

## Impacto del modelamiento Dinámico del Transporte Urbano en la evaluación de la contaminación ambiental del Distrito de pampas – Tayacaja

Impact of Dynamic Modeling of Urban Transportation in the evaluation of environmental pollution of the District of Pampas – Tayacaja

P: 02 - 13

 Fernando V. Sinche Crispín  
Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

 Sergio Huincho Lapa  
Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

 Alex Sandro Landeo Quispe  
Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

 Gilmer Simón Matos Vila  
Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

 Fredy Toribio Huayta Meza  
Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

 Geraldine Diaz Barreto  
Universidad Nacional de Huancavelica, Perú

### Resumen

El crecimiento de la población en las ciudades conlleva a la generación de una serie de actividades que tienen un fuerte impacto sobre el medio ambiente. Una de ellas son las actividades relacionadas al transporte urbano impactando negativamente al medio ambiente; a consecuencia de los vehículos de automotor en el Perú que consumen alto galones de combustible produciendo el dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, su acumulación en la atmósfera genera el calentamiento global y cambio climático. Otro impacto negativo del transporte urbano es la contaminación del sonido, debido a la generación de ruido en desarrollo de la actividad.

Con el objetivo de comprender y la plantear políticas de cambio del problema de contaminación ambiental, se ha construido el modelo dinámico basándose en el proceso de modelamiento de la dinámica de sistema, un método de aplicación del pensamiento sistémico para comprender y modelar el problema en estudio. Se concluye que las políticas de mejora de uso de transporte alternativo como bicicletas, scooters y vehículos eléctricos; son formas de transporte que mejora la calidad de vida de las personas y a su vez, estabiliza el cambio climático en las ciudades, reduciendo la emisión masiva de gases de efecto invernadero, así como la contaminación acústica ocasionada por el parque automotor reduciendo el nivel de estrés de las personas.

**Palabras claves:** Modelamiento, transporte urbano, contaminación ambiental.

### Abstract

The growth of the population in cities leads to the generation of a series of activities that have a strong impact on the environment. One of them is activities related to urban transportation, negatively impacting the environment; as a result of motor vehicles in Peru that consume high gallons of fuel producing carbon dioxide CO<sub>2</sub>. Its accumulation in the atmosphere generates global warming and climate change. Another negative impact of urban transportation is sound pollution, due to the generation of noise during the activity.

With the objective of understanding and proposing policies to change the problem of environmental pollution, The dynamic model has been built based on the system dynamics modeling process, a method of applying systemic thinking to understand and model the problem under study. It is concluded that policies to improve the use of alternative transportation such as bicycles, scooters and electric vehicles; They are forms of transportation that improve people's quality of life and, in turn, stabilize climate change in cities. reducing the massive emission of greenhouse gases, as well as the noise pollution caused by the vehicle fleet, reducing people's stress level.

**Keywords:** Modeling, urban transportation, environmental pollution.

### Abstrato

O crescimento da população nas cidades leva à geração de uma série de atividades que têm forte impacto no meio ambiente. Uma delas são as atividades relacionadas ao transporte urbano, impactando negativamente o meio ambiente; Como resultado dos veículos motorizados no Peru que consomem grandes litros de combustível, produzindo dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, seu acúmulo na atmosfera gera aquecimento global e mudanças climáticas. Outro impacto negativo do transporte urbano é a poluição sonora, devido à geração de ruído durante a atividade.

Com o objetivo de compreender e propor políticas para mudar o problema da poluição ambiental, o modelo dinâmico foi construído com base no processo de modelagem de dinâmica de sistemas, um método de aplicação do pensamento sistêmico para compreender e modelar o problema em estudo. Conclui-se que políticas para melhorar o uso de transportes alternativos como bicicletas, patinetes e veículos elétricos; Das pessoas.

**Palavras-chave:** Modelamiento, transporte urbano, contaminación ambiental.


Publicado: 01/12/2023

Aceptado: 28/11/2023

Recibido: 07/09/2023

Open Access

Scientific article

 <https://doi.org/10.47422/ac.v4i4.154>

Este artículo es publicado por la Revista de Investigación Científica y Tecnológica Alpha Centauri, Professionals On Line SAC. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) que permite compartir (copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato) y adaptar (remezclar, transformar y construir a partir del material) para cualquier propósito, incluso comercialmente.

## INTRODUCCIÓN

El constante aumento y desarrollo de las ciudades conlleva a la generación de actividades que tienen un fuerte impacto sobre el medio ambiente. Con lo cual, el sector transporte es considerado uno de los mayores contaminantes del aire en países desarrollados, por el consumo de combustible y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Estos gases de efecto invernadero, son los principales responsables de generar el calentamiento global y cambio climático, que es cada vez más grave, según (SITRACK, 2021). Asimismo, el transporte es responsable de más del 30% de las emisiones de CO<sub>2</sub>, de las cuales el 72% proviene del transporte por carretera (Parlamento Europeo, 2022). La ciudad de Pampas de la Provincia de Tayacaja vive la misma situación, que actualmente se observa un crecimiento del parque automotor en comparación de los años anteriores. En el 2011 hubo aproximadamente 1176 vehículos automotores circulando en la ciudad de Pampas, esto en el año 2020 alcanzo a 3015 vehículos automotores, habiendo un incremento de 1839 vehículos. Este se debe por el aumento de la población del distrito que el año 2020 se tiene 6760 habitantes, que tuvo un crecimiento de 9.2% desde el año 20211. Las consecuencias de estos factores es el incremento del material particular conocido como el dióxido de carbono CO<sub>2</sub>, acumulándose cada vez mayor CO<sub>2</sub> en la atmosfera de la tierra.

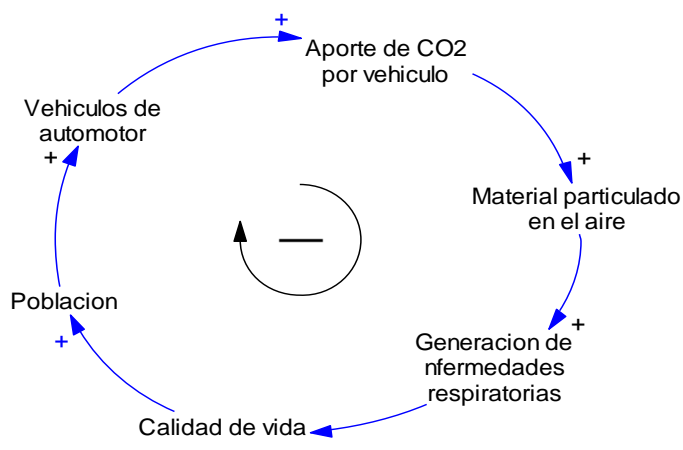
De acuerdo a la Agencia Europea de Medio Ambiente que un coche de gasolina de tamaño mediano emite de media unos 143 gramos de CO<sub>2</sub> por kilómetro (Muñoz, 2023). De la misma

forma, el kilometraje anual promedio de un coche es de alrededor de 10.000 km según (Muñoz, 2023). A base de esto, se determinó que el aporte anual de cada vehículo que usa la gasolina genera 1.43 toneladas de CO<sub>2</sub> por año. Por otra parte, según Bressler, por cada 4,434 toneladas métricas de CO<sub>2</sub> que agreguemos más allá de la tasa de emisiones de 2020 (Europa Press, 2021).

El problema de transportes y su efecto en la contaminación ambiental y el cambio climático es un sistema complejo, en el que no puede emplearse el pensamiento lineal y se hace esencial un enfoque sistémico, debido básicamente a que existen bucles de realimentación entre los elementos relacionados a la población, vehículos automotores y la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmosfera del planeta (figura 1). Y la dinámica de sistemas, como una herramienta del enfoque sistémico para modelar el comportamiento de sistemas complejos, sería una herramienta útil para abordar este tipo de problemas. El problema de transportes y su efecto en la contaminación ambiental y el cambio climático es un sistema complejo, en el que no puede emplearse el pensamiento lineal y se hace esencial un enfoque sistémico, debido básicamente a que existen bucles de realimentación entre los elementos relacionados a la población, vehículos automotores y la acumulación de CO<sub>2</sub> en la atmosfera del planeta (ver figura 1). Y la dinámica de sistemas, como una herramienta del enfoque sistémico para modelar el comportamiento de sistemas complejos, sería una herramienta útil para abordar este tipo de problemas.

**Figura 1**

*Diagrama de influencias de contaminación ambiental*



Fuente. Elaboración propia



Este trabajo propone una alternativa de gestión del problema de transportes y la contaminación ambiental. Primer lugar, comprendemos la estructura del comportamiento problemático de la contaminación ambiental a causa de la generación de dióxido de carbono CO<sub>2</sub> por el sistema de transporte. Posteriormente se ha construido el modelo dinámico basándose en el proceso de modelamiento de la dinámica de sistema de Sterman (Sterman, 2000), para simular el comportamiento del problema de transportes, el aumento de vehículos automotores, la acumulación de CO<sub>2</sub> y los decibeles producidos por el ruido. Finalmente planteamos alternativas para aliviar el problema de la contaminación, alternativas que permitan disminuir la generación de CO<sub>2</sub> hacia la atmosfera y la disminución de ruido producido por el transporte público.

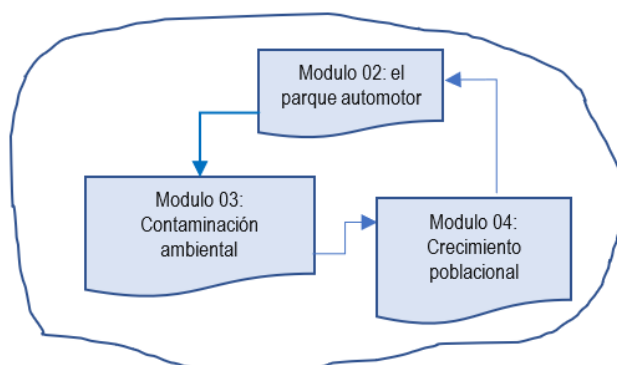
## MÉTODO

La investigación por los propósitos que se tiene se halla dentro de la investigación aplicada, y nivel de investigación explicativa, como señala Sánchez y Reyes (2017), “la investigación descriptiva se orienta a describir un fenómeno o una situación mediante el estudio del mismo en una circunstancia temporal - espacial determinada” (p. 49).

Se utilizó el método científico, porque se tomó en cuenta los pasos y procedimientos para la investigación y, el método particular fue la dinámica de sistemas, un método que aplica el enfoque sistémico, que permitió construir el modelo de simulación a través del proceso de modelamiento. Al respecto Aracil & Gordillo (1998), considera que la Dinámica de Sistemas es un método para el estudio del comportamiento de sistemas mediante la construcción de un modelo de simulación que pone de manifiesto las relaciones entre la estructura del sistema y su comportamiento” (p.11).

### Figura 2

Representación de sistema por diagramas de contexto



Fuente. Propia

## DESARROLLO DE MODELAMIENTO DINÁMICO

Actualmente en la ciudad de Pampas el nivel de contaminación del aire es muy álgido, como consecuencia del incremento de los vehículos de automotor ya que en el distrito existe gran cantidad de transportistas provocando mayor contaminación del aire, afectando en la mortalidad de la población hasta en un 30,8% (INEI, 2020).

En los últimos años el transporte urbano ha tenido un gran crecimiento, siendo responsable de casi la cuarta parte de las emisiones de dióxido de carbono, por las emisiones de diésel que produce, siendo éste una de las máximas fuentes contaminantes del aire el cual emite dióxido de carbono CO<sub>2</sub> que después asciende hasta la capa atmosférica.

Asimismo, la contaminación del aire tiene un gran impacto negativo en la agricultura, puesto que evita la realización de la fotosíntesis en muchos casos, con graves consecuencias en la purificación del aire, ocasionando contribuye a la formación de lluvia acida. Todo este aspecto afecta a la agricultura del valle de pampas por ser este distrito una zona agrícola afectando así en su calidad de vida del poblador al tener menor ingreso per cápita.

### Diagrama de contexto

Este diagrama representa los subsistemas del sistema que expresa el comportamiento del problema de contaminación ambiental que se vive en el distrito de Pampas, constituido por la demografía, el parque automotor y la contaminación ambiental de aire y del sonido, interrelacionados determinan su comportamiento.

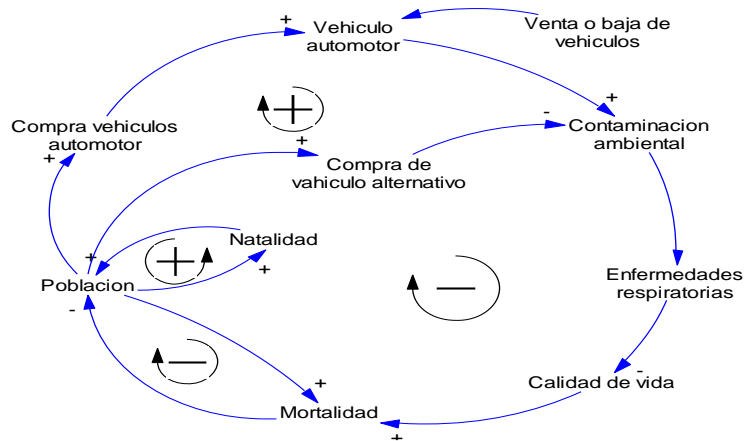
**Diagrama de Influencia general**

El diagrama de influencia representa la estructura dinámica del sistema en el contexto de la problemática de la contaminación ambiental generado por el transporte urbano. Donde un crecimiento poblacional de la ciudad de Pampas aumentará los factores contaminantes del aire teniendo un aporte mayor de

CO2 anualmente y, asimismo, aumentará la contaminación sonora. Estos grados de contaminación afectaran la salud de la población produciendo enfermedades relacionadas a la contaminación del aire y de sonido, reduciendo la calidad de vida de la población y el incremento de la tasa de mortalidad de población al tener una menor calidad de vida.

**Figura 3**

*Diagrama de influencias general*



Fuente. Propia

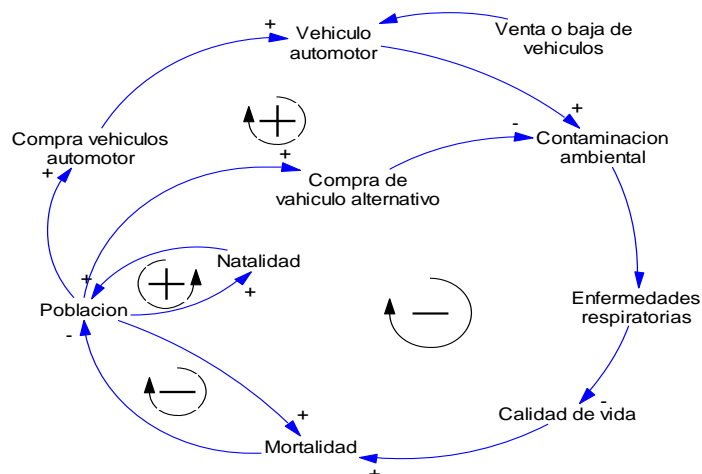
**Diagrama de Influencia general**

El diagrama de influencia representa la estructura dinámica del sistema en el contexto de la problemática de la contaminación ambiental generado por el transporte urbano. Donde un crecimiento poblacional de la ciudad de Pampas aumentará los factores contaminantes del aire teniendo un aporte mayor de

CO2 anualmente y, asimismo, aumentará la contaminación sonora. Estos grados de contaminación afectaran la salud de la población produciendo enfermedades relacionadas a la contaminación del aire y de sonido, reduciendo la calidad de vida de la población y el incremento de la tasa de mortalidad de población al tener una menor calidad de vida.

**Figura 3**

*Diagrama de influencias general*



Fuente. Elaboración propia

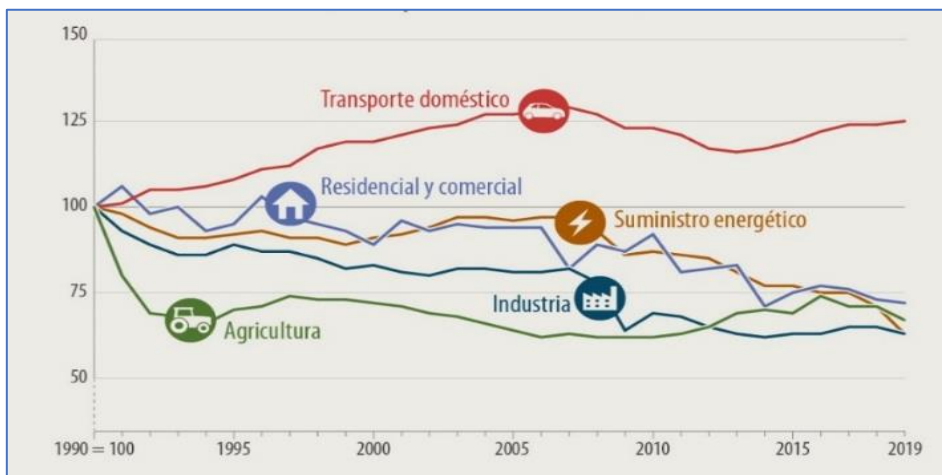


La figura 4, muestra el modo de referencia de la contaminación del aire con la presencia de CO2 en la atmosfera, expresado por la estructura dinámica que representa el diagrama de influencia de la figura 3. Este diagrama representa la hipótesis dinámica de la

estructura que viene generando el comportamiento problemático, en un horizonte temporal de análisis que inicia desde 1995 hasta el año 2019 de la contaminación del aire.

**Figura 4**

*Evolución de los niveles de emisión por sector transportes*



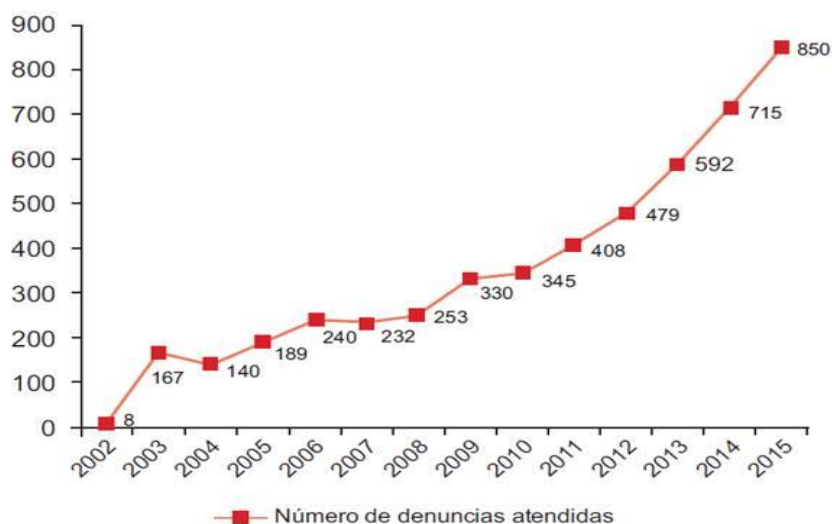
Fuente. Agencia Europea de medio ambiente - 2022

Asimismo, la figura 5 muestra un modo de referencia general sobre la contaminación del sonido generados por el parque automotor. El mismo que se expresa en

la estructura dinámica expresada en la figura 3. En este caso el horizonte temporal de análisis inicia desde 2002 hasta el año 2015.

**Figura 5**

*El número de denuncias ciudadanas en el tema de "ruido y vibraciones"*



Fuente. Alfie y Salinas (2017)

**Modelo de simulación orientado al problema**

A partir del Diagrama de Influencias se obtuvo el conocido Diagrama de Stock y Flujos representado en la figura 6. El diagrama es uno de los instrumentos básicos de la dinámica de sistemas, un modelo

matemático que nos permite comprobar la hipótesis dinámica y realizar la simulación de las variables a través el tiempo. El modelo se desarrolló en el Software Vensim®.

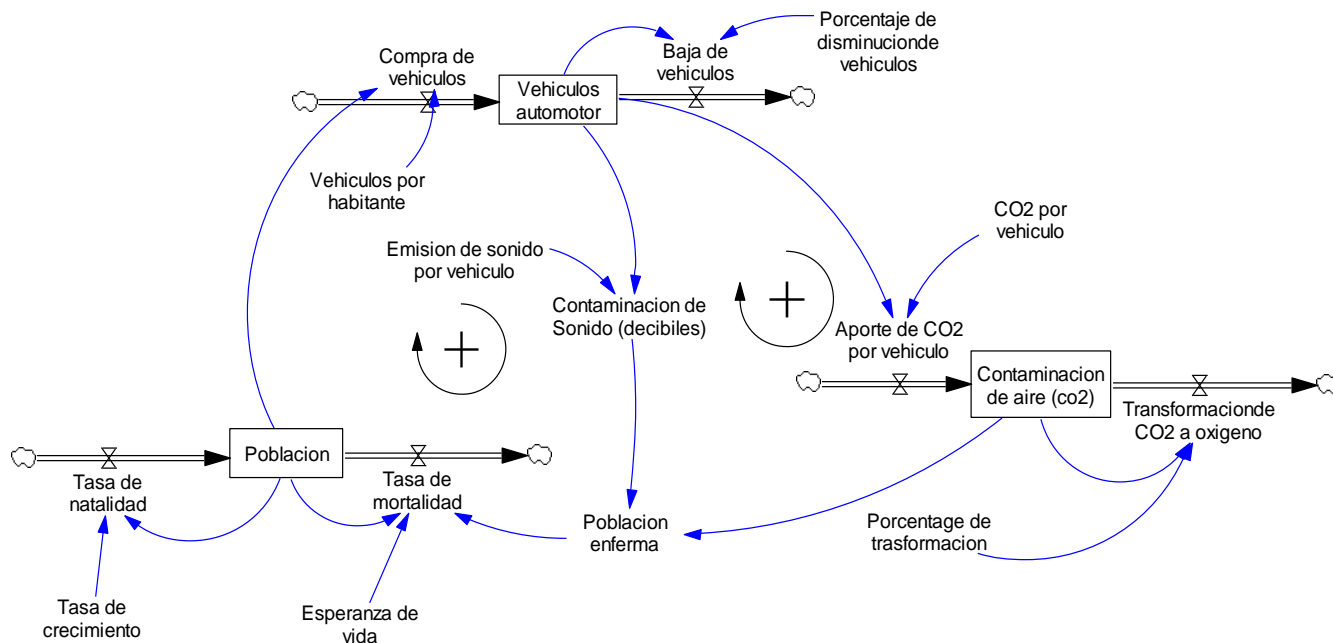


En este modelo se analiza a las tres variables acumuladoras; la población, vehículos de automotor y la contaminación del aire y una variable auxiliar de

contaminación de sonido, las cuales forman dos grandes retroalimentaciones.

**Figura 6**

*Diagrama de Forrester general orientado al problema*



Fuente. Elaboración propia

La figura 7 muestra la simulación de la variable “Vehículos de automotor”, comprobando dinámicamente la evolución de los “Vehículos de automotor”. Se muestra el comportamiento de la variable “Vehículos automotores” en el periodo del 2011 al 2023. El comportamiento demuestra que a medida que crece la población, el número de vehículos automotores aumenta en forma ascendente,

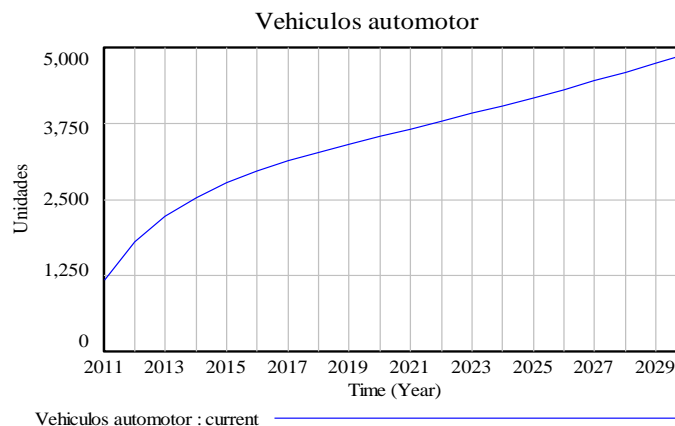
alcanzando aproximadamente 4888 vehículos de automotor transporte urbano para el año 2023. Esta variable tiene una ecuación matemática siguiente:

$$\text{Vehículos automotores} =$$

$$\text{INTEG} (\text{Compra de vehículos} - \text{Baja de vehículos}, 1176)$$

**Figura 7**

*Simulación de vehículos de automotor*



Fuente. Elaboración propia



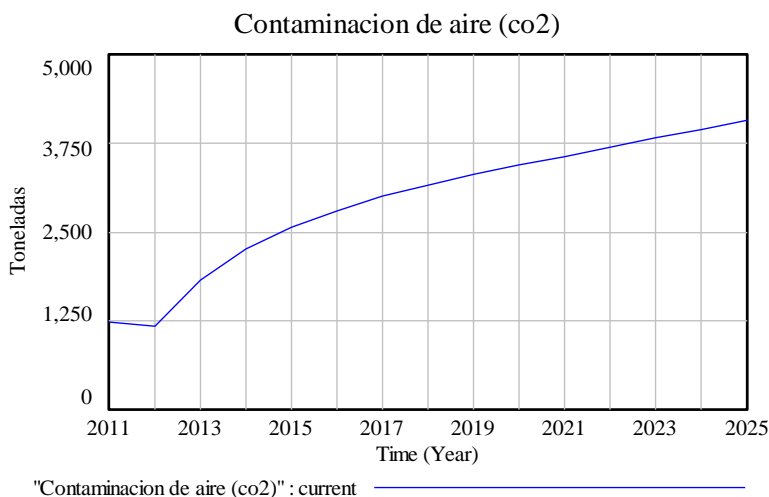
Asimismo, la figura 8 se puede observar la simulación de la variable Contaminación del aire durante el horizonte temporal que va del 2011 al 2030. El comportamiento demuestra que a medida que crece la población, el número de vehículos automotores aumenta en forma ascendente, esto a la vez genera el aumento de la presencia de material particulado en la atmosfera alcanzado aproximadamente 400 toneladas

de CO2. En consecuencia, afecta a la calidad de vida de la variable población. Esta simulación se obtuvo con la siguiente ecuación:

$$\text{Contaminación ambiental (co2)} = \text{INTEG (Aporte de CO2 por vehículo - Transformación de CO2 a oxígeno, 1227)}$$

**Figura 8**

*Comportamiento de la contaminación de aire*



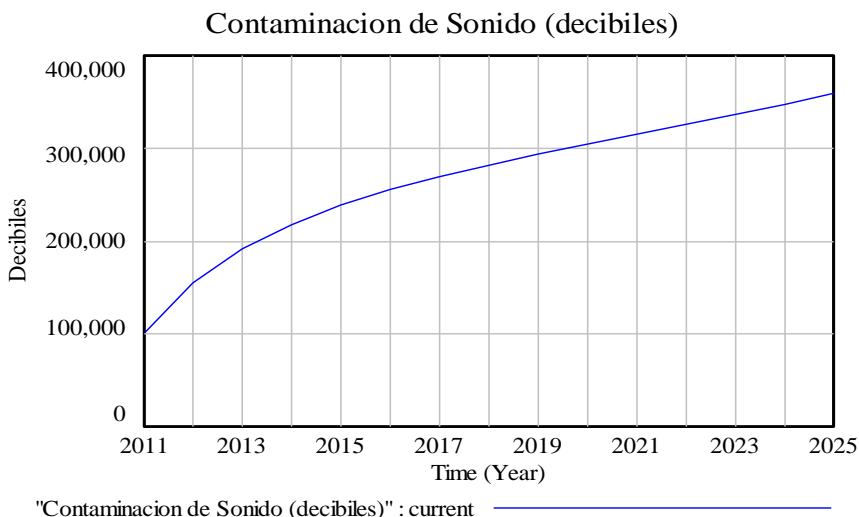
*Fuente.* Elaboración propia

Finalmente, en la figura 9, se puede observar la simulación de la variable “Contaminación del sonido” en el periodo del 2011 al 2030. El comportamiento demuestra que a medida que crece la población, el número de vehículos automotores aumenta en forma

ascendente, esto a la vez genera el aumento de la contaminación del sonido generando aproximadamente 400 decibeles de sonido. En consecuencia, afecta a la calidad de vida de la población.

**Figura 9**

*Comportamiento de la contaminación de sonido*



*Fuente.* Elaboración propia



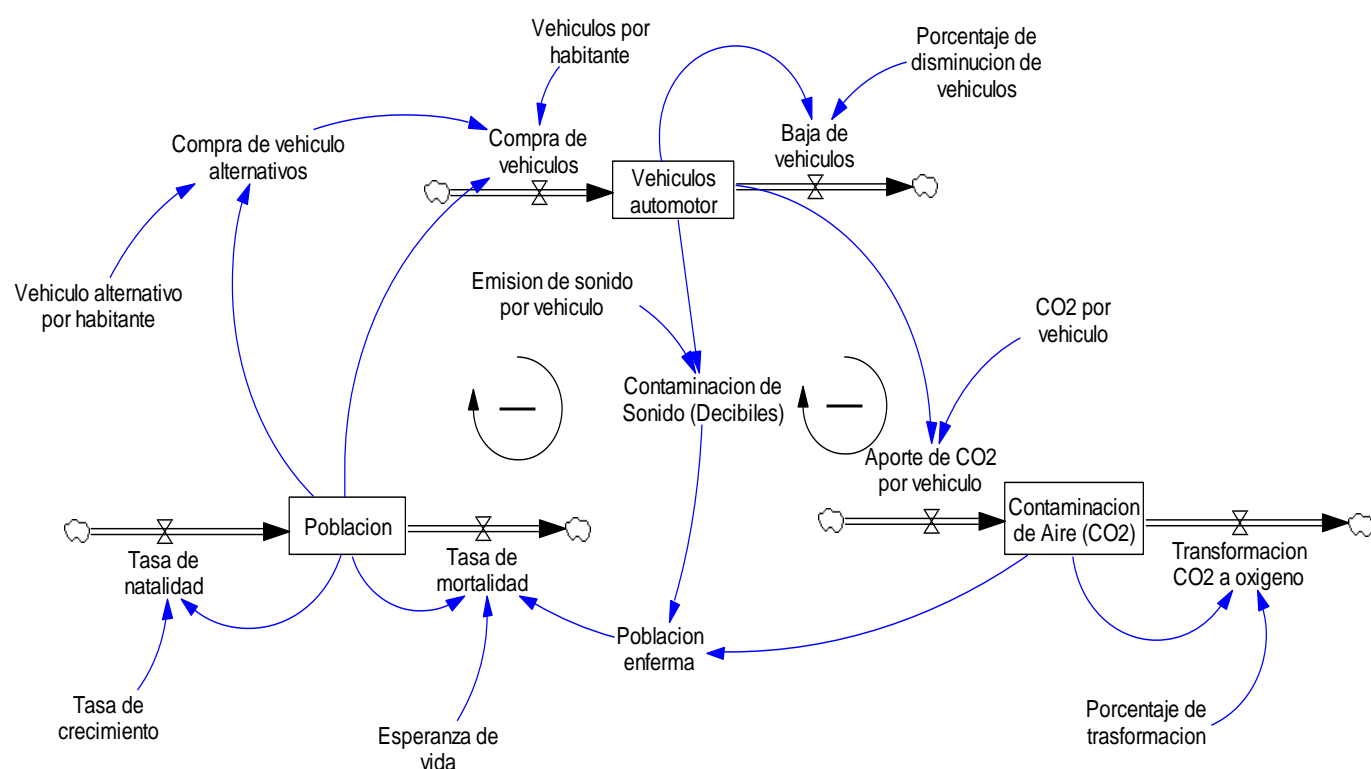
### CONCLUSIONES

En base del modelo propuesto para comprender el problema, se plantea las políticas de cambio, para mejorar aliviar el problema de contaminación ambiental.

En el diagrama orientado a la solución de la figura 10, se observa la variable Vehículos Alternativos, como alternativa de solución de la problemática de contaminación del medioambiente de la ciudad de Pampas. En un escenario que la población cambia el medio de transporte de utilizar los vehículos de automotor a vehículos alternativos como: los vehículos eléctricos, Scoters, bicicletas y entre otros.

Así como señala (SMIA, 2020), el uso de transportes no motorizados como alternativa para promover una movilidad sostenible, que es una forma de transporte que mejora la salud, el ambiente, la calidad de vida de **Figura 10**

Diagrama de forrester orientado a la solución



Fuente. Elaboración propia

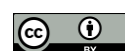
En un escenario donde la tasa de incremento de vehículos alternativos sea de 9%, la cantidad de vehículos de automotor disminuiría a 1587 unidades en el año 2030, disminuyendo el aporte de CO2 en 2360 toneladas aproximadamente, de la misma forma la cantidad de decibels de la contaminación sonora.

las personas y que, a su vez, estabiliza el cambio climático en las ciudades.

Además, esto implica prevenir los accidentes de tránsito, disminuir el uso intensivo de combustibles fósiles, reducir las emisiones masivas de gases de efecto invernadero, así como la contaminación atmosférica y acústica ocasionada por el parque automotor.

En las figuras 11, 12 y 13, se evalúa los efectos de políticas de cambio, de la variable “Vehículos Alternativos”, donde las simulaciones indican que a medida que la población adquiere los vehículos alternativos el comportamiento de la cantidad de vehículos automotores disminuye y con ello, la contaminación del medio ambiente también disminuiría.

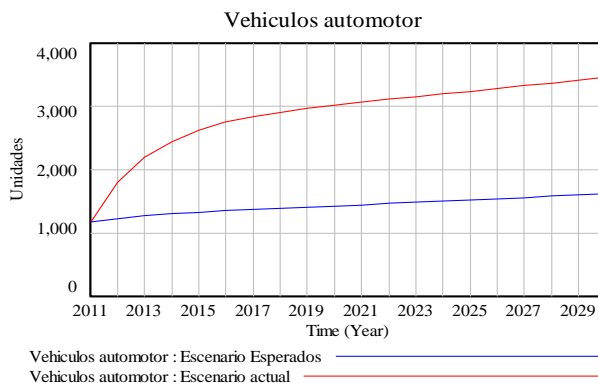
De esta manera las enfermedades y mortalidad poblacional disminuiría considerablemente, ampliando la esperanza de vida de nuestra población en general.





**Figura 11**

*Comparación de comportamientos de vehículos de automotor*



Fuente. Simulación del modelo

De la comparación de simulaciones del número de vehículos de automotor en los dos escenarios podemos observar que, si no realizamos las acciones sobre el incremento de vehículos de automotor está al 2030

llegaría a 3476 unidades, pero con la implementación de acciones correctivas esta reduciría a 1627 unidades vehiculares, como muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Comparación de comportamientos de vehículos de automotor*

Time (Year)	2011	2013	2014	2016	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030
Escenario Esperados	1176	1271	1302	1351	1392	1430	1468	1507	1546	1586	1627
Escenario actual	1176	2192	2452	2751	2914	3026	3120	3209	3296	3385	3476

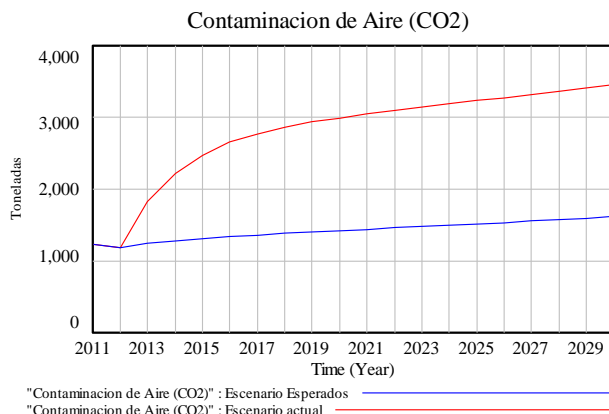
Fuente. Datos obtenidos de la simulación

La figura 12 muestra la comparación de simulaciones de la variable Contaminación Aire en los dos escenarios, que podemos observar, si no realizamos las acciones para mitigar la problemática ésta para al 2030 llegaría a 3454 toneladas de partículas de CO2

presentes en la atmosfera, pero con la implementación de acciones esta reduciría a 1617 toneladas de partículas de CO2, con una diferencia de 1837 toneladas menos como muestra la tabla 2.

**Figura 12**

*Comparación de comportamiento de material particulado*



Fuente. Simulación del modelo



**Tabla 2**

*Comparación de comportamientos de material particulado*

Time (Year)	2011	2013	2015	2019	2021	2023	2025	2027	2030
Escenario Esperados	1227	1241	1312	1402	1441	1479	1517	1557	1617
Escenario actual	1227	1830	2478	2936	3048	3143	3232	3320	3454
Diferencia	0	589	1166	1534	1607	1664	1715	1763	1837

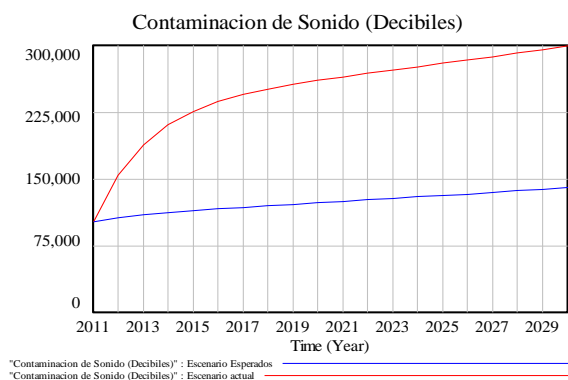
*Fuente.* Datos obtenidos de la simulación

Finalmente, la figura 13 muestra la comparación de simulaciones de la variable Contaminación de sonido en los dos escenarios podemos observar que, si no realizamos las acciones para mitigar la problemática

ésta para al 2030 llegaría a alcanzar 298902 decibeles de sonido, pero con la implementación de acciones esta reduciría a 139883 decibeles, con una diferencia de 159019 decibeles menos como muestra la tabla 3.

**Figura 13**

*Comparación de comportamiento de material particulado*



*Fuente.* Simulación del modelo

**Tabla 3**

*Comparación de comportamientos de contaminación de sonido*

Time (Year)	2011	2013	2015	2017	2019	2021	2023	2027	2030
Escenario Esperados	101136	109301	114256	118025	121388	124644	127911	134629	139883
Escenario actual	101136	188529	226014	244478	255766	264418	272174	287275	298902
Diferencia	0	79228	111758	126453	134378	139774	144263	152646	159019

*Fuente:* Datos obtenidos de la simulación del modelo

## DISCUSIÓN

La investigación tuvo como propósito general de determinar el Impacto del Modelamiento Dinámico del Transporte Urbano en la evaluación del Medioambiente del distrito de Pampas. y los propósitos específicos fueron: Comprobar el Impacto del Modelo Dinámico del Transporte Urbano en la evaluación de la contaminación del aire en el distrito de Pampas, y comprobar el Impacto del Modelo Dinámico del Transporte Urbano en la evaluación de la contaminación sonora en el distrito de Pampas.

Para medir el impacto de las políticas de cambio se ha sometido los resultados en la prueba de hipótesis, utilizando la prueba de normalidad de muestras relacionadas, para analizar si los datos obtenidos provienen de una distribución normal de la misma media y desviación típica. Adicionalmente se utilizó el “Coeficiente de Pearson de Correlación” para medir el grado de correlación que existe en los datos simulados de la variable. Concluyendo, la variable “vehículos alternativos” tiene un impacto positivo en la disminución de la contaminación del aire y en la disminución de la contaminación de sonido.



En la contaminación del aire podemos observar comportamiento creciente durante el horizonte temporal de 2011 al 2030.

En el escenario actual el comportamiento tiende a aumentar de manera rápida y ascendente, debido a la existencia del bucle de retroalimentación positivo entre las variables que lo conforma. Así como señala, (Aracil, 1995), el bucle de realimentación positiva tiene un comportamiento reforzador o creciente, generado por las influencias positivas de las variables que lo conforma. Sin embargo, en el escenario esperado el comportamiento de la contaminación de aire tiene una tendencia de disminución que busca la estabilidad del sistema, ya que la variable “Vehículos alternativos” genera una influencia indirecta, formando un bucle de retroalimentación negativo entre sus variables que lo conforma.

Como señala (Aracil, 1995), el bucle de retroalimentación negativa tiene un comportamiento orientado a un determinado objetivo, búsqueda de la estabilidad del sistema, generado por las influencias positivas y negativas entre las variables que lo conforma. Por lo que podemos afirmar que el Modelo Dinámico del Transporte Urbano tiene un Impacto positivo en la evaluación de la contaminación del aire en el distrito de Pampas.

En la contaminación del sonido también podemos observar el comportamiento creciente durante el horizonte temporal de 2011 al 2030 de la variable “Contaminación de sonido”.

En el escenario actual el comportamiento tiende a aumentar de manera rápida y ascendente, generado por el bucle de retroalimentación positivo conforma por las variables del sistema. Asimismo, en el escenario esperado el comportamiento de la contaminación de sonido tiene una tendencia de disminución que busca alcanzar la estabilidad del sistema, debido a la existencia del bucle de retroalimentación negativa entre las variables que lo conforma el sistema. Por lo que podemos afirmar que el Modelo Dinámico del Transporte Urbano tiene un Impacto positivo en la evaluación de la contaminación sonora en el distrito de Pampas.

Finalmente, la existencia de dos bucles de realimentación positiva en el seno del sistema formado entre las variables Vehículos de automotor, la contaminación de la sonora y la contaminación de aire provocan el aumento de la contaminación ambiental (ver la figura).

Sin embargo, la presencia de la variable Vehículos Alternativos provoca la aparición de dos bucles de realimentación negativa provocando un comportamiento de búsqueda de estabilidad, una tendencia que busca disminuir el comportamiento de la contaminación ambiental.

Por lo que nos lleva a afirmar que el Modelamiento Dinámico del Transporte Urbano tiene un Impacto positivo en la evaluación de la contaminación ambiental en el distrito de Pampas, ya que a través de ello podemos observar el comportamiento de factores que generan la contaminación ambiental, y los efectos de los mismos.

## CONCLUSIONES

- Se demuestra que el modelamiento dinámico es de gran utilidad para la evaluación de los factores de contaminación ambiental generado por el transporte urbano, dado que nos permite observar sus comportamientos a lo largo del tiempo en función de la existencia de bucles de realimentación en su estructura formada entre las variables que las conforman.
- La evaluación del comportamiento de la contaminación del aire en los dos escenarios nos demuestra la gran utilidad del modelamiento dinámico, dado que nos ha permitido realizar las comparaciones del comportamiento de la contaminación del aire, encontrando un comportamiento creciente en los dos escenarios provocado su efecto creciente en la contaminación de sonido.
- La evaluación del comportamiento de la contaminación del sonido en los dos escenarios nos demuestra una tendencia creciente de la contaminación del sonido, que como consecuencia está afectando a la salud mental de las personas toda vez que estos excesos generan estrés en las personas y sobre todo en las personas de la tercera edad.

**BIBLIOGRAFÍAS**

- [1]. Aracil, J. (1995). *Dinámica de Sistemas*. Madrid: Isdefe.
- [2]. Barr Rosso, K. (16 de marzo de 2021). El transporte no sostenible tiene consecuencias: estas son las estrategias para reducir la contaminación ambiental. Obtenido de Moviliblog: <https://blogs.iadb.org/transporte/es/el-transporte-no-sostenible-tiene-consecuencias-estas-son-las-estrategias-para-reducir-la-contaminacion-ambiental/>
- [3]. Diaz, B., & Pareja, R. (30 de agosto de 2022). Eléctricos, híbridos, diésel y gasolina: ¿cuántas emisiones producen en su vida útil? Obtenido de CAR AND DRIVER: <https://www.caranddriver.com/es/coches/planeta-motor/a30780438/emisiones-contaminantes-segun-tipo-coche/>
- [4]. EUROPA PRESS. (29 de julio de 2021). ¿Cuántas personas matará el aumento de emisiones de carbono? Obtenido de Cienciaplus: <https://www.europapress.es/ciencia/cambio-climatico/noticia-cuantas-personas-matara-aumento-emisiones-carbono-20210729130609.html>
- [5]. Martin, J. (2011). *Dinámica de Sistemas Conceptos*. Barcelona (España).
- [6]. Muñoz, J. (03 de enero de 2023). ¿Qué kilometraje debe tener un vehículo según sus años? Obtenido de Informes Autofact: <https://www.autofact.cl/blog/comprar-auto/antecedentes/kilometraje-promedio-auto>
- [7]. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental OEFA. (2016). *La Contaminación Sonora en Lima y Callao*. Lima.
- [8]. Parlamento Europeo. (14 de junio de 2022). Emisiones de CO2 de los coches: hechos y cifras. Obtenido de Noticias Parlamento Europeo: <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20190313STO31218/emisiones-de-co2-de-los-coches-hechos-y-cifras-infografia>
- [9]. Sterman, J. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Massachusetts: Scott Isenberg.
- [10]. Sanchez Carlessi, H., & Reyes Meza, C. (2017). *Metodología y Diseños en la Investigación Científica*. Lima Peru: Business Support Aneth SRL.
- [11]. SMIA. (14 de junio de 2020). Sistema Metropolitano de Información Ambiental. Obtenido de Movilidad sostenible: beneficios para el ambiente de la ciudad y la prevención frente al COVID-19: <https://smia.munlima.gob.pe/novedades/movilidad-sostenible-beneficios-para-el-ambiente-de-la-ciudad-y-la-prevencion-frente-al-covid19>
- [12]. TYSMAG. (s.f.). El impacto del transporte público en el medio ambiente. Obtenido de <https://tysmagazine.com/impacto-del-transporte-publico-medio-ambiente/>
- [13]. Union de Científicos Conscientes. (23 de julio de 2017). *Carros, camiones, buses y la contaminación del aire*. Obtenido de <https://es.ucsusa.org/recursos/carros-camiones-buses-contaminacion>.