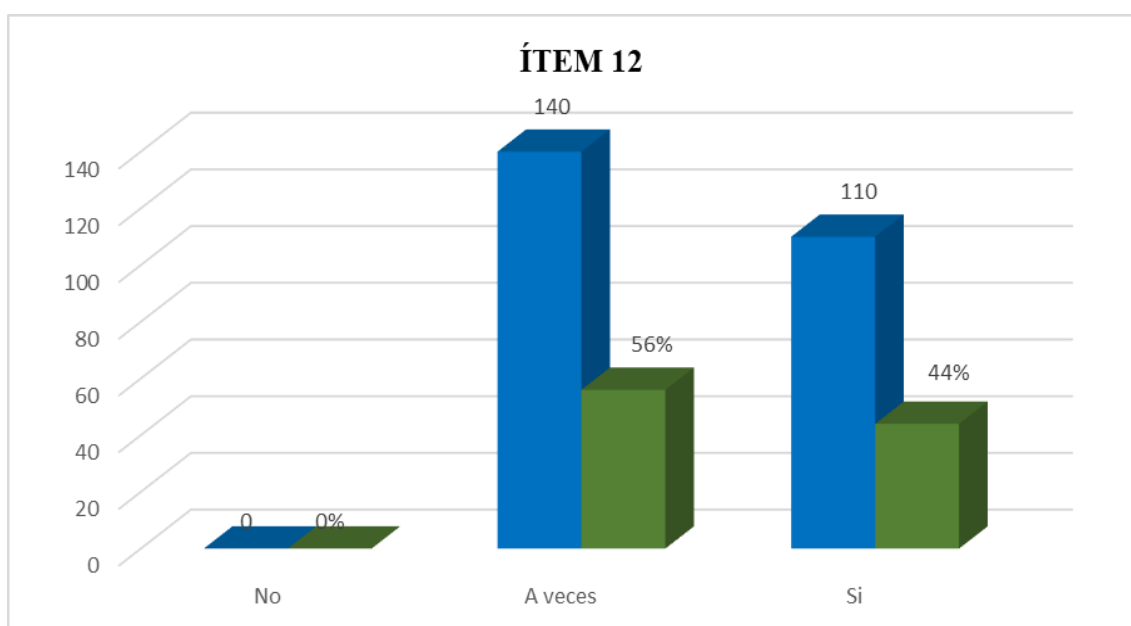


Figura 13: Afectación del tráfico vehicular por construcción de pistas

Interpretación:

Del 100% de encuestados representados por doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo para conocer su percepción sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, como se aprecia en la Tabla 21, ciento cuarenta moradores representando el 56% de encuestados indicaron que a veces se ve afectado por el tráfico vehicular que genera la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo y ciento diez moradores de la urbanización que representan el 44% aseguraron que si se sienten afectados por el tráfico vehicular que genera la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo.

Tabla 22

Ítem 13: ¿Le molesta el ruido de las máquinas y herramientas utilizadas en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

	f	%
No	0	0%
A veces	61	24%
Si	189	76%
	250	100%

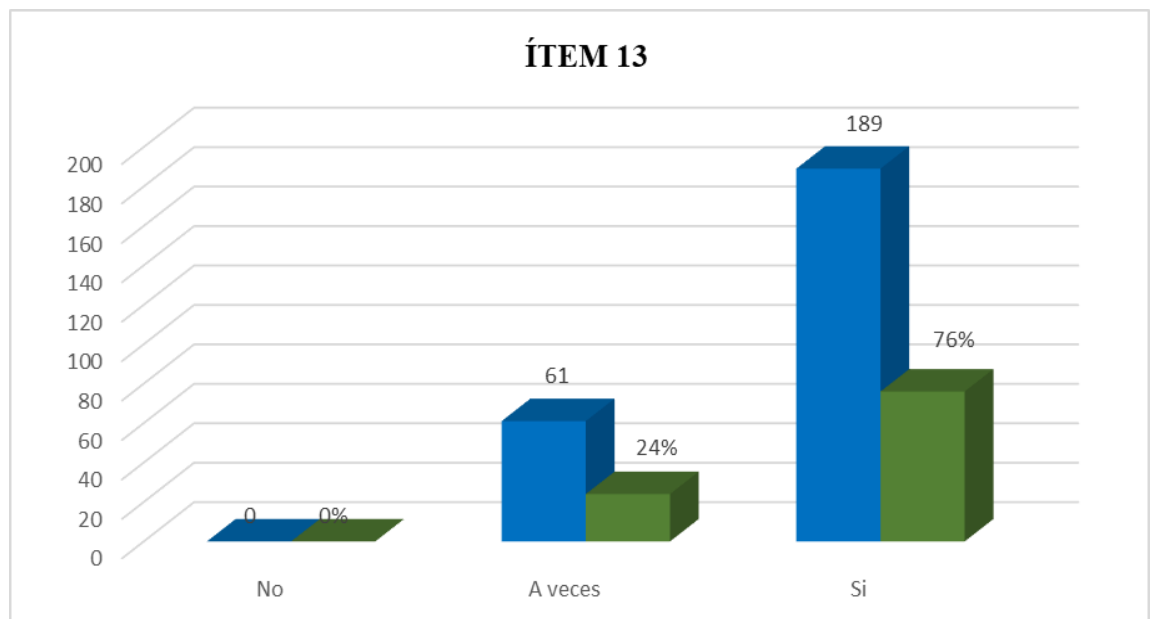


Figura 14: Ruido de las máquinas y herramientas

Interpretación:

De un total de doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo encuestados para determinar sus consideraciones sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, como se aprecia en la Tabla 22, sesenta y un personas que son el 24% de moradores precisaron que a veces le molesta el ruido de las máquinas y herramientas utilizadas en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo y para ciento ochenta y nueve personas que conforman el 76% si les molesta el ruido de las máquinas y herramientas utilizadas en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo.

Tabla 23

Ítem 14: ¿Le molesta el desmote producido por la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

	f	%
No	0	0%
A veces	143	57%
Si	107	43%
	250	100%

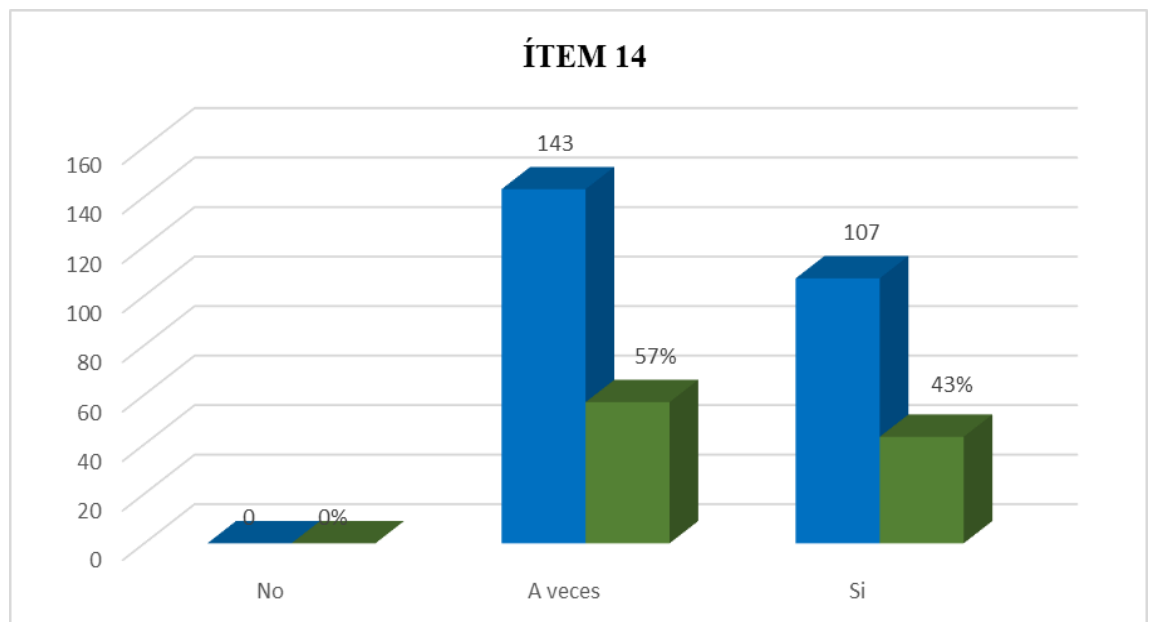


Figura 15: Molestias por desmote de construcción de pistas

Interpretación:

De un total de doscientos cincuenta moradores de la Urbanización Santo Domingo encuestados para conocer su percepción sobre la posible contaminación del aire relacionado a la construcción de pistas en dicha urbanización, como se evidencia en la Tabla 23, donde ciento cuarenta y tres personas (57%) consideran que a veces les molesta el desmote producido por la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo y ciento 107 personas (43%) aseguraron que si les molesta el desmote producido por la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo.

Tabla 24

Baremos para las categorías descriptivas de los índices de calidad de aire (AQI)

Índices de calidad de aire	Descripción cualitativa	Color representativo
De 0 a 50	Buena	Verde
De 51 a 100	Moderada	Amarillo
De 101 a 151	Insalubre para personas sensibles	Anaranjado
De 151 a 200	Insalubre	Rojo
De 201 a 300	Muy insalubre	Morado
De 301 a 500	Peligrosa	Marrón

Fuente: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2020.

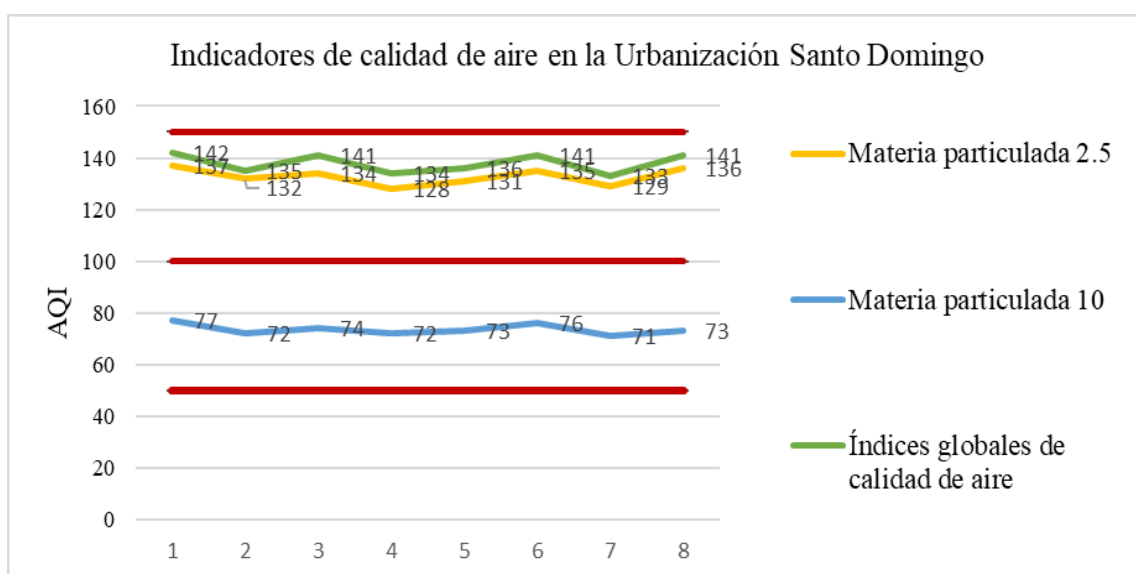


Figura 16: AQI en la construcción de pistas

Interpretación:

Se tomaron como referencia 8 puntos de monitoreo representados en la Figura 16 a fin de evaluar el AQI en la Urbanización Santo Domingo, los valores varían desde 130 hasta 139, tal como se aprecia en la Tabla 24, estos valores son insalubre para las personas sensibles, es decir, es insalubre para los niños, adultos mayores o personas con unas enfermedades crónicas, pero no para toda la población.

Tabla 25

Indicadores de calidad de aire en la Urbanización Santo Domingo

AQI - Materia particulada 2.5	AQI - Materia particulada 10	Índices globales de calidad de aire (AQI)
137	77	142
132	72	135
134	74	141
128	72	134
131	73	136
135	76	141
129	71	133
136	73	141

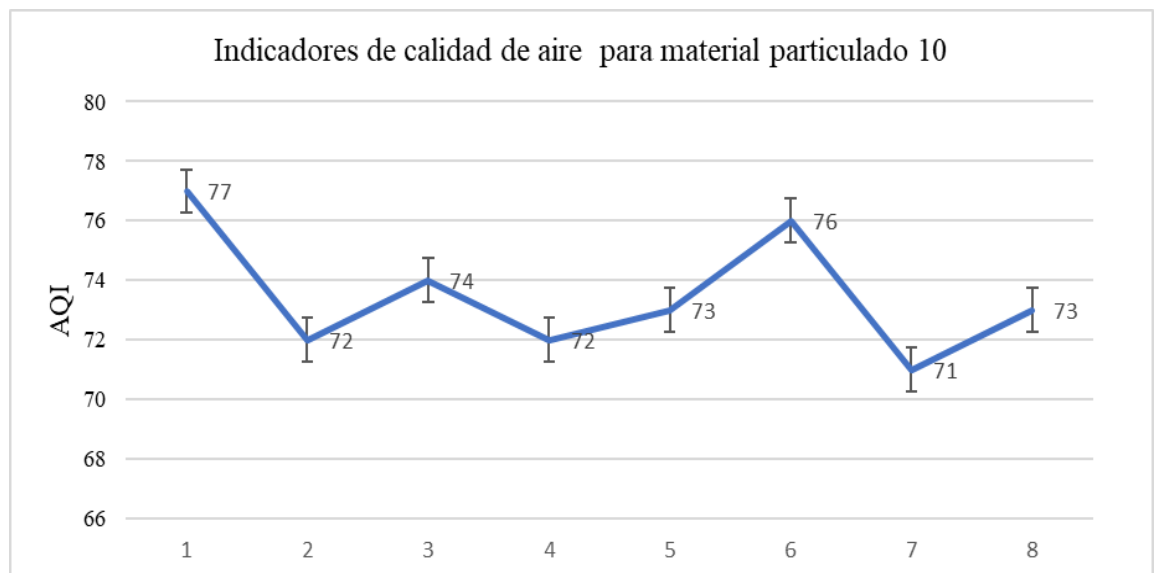


Figura 17: AQI para PM10

Interpretación

Se tomaron como referencia 8 puntos de monitoreo representados en la Tabla 25 a fin de evaluar el AQI en la Urbanización Santo Domingo, los valores varían desde 71 hasta 77 en PM10, estos valores son insalubre para las personas sensibles, es decir, es insalubre para la población sensible pero no para toda la población.

Tabla 26

Concentración del material particulado 2.5 y AQI en la construcción de pistas en la Urbanización Santo Domingo

Materia particulada 2.5 - Concentrada	AQI – Materia 2.5	Rangos	Niveles de contaminación de aire
61	137	De 51 a 100	Moderado
57	132	De 51 a 100	Moderado
58	134	De 51 a 100	Moderado
54	128	De 51 a 100	Moderado
55	131	De 51 a 100	Moderado
59	135	De 51 a 100	Moderado
53	129	De 51 a 100	Moderado
60	136	De 51 a 100	Moderado

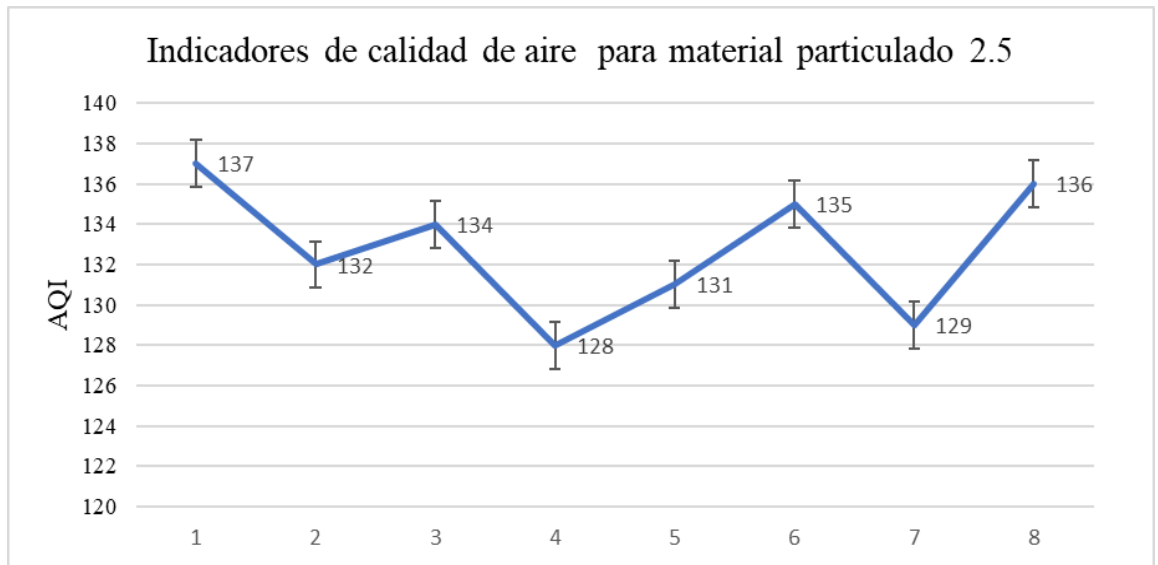


Figura 18: *AQI para PM2,5*

Interpretación:

Se tomaron como referencia 8 puntos de monitoreo representados en la Tabla 26 a fin de evaluar el AQI en la Urbanización Santo Domingo, los valores varían desde 129 hasta 1379 en PM 2.5, estos valores son insalubre para las personas sensibles, es decir, es insalubre para la población sensible pero no para toda la población.

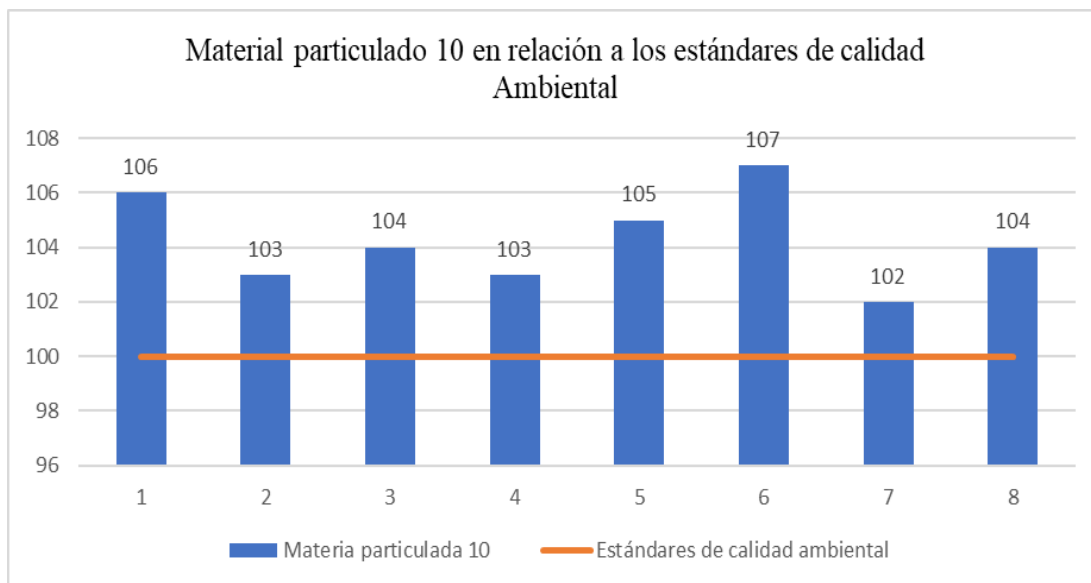


Figura 19: Concentración de PM10 en relación a los ECA.

Interpretación:

Se tomaron como referencia 8 puntos de monitoreo representados en la Figura 19, a fin de evaluar el los estándares de calidad del aire donde, los valores varían desde 102 hasta 107 para PM10, estos valores son insalubres para las personas sensibles, es decir, es insalubre para los niños, adultos mayores o personas con unas enfermedades crónicas, pero no para toda la población, por ello es que el ECA coloca como límite los 100 ug/m³ para material particulado PM10.

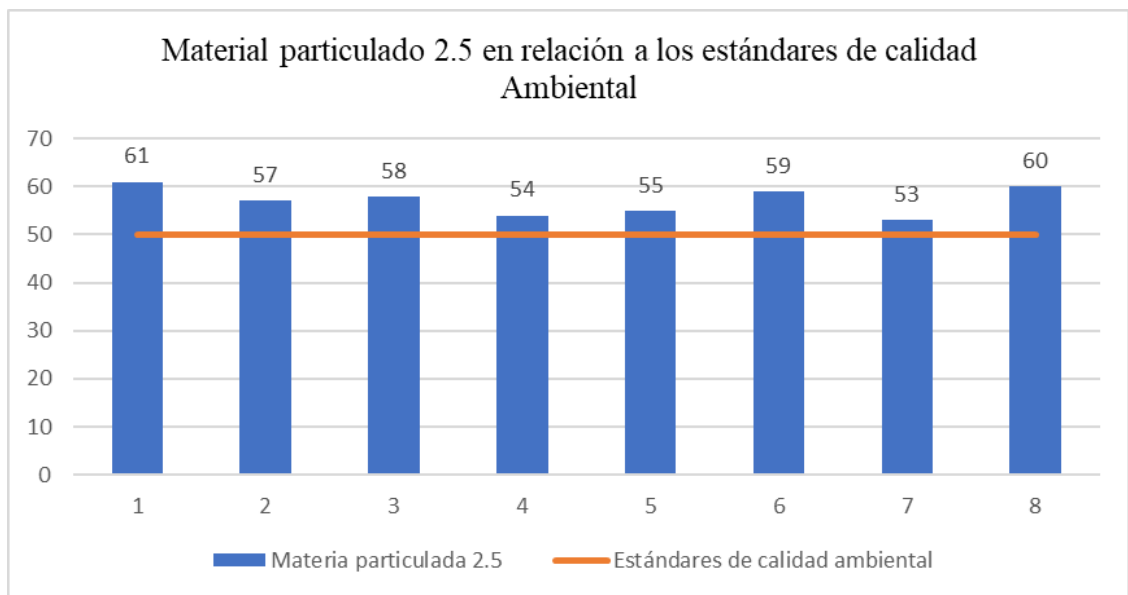


Figura 20: Concentración de PM_{2,5} en relación a los ECA

Interpretación:

Se tomaron como referencia 8 puntos de monitoreo representados en la Figura 20, a fin de evaluar los estándares de calidad del aire donde, los valores varían desde 53 hasta 61 para PM 2.5, estos valores son insalubre para las personas sensibles, es decir, es insalubre para los niños, adultos mayores o personas con unas enfermedades crónicas, pero no para toda la población, por ello es que el ECA coloca como límite los 50 ug/m³ para material particulado PM 2.5.

3.3. ESTADÍSTICA INFERENCIAL

Comprobación de hipótesis general

H_0 si t calculado (t_c) < t teórico (t_i)

H_0 : La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, si es buena.

H_a si t calculado (t_c) > t teórico (t_i)

H_a : La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena

Tabla 18
Datos para comprobar la hipótesis general

DATOS ESTADÍSTICOS	
\bar{x}	138
S	3.72
μ	50
T_t	2.36
Ns	0.05
Nc	0.95
n	8

Donde:

\bar{x} = promedio aritmético

S = Desviación Estándar

μ = Valor hipotético

T_t = T de Student teórico

Ns= Nivel de significancia

n = muestra

Nc = Nivel confianza

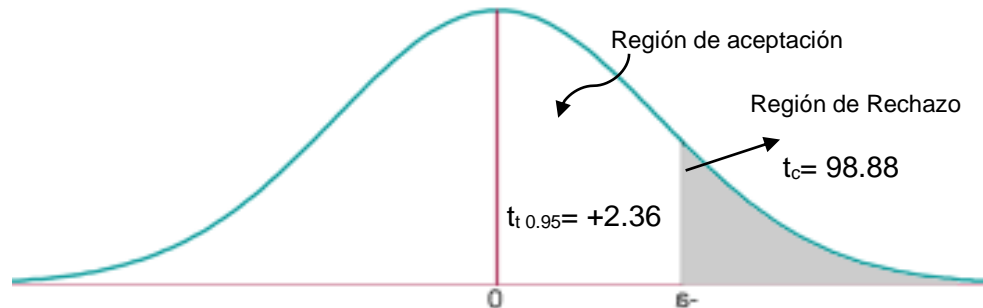
Reemplazando en la fórmula de T de Student

$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$t_c = \frac{138 - 50}{3.72/\sqrt{8}}$$

$$t_c = \frac{88}{3.72/\sqrt{8}}$$

$$t_c = 98.88$$



Como $t_c = 98, 88 > t_{1,98}$ cae en la región de rechazo, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir, La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es Buena.

Comprobación de hipótesis específica 1

H_0 si t calculado (t_c) < t teórico (t_t)

H_0 : La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM10 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, si es buena.

H_a si t calculado (t_c) > t teórico (t_t)

H_a : La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM10 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena.

Tabla 19
Datos para comprobar la hipótesis específica 1

DATOS ESTADÍSTICOS	
\bar{x}	133
S	3.28
μ	50
T_t	2.36
Ns	0.05
Nc	0.95
n	8

Donde:

\bar{x} = promedio aritmético

S = Desviación Estándar

μ = Valor hipotético

Tt = T de Student teórico

Ns= Nivel de significancia

n = muestra

Nc = Nivel confianza

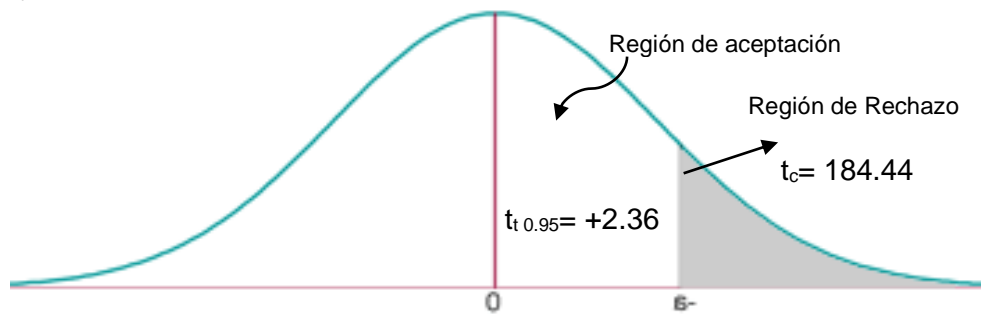
Reemplazando en la fórmula de T de Student

$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$t_c = \frac{133 - 50}{3.28/\sqrt{8}}$$

$$t_c = \frac{83}{3.28/\sqrt{8}}$$

$$t_c = 184.44$$



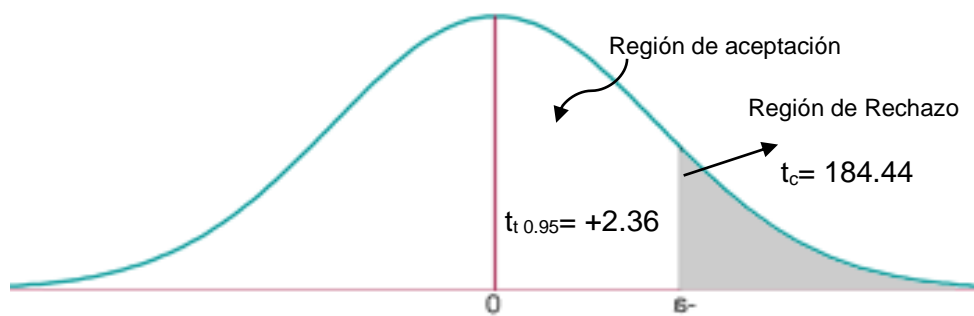
Reemplazando en la fórmula de T de Student

$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$t_c = \frac{133 - 50}{3.28/\sqrt{8}}$$

$$t_c = \frac{83}{3.28/\sqrt{8}}$$

$$t_c = 184.44$$



Como $t_c = 184,44 > t_{\alpha} = 2,36$ cae en la región de rechazo, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir, la calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM10 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena.

Comprobación de hipótesis específica 2

H_0 si t calculado (t_c) < t teórico (t_t)

H_0 : La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, si es buena.

H_a si t calculado (t_c) > t teórico (t_t)

H_a : La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es Buena.

Tabla 20
Datos para comprobar la hipótesis específica 2

DATOS ESTADÍSTICOS	
\bar{x}	74
S	2.97
μ	50
T_t	2.36
Ns	0.05
Nc	0.95
n	8

Donde:

\bar{x} = promedio aritmético

S = Desviación Estándar

μ = Valor hipotético
 T_t = T de Student teórico
 N_s = Nivel de significancia
 n = muestra
 N_c = Nivel confianza

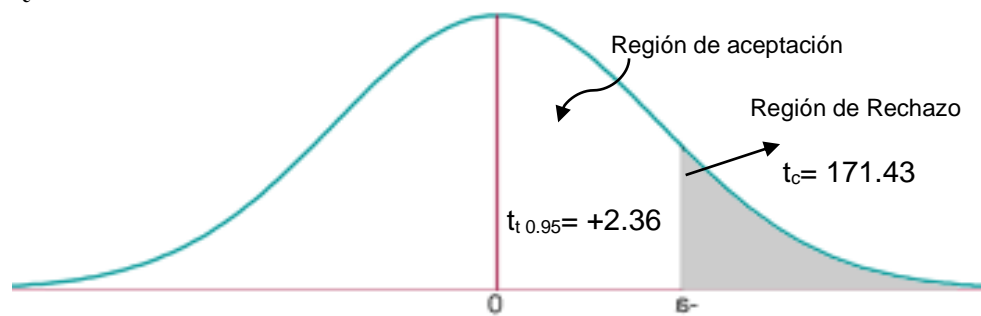
Reemplazando en la fórmula de T de Student

$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$t_c = \frac{74 - 50}{2.97/\sqrt{8}}$$

$$t_c = \frac{24}{2.97/\sqrt{8}}$$

$$t_c = 171.43$$



Como $t_c = 171,43 > t_t = 2,36$ cae en la región de rechazo, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir, la calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena.

.

Comprobación de hipótesis específica 3

H_0 si t calculado (t_c) < t teórico (t_t)

H_0 : Los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de Calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no supera los valores permisibles ECA.

H_a si t calculado (t_c) > t teórico (t_t)

Ha: Los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA.

Tabla 21

Datos para comprobar la hipótesis específica 3

DATOS ESTADÍSTICOS	
\bar{x}	104
S	3.22
μ	50
T _t	2.36
Ns	0.05
Nc	0.95
n	8

Donde:

\bar{x} = promedio aritmético

S = Desviación Estándar

μ = Valor hipotético

T_t = T de Student teórico

Ns= Nivel de significancia

n = muestra

Nc = Nivel confianza

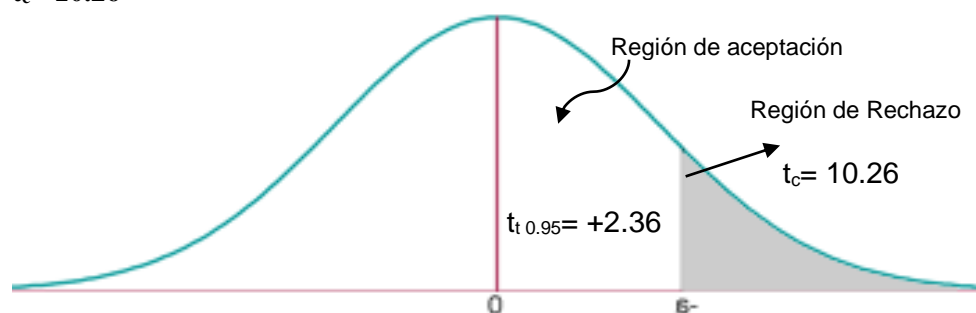
Reemplazando en la fórmula de T de Student

$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$t_c = \frac{104 - 100}{3.22/\sqrt{8}}$$

$$t_c = \frac{4}{3.22/\sqrt{8}}$$

$t_c = 10.26$



Como $t_c = 10,26 > t_t = 2,36$ cae en la región de rechazo, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir, los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM en relación a los estándares de Calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no supera los valores permisibles ECA.

Comprobación de hipótesis específica 4

H_0 si t calculado (t_c) < t teórico (t_t)

H_0 : Los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en relación a los estándares de Calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no supera los valores permisibles ECA

H_a si t calculado (t_c) > t teórico (t_t)

H_a : Los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA.

Tabla 22

Datos para comprobar la hipótesis específica 4

DATOS ESTADÍSTICOS	
\bar{x}	57
S	3.17
μ	50
T_t	2.36
Ns	0.05
Nc	0.95
n	8

Donde:

\bar{x} = promedio aritmético

S = Desviación Estándar

μ = Valor hipotético

T_t = T de Student teórico

Ns= Nivel de significancia

n = muestra

Nc = Nivel confianza

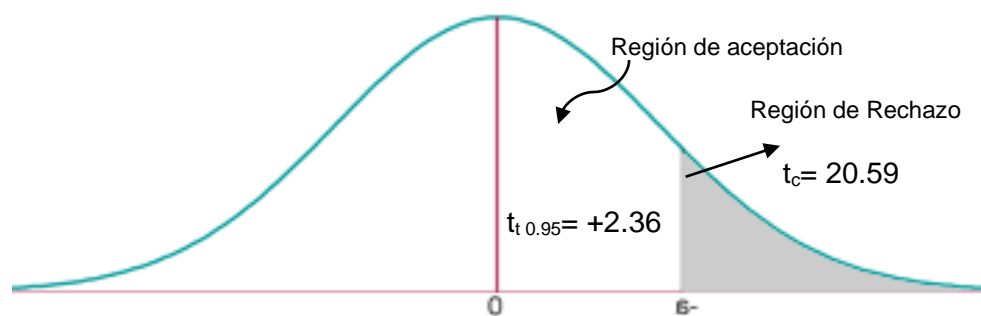
Reemplazando en la fórmula de T de Student

$$t_c = \frac{\bar{x} - \mu}{s/\sqrt{n}}$$

$$t_c = \frac{57 - 50}{3.17/\sqrt{8}}$$

$$t_c = \frac{7}{3.17/\sqrt{8}}$$

$$t_c = 20.59$$



Como $t_c = 20,59 > t_{0.95} = 2,36$ cae en la región de rechazo, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir, los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en relación a los estándares de Calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no supera los valores permisibles ECA.

IV. DISCUSIÓN

4.1. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

HIPÓTESIS GENERAL 1:

En relación a la hipótesis general como $t_c = 98,88 > t_t = 1,98$ cae en la región de rechazo, se acepta la H_a , es decir, “la calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es Buena”. Concordando con Barrientos y Espinoza (2021) quienes comprobaron que la calidad del aire en el Jr. Odonovan, por la emisión de material particulado en Huancavelica – 2021, no es buena, ya que posee una escala No saludable para grupos sensibles para PM2.5 según la tabla N°9, lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud y una escala moderada para PM10. Asimismo, se considera lo señalado por Rusca et al (2023) quienes identificaron los compuestos dañinos que influyen en el ambiente relacionado con el tránsito vehicular. Por otro lado, en las teorías de Environmental Protection Agency (2006) señalaron que todo trabajo realizado en el suelo en el proceso de construcción genera diversos tamaños de partículas que deterioran el aire en perjuicio de su comunidad.

HIPÓTESI ESPECIFICA 1:

En relación a la hipótesis específica 1 como $t_c = 184,44 > t_t = 2,36$ cae en la región de rechazo, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir, la calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM10 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena. Reforzando los resultados de Barrientos y Espinoza (2021) quienes comprobaron que la calidad del aire por la emisión de material particulado de PM10 no es buena; ya que posee una escala moderada, lo cual indica que el aire que respiran es tolerable, pero a pesar de ello para una pequeña cantidad de personas que habitan en dicha comunidad podría ser dañino a quienes son muy susceptibles a la contaminación de aire.

HIPÓTESIS ESPECIFICA 2:

En relación a la hipótesis específica 2 como $t_c = 171,43 > t_t = 2,36$ cae en la región de rechazo, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir, la calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica,

2022, no es buena. En concordancia con Barrientos y Espinoza (2021) quienes mediante sus hallazgos sustentaron que la calidad del aire por la emisión de material particulado de PM_{2.5} no es buena; ya que posee una escala No saludable para grupos sensibles, lo que indica que el ser humano puede experimentar problemas de salud. También se confirma lo señalado por Sekhavat y Yengejeh (2023) quienes encontraron que las partículas PM 2.5 en el proceso de perforación para la construcción son inaceptables y perjudiciales para su población recomendando que se necesita mejor gestión para mantener la salud de los trabajadores de construcción.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3:

En relación a la hipótesis específica 3 como $t_c = 10,26 > t_t = 2,36$ cae en la región de rechazo, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir, los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM en relación a los estándares de Calidad ambiental en la construcción de pistas no supera los valores permisibles ECA. Concordando con Barrientos y Espinoza (2021) quienes comprobaron que el índice de concentración del PM 10, supera estándares de calidad ambiental del aire para material particulado, ya que 4 de 5 puntos de monitoreo superan el ECA el cual registra un valor límite de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, por lo que se concluye que el índice de concentración del PM10 supera los ECA de calidad de aire del material particulado. Entonces se afirma lo investigado por Fuller et al (2022) quienes sostienen que la contaminación se produce por el material particulado que permite el desarrollo desfavorable de todos los ecosistemas y que conduce a mortalidad sino se controla adecuadamente.

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 4

En relación a la hipótesis específica 4 como $t_c = 20,59 > t_t = 2,36$ cae en la región de rechazo, se rechaza la H_0 y se acepta la H_a , es decir, los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en relación a los estándares de Calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no supera los valores permisibles ECA. En sumo acuerdo con los hallazgos de Barrientos y Espinoza (2021) quienes comprobaron que los índices de concentración de PM 2.5, supera estándares de calidad ambiental del aire para material particulado. Confirmando lo teorizado por Flores et al (2011) quienes concibieron que a más reducida sea la partícula del material particulado será mayor su estadía en el aire.

V. CONCLUSIONES

1. Tras evaluar el AQI en la Urbanización Santo Domingo, se ha comprobado que los valores varían desde 130 hasta 139 para PM 2.5, estos valores son insalubre para las personas sensibles, es decir, es insalubre para los niños, adultos mayores o personas con unas enfermedades crónicas, pero no para toda la población.
2. Los indicadores del AQI en la Urbanización Santo Domingo, los valores varían desde 71 hasta 77 en PM10, estos valores son insalubre para las personas sensibles, es decir, es insalubre para la población sensible pero no para toda la población.
3. Los valores varían desde 102 hasta 107 para PM10, estos valores son insalubre para las personas sensibles, es decir, es insalubre para los niños, adultos mayores o personas con unas enfermedades crónicas, pero no para toda la población, por ello es que el ECA coloca como límite los 100 ug/m³ para material particulado PM10.
4. Los valores varían desde 53 hasta 61 para PM 2.5, estos valores son insalubre para las personas sensibles, es decir, es insalubre para los niños, adultos mayores o personas con unas enfermedades crónicas, pero no para toda la población, por ello es que el ECA coloca como límite los 50 ug/m³ para material particulado PM 2.5.

VI. RECOMENDACIONES

1. Con respecto a la selección de Sitios de Construcción y Caracterización, se sugiere guiar la caracterización del espacio aéreo, los alrededores y las autorizaciones para llevar a cabo el monitoreo de PM; las sugerencias para la selección del sitio de construcción están consignadas a estudios académicos, ya que las empresas constructoras pueden aplicar estas recomendaciones en sus sitios de construcción, de manera independiente.
2. En la selección se deben considerar los sitios de construcción que presenten menos interferencias externas, por ello, es necesario caracterizar la ocupación del entorno a una escala espacial de 100 m para identificar otras obras en el entorno y/u otras fuentes primarias de partículas, como los incendios, actividades industriales, entre otros. Asimismo, se debe considerar la proximidad del sitio de construcción a receptores sensibles y áreas con una alta concentración de población.
3. Se sugiere, que los filtros a usarse deben manipularse con guantes de vinilo (sin polvo), con ayuda de pinzas, impidiendo el contacto con la zona muestreada; en ese sentido, todo el material manejado para la recolección de MP debe estar previamente higienizado con una solución de detergente, ácido nítrico y consecutivamente con agua destilada y desionizada.
4. Se recomienda que el monitoreo de campo, proponga orientación en la selección de parámetros para el monitoreo de campo, a saber, la suspensión PM 10 y 2.5. en la construcción de pistas, el posicionamiento de los equipos, la elección de los períodos de monitoreo, la identificación de las fases de actividad más contaminantes, la identificación de las medidas de control aplicadas, la identificación de la influencia de las variables ambientales y la identificación de la molestia generada y percibida.
5. Se destaca la importancia de dividir el monitoreo de campo en períodos diurnos y nocturnos, ya que, las fuentes, las concentraciones y el comportamiento de las partículas difieren durante el día y noche. Por lo tanto, se recomienda que el monitoreo gravimétrico de PM en suspensión, se realice durante el período de veinticuatro horas por día, y dichas horas se dividan en intervalos de actividad efectiva en el sitio de construcción (5:00 am a 5:00 pm; hora local) y períodos de interrupción del trabajo (5:00 p.m. a 5:00 a.m.; hora local).

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. S. Barrientos Paytan and L. Y. Espinoza Ancalle, “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE POR LA EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE PISTAS Y VEREDAS DEL JIRÓN ODOOVAN–HUANCAVELICA, 2021,” Universidad Nacional De Huancavelica, 2021.
- [2] J. A. Espinoza Guillen, “EVALUACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DEL MATERIAL PARTICULADO PM10 Y PM2,5 EN LIMA METROPOLITANA PARA EL PERIODO 2015-2017,” Lima, 2018.
- [3] E. S. Huaycani Cáceres, “ANÁLISIS AMBIENTAL DE LA CALIDAD DE AIRE POR MATERIAL PARTICULADO PM10 Y PM2.5 EN LA RED DE MONITOREO EN EL DISTRITO DE TACNA EN EL AÑO 2015,” Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, 2021.
- [4] T. F. Gonzales Velandia, “Determinación de la calidad del aire en la Universidad Libre Seccional Bogotá Sede Bosque Popular.,” Universidad Libre, 2015.
- [5] P. A. Tarazona Rincón, “Evaluación de la calidad de aire por emisiones de material particulado (PM 10) en la vereda mochuelo-alto Bogotá D.C.,” Universidad El Bosque, 2018.
- [6] D. S. Aldana Beltrán, J. S. Dimas Caro, J. F. González Quintero, J. J. Vásquez Polania, and J. S. Veloza Niño, “Deterioro de la calidad del aire en la ciudad de Bogotá en el año 2020,” Colegio Santo Tomàs de Aquino, 2021.
- [7] R. Alvarado Arevalo, “Evaluación de la calidad del aire por la emisión de material particulado en las piladoras Rey León S.A.C y Santa Clara, Cacatachi – 2018,” Universidad César Vallejo, 2019.
- [8] M. Carbajal Sedano, “CALIDAD DEL AIRE POR LA EMISIÓN DE MATERIAL PARTICULADO EN LA COMUNIDAD DE SACSAMARCA, HUANCAVELICA – 2021,” Universidad Nacional De Huancavelica, 2022.
- [9] J. A. Pinedo Flores, “EVALUACION DE LA CALIDAD DE AIRE POR NO2 EN ESTACIONES DE SERVICIO POR UNIDADES DE TRANSPORTE PESADO EN LAS CIUDADES DE LA BANDA DE SHILCAYO, TARAPOTO Y MORALES,” Universidad Alas Peruanas, 2017.
- [10] J. J. Y. Guzman Vasquez, “EVALUACION DE LA CALIDAD DEL AIRE DE LA CENTRAL TERMICA DE VEN TANILLA,” Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019.

ANEXOS

Anexo 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES DIMENSIONES	Y
<p>GENERAL: ¿Cuál es el nivel de calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022?</p> <p>ESPECÍFICOS:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Cuál es el nivel de calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM10 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022? 2. ¿Cuál es el nivel de calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022? 3. ¿Cuál es el nivel de los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA. 4. ¿Cuál es el nivel de los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA? 	<p>GENERAL: Determinar si la calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar si calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM10 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena. 2. Determinar si la calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es Buena. 3. Determinar si los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA. 4. Determinar si los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA. 	<p>GENERAL La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena</p> <p>ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM10 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es buena. 2. La calidad del aire por la presencia de partículas en suspensión PM 2.5 en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, no es Buena. 3. Los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA. 4. Los indicadores sobre la presencia de partículas en suspensión PM 10 en relación a los estándares de calidad ambiental en la construcción de pistas, urb. Santo Domingo – Ica, 2022, supera los valores permisibles ECA 	<ul style="list-style-type: none"> • Valores permisibles • Índice de calidad de aire • Partículas en suspensión • PM2,5 • PM10 	

Anexo 02: INSTRUMENTO: CUESTIONARIO

- Ítem 1: ¿Los equipos de monitoreo del aire en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo trabajan adecuadamente?
Si () A veces () No ()
- Ítem 2: ¿Existe contaminación del aire debido a la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?
Si () A veces () No ()
- Ítem 3: ¿El Centro de Salud más cercano cuenta con los equipos necesarios para determinar de forma inmediata enfermedades producidas por la contaminación del aire?
Si () A veces () No ()
- Ítem 4: El SENAMHI ha establecido los contaminantes comunes que se presentan en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?
Si () A veces () No ()
- Ítem 5: ¿Está de acuerdo con la afirmación de algunos especialistas que señalan que la contaminación por la construcción de pistas es inmediata y no se refleja objetivamente en la medición de la contaminación del aire?
Si () A veces () No ()
- Ítem 6: ¿Para usted el aire no se encuentra contaminado por CO, SO₂, NO₂ y PM₁₀?
Si () A veces () No ()
- Ítem 7: ¿Se produce smog en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?
Si () A veces () No ()
- Ítem 8: ¿En su opinión existe contaminación del aire a causa de los residuos sólidos producidos en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?
Si () A veces () No ()
- Ítem 9: ¿Considera Ud., que la contaminación del aire se relaciona con la salud de los pobladores de la Urbanización Santo Domingo?
Si () A veces () No ()
- Ítem 10: ¿Ha sentido incomodidad en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?
Si () A veces () No ()
- Ítem 11: En su opinión ¿La construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo ha tenido retrasos en su planificación y ejecución?
Si () A veces () No ()
- Ítem 12: ¿Se ve afectado por el tráfico vehicular que genera la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

Si () A veces () No ()

- Ítem 13: ¿Le molesta el ruido de las máquinas y herramientas utilizadas en la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

Si () A veces () No ()

- Ítem 14: ¿Le molesta el desmote producido por la construcción de pistas de la Urbanización Santo Domingo?

Si () A veces () No ()

Anexo 04: REGISTRO FOTOGRAFICO





3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3
2	2	2	3	2	3	2	3	3	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	2	2	3	3	2	2	3	2
3	2	3	2	3	2	2	3	3	2	3	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	2	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	3	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	2	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	2	3	2	2	3	2
3	2	3	2	3	2	1	3	3	2	3	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	2	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	3	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	2	3	2	2	3	2
3	2	3	2	3	2	1	3	2	2	3	2	3	2
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	2	3	2	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2
3	2	3	2	3	2	1	3	2	2	3	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	2	3	2	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	3	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	2	3	3	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	2	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	2	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	2	3	3	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	2	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	2	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	2	3	3	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	2	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	2	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	2	3	3	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	2	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	2	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	3	2	3	2

3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2
3	2	3	2	3	2	1	3	3	2	3	2	3	2
3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	3	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	2	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	3	2	3	2
3	2	3	2	3	2	1	3	3	2	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	3	2	3	2
3	2	3	2	3	2	1	3	3	2	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	2	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	3	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	3	2	3	2
3	2	3	2	3	2	1	3	3	2	2	2	3	2
3	3	3	2	3	3	1	3	3	3	3	2	3	3
2	2	2	3	2	3	1	3	3	2	1	3	2	3
3	3	2	3	3	2	1	3	3	3	2	3	3	2
2	3	3	2	3	2	1	2	3	3	3	2	3	2