



**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS APLICADAS**

**Trabajo de fin de Carrera titulado:**

**CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SANITIZACIÓN INTERIOR PARA EL  
VEHÍCULO DE TURISMO CHEVROLET SAIL 2016**

**Realizado por:**

**EDWIN OMAR CHILQUINGA GUANOPATIN**

**Director del proyecto:**

**PHD. DIANA BELÉN PERALTA ZURITA, MSC.**

**Como requisito para la obtención del título de:**

**MAGISTER EN DISEÑO MECÁNICO  
MENCION FABRICACIÓN DE AUTOPARTES DE VEHÍCULOS**

**Quito, OCTUBRE del 2022**

## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Edwin Omar Chilingua Guanopatin, ecuatoriano, con Cédula de ciudadanía N° 0503066284, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido presentado anteriormente para ningún grado o calificación profesional, y se basa en las referencias bibliográficas descritas en este documento.

A través de esta declaración, cedo los derechos de propiedad intelectual a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido en la Ley de Propiedad Intelectual, reglamento y normativa institucional vigente.



EDWIN OMAR CHILQUINGA GUANOPATIN

C.I.: 050306628-4

## **DECLARACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS**

Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

-----  


PhD. Diana Belén Peralta Zurita. Msc.

**LOS PROFESORES INFORMANTES:**

Msc. Jaime Vinicio Molina Osejos

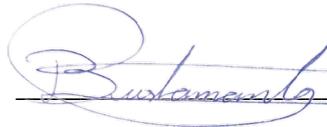
Msc. Diego Fernando Bustamante Villagómez

Después de revisar el trabajo presentado lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.



---

Msc. Jaime Vinicio Molina Osejos



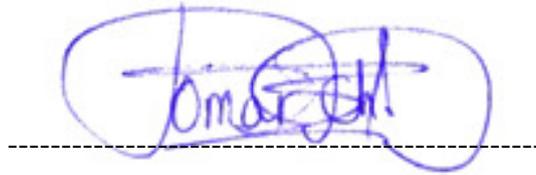
---

Msc. Diego Bustamante Villagómez

Quito, 11 de octubre de 2022

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.



EDWIN OMAR CHILQUINGA GUANOPATIN

C.I.: 050306628-4

# UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

Facultad de Ingenierías y Ciencias Aplicadas

Maestría en Diseño Mecánico

Mención Fabricación de Autopartes de Vehículos

CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE SANITIZACIÓN INTERIOR PARA EL  
VEHÍCULO DE TURISMO CHEVROLET SAIL 2016

Edwin Omar Chilibingua Guanopatin

Nota del autor

Edwin Omar Chilibingua Guanopatin, Facultad de Ingeniería Arquitectura e Ingeniería,  
Universidad Internacional SEK.

Directora PhD. Diana Belén Peralta Zurita, Msc.

Cualquier correspondencia concerniente a este trabajo puede dirigirse a:

[eochilibingua.mdm@uisek.edu.ec](mailto:echilibingua.mdm@uisek.edu.ec)

## **Declaración Juramentada**

Yo, Edwin Omar Chiquinga Guanopatin, con cédula de identidad 050306628-4, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y que se ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



**EDWIN OMAR CHILQUINGA GUANOPATIN**  
C.I.: 050306628-4

**Índice de contenido**

Declaración Juramentada .....	2
Resumen .....	12
Abstract.....	13
Introducción .....	14
Antecedentes.....	14
Planteamiento del problema .....	16
Justificación.....	18
Hipótesis .....	19
Estado del arte .....	20
COVID-19, crisis sanitaria.....	20
Escenario post COVID .....	20
Movilidad y transporte.....	21
Sistema de sanitización .....	25
Método.....	42
Selección del sistema y sustancia sanitizante. ....	44
Diseño CAD del sistema.....	45
Construcción e implementación del sistema.....	52
Medición de bacterias en el habitáculo del vehículo sin el tratamiento y después de aplicar el sistema.....	63
Medición de colonias bacterianas aplicado el sistema y sin el sistema aplicado.....	65

Cantidad de Aerobios Mesófolis Petrifilm .....	66
Validación de resultados según recomendaciones de la OMS.....	81
Conclusiones .....	86
Recomendaciones.....	87
Referencias Bibliográficas .....	88
Anexos .....	92

**Índice de figuras**

Figura 1 Comercialización de Vehículos en el Ecuador 2019-2020 .....	18
Figura 2. Esquema de la Relación del Transporte con Otras Actividades .....	23
Figura 3 Cadena de Valor y Transporte. ....	24
Figura 4 Clasificación de las Ondas UV. ....	27
Figura 5 Cabinas de Desinfección por Nebulización. ....	28
Figura 6 Hongo Aspergillus. ....	37
Figura 7 Hongo Legionella Pneumophila. ....	38
Figura 8 Muestras de Cartas Microbiana. ....	39
Figura 9 Cartas Microbiana. ....	40
Figura 10 Propuesta Metodológica. ....	43
Figura 11 Especificaciones Técnicas del Vehículo Chevrolet Sail 2016. ....	48
Figura 12 Diseño CAD de Vehículo en el Software Fusion. ....	50
Figura 13 Diseño CAD de Vehículo en el Software Fusion. ....	50
Figura 14 Diseño CAD Corte Lateral Derecho e Izquierdo del Vehículo. ....	51
Figura 15 Diseño CAD Corte Instalación de la Bomba de Presión en el Vehículo. ....	51
Figura 16 Diagrama de Control del Sistema Sanitizante Para el Vehículo Chevrolet Sail. ....	52
Figura 17 Diseño Hidráulico del Sistema de Sanitización, Activación de la Bomba. ....	53
Figura 18 Diseño Hidráulico del Sistema de Sanitización, Activación de los Inyectores. ....	53
Figura 19 Activación de la Válvula de Seguridad del Sistema Hidráulico de Sanitización. ...	54
Figura 20 Circuito de Control de la Bomba. ....	54
Figura 21 Programación en C++ Para la Activación por Bluetooth del Sistema de Sanitización. .....	55
Figura 22 Control Móvil por Bluetooth. ....	56

Figura 23 Vinculación del Dispositivo.....	57
Figura 24 Selección del Dispositivo.....	57
Figura 25 Programación en C++ Para la Activación por Bluetooth del Sistema de Sanitización. .....	58
Figura 26 Materiales Para la Construcción del Sistema.....	59
Figura 27 Instalación del Sistema..	60
Figura 28 Conexiones Hidráulicas del Sistema.....	61
Figura 29 Conexiones Eléctricas y Funcionamiento del Sistema. ....	61
Figura 30 Ubicación de las Muestras Para Los Ensayos.....	64
Figura 31 Cantidad de Bacterias Aerobios.....	65
Figura 32 Dispersión de los Valores Obtenidos Antes y Después de Aplicar el Sistema de Sanitización en la Ubicación Uno..	74
Figura 33 Variación Significativa en la Eliminación de Bacterias en la Ubicación Uno..	75
Figura 34 Dispersión de los Valores Obtenidos Antes y Después de Aplicar el Sistema de Sanitización en la Ubicación Dos.....	76
Figura 35 Variación Significativa en la Eliminación de Bacterias en la Ubicación Dos.....	77
Figura 36 Dispersión de los Valores Obtenidos Antes y Después de Aplicar el Sistema de Sanitización en la Ubicación Tres.....	78
Figura 37 Variación Significativa en la Eliminación de Bacterias en la Ubicación Tres.....	79
Figura 38 Dispersión de los Valores Obtenidos Antes y Después de Aplicar el Sistema de Sanitización en la Ubicación Cuatro.....	80
Figura 39 Variación Significativa en la Eliminación de Bacterias en la Ubicación Cuatro... ..	81
Figura 40 Cantidad de Bacterias Viables Antes de Aplicar el Sistema Sanitizante.....	82
Figura 41 Cantidad de Bacterias Viables Después de la Aplicación del Sistema Sanitizante.	83

Figura 42 Comparación de Bacterias Viables Antes y Después de la Aplicación del Sistema Sanitizante..... 84

**Índice de tablas**

Tabla 1 Tipos de Cloro.....	31
Tabla 2 Características del Amonio Cuaternario (CA) .....	32
Tabla 3 Características del Peróxido de Hidrógeno .....	34
Tabla 4 Características del Alcohol.....	35
Tabla 5 Tipo de Contaminación Microbiana de Ambiente .....	41
Tabla 6 Selección del Sistema Sanitizante .....	44
Tabla 7 Evaluación del Funcionamiento del sistema Sanitizante .....	62
Tabla 8 Cantidad de Bacterias en la Ubicación Uno del Automóvil.....	66
Tabla 9 Cantidad de Bacterias en la Ubicación Dos del Automóvil .....	67
Tabla 10 Cantidad de Bacterias en la Ubicación Tres del Automóvil .....	67
Tabla 11 Cantidad de Bacterias en la Ubicación Cuatro del Automóvil .....	68
Tabla 12 Número de Repeticiones de Mediciones Para una Confianza del 95% .....	72
Tabla 13 Comparación de Muestras Antes y Después de Aplicar el Sistema en la Ubicación Uno .....	73
Tabla 14 Comparación de Muestras Antes y Después de Aplicar el Sistema en la Ubicación Dos .....	75
Tabla 15 Comparación de Muestras Antes y Después de Aplicar el Sistema en la Ubicación Tres.....	77
Tabla 16 Comparación de Muestras Antes y Después de Aplicar el Sistema en la Ubicación Cuatro .....	79
Tabla 17 Cantidad de Bacterias Reducidas en el Interior del Habitáculo .....	84

## **Índice de ecuaciones**

Ecuación 1. Velocidad del Fluido .....	46
Ecuación 2. Número de Ramificaciones .....	46
Ecuación 3. Número de Repeticiones por Tratamiento.....	68

## **Índice de anexos**

Anexo 1 Ensayo 1, Cantidad de Bacterias en el Vehículo Chevrolet Sail Antes y Después de Aplicar el Sistema Sanitizante.....	92
Anexo 2 Ensayo 2, Cantidad de Bacterias en el Vehículo Chevrolet Sail Antes y Después de Aplicar el Sistema Sanitizante.....	93
Anexo 3 Ensayo 3, Cantidad de Bacterias en el Vehículo Chevrolet Sail Antes y Después de Aplicar el Sistema Sanitizante.....	94
Anexo 4 Ensayo 4, Cantidad de Bacterias en el Vehículo Chevrolet Sail Antes y Después de Aplicar el Sistema Sanitizante.....	95

### **Abreviaturas**

C.A.D.                      Computer Aided Design (Diseño asistido por computadora)

O.M.S.                      Organización Mundial de Salud

C.F.U.                      Colony Forming Units (Unidad de colonias formadas)

## **Resumen**

El desarrollo global de la humanidad esta sujeta a distintas prácticas de incumbencia social, que hoy por hoy se ve afectado por la aparición del COVID-19, que a partir de su primera notificación en diciembre del 2019 en China ha traído irreparables pérdidas, la sociedad desarrolla múltiples actividades que traen consigo la necesidad de movilidad, sin embargo la incertidumbre y el temor a contagiarse por el virus que actualmente asecha sigue creciendo, por esta razón se busca desarrollar sistemas de sanitización que desinfecten a personas, lugares o cosas, actualmente se cuenta con algunos como: iones de desinfección, desinfecciones UV-C de superficies, desinfección UV-c de aire, desinfección oxidativa, higienizador de escaleras, esterilizador de pasamanos, descontaminación por AFT, desinfección por ozono, túneles y cabinas sanitarias; sin embargo, ninguno instalado en el interior del auto, siendo el habitáculo un espacio ideal para el habitat de diferentes microorganismos, bacterias, hongos y virus incluyendo el del COVID-19, esta investigación está fundamentada en la implementación de un sistema sanitizante en el vehículo Chevrolet Sail, el sistema y fluido han sido seleccionados en consideración a la revisión bibliográfica de las características de cada uno, definiendo parámetros relacionados al diseño y optimización de recursos en la implementación, finalmente se midió la concentración de bacterias viables a través del monitoreo ambiental Aerobios Mesófilos, Petrifil, encontrando alrededor de 800 CFU/g, después se aplicó el sistema sanitizante reduciendo la cantidad a un promedio aproximado de 1,33 CFU/g logrando alcanzar un nivel de bioseguridad confiable, además de aportar en la reactivación económica de forma segura y responsable, comprometida en enfrentar los retos y desafíos de la crisis sanitaria y un posible escenario post pandemia, centrado en reducir la dispersión de hongos, bacterias y microorganismos que perjudiquen la salud humana.

**Palabras clave:** COVID-19, Movilidad, Transporte, Sanitización, Nebulización, bacterias.

**Abstract**

The global development of humanity is subject to different practices of social concern, which today is affected by the appearance of COVID-19, which since its first notification in December 2019 in China has brought irreparable losses, the society develops multiple activities that bring with it the need for mobility, however the uncertainty and the fear of being infected by the virus that currently threatens to grow, for this reason it seeks to develop sanitization systems that disinfect people, places or things, there are currently some such as: disinfection ions, UV-C surface disinfections, UV-c air disinfection, oxidative disinfection, stair sanitizing, handrail sterilizer, decontamination by AFT, ozone disinfection, tunnels and sanitary cabins; however, none installed inside the car, being the cabin an ideal space for the habitat of different microorganisms, bacteria, fungi and viruses including that of the COVID-19, this research is based on the implementation of a sanitizing system in the vehicle Chevrolet Sail, the system and fluid have been selected in consideration of the bibliographic review of the characteristics of each, defining parameters related to the design and optimization of resources in the implementation, finally the concentration of viable bacteria was measured through environmental monitoring Aerobios Mesófilos, Petrifil, finding around 800 CFU/g, then the sanitizing system was applied reducing the amount to an average of approximately 1.33 CFU/g achieving a level of reliable biosecurity, in addition to contributing to the economic reactivation in a safe and responsible manner, committed to facing the challenges of the health crisis and a possible post-pandemic scenario, focused on reducing the spread of fungi, bacteria and microorganisms that harm human health.

**Key words:** COVID-19, Mobility, Transport, Sanitization, Nebulization, bacteria.

## **Introducción**

### **Antecedentes**

Desde marzo del año 2020 y ante la situación actual que atraviesa el mundo entero aparecen nuevas necesidades en el ámbito social y de seguridad, es fundamental la búsqueda de nuevos productos o sistemas que garanticen la bioseguridad de la humanidad, hoy por hoy la incertidumbre generada por el Coronavirus obligó a las naciones a tomar medidas preventivas como el aislamiento o cuarentena con el afán de evitar la propagación de contagios, enfermos y fallecidos; sin embargo, después de estas medidas se ha realizado el levantamiento de algunas actividades en varios sectores, en especial de los que generan divisas para el país sea del sector público o privado, se ha visto la necesidad de implementar un sistema de sanitización, que cubra la demanda actual de la sociedad, además cuente con las especificaciones técnicas de sanidad para disminuir los agentes contaminantes de espacios cerrados como es el habitáculo del vehículo Chevrolet Sail.

Caicedo C. & Marilyn J. plantea un diseño de un sistema de control para el interior de la empresa Mas-Limpio S.A., esto ha permitido mejorar el desarrollo de la empresa, garantizando prestar servicios eficientes con operaciones que disminuyen la probabilidad de contagio de enfermedades provenientes por virus, desinfectando cada espacio de la empresa, mejorando la rentabilidad favorable a la organización.

Según Martínez E, la mayoría de las técnicas para la desinfección de lugares o ambientes cerrados se deben aplicar procesos avalados por la Organización Mundial de Salud, estos protocolos han logrado eliminar bacterias, hongos, algunos virus e incluso esporas que son causantes de varias enfermedades asociadas al sistema de respiración, con esto se ha logrado

tener ambientes redimidos de contaminación, reducir los costos por ausencia laboral y falta de producción, disminución de riesgos y enfermedades laborales, además de cumplir con las normas vigentes que garantizan el cumplimiento de seguridad y salud ocupacional de las empresas.

Según la Organización Mundial de la Salud OMS las sustancias de desinfección no deben ser utilizadas al 100% de pureza, este porcentaje resultarían tóxico para el ser humano, es por ello que este organismo recomienda la disolución de sustancias en agua o algún equivalente para evitar irritaciones en la piel o el sistema respiratorio.

Betelgaux, especialista en higiene y seguridad plantea que la desinfección de superficies y ambientes en la industria se realiza con la aplicación de sustancias que tienen como principal objetivo la eliminación de microorganismos como: Mohos, Hongos, Mico bacterias, bacterias y Virus, considerando que cada uno de estos tienen comportamientos y características únicas recomienda la aplicación de soluciones con contenidos como: desinfectantes clorados, glutaraldehído, sales de amonios cuaternarios, alcoholes, peróxido de hidrógeno, ácido paracético, biguanicidas poliméricas, aminas terciarias o ácidos, estas sustancias deben ser seleccionadas apropiadamente según la necesidad social.

Varios sectores sociales necesitan la desinfección de los espacios y lugares en donde desempeñan sus actividades, el sector transportista presenta un elevado flujo de personas que se desplazan de un lugar, convirtiéndose en un ambiente inseguro por la contaminación de bacterias, se considera que uno de los puntos más importante para la reactivación económica del país, en la etapa COVID y Post COVID será la movilidad que actué como el motor principal en la evolución económica del país. En relación a lo expuesto en el análisis bibliográfico se implementará un sistema para la desinfección interna de un vehículo con alta demanda según

datos presentados en el anuario de la AEADE, en donde se destaca que el Chevrolet Sail es un modelo que se encuentra entre los 10 más comercializados en el Ecuador, de tal manera que el sistema se convierta en un aporte para la bioseguridad de los usuarios y sirva de aporte para la reactivación económica que el país necesita.

### **Planteamiento del problema**

Actualmente el Ecuador y el mundo entero atraviesa un momento crítico por la llegada de la pandemia COVID-19, que a partir de su primera notificación en diciembre 31 del año 2019 en China (Wuhan) ha traído consigo irreparables pérdidas para la sociedad, la reactivación de actividades en el ámbito social y económico urge, según el ministerio de producción el primer confinamiento trajo perdidas de aproximadamente 14 101 millones, hasta la presente las pérdidas han superado todo pronóstico, datos estadísticos del Servicio de Rentas Internas (SRI) revelan que dentro de los sectores más afectados está la industria automotriz, un reporte de la Cámara de la Industria Automotriz Ecuatoriana (CINAE) indica que en el cuarto mes de pandemia el ensamblaje de vehículos se redujo hasta un 95%, provocada por la baja demanda del producto, una alternativa que permita mitigar estas pérdidas provocada por los efectos de la pandemia en el sector automotriz es la implementación de un mecanismo o un sistema de sanitización como innovación tecnológica, desarrollada en materia de bioseguridad, que se enfoca principalmente en brindar un servicio confiable y seguro permitiendo conseguir un avance socioeconómico a través de la movilidad.

Desde la antigüedad los vehículos han sido construidos con el objetivo de trasladar cosas o personas de un destino a otro, con el pasar de los años la industria ha venido presentando avances tecnológicos, además del mejoramiento en sus diseños, presentando así unidades con

mejoras en varios sistemas que han permitido mejorar el performance del vehículo; sin embargo, la seguridad es un tema que no se puede dejar pasar por alto a la hora de seleccionar un vehículo ya que en la actualidad esta brinda confianza en los usuarios, con la llegada de la pandemia la inseguridad en la sociedad ha ganado terreno pues el temor de la ciudadanía a ser un foco contaminante o contaminarse con el virus de la COVID-19 crece y crece.

De acuerdo al anuario de estadística de transporte (ANET), en los 2 últimos años se han matriculado un promedio aproximado de 2 357 805 unidades vehiculares, de los cuales un poco más de 55 000 vehículos prestan el servicio de taxi ejecutivo, actividad altamente desarrollada por varias marcas comerciales de vehículos tipo turismo, entre estas destaca Chevrolet con su modelo Sail, que es uno de los principales actores dedicados a prestar este servicio, el mismo que se ha visto comprometido por falta de garantías en temas de sanitización, desinfección y fumigación del espacio interno, para reducir el posible riesgo de contaminación, exposición a bacterias, gérmenes, microorganismos y virus que causan proliferación de alergias y enfermedades a los seres humanos.

Según la Federación Nacional de Operadores de Transportes en Taxis (FEDOTAXIS) en Guayaquil, Quito y Cuenca hay un promedio de 160 habitantes por cada taxi por lo que urge buscar alternativas para la desinfección y sanitización interna de los vehículos, la mayoría de los sistemas de sanitización desarrollados por la industria permiten la desinfección pre y post utilización de vehículos con sistemas como: iones de desinfección, desinfección UV-C de superficies, desinfección UV-c de aire, desinfección oxidativa, higienizador de escaleras mecánicas, esterilizador de pasamanos, descontaminación por AFT, desinfección por ozono, túneles y cabinas sanitarias; sin embargo, ninguno de ellos ha sido diseñado para la desinfección interior de un vehículo, por lo que el habitáculo se convierte en un espacio peligroso por albergar diferentes microorganismos, bacterias, hongos y virus como el mismo COVID-19 que

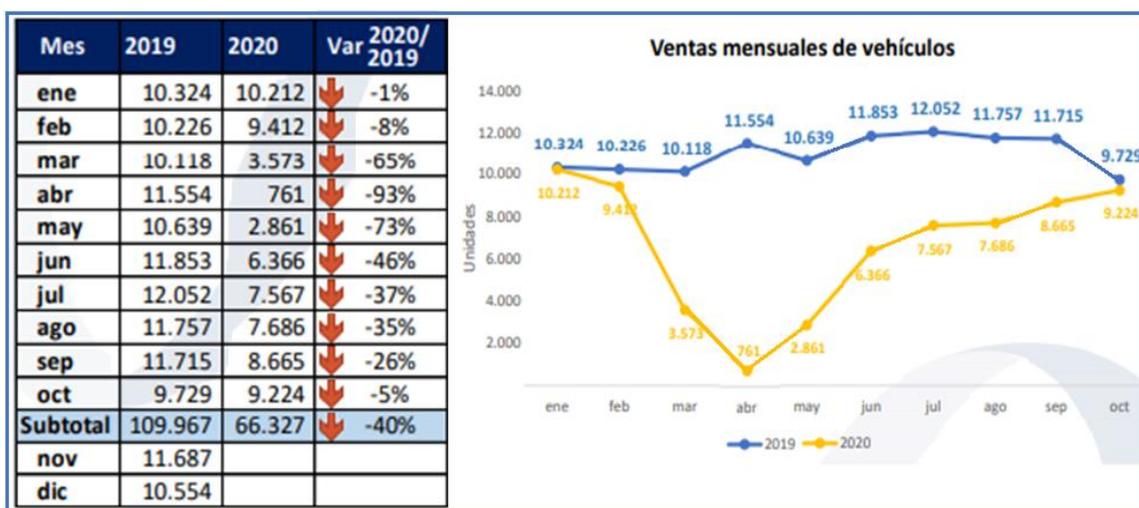
según la Organización Mundial de la salud (OMS) el 93% de las 195 naciones reconocidas por la Organización de Naciones Unidas (ONU) se encuentran infectadas por esta pandemia.

**Justificación**

El transporte ejecutivo es una necesidad social, con alta demanda a nivel internacional y nacional, esto sin duda mueve la comercialización de unidades de transporte; sin embargo desde el año 2020 se ha registrado un considerable decremento en las ventas, que desde el mes de enero hasta octubre del mismo año han caído drásticamente, según cifras presentadas en el anuario 2021 de la Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE), el Chevrolet Sail es una de los modelos más comercializados en el país, además de ser uno de los más utilizados como transporte de taxi ejecutivo, en la figura 1 se muestra el comportamiento de la comercialización de vehículos en los años de pandemia.

**Figura 1.**

*Comercialización de Vehículos en el Ecuador 2019-2020.*



*Nota.* Comportamiento de ventas mensuales de vehículos. Tomada de ventas anuales AEADE, 2021

La presente investigación tiene como objetivo construir un sistema de sanitización interna para el vehículo Chevrolet Sail 2016, a través de la implementación de componentes hidráulicos y electrónicos que permita alcanzar un nivel de bioseguridad confiable para los usuarios.

Para lograr la implementación del sistema de sanitización se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Analizar los sistemas de sanitización a través de una revisión bibliográfica para definir el sistema más idóneo de bioseguridad para el interior del vehículo.
- Diseñar el sistema de sanitización mediante la utilización de software CAD y Automation Studio para precisar las condiciones de operación del sistema sanitizante.
- Construir el sistema de sanitización en el vehículo Chevrolet Sail 2016 mediante componentes hidráulicos y electrónicos para la implementación del sistema de bioseguridad en el vehículo
- Evaluar el funcionamiento del sistema de sanitización a través de pruebas de reducción de microorganismos para la validación del sistema.

### **Hipótesis**

¿La implementación del sistema de sanitización interior para el vehículo Chevrolet Sail 2016 permitirá mejorar la bioseguridad de los usuarios que dependen del transporte turístico en el país?

## **Estado del arte**

### **COVID-19, crisis sanitaria**

La movilidad, la explotación de petróleo, banano y el camarón son actividades clave en la generación de divisas en el país y en especial el sector turístico, más del 50% de estas actividades están relacionadas al transporte. (OMT, 2019)

No obstante la pandemia Covid-19 que se trata de una infección causada por un grupo de virus denominado coronavirus, causantes de enfermedades mínimas que asocian desde un resfrío común hasta enfermedades muy graves como es el caso de la neumonía, esto está provocado una caída económica a nivel mundial desde marzo del 2020 y sobre todo en el sector del turismo en América Latina, donde existen distintos destinos turísticos que en algunos casos es su principal fuente de ingreso para mantener la economía y calidad de vida de toda su población, precisamente estas actividades han dado desarrollo a distintos sectores sociales; sin embargo, es lamentable evidenciar la caída parcial y en algunos casos total debido al temor de la pandemia y el limitado movimiento del transporte, con ello también se ven afectados establecimientos como: hoteles, restaurantes, museos, hosterías, centros vacacionales, entre otros, ya que por los escasos medios de bioseguridad, ante la pandemia se vieron obligados a paralizar sus operaciones. (Sánchez, 2020).

### **Escenario post COVID**

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2020). Los posibles escenarios para la recuperación internacional, toma un contexto optimista donde la mayoría de los países logran controlar la pandemia y, a partir de julio, la movilidad se recupera gradualmente hasta alcanzar el 70% de la línea de base prevista en un plazo de nueve meses, en

un nivel intermedio se cree que la recuperación de las empresas sería desde octubre del año 2021.

El Ecuador enfrenta una dura problemática relacionada a la pandemia COVID-19, que ha generado un impacto negativo aproximado del 20% al 30%, sobre todo en medianas y micro empresas según la CEPAL, (2020). En este sentido el promedio acumulado de pérdida total en el sector de transporte turístico en Ecuador asciende a los 32 716 millones.

Sin duda la crisis del coronavirus es un problema global y levantar una economía es un proceso urgente que se logrará a través de la cooperación de varios sectores e incluso es necesario la inclusión de una o varias industrias con soluciones innovadoras, para superar la crisis, por eso es indispensable retos multidimensionales que permitan unir fuerzas y levantar al área de servicio la cual representa una herramienta motriz a nivel nacional, la movilidad no solo responde a una economía para un país, sino que también a la posible solución frente a la crisis sanitaria que afecta de manera cultural al ser humano, con nuevos hábitos y formas de comportamiento, obligados a cambiar paradigmas y adaptarse al cambio.

La recuperación que estima Aguirre, (2020) será a mediano plazo en un tiempo de 70 meses aproximadamente. De tal forma promover la movilidad interna será una estrategia clave, enfocada en el cuidado de los ocupantes del automotor, siempre orientado a la reactivación prestando un servicio eficaz, como una visión alternativa y vivencial que generará experiencias nuevas, bajo protocolos de seguridad e integridad, (Mendoza, 2020).

### **Movilidad y transporte**

Desde la antigüedad las aplicaciones automotrices han venido formando parte de algunas varias soluciones en grupos sociales, por ejemplo la inspiración de la creación de la

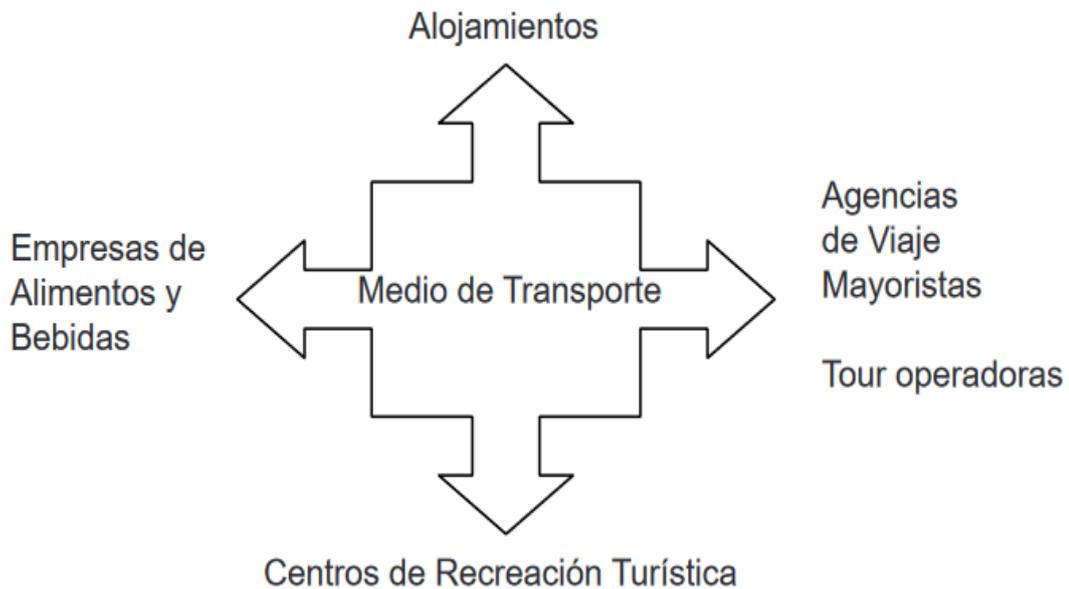
primera máquina de vapor, el motor de combustión interna a gasolina o los motores de combustión a diésel, estas y otras aplicaciones sin duda forman parte grandes mecanismos o sistemas que hoy en la mayoría se utilizan para vehículos, los cuales son utilizados como primer recurso para la movilidad de personas de un destino a otro, la evolución de los vehículos no solo son parte de las exigencias de la sociedad que se transforma cada día, sino que también surge ante la necesidad de mejorar el servicio, además de la seguridad que el transporte debe poseer, en la actualidad la COVID-19 es una pandemia que ha golpeado a la sociedad por todos los lados, por eso es imprescindible implementar nuevos sistemas en los vehículos que garanticen temas de bioseguridad. (Salas, 2020)

Se ha mostrado que el transporte es un requisito fundamental para desarrollar diferentes actividades en la sociedad, el cual desde sus inicios está estimulado por una combinación de avances en la tecnología de transporte y el aumento de la prosperidad; concretamente, el transporte es un componente integrado que vincula varias de las actividades ejecutadas por la sociedad (Molina & Arias, 2017).

En todo caso la gestión de movilidad resulta uno de los factores muy determinantes para el desarrollo y la producción, según (Molina & Arias, 2016), ya que el transporte representa el medio de llegar a cualquier lugar, por ejemplo, en el turismo el transporte deriva una conexión determinante o condicionante, porque el turismo es inseparable de conocer y viajar, entonces el medio de transporte se llega a convertir en una conexión con varios proyectos, industrias, empresas, alojamientos, centros de recreación, agencias de viajes, servicio ejecutivo de taxi y otras más. En la figura 2 se indica la relación que tiene el transporte con varias actividades de carácter social.

**Figura 2.**

*Esquema de la Relación del Transporte con Otras Actividades*

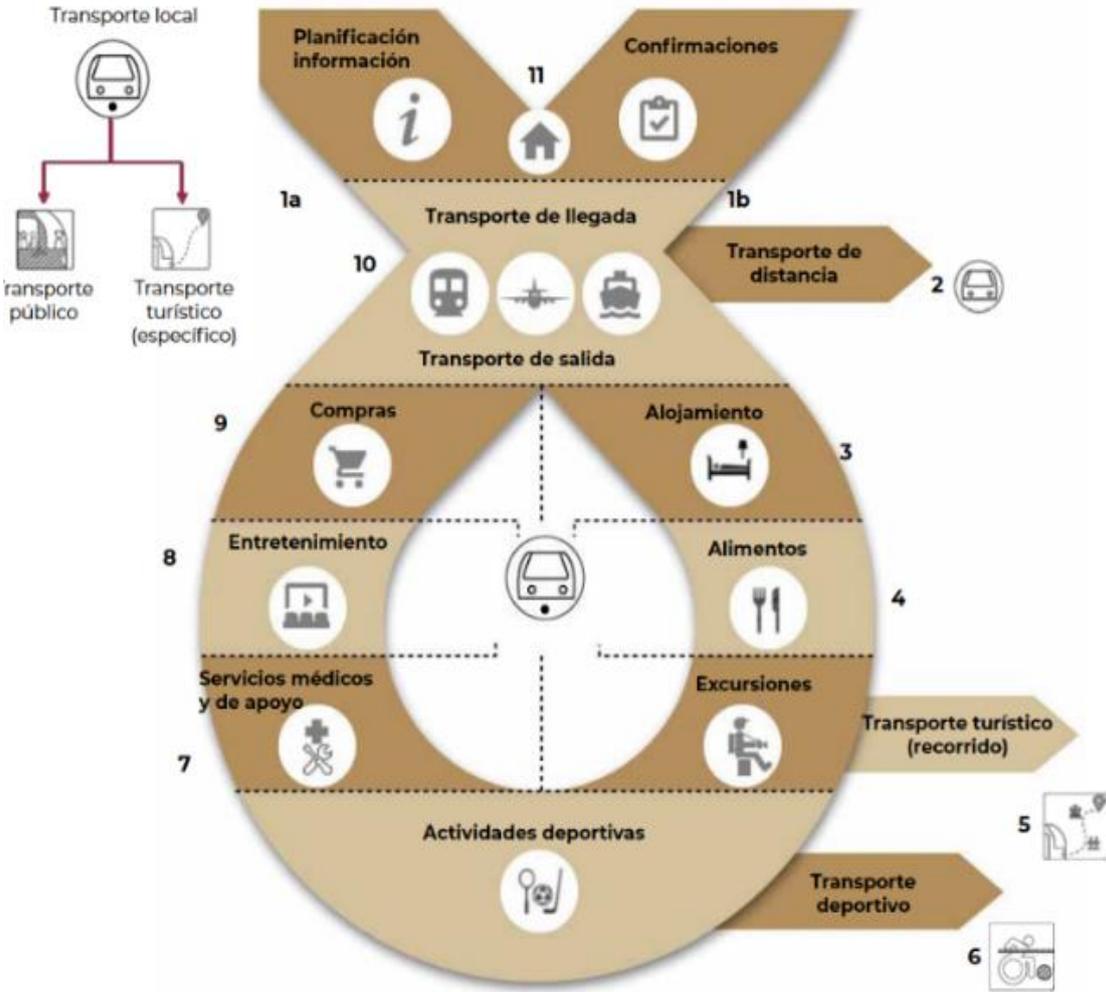


*Nota.* Actividades relacionadas entre el transporte y el turismo. Tomada de Molina, V. & Arias A., 2016

El transporte ha permitido un relevante impacto de crecimiento y desarrollo en varios sectores sociales, es así como para para el sector público o privado el individuo busca el confort, lo económico, lo rápido además de convertir la sensación de viaje en una experiencia única, estas sensaciones deben estar ligadas, así como el transporte y movilidad que son un binomio inseparable para lograr actividades. Cedeño, (2018). A continuación, la figura 3 muestra la cadena de valor y transporte que permite la movilidad.

Figura 3.

Cadena de Valor y Transporte



Nota. Actividades de transporte y turismo. Tomada de Cedeño, N., 2018

Esta cadena ha recibido un impacto negativo por la COVID-19, sectores como el turismo, que es la cuarta actividad más grande del país, entró en una fuerte recesión inclusive algunas cadenas hoteleras y otros sectores turísticos, tuvieron recortes de personal, reducción de salarios, con medidas de restricción menos rigurosas, las compañías reinician sus actividades y se enfocan en cumplir las medidas necesarias de salud y seguridad.

Cada día la industria automotriz avanza en el desarrollo de nuevas tecnologías prácticas, permitiendo que de forma idónea los vehículos cumplan con estándares definidos de confort para mejorar la eficiencia en los automotores de transporte turístico, brindado siempre a sus ocupantes seguridad y comodidad, para así lograr satisfacer todas las necesidades de los usuarios de una forma efectiva.

### **Sistema de sanitización**

La implementación del sistema de desinfección tiene como objetivo principal rociar una sustancia desinfectante a las personas que se encuentren dentro del vehículo utilizando la estructura y accesos del vehículo. La idea principal del sistema de nebulización permitirá que se rocíe una solución de alcohol desinfectante en toda el área del habitáculo considerando varias direcciones y de forma continua a través de un sistema automático el cual se encienda de forma autónoma en función de periodos o tiempos cortos controlados por los usuarios, manteniendo un ambiente seguro para los usuarios, además de brindar una protección total de su entorno formando una niebla con pequeñas partículas que son de 1 a 5 micrómetros los cuales son requeridos por los sistemas de nebulización para atomizar los entornos cerrados y alrededor de la persona permitiendo una mayor área de desinfección sin mojar a las personas.

(CENTER, 2020) considera que la sanitización de vehículos también es necesaria para reducir los posibles contagios por COVID-19 por gotículas expulsadas por los usuarios que contaminan distintas superficies, donde una persona sana puede tener contacto directo con el virus. La exhalación de ocupantes de vehículos que tengan COVID-19 dentro del habitáculo presume un gran riesgo de contagios a otros usuarios que ocupen la unidad.

Algunos métodos utilizados en la actualidad para la desinfección utilizan cabinas o túneles de desinfección y sanitización, los cuales de acuerdo con varios estudios realizados por la Sociedad Española de Sanidad Ambiental (SESA), indica la factibilidad de la implementación, para la disminución de los contagios en determinados lugares, entre los métodos más empleados para la desafección se encuentran el uso de ozono, capaz de destruir con facilidad moléculas o bacterias, según la OMS, esta sustancia es el desinfectante más potente contra todo tipo de microorganismos con efectividad de 99% en la eliminación de los virus. Caballero, P. (2020)

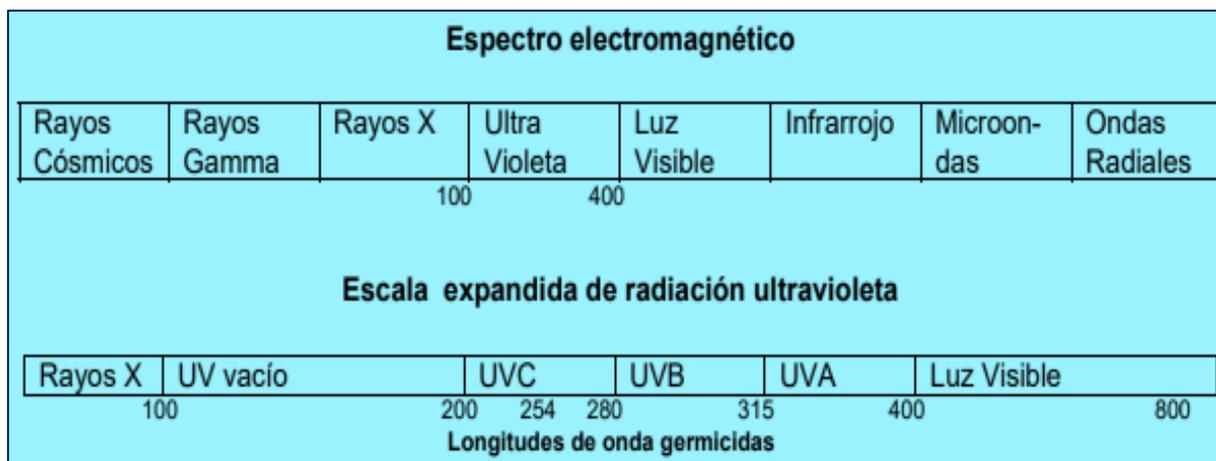
El sistema de rociado es uno de los más comunes en las unidades de transporte, sin embargo, las expulsiones de partículas resultan mayores a 2um ingresando de forma directa al sistema respiratorio y cause daños a las personas, OPS (2020). Otro sistema común para la desinfección es el UV-C, pero lastimosamente este puede ser nocivo y causar irritación de la piel y los ojos, quemaduras solares, lesiones oculares y cáncer. Las cabinas y túneles contruidos de hierro galvanizado son otros mecanismos, pero estos únicamente garantizan la desinfección post y pre utilización de un vehículo por su exagerada robustez, tiene incorporado un sistema de fumigación que rocía hipoclorito de sodio El Comercio (2020).

El ozono (O<sub>3</sub>), también es un sistema utilizado para la desinfección formado por tres átomos de oxígeno, pero que si se maneja inadecuadamente puede generar efectos peligrosos como quemaduras en la piel, se recomienda no superar cien microgramos por metro cúbico (100 µg/m<sup>3</sup>, puede resultar mortal si se inhala directamente, afecciones oculares, además puede causar daños a los órganos con prolongadas exposiciones, intensifica el fuego por su alto poder oxidante. (INSST, 2020), aunque el O<sub>3</sub> también ha sido utilizado a nivel industrial en el tratamiento de aguas residuales y en el sector agrícola para la eliminación de microorganismos.

La radiación de onda corta UV ha sido otro estudio desarrollado para limitar la propagación de la COVID-19, investigación generada en Perú por la Facultad de Ingenierías de la Universidad Privada San Carlos, en sus enunciados demuestra los beneficios del empleo de la radiación de onda corta UV, capaz de mitigar los virus o detener la proliferación de bacterias en diferentes entornos, destacando que mientras más amplias son las ondas, más daño podrían causar pues pasa a convertirse en ondas infrarrojas que podrían originar quemaduras en la piel OMS, O. (2020). En la figura cuatro se puede observar la clasificación de los espectros electromagnéticos y la radiación ultravioleta.

**Figura 4.**

*Clasificación de las Ondas UV*



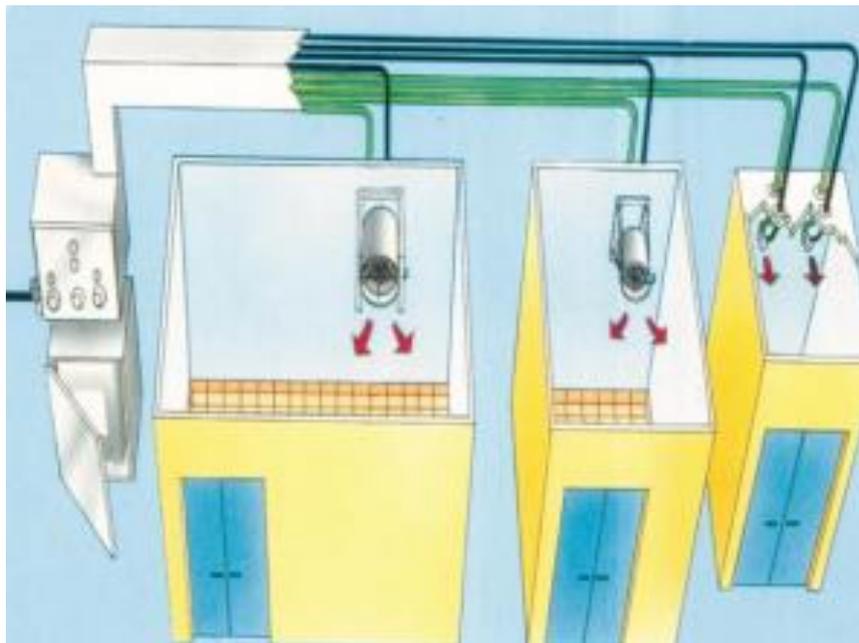
*Nota.* Espectro electromagnético y escala de radiación ultravioleta. Tomada de BETELGEUX, 2017

La nebulización es un sistema de desinfección por vía aérea que logra una niebla con pequeñas gotas que tienen un tamaño aproximado de 30  $\mu\text{m}$ , este sistema utiliza alta presión para distribuir sustancias que logran eliminar partículas suspendidas en el aire, según la OMS la mayoría de contagios de diferentes enfermedades se generan en espacios cerrados que

contienen virus, además el comportamiento de los virus incluido el del COVID-19 puede sobrevivir fuera de los seres humanos, adherido en paredes, metales, plásticos, madera, y otras materias, que en promedio albergan el virus un promedio de vida entre 40 minutos y 72 horas. En la figura 5 se muestra la técnica de sanitización por cabinas de desinfección utilizadas post ingreso del personal a ciertos espacios cerrados.

**Figura 5.**

*Cabinas de Desinfección por Nebulización*



*Nota.* Sistema de nebulización utilizado en cabinas de desinfección. Tomada de BETELGEUX, 2017

**Características de los sistemas de sanitización**

**Desinfección con lámparas UV.**

Con la desinfección por lámpara UV es recomendable cumplir parámetros permitidos que clasifican a las lámparas en tres categorías como son:

- UV-C: de 200nm a 280nm
- UV-B: de 280nm a 315nm
- UV-A: de 315nm a 400nm

De las tres categorías la última opción permite la eliminación de microorganismos y bacterias; sin embargo, se debe considerar que al aumentar la amplitud de la onda se puede pasar de luz UV a luz Infrarroja lo que ocasionaría daños por radiación llegando a provocar hasta quemaduras en la piel.

La luz UV no genera subproductos y como ventaja este sistema inactiva las bacterias o microorganismos dañando foto químicamente sus ácidos nucleicos así evita la reproducción y propagación de agentes contaminantes; sin embargo, después de utilizar este sistema, se recomienda la limpieza y mantenimiento del sistema, y al finalizar se debe encender la lámpara por cuatro horas por lo que no se podrá utilizar el sistema por ese lapso de tiempo. Wright H. B. y Cairns W. L. (2020).

### **Desinfección con Ozono**

La desinfección con ozono se lleva a cabo con la liberación de un gas que está compuesto por tres átomos de oxígeno, este es un gas suministrado a través de una bomba nebulizadora, este sistema permite eliminar bacterias, microorganismos y olores, pese a estos beneficios se debe considerar que, al ser un gas, cualquier fuga de Ozono podría causar graves efectos a la salud relacionadas a la intoxicación. (INSST, 2018).

El uso de ozono debe estar supervisado por el Reglamento Relativo a la Comercialización y el uso de los biocidas denominado BPR, este mismo organismo recalca que

el Ozono no debe ser utilizado en lugares cerrado ya que este gas tiene la capacidad de permanecer por un gran tiempo en el aire. (INSST, 2018).

### **Desinfección aérea por rocío y nebulización**

Los sistemas aéreos de rocío y nebulización son los más utilizados en la industria desde el año 2010, el éxito se debe al bajo riesgo a causar daños al ser humano, estos sistemas operan a través de rociadores o nebulizadores que envían un fluido de desinfección por inyectores que permiten el desprendimiento de una sustancia en forma de gotículas para el caso del sistema por rocío o en forma de una nube pulverizada para la desinfección por nebulización (BETELGEUX, 2017).

### **Sustancia sanitizante**

Según Torres M. & Madrigal J., 2021 indican que el Covid-19 es una enfermedad que provoca una infección tracto respiratorio con graves consecuencias; sin embargo, existen varios métodos para prevenir esta enfermedad u otra que tenga relación con infecciones respiratorias, la Organización Mundial de Salud recomienda que se puede utilizar algunas sustancias para la desinfección o la inactivación de bacterias, microorganismos o virus, estas logran desactivar una cantidad de ácidos nucleicos en algunas células, entre las sustancias más utilizadas y destacadas que se aplican en métodos para la desinfección se puede destacar las siguientes: Cloro o lejía, Sales de Amonio Cuaternario, Alcohol etílico, Dióxido de Cloro, Peróxido de Hidrógeno.

#### **Cloro o lejía**

Según el Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) en la Guía para el uso de cloro en desinfección de alimentos, superficies y equipos, determina que

este elemento puede presentarse de tres formas: gaseoso, líquido y sólido, la tabla 1 indica las características peculiares de cada presentación

**Tabla 1**

*Tipos de Cloro*

<b>Tipo de cloro</b>	<b>Características, Aplicación</b>
Gaseoso (cloro diatómico o dicloro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Difícil aplicación</li> <li>• Alto nivel de asfixia</li> <li>• Color amarillo verdoso</li> </ul>
Gaseoso (cloro diatómico o dicloro)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olor picante y sofocante, muy tóxico</li> <li>• No inflamable a temperatura y presión ambiental</li> <li>• Utilizado para el tratamiento de aguas</li> </ul>
Líquido (hipoclorito de Sodio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disolución en Agua</li> <li>• El cloro comercial posee de 3-6% de hipoclorito de sodio</li> <li>• Destruye muchos colorantes (blanqueador)</li> <li>• Al acidular (forma gas Dicloro)</li> <li>• Utilizado para la eliminación de bacterias, hongos o cualquier microorganismo presente en cocinas, pisos, utensilios y algunos equipos.</li> <li>• Alto grado de oxidación</li> </ul>
Sólido (Hipoclorito de calcio)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocido como Cal Clorada, agente blanqueador</li> <li>• Utilizado en tratamiento de aguas</li> <li>• Mayor efectividad para la eliminación de bacterias, microorganismos u hongos, en comparación del estado gaseoso y liquido por su alta concentración</li> <li>• Su utilización es similar al Dicloro e Hipoclorito de Sodio</li> </ul>

Nota. Aunque la propiedad para desinfección utilizando cloro es buena, no se utilizará para el sistema de sanitización seleccionado, ya que el vehículo posee varias autopartes metálicas que

fácilmente se oxidarían con presencia de esta sustancia, además según Pérez, S. & Estrella, E. 2020 no se recomienda utilizar esta sustancia en atomizadores y nebulizadores por su grado de toxicidad elevado.

**Sales de Amonio Cuaternario**

De acuerdo a Gonzales Cueto, N., & Quinto Trujillo, L. B. 2021, señalan que el amonio cuaternario permite la desinfección de centrales médicas, edificios y laboratorios de investigación animal, por sus propiedades antimicrobianas, convirtiéndose en una sustancia bactericida, fungicida y viricida, sus principales características se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 2**

*Características del Amonio Cuaternario (CA)*

Sustancia sanitizante	Propiedades/características
Amonio Cuaternario	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menos tóxico que el cloro</li> <li>• Menos dañino para el medio ambiente</li> <li>• Utilizado en centros de salud, locales de alimentos, locales comerciales, hoteles, supermercados, edificios y bodegas</li> <li>• Destruye la membrana citoplasmática de virus y bacterias</li> <li>• Eliminación de patógenos virales asociados con el COVID-19</li> <li>• La aplicación inapropiada de esta solución puede provocar: irritación de la piel, ojos nariz y garganta</li> <li>• Puede generar quemaduras y provocar daños pulmonares</li> <li>• La exposición por tiempos prolongados causa vómito, mareo, ceguera, puede causar dolor abdominal.</li> </ul>

Nota. Por la alta incidencia de las reacciones adversas que tiene este producto en contra del ser humano no se utilizará para el funcionamiento del sistema de sanitización; sin embargo, se podría utilizar para potenciar la desinfección por su mejor beneficio en comparación con el cloro.

### **Peróxido de hidrógeno**

El peróxido de hidrógeno es comercializado en soluciones para la desinfección hasta el 70% de concentración, por lo que el manejo, traslado y almacenamiento debe ser considerado bajo las especificaciones técnicas etiquetadas en el producto o se debe conocer sobre el manejo bajo fichas técnicas estipuladas por el fabricante.

Es muy común encontrarlo con el nombre comercial de agua oxigenada, tiene un sabor amargo y a temperatura ambiente es líquido e incoloro, su principal aplicación está relacionada para la desinfección y sanitización, estas presentaciones son menos riesgosas y se encuentran en bajas concentraciones que van de 3 a 9 por ciento aproximadamente.

Para el manejo de esta sustancia de debe interpretar las características técnicas ya que un mal manejo traería como consecuencias afecciones a la salud, según la dosis, concentración, exposición, usos característicos y reacciones con otras sustancias químicas, este compuesto se encuentra en estado líquido, aunque algunas veces también lo podemos encontrar en forma gaseosa, al descomponerse el peróxido de hidrógeno forma un proceso exotérmico por lo que puede liberar una alta concentración de calor y oxígeno, produciendo un proceso de combustión rápido y peligroso

En la tabla 3 se muestran las características de esta sustancia desinfectante y las aberraciones que puede provocar el manejo de esta sustancia.

**Tabla 3**

*Características del Peróxido de Hidrógeno*

Sustancia sanitizante	Propiedades/características
Peróxido de Hidrógeno	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se presenta en estado líquido y gaseoso, es inestable y se descompone con facilidad en agua y oxígeno</li> <li>• No es inflamable, aunque al entrar en contacto con materia orgánica se puede combustionar rápidamente</li> <li>• Las concentraciones altas, permite el blanqueamiento de telas y papel</li> <li>• Produce irritación a los ojos, garganta y vías respiratorias</li> <li>• Genera irritaciones a la piel, concentraciones altas puede provocar perforaciones a la córnea o ulceraciones</li> <li>• La ingesta de la sustancia entre el 10 y 20% puede causar efectos gastrointestinales severos o leves</li> <li>• La ingesta produce intoxicación</li> <li>• Puede inducir vómito, distensión gástrica, bloqueos en vasos sanguíneos</li> <li>• Si la solución tiene una concentración mayor al 20% puede ocasionar quemaduras y parálisis respiratorias</li> </ul>

Nota. Molina, J. & Abad-Corpa, E. 2021, recalcan que el Peróxido de hidrógeno es una sustancia muy común para la desinfección de superficies, pese a esto no se recomienda utilizar en sistemas de rocío o nebulización ya que de esta forma la ingesta de este producto sería muy fácil provocando daños en la salud.

**Alcohol etílico**

El alcohol etílico es una sustancia desinfectante que tiene como propósito la inactivación de microorganismos existentes a través de formulaciones evaporativas y sin enjague, su principal aplicación permite la desinfección de manos, ropa y objetos según afirma Olivera ME, García MC Manzo RH, 2020 en su estudio “El alcohol como antiséptico y desinfectante. Un ajuste fino para su uso racional y efectivo durante la pandemia por COVID 19”. A continuación, en la tabla 5 se muestra las características más importantes del alcohol utilizado para la desinfección.

**Tabla 4**

*Características del Alcohol*

<b>Sustancia sanitizante</b>	<b>Propiedades/características</b>
Alcohol	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre químico:                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Etanol o alcohol etílico <math>C_2H_5OH</math></li> <li>2. alcohol Isopropílico o Isopropanol <math>(CH_3)_2CHOH</math></li> </ol> </li> <li>• El alcohol es incoloro inflamable y volátil</li> <li>• Inactiva de manera rápida microorganismos presentes en superficies</li> <li>• Alta acción microbicida, actúa en la desnaturalización de las proteínas de bacterias, con periodos de 10 segundos a 1 hora, convirtiéndose en un fungicida y viricida efectivo contra virus lipofílicos e hidrofílicos</li> <li>• La óptima concentración se encuentra entre el 60 y 90%</li> </ul>

---

<b>Sustancia sanitizante</b>	<b>Propiedades/características</b>
Alcohol	Puede producir irritación y sequedad en la piel, no se han encontrado lesiones severas en la piel ni en el sistema respiratorio por el uso de este producto

---

Nota. Olivera, M. E., García, M. C., & Manzo, R. H., 2020 indica que el alcohol es uno de los productos más fiables que recomienda la OMS en el marco de la pandemia causado por el SARS-Cov-2 en la lucha contra el COVID-19

### **Medición de la contaminación bacteriana del aire**

De acuerdo a Gonzales Cueto, N., & Quinto Trujillo, L. B. 2021. parte de la calidad del aire que respiramos se ve afectada por contaminación bacteriana, a partir de la aparición de la Covid-19, ha incrementado los estudios para determinar la proliferación de bacterias en espacios públicos y privados, con la propagación de esta pandemia nos hemos visto vulnerables a varias afecciones respiratorias, un elevado número de personas que padecieron de Covid-19 corren el riesgo de adquirir alguna enfermedad respiratoria como bronquitis, rinitis, influenza H1N1, asma, irritación de las membranas mucosas o en el peor de los casos volver a contraer el virus

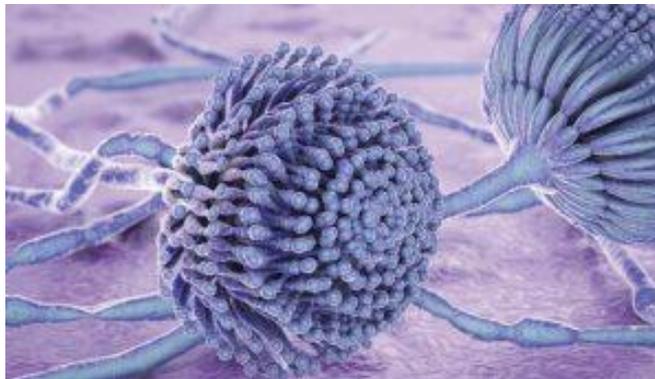
Según la Organización Mundial de Salud OMS, indica que las Aspergilosis, Legionella Pneumophila y los Aerobios son bacterias que se encuentran fácilmente en ambientes cerrados o abiertos; sin embargo, estas bacterias no son cuantificables a simple vista, ya que se debe hacer uso de equipos sofisticadas para su medición.

## **Aspergillus**

Los Aspergillus son hongos en el ambiente, estos tienen alta capacidad de provocar alergias respiratorias y en algunos casos infecciones pulmonares de grado leve a grave, cuando la infección logra diseminarse en los vasos sanguíneos puede provocar Necrosis Hemorrágica inclusive un infarto, en la figura 6 se puede apreciar la forma del hongo Aspergillus presente en ambientes cerrados.

### **Figura 6.**

*Hongo Aspergillus*



*Nota.* Vista microscópica del Aspergillus. Tomada de Villavicencio E & Gómez R, 2021

## **Legionella Pneumophila**

Según la Organización Mundial de Salud OMS la Legionella Pneumophila es una bacteria que tiene forma de bacilo, esta bacteria proviene de aguas que estén estancadas que además se encuentran a elevadas temperaturas, la bacteria no se transmite de una persona a otra; sin embargo, en el 2016 se presentó un caso de transmisión entre personas, la Legionella se puede propagar fácilmente por el suelo y en aguas dulces, haciendo que de una u otra forma se contamine varios lugares, esta bacteria ataca principalmente a personas que tienen las siguientes características:

- Adultos mayores
- Pacientes con diabetes
- Fumadores
- Pacientes con enfermedad renal crónica
- Pacientes con inmunodeficiencia
- Alcoholismo

En la figura 7 se muestra el hongo Legionella Pneumophila que de manera especial puede manifestarse con una infección pulmonar aguda, infección septicémica aguda hasta una neumonía muy agresiva.

**Figura 7.**

*Hongo Legionella Pneumophila*



*Nota.* Vista microscópica de la Legionella Pneumophila. Tomada de Villavicencio E & Gómez R, 2021

De acuerdo a Gonzales Cueto, N., & Quinto Trujillo, L. B. 2021 indican que para la medición de estas bacterias se captura una muestra y a continuación se cultiva en un laboratorio portátil, esto permitirá definir qué tipo de bacteria es, qué características tiene y sobre todo la razón de crecimiento; sin embargo, esta técnica no es aplicable a la medición de virus, pues estos

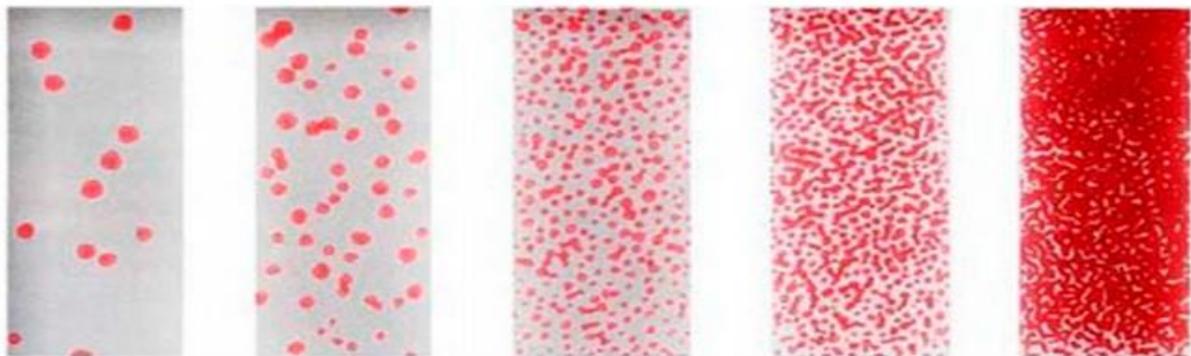
necesitan hospedarse en los seres vivos para existir, conocer la cantidad de concentración de bacterias, hongos o levaduras que tiene el aire, puede ser fundamental a la hora de reducir el riesgo de transmisión de enfermedades de origen microbiano como: tuberculosis, sarampión, ántrax influenza, varicela, síndrome respiratorio agudo grave (SARS).

### **Carta de comparación microbiana de bacterias, hongos y levadura**

Según Villavicencio E & Gómez R, 2021, las muestras de hongos, bacterias o levaduras son tomadas en cartas o paletas que, a través del cultivo permitirá medir las unidades de colonias formadas (CFU, Colony Forming Units) por cada milímetro o por cada gramo. En la figura 8 se puede apreciar la formación de colonias de bacteria viables obtenidas en cartas microbianas.

#### **Figura 8.**

*Muestras de Cartas Microbiana*



*Nota.* Comparación microbiana de bacterias. Tomada de Villavicencio E & Gómez R, 2021

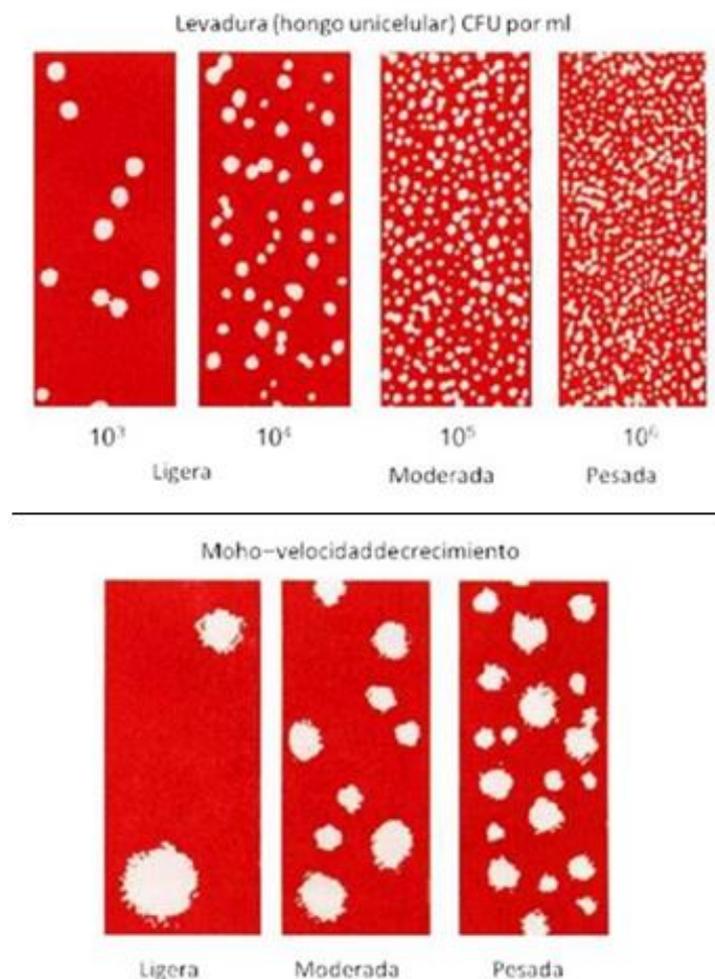
Ramírez S, Parra V, 2020. Indican que la cantidad de bacterias en estas pruebas se determina a través del conteo de CFU en medios sembrados por método de superficie, el cual permite interpretar la formación de colonias en las reacciones mostradas de color rojo; estos puntos representan la formación de colonias activas; sin embargo, también existe un grupo que no se mancha de color rojo, por tal razón se debe reflejar una luz para poder contar las colonias que

no tienen color, el cultivo debe ser realizado en 48 horas, de no existir crecimiento en las colonias se debe esperar 24 horas más para interpretar los siguientes datos:

1. Si las colonias crecen, se debe contar la cantidad de CFU/ml
2. Si no existe cambios en las colonias es un indicativo de que las colonias no son viables, es decir no sobreviven por tiempos prolongados.

**Figura 9.**

*Cartas Microbiana*



*Nota.* La imagen superior muestra la cantidad de CFU por ml y en la imagen inferior se puede apreciar la velocidad de crecimiento. Tomada de Villavicencio E & Gómez R, 2021

Posterior a la incubación de las bacterias, hongos o levaduras se puede comparar la cantidad obtenida de colonias (CFU) formadas utilizando tres rangos de calificación según el sistema de conteo UFC en medios sembrados por método de superficie se puede considerar los siguientes ambientes: aceptable, limite aceptable y requerimiento de atención.

**Tabla 5**

*Tipo de Contaminación Microbiana de Ambiente*

<b>Cantidad de CFU/ml</b>	<b>Estado del ambiente</b>
$10^3$	Aceptable
$10^4$	Aceptable
$10^5$	Límite aceptable
$10^6$	Requiere atención
$10^7$	Requiere atención

Nota. Tabla de rangos y límites en ambientes con presencia microbiana Ramírez S, Parra V, 2020

Para cuantificar el número de bacterias inmersas en ambientes existen varios métodos; sin embargo, es recomendable elegir métodos que no lleven mucho tiempo, ya que esto podría provocar modificaciones en la cultivación de bacterias, además es importante cultivar muestras de forma masiva y económica.

## **Método**

### **Objeto de estudio**

El sistema de sanitización interior para el habitáculo del automóvil Chevrolet Sail es una alternativa al mejoramiento tecnológico y de bioseguridad para los ocupantes, pues a través de la implementación de este sistema se desinfectará de forma automática las superficies internas del vehículo mediante la nebulización aérea de alcohol, esta sustancia fue seleccionada entre otras sustancias avaladas por la OMS como: fertilizantes, cloro, amonio cuaternario, u otros sustancias ratificadas por este organismo, la selección está considerada por ser una sustancia de fácil evaporización e inocua para la salud, además de que esta tiene un bajo contenido de acidez para que no afecte la vida útil de las superficies del vehículo así como los componentes del sistema sanitizante.

### **Metodología**

La descripción del experimento se desarrolló a través de una observación participante que permitió la recolección y análisis de datos que indicaron las características técnicas de la aplicación de los sistemas de sanitización en tema de mitigación y desinfección a través de la eliminación de hongos, bacterias, microorganismos y virus, seguidamente se realizará una observación directa experimental a través de la toma de muestras de bacterias existentes en el vehículo, lo que permitirá respaldar la importancia de la construcción e implementación del sistema sanitizante relacionando los resultados de pruebas tomadas antes de utilizar el sistema.

Después se procederá a generar el diseño, construcción e implementación en relación a características técnicas de operación del sistema de sanitización determinadas por la

Organización Mundial de Salud, con esto se procede a la extracción de un segundo lote de datos con las condiciones de la primera pruebas más el sistema implementado en el interior del vehículo, a continuación se procederá a tabular los resultados que permitirán la validación del diseño ya que se espera disminuir la cantidad de bacterias del habitáculo del vehículo Chevrolet Sail 2016

La contribución tecnológica de la presente investigación, se enfocará en la implementación de un sistema sanitizante para el automóvil Chevrolet Sail 2016, garantizando la desinfección de habitáculo y mejorando la bioseguridad de los ocupantes, a través de la reducción de bacterias para cumplir criterios técnicos recomendados la Organización Mundial de Salud, para ello se describe el proceso en la figura 10.

**Figura 10.**

*Propuesta Metodológica*



**Selección del sistema y sustancia sanitizante.**

Analizando la problemática actual generada por la aparición de la pandemia COVID-19 y las indicaciones estipuladas por la organización mundial de la salud OMS se puede determinar que los sistemas de sanitización en su mayoría son efectivos para la eliminación de microorganismos y bacterias por lo que en la tabla 6 se asignará una ponderación del 0 al 5 en donde 0 equivale a un sistema menos eficiente y 5 equivale a un sistema satisfactorio según las ventajas y desventajas más relevantes que los sistemas sanitizantes presentan para ser utilizados.

**Tabla 6**

*Selección del Sistema Sanitizante*

<b>Sistema/Ponderación</b>	<b>U-V</b>	<b>Ozono</b>	<b>Rocío</b>	<b>Nebulizador</b>
Riesgo de toxicidad	5	0	5	5
Riesgo de radiación	0	4	5	5
Sensación de Humedad	5	5	0	3
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>13</b>

Nota. Según la puntuación indica que el más satisfactorio el sistema de sistema de nebulización, mientras que el menos eficiente resulta el sistema sanitizante por Ozono (O<sub>3</sub>).

Es importante destacar que la Organización Mundial de la Salud (OMS), indica que es recomendable utilizar sistemas para desinfección utilizando aspersion aérea por rocío o nebulización, esto elimina bacterias y virus, según los biocidas o germicidas utilizados, además se debe tener en cuenta el nivel de toxicidad que podría provocar la exposición a estas

sustancias, por esto el resultado de esta investigación determina utilizar un sistema programable que pueda ser controlado por el usuario.

Montes, H. et al. Indica que cada sustancia para la desinfección presenta ventajas y desventajas propias esto según su aplicación, entre los factores principales que se consideró para la selección fue la humedad, nivel de acidez, toxicidad, tiempo de evaporación, capacidad de reacción con otros materiales, oxidación de la sustancia, resultando del análisis bibliográfico la selección del Alcohol Etílico como la sustancia más viable para la desinfección del habitáculo del vehículo en estudio.

### **Diseño CAD del sistema.**

Debido a los grandes avances tecnológicos en la industria automotriz y parte de las exigencias que la sociedad requiere, es importante que antes de la construcción de un sistema o mecanismo se diseñe el producto, esto con la finalidad de optimizar los procesos productivos, además de los materiales, el diseño en el software CAD fue desarrollado en FUSION 360, esta actividad se ejecutó pensando en la comodidad de los usuarios, a través del diseño con las dimensiones reales del vehículo se calculó la cantidad de inyectores de pulverización, cantidad de cañerías, número de acoples según la ramificación, bomba de transferencia para el desplazamiento del alcohol desde un reservorio hacia los inyectores, un kit de Arduino y lo más importante fue la disposición de los elementos dentro del vehículo, ya que estos no deben causar incomodidades a los usuarios del automotor.

Previo al diseño se procede al cálculo de velocidad del fluido y en base al flujo másico, densidad y sección transversal de la tubería se obtendrá el número de ramificaciones según la presión de la bomba, a continuación, se utilizará los siguientes datos y modelos matemáticos según Diez, A (2008).

**Ecuación 1.** Velocidad del Fluido

$$\vec{v} = \frac{\dot{m}}{S \cdot \rho}$$

Donde:

$\vec{v}$ : Velocidad del fluido

$\dot{m}$ : flujo másico del alcohol

$S$ : Área de la sección transversal del fluido

$\rho$ : Densidad del fluido

**Ecuación 2.** Número de Ramificaciones

$$n = \frac{r_1^2 \cdot v_1}{r_2^2 \cdot v_2}$$

Donde:

$n$ : Número de ramificaciones de inyección

$r_1$ : Radio de la cañería inicial

$v_1$ : Velocidad inicial del fluido

$r_2$ : Radio de la cañería final

$v_2$ : Velocidad final del fluido

Datos:

Flujo másico del alcohol etílico en 6 mm de diámetro: 326,63565 Kg/min

Flujo másico del alcohol etílico en 1 mm de diámetro: 82,8635 Kg/min

Densidad del alcohol etílico: 789 Kg/m<sup>3</sup>

Diámetro de tubería inicial: 6 mm

Diámetro de tubería final: 1 mm

Se utilizará la ecuación 1 para determinar la velocidad de salida del fluido después de la bomba con el cambio dimensional del diámetro,

$$\vec{v}_1 = \frac{\dot{m}}{S1 \cdot \rho}$$

$$\vec{v}_1 = \frac{5,4439275 \text{ Kg/s}}{2,8274 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot 789 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\vec{v}_1 = 244,0298 \text{ m/seg}$$

$$\vec{v}_2 = \frac{\dot{m}}{S2 \cdot \rho}$$

$$\vec{v}_2 = \frac{1,3810 \text{ Kg/s}}{7.8539 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot 789 \text{ Kg/m}^3}$$

$$\vec{v}_2 = 2228,5726 \text{ m/seg}$$

Para determinar el número de nebulizadores se utilizará las variables de los diámetros de la tubería considerando el aumento de la presión para la pulverización.

$$n = \frac{r_1^2 \cdot v_1}{r_2^2 \cdot v_2}$$

$$n = \frac{(0,003 \text{ m})^2 \cdot (244,0298 \text{ m/seg})}{(0,0005 \text{ m})^2 \cdot (2228,5726 \text{ m/seg})}$$
$$n = 3,94$$
$$n = 4 \text{ ramificación}$$

De acuerdo al cálculo desarrollado el número de inyectores debe ser máximo de 4, por lo que se considera favorable ya que de acuerdo a la ficha técnica del automóvil, el vehículo está diseñado para 4 pasajeros, en consecuencia se decide la instalación de un inyector para la sanitización de cada asiento, en la figura 11 se muestra los sitios que serán sanitizados según el número de pasajeros para el automóvil, a continuación se realizó el diseño siguiendo el dimensionamiento según las especificaciones técnicas del fabricante, esto permitirá tener una idea clara y panorámica de donde deberán ser ubicados los elementos que forman parte del sistema.

**Figura 11.**

*Especificaciones Técnicas del Vehículo Chevrolet Sail 2016*



*Nota.* Especificaciones técnicas del vehículo Chevrolet Sail 2016, figura modificada para indicar el sitio de sanitización en el vehículo.

### **Especificaciones técnicas**

- Motor 1,4 L DOHC VVT
- 4 cilindros
- 16 Válvulas
- Potencia (109 HP @ 6000 RPM)
- Torque 141 Nm a 4000 RPM
- Relación de compresión 10,2:1
- 4 pasajeros
- Tapicería de cuero ecológico
- Transmisión manual
- 5 velocidades
- Suspensión delantera independiente McPherson
- Suspensión posterior eje de torsión
- Frenos delanteros discos ventilados
- Frenos posteriores tambor
- Largo total 2465 mm
- Ancho total 1690 mm
- Peso bruto vehicular 1470 Kg
- Peso vacío 1012 Kg
- Capacidad de carga 458 Kg
- Dirección asistida hidráulicamente
- Tanque de combustible 12 Gl 42 lt
- Airbag para conductor y pasajero
- Vidrios eléctricos delanteros
- Vidrios manuales posteriores

Según las especificaciones técnicas del vehículo, la instalación del sistema sanitizante no afectará ni se verá afectado por ningún sistema que incorpora el vehículo Chevrolet Sail 2016, en la figura 12 y 14 se muestra el modelado del vehículo en el software Fusion para así determinar la ubicación de las cañerías, las cuales estarán ubicadas por debajo de la tapicería

con el afán de que no afecte la confortabilidad de los usuarios, además de evitar el daño a la estética del vehículo.

Figura 12.

*Diseño CAD de Vehículo en el Software Fusion*



*Nota.* Figura del modelamiento del vehículo Chevrolet Sail

Figura 13.

*Diseño CAD de Vehículo en el Software Fusion*



*Nota.* Corte lateral para determinar la ubicación de las cañerías

En la figura 14 se muestra el resultado final del diseño de las cañerías para la integración de los cuatro inyectores que estarán ubicados a la altura de cada puerta para de esta forma obtener una mayor superficie de desinfección.

**Figura 14.**

*Diseño CAD Corte Lateral Derecho e Izquierdo del Vehículo.*



*Nota.* Instalación de las Cañerías Para el Sistema de Sanitizante

**Figura 15.**

*Diseño CAD Corte Instalación de la Bomba de Presión en el Vehículo.*



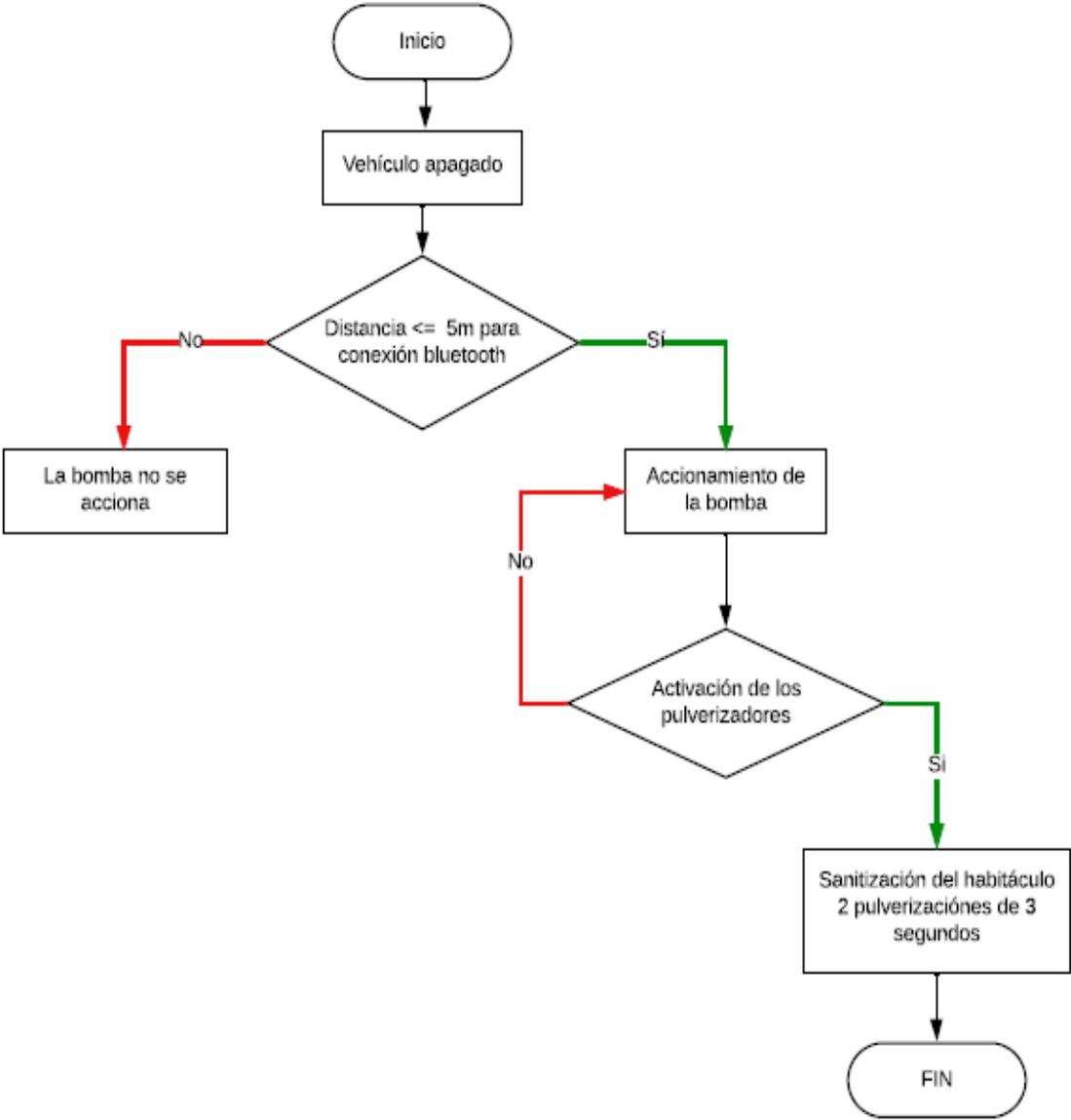
*Nota.* Instalación de la Bomba de Presión del Sistema de Sanitizante en el Maletero del Auto

**Construcción e implementación del sistema.**

Antes de realizar la implementación del circuito, se ejecutó el diseño lógico de funcionamiento, además del diseño hidráulico y electrónico para determinar el funcionamiento y forma de control del circuito, en la siguiente figura se aprecia el diagrama lógico de activación del sistema sanitizante

**Figura 16.**

*Diagrama de Control del Sistema Sanitizante Para el Vehículo Chevrolet Sail*



A continuación, en la figura 17, 18 y 19 se muestra el diseño y simulación de funcionamiento del sistema sanitizante en Automation Studio 5.0

Figura 17.

*Diseño Hidráulico del Sistema de Sanitización, Activación de la Bomba*

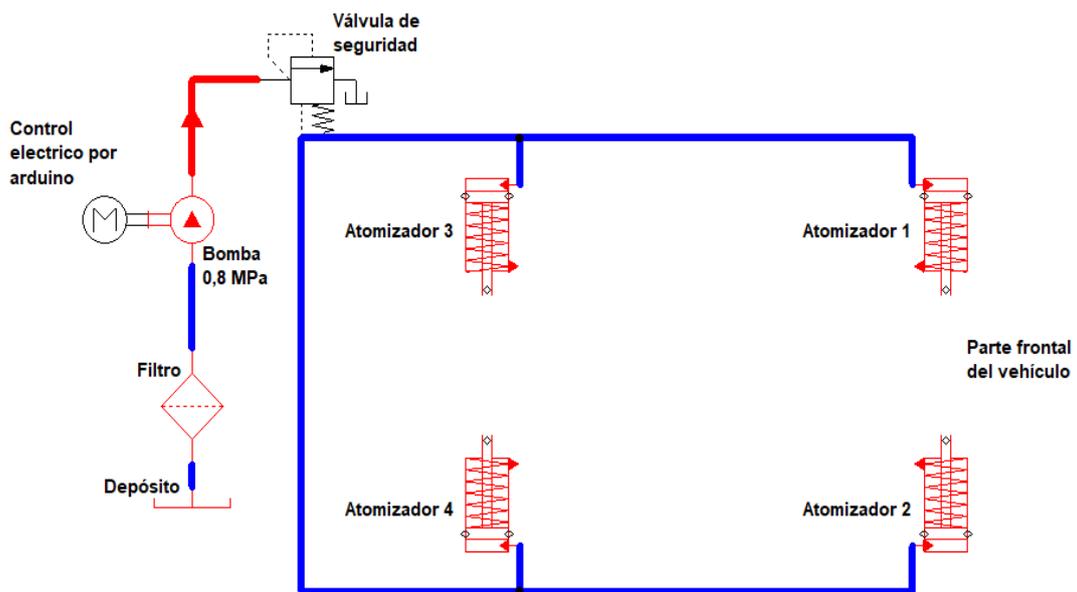


Figura 18.

*Diseño Hidráulico del Sistema de Sanitización, Activación de los Inyectores*

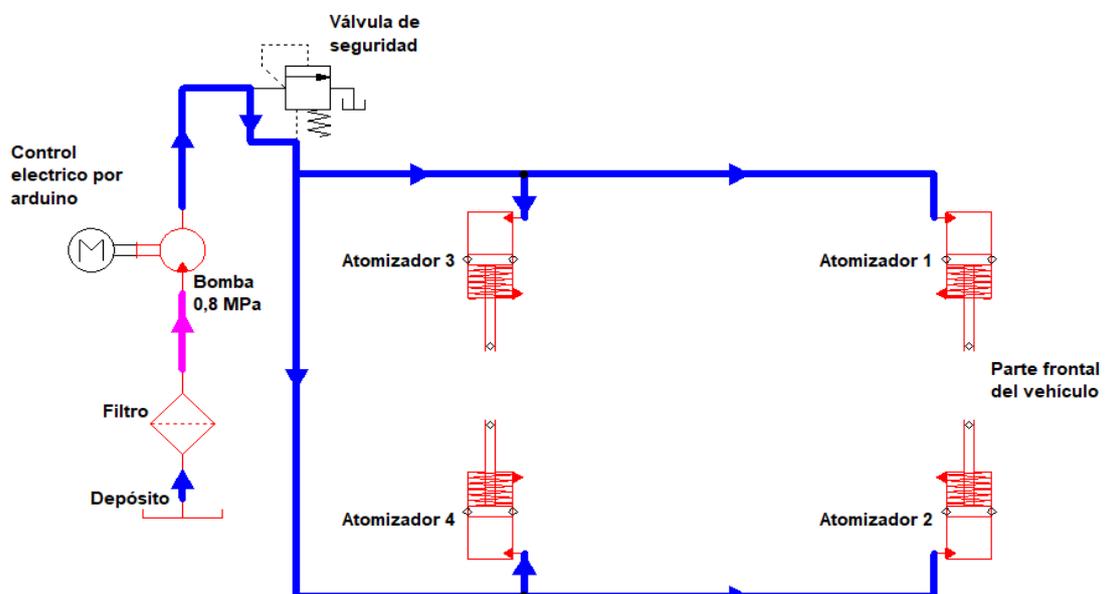
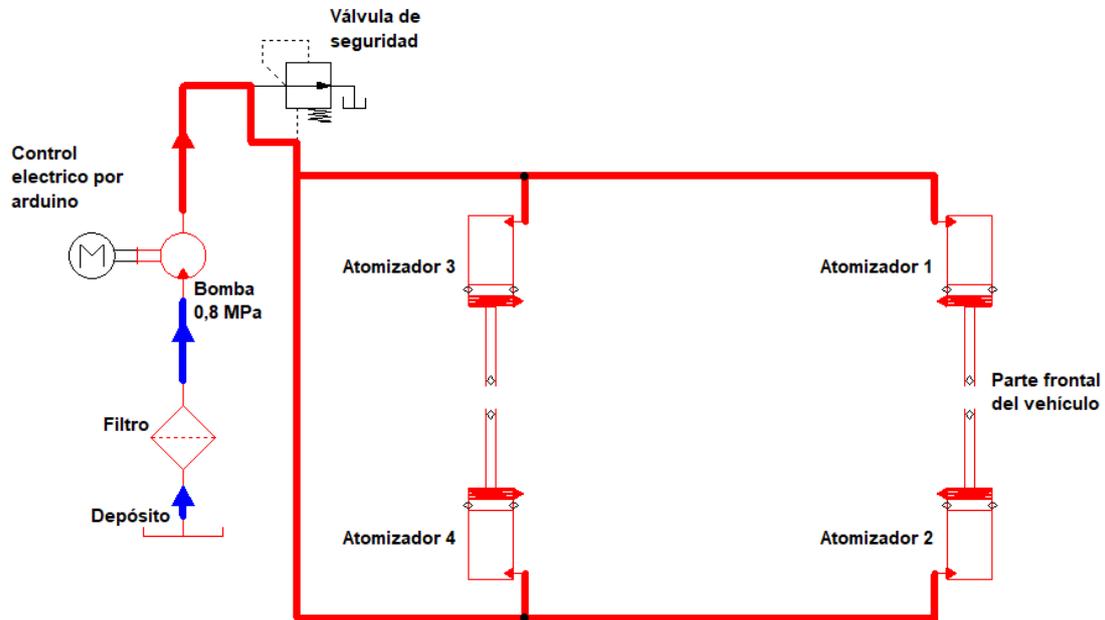


Figura 19.

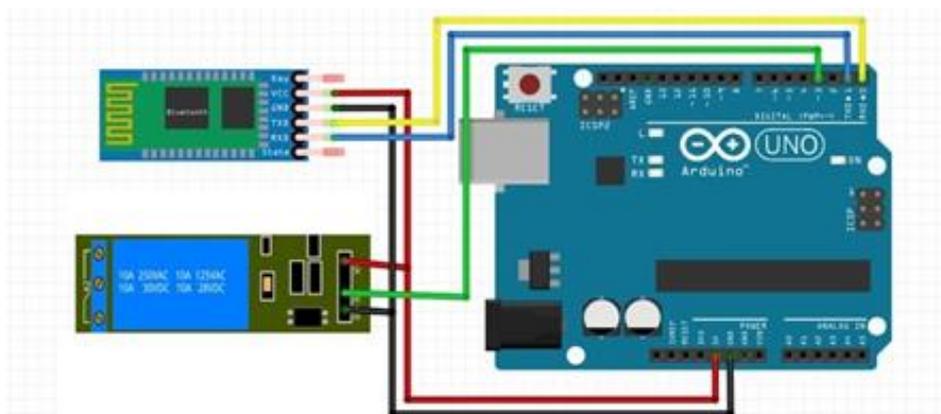
Activación de la Válvula de Seguridad del Sistema Hidráulico de Sanitización



En la figura 20 se observa el circuito para el control de la activación y desactivación de la bomba utilizando un Bluetooth a través de un solenoide de control para que el fluido sea pulverizado en el interior del vehículo por un determinado tiempo.

Figura 20.

Circuito de Control de la Bomba



Para la programación del control se utilizó lenguaje C++, en la cual la comunicación del módulo por Bluetooth utiliza programación de tiempos cortos para utilizar dispositivos móviles, esto permite la activación y desactivación del sistema suministrando la cantidad de líquido desinfectante adecuado para la sanitización, como se muestra en la figura 21

**Figura 21.**

*Programación en C++ Para la Activación por Bluetooth del Sistema de Sanitización*

```

Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda
sketch_nov18a $
Sistema de sanitización "Proyecto de investigación"
#include <SoftwareSerial.h>
SoftwareSerial Bluetooth(10, 9); // RX, TX
int LED = 13; // the on-board LED
int Data; // the data received

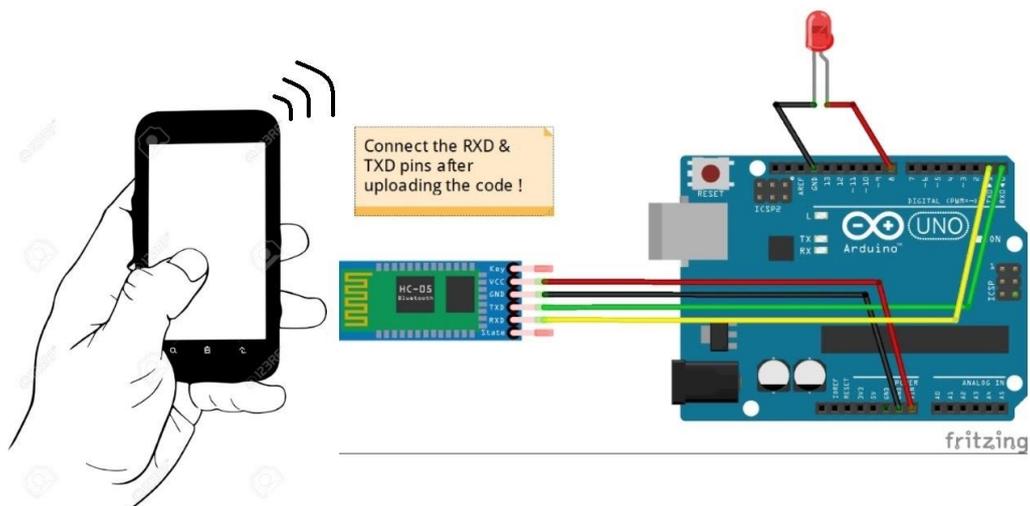
void setup() {
  Bluetooth.begin(9600);
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Waiting for command...");
  Bluetooth.println("Send 1 to turn on the LED. Send 0 to turn Off");
  pinMode(LED, OUTPUT);
}

void loop() {
  if (Bluetooth.available()){ //wait for data received
    Data=Bluetooth.read();
    if(Data=='1'){
      digitalWrite(LED,1);
      Serial.println("LED On!");
      Bluetooth.println("LED On!");
    }
    else if(Data=='0'){
      digitalWrite(LED,0);
      Serial.println("LED Off!");
      Bluetooth.println("LED On D13 Off ! ");
    }
  }
  else{;}
}
    
```

En la figura 22 se muestra el control para la activación por Bluetooth del sistema sanitizante, el cual se realizará desde un dispositivo móvil a través de la programación en un Arduino de manera remota.

**Figura 22.**

*Control Móvil por Bluetooth*



Después de la instalación del sistema sanitizante se realizó la configuración del puerto utilizando la aplicación Serial Bluetooth-Terminal, para que de esta manera se realice el control y la comunicación del dispositivo de bombeo para el sistema de sanitización, a continuación, se empleó la siguiente secuencia de pasos para vincular el dispositivo móvil con el sistema sanitizante:

- a) Buscar el dispositivo con el nombre HC-06, y colocar la clave de acceso 1234 como se indica en la siguiente figura.

Figura 23.

*Vinculación del Dispositivo*



- b) Seleccionar el dispositivo Bluetooth para poder controlarlo, en el programa Serial Bluetooth Terminal.

Figura 24.

*Selección del Dispositivo*



c) Se configura las entras y las palabras de acceso para el encendido y apagado.

**Figura 25.**

*Programación en C++ Para la Activación por Bluetooth del Sistema de Sanitización*



Las palabras o claves para el encendido y apagado del sistema será: Send 1 to turn on the LED y Send 0 to turn Off, es decir si se envía uno lógico al sistema se encienda, mientras que si se envía un cero lógico el sistema se apagará

Al finalizar el proceso de diseño se realizó la adquisición de materiales necesarios para la implementación, considerando un número de inyectores, depósito, potencia de la bomba, cañería de 6 mm, acoples para la adaptación de las tuberías con los nebulizadores y bomba de 12 VCC a 0.8 MPa necesaria para el bombeo del fluido desde el depósito hacia la cabina del vehículo.

En la figura 26 se muestra la recolección de los materiales utilizados para la construcción e implementación del sistema sanitizante en el vehículo Chevrolet Sail.

**Figura 26.**

*Materiales Para la Construcción del Sistema.*



A continuación, se procedió a retirar la tapicería del vehículo, esto para enviar las cañerías por dentro del vehículo, evitando cambiar la estética interna del automotor, también se colocó la bomba del sistema en el maletero para evitar ruidos extraños dentro del habitáculo, como se muestra en las figuras 27, 28 y 29.

Finalmente, con ayuda de los acoples neumáticos se procedió a colocar los inyectores junto a las manijas superiores de cada puerta, considerando dos en la parte delantera (piloto y copiloto) y dos en la parte posterior (lado derecho e izquierdo)

**Figura 27.**

*Instalación del Sistema.*



**Ensayos de funcionamiento**

Seguido de la implementación de los elementos del sistema se realizó las conexiones hidráulicas y parte de las conexiones eléctricas para el control del sistema en relación al diseño hidráulico y eléctrico previamente mostrado para la activación y desactivación del sistema desinfectante para el interior del vehículo.

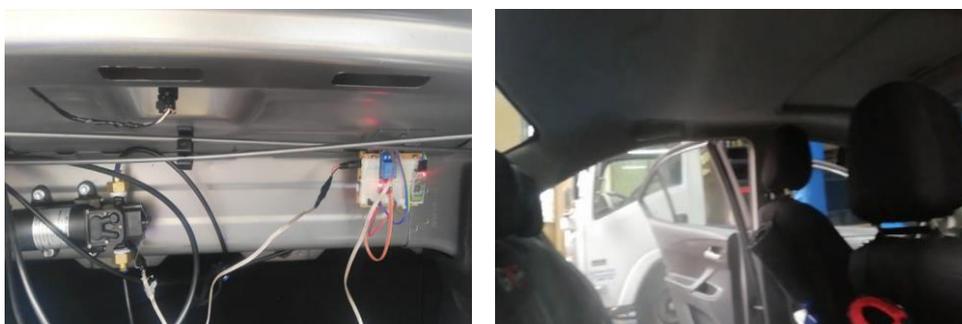
**Figura 28.**

*Conexiones Hidráulicas del Sistema*



**Figura 29.**

*Conexiones Eléctricas y Funcionamiento del Sistema*



Según la OMS se debe considerar que un sistema de sanitización por nebulización no debe presentar un porcentaje de humedad mayor a 15%, por lo que antes de tomar mediciones se verificó el estado de operación del sistema de sanitización, obteniendo los siguientes parámetros de funcionamiento.

**Tabla 7**

*Evaluación del Funcionamiento del sistema Sanitizante*

<b>Sistema de sanitización para la bioseguridad del vehículo Chevrolet Sail</b>				
<b>Ítems</b>	<b>Preguntas</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Indicador</b>
1	El sistema funciona	X		Rocía una cantidad de Alcohol pulverizado en el interior del vehículo
2	La temperatura es la adecuada	X		Se obtuvo una temperatura nominal de 16°C que fue similar a la del ambiente externo
3	El grado de humedad es la adecuada	X		Menor al 15%
4	El número de nebulizadores son los adecuados	X		Es un numero apropiado de acuerdo al espacio del vehículo
5	La presión de la bomba es la correcta	X		La bomba no sobrepasa toda su capacidad pues al activarse por 3 segundos no se llega a tener sobrepresión
6	El rocío es el adecuado	X		El rocío permite cubrir los cuatro asientos de los pasajeros del vehículo
Total		<b>6</b>	<b>0</b>	

Nota. En relación al análisis del funcionamiento se puede determinar que el sistema cumple satisfactoriamente los requerimientos planteados.

**Medición de bacterias en el habitáculo del vehículo sin el tratamiento y después de aplicar el sistema.**

Para el desarrollo de esta etapa se determinó un diseño experimental unifactorial, obteniendo como variable dependiente: la concentración de bacterias viables y como variable independiente: el sistema de sanitización, en consecuencia se aplicará dos niveles de estudio, el primero está enfocado en la medición de la cantidad de bacterias que existen en el habitáculo del vehículo sin aplicar el sistema de sanitización y por otra parte el segundo nivel consiste en medir la cantidad de bacterias que quedó después de aplicar el sistema de sanitización, a través de pruebas de reducción de bacterias; el propósito es evaluar el funcionamiento del sistema por tal razón se considera hacer pruebas sin variar las condiciones del entorno.

Se procedió a determinar la cantidad de bacterias que presenta cada asiento del vehículo, para ello se aplicó la técnica del monitoreo ambiental Aerobios Mesófilos, Petrifilm, la cual precisa extraer muestras del ambiente de análisis a través de algodones ubicados en cada asiento, de acuerdo a las consideraciones técnicas del Laboratorio de Control y Análisis de alimentos de la facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología (LACONAL) de la Universidad Técnica de Ambato se procedió a dejar las muestras por 15 minutos para que las bacterias puedan adherirse en el algodón, después del tiempo transcurrido se procede a llevar las muestras a cultivos portátiles para proceder con el conteo, seguido de esto se activa el sistema sanitizante y se deja actuar por 5 minutos, a continuación se vuelve a colocar muestras de algodón y se esperó que el fluido sanitizante actúe y así extraer nuevas muestras que sería el residuo de las bacterias que quedó después de utilizar el sistema.

En la figura 30 se muestra la ubicación de las muestras para los ensayos, estos ejemplares fueron colocados en relación a la instalación de los 4 inyectores; las pruebas se

realizaron por cuatro ocasiones en los laboratorios de la Universidad Internacional SEK y en el laboratorio de LACONAL para validar los resultados obtenidos.

**Figura 30.**

*Ubicación de las Muestras Para Los Ensayos*



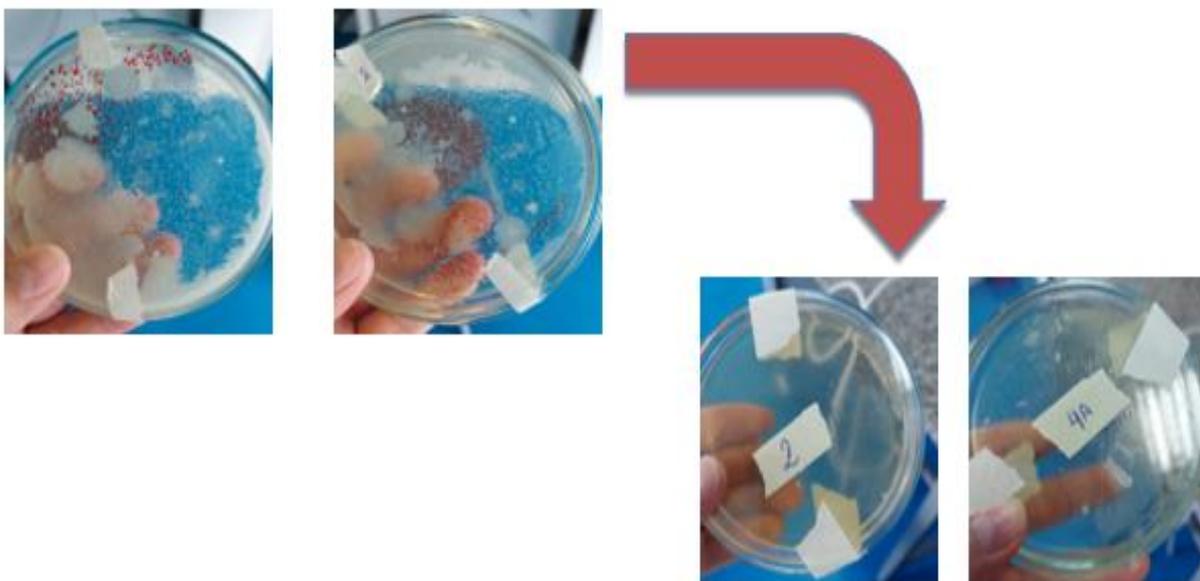
## Resultados obtenidos

### Medición de colonias bacterianas aplicado el sistema y sin el sistema aplicado.

Después de finalizar los ensayos relacionados a la cantidad de bacterias se obtuvo un resultado positivo ya que inicialmente la cantidad de colonias que formaron las bacterias viables se encontraban alrededor de 800 CFU por gramo; sin embargo, al aplicar el sistema de sanitización la cantidad se redujo a un promedio aproximado de 1,33 CFU por gramo, en la figura 31 se indica el cultivo de bacterias utilizados en los ensayos.

### Figura 31.

#### *Cantidad de Bacterias Aerobios*



Nota: Pruebas obtenidas en los laboratorios de la Universidad Internacional SEK, La figura izquierda muestra el número de colonias formadas antes de la aplicación del tratamiento y la figura izquierda muestra la disminución de bacterias que tuvo el habitáculo después de la aplicación del sistema de sanitización en las cuatro ubicaciones seleccionadas.

**Cantidad de Aerobios Mesófolis Petrifilm**

Después de ejecutar el proceso de cultivo de bacterias viables obtenidas del habitáculo del automóvil antes de la aplicación del sistema de sanitización (primer tratamiento) y después de la desinfección con el sistema implementado en el automóvil (segundo tratamiento), se obtuvo los siguientes resultados:

- a) En la tabla 8 se indica los resultados obtenidos en cuatro pruebas realizadas con las mismas condiciones ambientales en el asiento del piloto, que a continuación será denominada ubicación uno

**Tabla 8**

*Cantidad de Bacterias en la Ubicación Uno del Automóvil*

N° de prueba/ubicación del ensayo	NÚMERO DE BACTERIAS SIN SISTEMA DE SANITIZACIÓN (COLONIAS/GRAMO)	NÚMERO DE BACTERIAS CON SISTEMA DE SANITIZACIÓN (COLONIAS/GRAMO)
	Ubicación 1 (Asiento del piloto)	
<b>Prueba 1</b>	746,70	2,35
<b>Prueba 2</b>	761,50	2,50
<b>Prueba 3</b>	692,80	2,40
<b>Prueba 4</b>	790,00	2,30
<b>Promedio</b>	747,75	2,38

- b) En la tabla 9 se indica los resultados obtenidos en cuatro pruebas realizadas con las mismas condiciones ambientales en el asiento del copiloto, que a continuación será denominada ubicación dos

**Tabla 9**

*Cantidad de Bacterias en la Ubicación Dos del Automóvil*

N° de prueba/ubicación del ensayo	NÚMERO DE BACTERIAS SIN SISTEMA DE SANITIZACIÓN (COLONIAS/GRAMO)	NÚMERO DE BACTERIAS CON SISTEMA DE SANITIZACIÓN (COLONIAS/GRAMO)
	Ubicación 2 (Asiento del copiloto)	
Prueba 1	781,30	2,00
Prueba 2	822,30	2,50
Prueba 3	842,70	3,00
Prueba 4	742,60	3,00
<b>Promedio</b>	797,23	2,63

c) En la tabla 10 se indica los resultados obtenidos en cuatro pruebas realizadas con las mismas condiciones ambientales en el lado izquierdo del asiento posterior, que a continuación será denominada ubicación tres

**Tabla 10**

*Cantidad de Bacterias en la Ubicación Tres del Automóvil*

N° de prueba/ubicación del ensayo	NÚMERO DE BACTERIAS SIN SISTEMA DE SANITIZACIÓN (COLONIAS/GRAMO)	NÚMERO DE BACTERIAS CON SISTEMA DE SANITIZACIÓN (COLONIAS/GRAMO)
	Ubicación 3 (Asiento posterior izquierdo)	
Prueba 1	781,30	0,10
Prueba 2	756,60	0,15
Prueba 3	810,30	0,20
Prueba 4	792,10	0,20
<b>Promedio</b>	785,08	0,16

d) En la tabla 11 se indica los resultados obtenidos en cuatro pruebas realizadas con las mismas condiciones ambientales en el lado derecho del asiento posterior, que a continuación será denominada ubicación cuatro.

**Tabla 11**

*Cantidad de Bacterias en la Ubicación Cuatro del Automóvil*

N° de prueba/ubicación del ensayo	NÚMERO DE BACTERIAS SIN SISTEMA DE SANITIZACIÓN (COLONIAS/GRAMO)	NÚMERO DE BACTERIAS CON SISTEMA DE SANITIZACIÓN (COLONIAS/GRAMO)
	Ubicación 4 (Asiento posterior derecho)	
Prueba 1	1010,10	0,10
Prueba 2	915,80	0,10
Prueba 3	1015,10	0,20
Prueba 4	897,40	0,20
Promedio	959,60	0,15

Al culminar los ensayos experimentales se realizó una comprobación matemática para determinar si el número de ensayos fue el apropiado o se debe seguir sacando más muestras con el objeto de obtener resultados con un nivel de confianza alto, para esto se aplicó el siguiente modelo matemático.

**Ecuación 3.** Número de Repeticiones por Tratamiento

$$n = \left( \frac{40\sqrt{n' \cdot \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

Donde:

$n$ : Número de repeticiones

$n'$ : Número de observaciones preliminares

$n'$ : Radio de la cañería inicial

$\Sigma$ : Sumatoria

$X$ : Valor de las observaciones

40: Constante para un nivel de confianza del 95 % y un error del 10 %

**Comprobación de fase experimental sin el sistema sanitizante (Ubicación uno) ( $n_{11}$ )**

$$n_{11} = \left( \frac{40\sqrt{4(2241514,98) - (2921)^2}}{2991} \right)^2$$

$$n_{11} = \left( \frac{40\sqrt{19978,92}}{2991} \right)^2$$

$$n_{11} = 3,57$$

**Comprobación de fase experimental con el sistema sanitizante (Ubicación uno) ( $n_{12}$ )**

$$n_{12} = \left( \frac{40\sqrt{4(22,8225) - (9,55)^2}}{9,55} \right)^2$$

$$n_{12} = \left( \frac{40\sqrt{0,0875}}{9,55} \right)^2$$

$$n_{12} = 1,23$$

Comprobación de fase experimental sin el sistema sanitizante (Ubicación dos) ( $n_{21}$ )

$$n_{21} = \left( \frac{40\sqrt{4(2548205) - (3188,9)^2}}{3188,9} \right)^2$$

$$n_{21} = \left( \frac{40\sqrt{23736,79}}{3188,9} \right)^2$$

$$n_{21} = 3,73$$

Comprobación de fase experimental con el sistema sanitizante (Ubicación dos) ( $n_{22}$ )

$$n_{22} = \left( \frac{40\sqrt{4(28225) - (9,55)^2}}{9,55} \right)^2$$

$$n_{22} = \left( \frac{40\sqrt{0,0875}}{9,55} \right)^2$$

$$n_{22} = 39,90$$

Comprobación de fase experimental sin el sistema sanitizante (Ubicación tres) ( $n_{31}$ )

$$n_{31} = \left( \frac{40\sqrt{4(2466881,8) - (3140,3)^2}}{3140,3} \right)^2$$

$$n_{31} = \left( \frac{40\sqrt{6043,11}}{3140,3} \right)^2$$

$$n_{31} = 0,98$$

**Comprobación de fase experimental con el sistema sanitizante (Ubicación tres) ( $n_{32}$ )**

$$n_{32} = \left( \frac{40\sqrt{4(0,1425) - (0,65)^2}}{0,65} \right)^2$$

$$n_{32} = \left( \frac{40\sqrt{0,1475}}{0,65} \right)^2$$

$$n_{32} = 558,57$$

**Comprobación de fase experimental sin el sistema sanitizante (Ubicación cuatro) ( $n_{41}$ )**

$$n_{41} = \left( \frac{40\sqrt{4(3694746,4) - (3838,4)^2}}{3838,4} \right)^2$$

$$n_{41} = \left( \frac{40\sqrt{45671,04}}{3838,4} \right)^2$$

$$n_{41} = 4,95$$

**Comprobación de fase experimental con el sistema sanitizante (Ubicación cuatro) ( $n_{42}$ )**

$$n_{42} = \left( \frac{40\sqrt{4(0,09) - (0,5)^2}}{0,5} \right)^2$$

$$n_{42} = \left( \frac{40\sqrt{0,11}}{0,5} \right)^2$$

$$n_{42} = 26,53$$

Después de la aplicación del modelo matemático se determinó que el número de repeticiones definido en los ensayos realizados sin aplicar el sistema de sanitización en las

cuatro ubicaciones del automóvil tienen un rango de confianza del 95% y un error porcentual aceptable del 10%; por otra parte, después de aplicar el sistema sanitizante en el vehículo se obtuvo que en el asiento del copiloto y el asiento posterior izquierdo, aparentemente no presentan un nivel de confianza aceptable, esto se debe al comportamiento exponencial que las bacterias presentan en su etapa de reproducción denominado Fisión Binaria que según Ramírez S y Parra V, 2020, este fenómeno ocurre cuando la bacteria se divide en dos, creando otra similar a sí misma. Posteriormente, cada bacteria repetirá el proceso hasta formar su propia colonia, este ciclo aproximadamente dura 30 minutos. Por lo tanto, si se deja pasar demasiado tiempo se cae en un número requerido demasiado alto.

**Discusión de resultados**

En la tabla 12 indica el número de repeticiones que se debió realizar para tener un nivel de confianza de las pruebas realizadas antes de la aplicación del sistema y después de la aplicación del sistema.

**Tabla 12**

*Número de Repeticiones de Mediciones Para una Confianza del 95%*

<b>N° de Repeticiones</b>	<b>NIVEL DE CONFIANZA SIN SISTEMA DE SANITIZACIÓN</b>	<b>NIVEL DE CONFIANZA CON SISTEMA DE SANITIZACIÓN</b>
<b>n<sub>1</sub></b>	3,57	1,23
<b>n<sub>2</sub></b>	3,73	39,90
<b>n<sub>3</sub></b>	0,98	558,57
<b>n<sub>4</sub></b>	4,95	26,53

El análisis de la varianza ANOVA en el software Statgraphics Centurion, descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. En la ubicación uno la razón F, que en este caso es igual a 1317,52, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor P de la prueba F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 2 variables con un nivel del 95,0% de confianza, así como se muestra en la tabla 13.

**Tabla 13**

*Comparación de Muestras Antes y Después de Aplicar el Sistema en la Ubicación Uno*

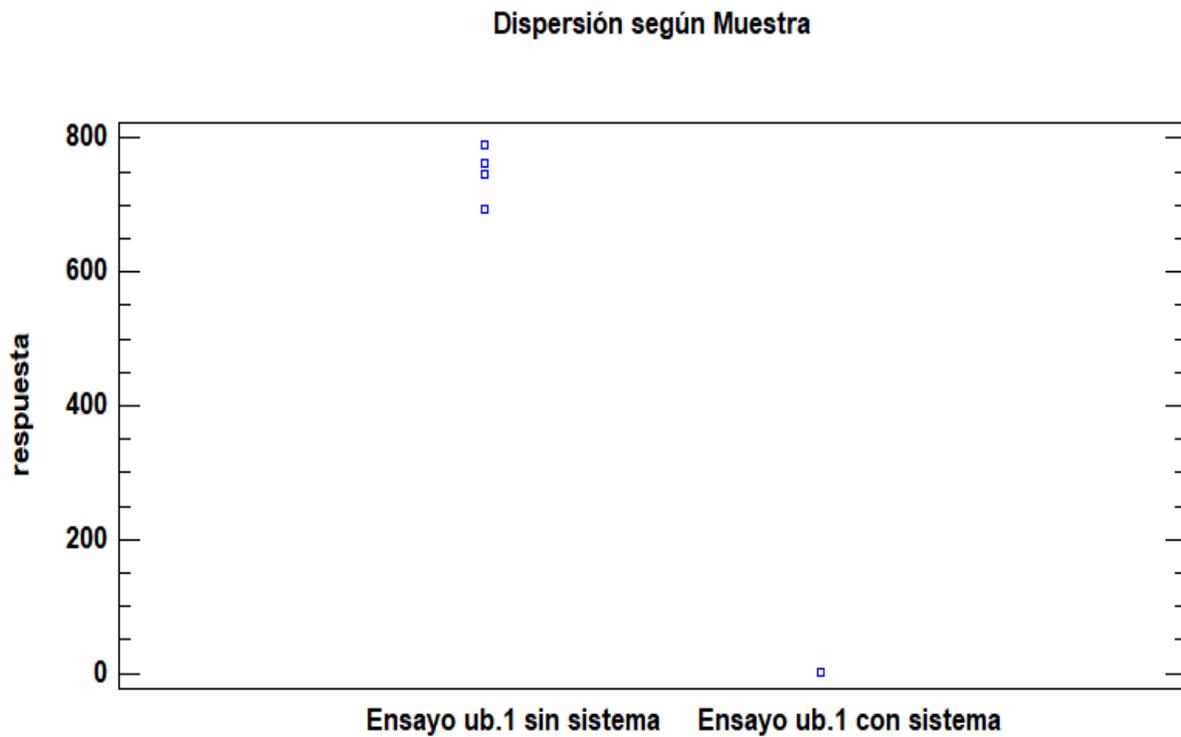
<b>Fuente</b>	<b>Suma de Cuadrados</b>	<b>Gl</b>	<b>Cuadrado Medio</b>	<b>Razón-F</b>	<b>Valor-P</b>
Entre grupos	1,11173E6	1	1,1173E6	1317,52	0,000
Intra grupos	5062,83	6	843,805		
Total (Corr.)	1,11679E6	7			

Nota: El valor-P de la prueba-F entre grupos es menor que 0,05, determinando un nivel del 95,0% de confianza.

En la figura 32 se puede apreciar que existe poca dispersión entre los valores obtenidos en un mismo grupo es decir poca diferencia entre las cuatro pruebas obtenidas en la ubicación uno antes de aplicar el sistema y poca dispersión en las cuatro pruebas después de la aplicación del sistema sanitizante.

Figura 32.

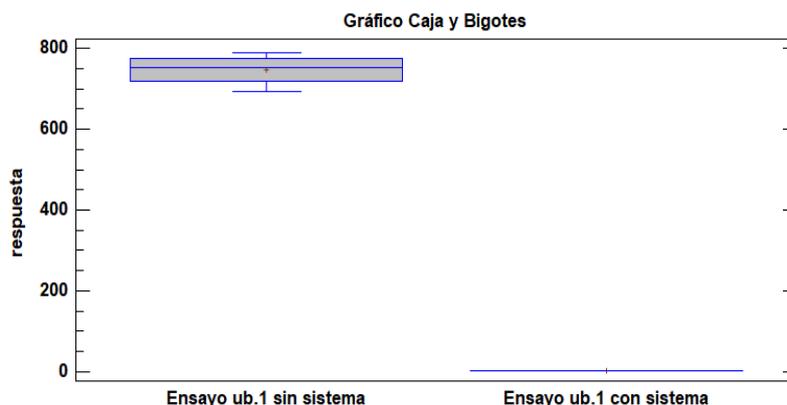
*Dispersión de los Valores Obtenidos Antes y Después de Aplicar el Sistema de Sanitización en la Ubicación Uno.*



En la figura 33 se representa el diagrama de bloque por caja y bigote, en esta figura se puede identificar que existe una variación insignificante ente los cuatro valores obtenidos antes de aplicar el sistema, de la misma manera se puede apreciar que no existe mucha diferencia entre los cuatro valores obtenidos en las pruebas después de aplicar el sistema; sin embargo, existe una diferencia considerable entre los valores obtenidos en las pruebas sin la aplicación del sistema versus los valores después de la aplicación sanitizante, determinado de esta manera el cumplimiento del proyecto.

**Figura 33.**

*Variación Significativa en la Eliminación de Bacterias en la Ubicación Uno.*



El análisis de la varianza ANOVA en el software Statgraphics Centurion, descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. En la ubicación uno la razón F, que en este caso es igual a 1276,63, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor P de la prueba F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 2 variables con un nivel del 95,0% de confianza, así como se muestra en la tabla 14.

**Tabla 14**

*Comparación de Muestras Antes y Después de Aplicar el Sistema en la Ubicación Dos*

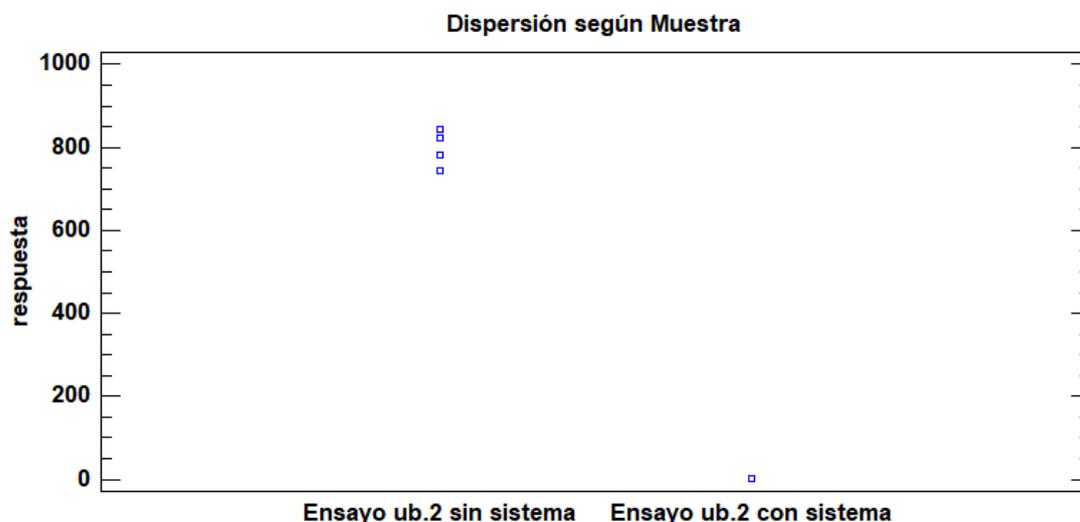
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,26278E6	1	1,26278E6	1276,63	0,000
Intra grupos	5934,92	6	989,153		
Total (Corr.)	1,26871E6	7			

Nota: El valor-P de la prueba-F entre grupos es menor que 0,05, determinando un nivel del 95,0% de confianza.

En la figura 34 se puede apreciar que existe poca dispersión entre los valores obtenidos en un mismo grupo es decir poca diferencia entre las cuatro pruebas obtenidas en la ubicación dos antes de aplicar el sistema y poca dispersión en las cuatro pruebas después de la aplicación del sistema sanitizante.

**Figura 34.**

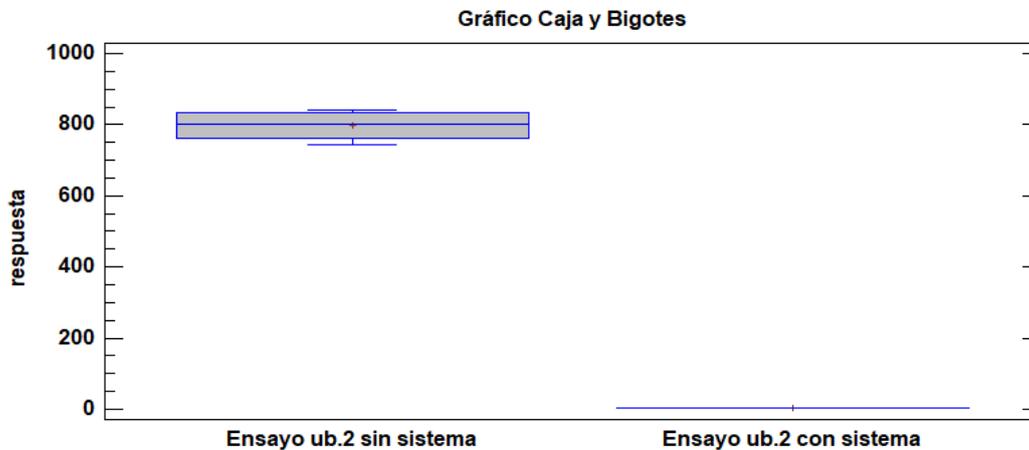
*Dispersión de los Valores Obtenidos Antes y Después de Aplicar el Sistema de Sanitización en la Ubicación Dos.*



En la figura 35 se representa el diagrama de bloque por caja y bigote, en esta figura se puede identificar que existe una variación insignificante ente los cuatro valores obtenidos antes de aplicar el sistema, de la misma manera se puede apreciar que no existe mucha diferencia entre los cuatro valores obtenidos en las pruebas después de aplicar el sistema; sin embargo, existe una diferencia considerable entre los valores obtenidos en las pruebas sin la aplicación del sistema versus los valores después de la aplicación sanitizante, determinado de esta manera el cumplimiento del proyecto.

Figura 35.

Variación Significativa en la Eliminación de Bacterias en la Ubicación Dos.



El análisis de la varianza ANOVA en el software Statgraphics Centurion, descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. En la ubicación tres la razón F, que en este caso es igual a 1276,63, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor P de la prueba F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 2 variables con un nivel del 95,0% de confianza, así como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15

Comparación de Muestras Antes y Después de Aplicar el Sistema en la Ubicación Tres

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,26278E6	1	1,26278E6	1276,63	0,000
Intra grupos	5934,92	6	989,153		
Total (Corr.)	1,26871E6	7			

Nota: El valor-P de la prueba-F entre grupos es menor que 0,05, determinando un nivel del 95,0% de confianza.

En la figura 36 se puede apreciar que existe poca dispersión entre los valores obtenidos en un mismo grupo es decir poca diferencia entre las cuatro pruebas obtenidas en la ubicación tres antes de aplicar el sistema y poca dispersión en las cuatro pruebas después de la aplicación del sistema sanitizante.

**Figura 36.**

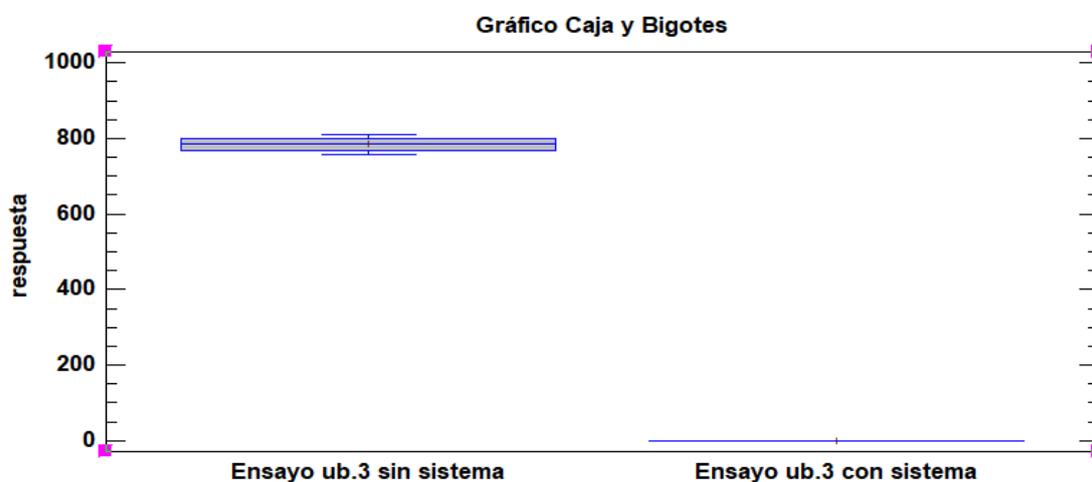
*Dispersión de los Valores Obtenidos Antes y Después de Aplicar el Sistema de Sanitización en la Ubicación Tres.*



En la figura 37 se representa el diagrama de bloque por caja y bigote, en esta figura se puede identificar que existe una variación insignificancia ente los cuatro valores obtenidos antes de aplicar el sistema, de la misma manera se puede apreciar que no existe mucha diferencia entre los cuatro valores obtenidos en las pruebas después de aplicar el sistema; sin embargo, existe una diferencia considerable entre los valores obtenidos en las pruebas sin la aplicación del sistema versus los valores después de la aplicación sanitizante, determinado de esta manera el cumplimiento del proyecto.

Figura 37.

Variación Significativa en la Eliminación de Bacterias en la Ubicación Tres.



El análisis de la varianza ANOVA en el software Statgraphics Centurion, descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. En la ubicación cuatro la razón F, que en este caso es igual a 967,48, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Puesto que el valor P de la prueba F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias de las 2 variables con un nivel del 95,0% de confianza, así como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16

Comparación de Muestras Antes y Después de Aplicar el Sistema en la Ubicación Cuatro

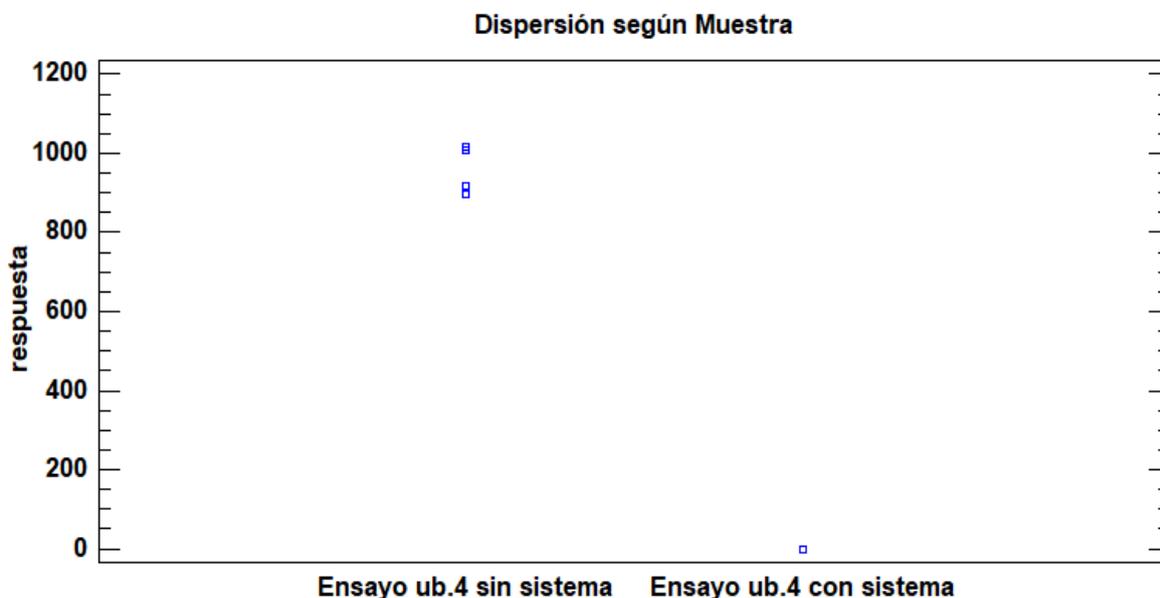
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,84109E6	1	1,84109E6	967,48	0,000
Intra grupos	11417,8	6	1902,97		
Total (Corr.)	1,85251E6	7			

Nota: El valor-P de la prueba-F entre grupos es menor que 0,05, determinando un nivel del 95,0% de confianza.

En la figura 38 se puede apreciar que existe poca dispersión entre los valores obtenidos en un mismo grupo es decir poca diferencia entre las cuatro pruebas obtenidas en la ubicación tres antes de aplicar el sistema y poca dispersión en las cuatro pruebas después de la aplicación del sistema sanitizante.

**Figura 38.**

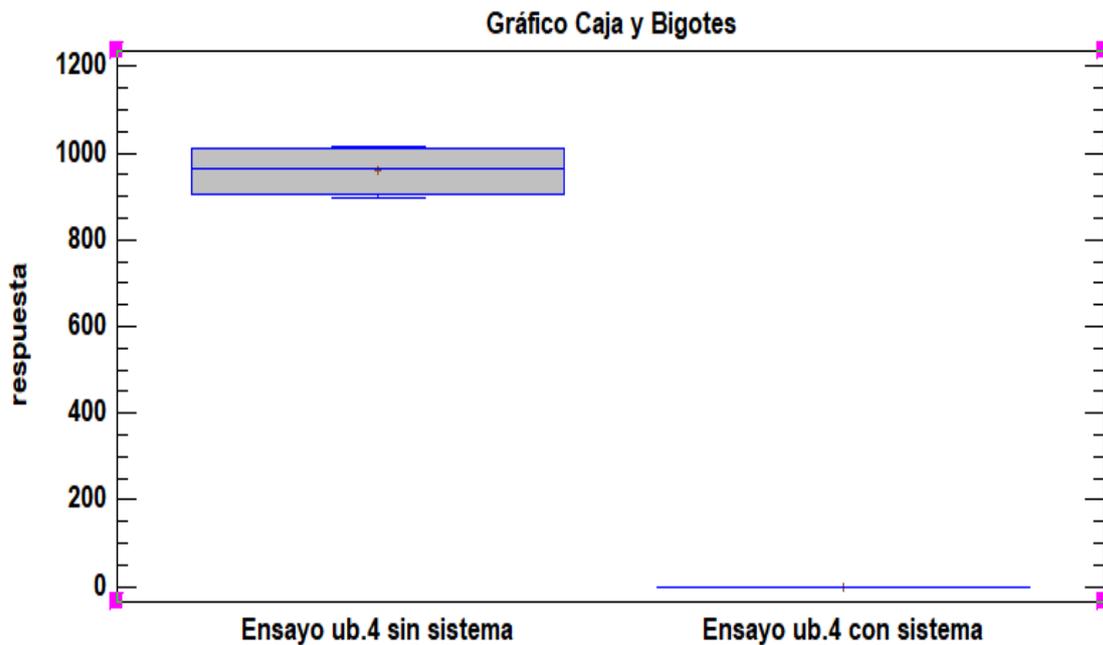
*Dispersión de los Valores Obtenidos Antes y Después de Aplicar el Sistema de Sanitización en la Ubicación Cuatro.*



En la figura 38 se representa el diagrama de bloque por caja y bigote, en esta figura se puede identificar que existe una variación insignificancia ente los cuatro valores obtenidos antes de aplicar el sistema, de la misma manera se puede apreciar que no existe mucha diferencia entre los cuatro valores obtenidos en las pruebas después de aplicar el sistema; sin embargo, existe una diferencia considerable entre los valores obtenidos en las pruebas sin la aplicación del sistema versus los valores después de la aplicación sanitizante, determinado de esta manera el cumplimiento del proyecto.

Figura 39.

*Variación Significativa en la Eliminación de Bacterias en la Ubicación Cuatro.*



A través de las imágenes se puede apreciar que el número de pruebas preliminares coexiste en las diferentes ubicaciones seleccionadas debido a que el software indica una confianza del 95% de los ensayos realizados, además se puede verificar la eliminación de una cantidad determinante de bacterias viables existentes en el habitáculo del vehículo, lo que indica el cumplimiento de la función del sistema sanitizante implementado al automóvil.

### Validación de resultados según recomendaciones de la OMS

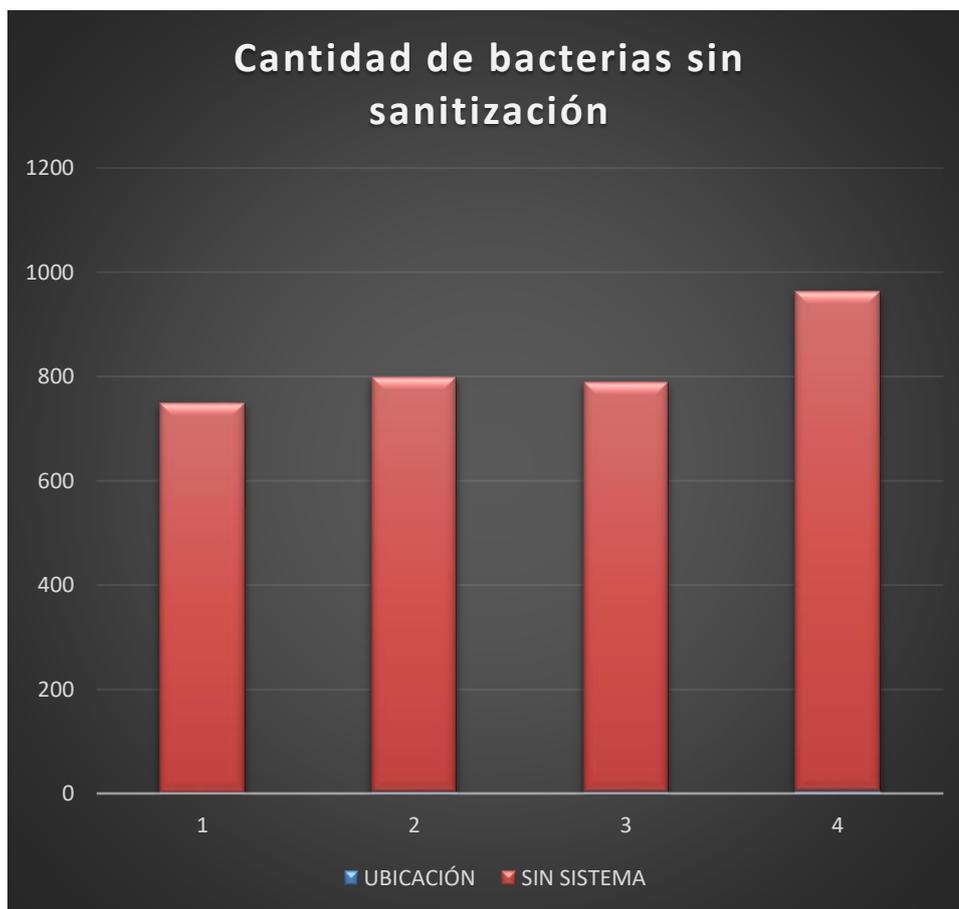
De acuerdo a estudios realizados por la OMS se determina que la cantidad de colonias formadas después de la aplicación del alcohol a través del sistema de sanitización incorporado

al vehículo Chevrolet Sail, según el número encontrado es un lugar desinfectado y libre de la bacteria Aerobios.

En la figura 40 se muestra una comparación estadística entre los valores de bacterias viables obtenidas antes de realizar la desinfección de las cuatro ubicaciones en el automóvil.

**Figura 40.**

*Cantidad de Bacterias Viables Antes de Aplicar el Sistema Sanitizante*

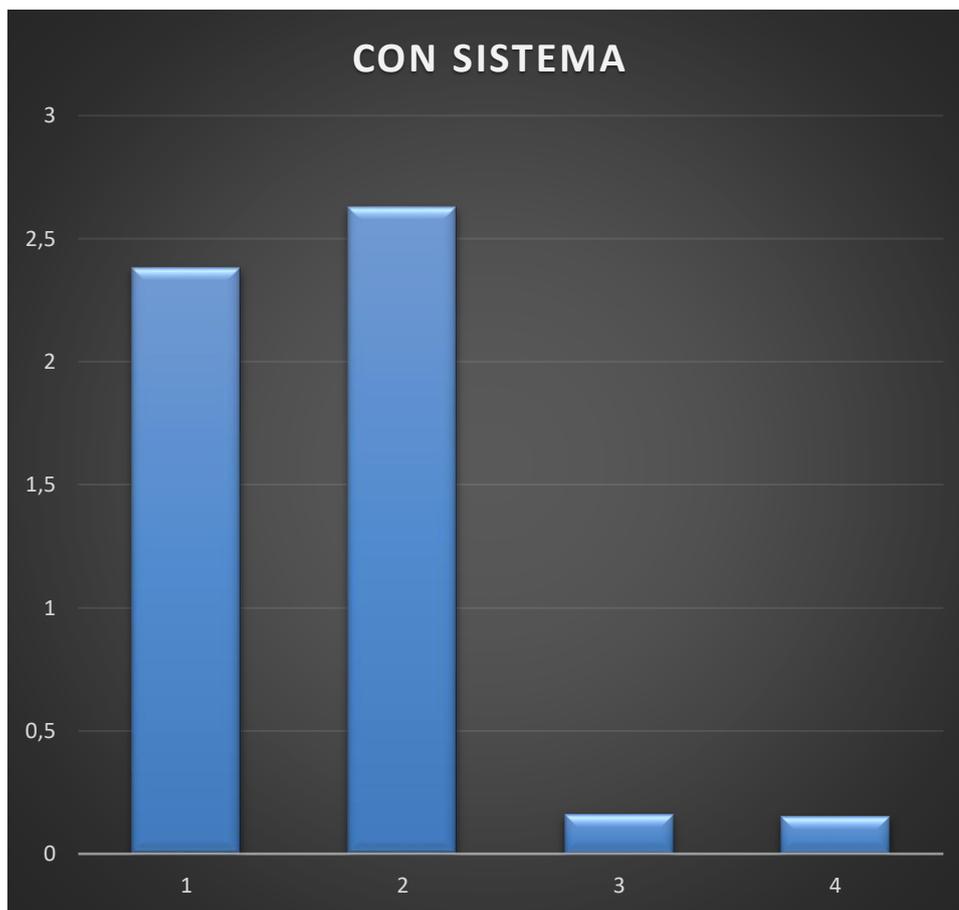


Nota: En la imagen se presenta una mayor cantidad de bacterias viables en el asiento derecho de la parte posterior, esto se debe a que por la parte posterior del automóvil existen escotillas de salida para la renovación de aire del habitáculo, lo que indica el ingreso de bacterias por esa disposición del automotor.

En la figura 41 se muestra una comparación estadística entre los valores de bacterias viables obtenidas después de realizar la desinfección de las cuatro ubicaciones en el automóvil.

**Figura 41.**

*Cantidad de Bacterias Viables Después de la Aplicación del Sistema Sanitizante*



Nota: De acuerdo a la imagen presentada se puede apreciar que existe mayor reducción de bacterias viables en la parte posterior del vehículo, esto se debe a que por la parte posterior del automóvil existen escotillas de salida para la renovación de aire del habitáculo es más difícil que ingresen bacterias después de haber desinfectado el vehículo.

A continuación, en la tabla 17 se muestra un resumen de la cantidad de bacterias existentes antes y después de aplicar de aplicar el sistema sanitizante.

**Tabla 17**

*Cantidad de Bacterias Reducidas en el Interior del Habitáculo*

Ubicación del ensayo	Promedio de bacterias sin sanitización (colonias/gramo)	Estado del ambiente	Promedio de bacterias con sanitización (colonias/gramo)	Estado del ambiente
1	747,75	Aceptable	2,38	Aceptable
2	797,23	Aceptable	2,63	Aceptable
3	785,08	Aceptable	0,16	Aceptable
4	959,60	Aceptable	0,15	Aceptable
<b>Promedio</b>	822,59		1,33	

**Figura 42.**

*Comparación de Bacterias Viables Antes y Después de la Aplicación del Sistema Sanitizante*



El estado del ambiente que existe dentro del habitáculo se determinó según Villavicencio E & Gómez R, 2021, calificando como aceptable el número de colonias bacterianas viables antes y después de aplicar el sistema sanitizante ya que el valor aceptable de colonias no debe superar los 10000 CFU/ml, además se puede apreciar que la sustancia sanitizante y el sistema elimina una cantidad alta de bacterias por tal razón que existió una reducción de bacterias viables determinado que el sistema cumple el objetivo y servirá como un avance técnico tecnológico para evitar la propagación desmedida de contagios de enfermedades respiratorias, inclusive podría disminuir el riesgo al contagio de COVID-19.

## **Conclusiones**

Al medir la cantidad de bacterias en distintos lugares del habitáculo se determinó que existe una ligera variación del número de colonias bacterianas, esto se debe a que estas se reproducen a través de la Fisión Binaria es decir cada una se divide en dos, dando lugar a otra bacteria que en lo posterior repetirá el proceso hasta formar colonias, este aproximadamente dura 30 minutos, por tal razón la implementación del sistema de sanitización para el transporte turístico, permitirá desinfectar el vehículo, vestimenta y parte de la piel de una persona ayudando a eliminar una cierta cantidad de bacterias y con ello la propagación de enfermedades.

A través del análisis de las características que presentan los sistemas de sanitización se definió la instalación del sistema por rocío y nebulización ya que este cuenta con ciertas ventajas de seguridad y confortabilidad para los usuarios especialmente en espacios cerrados, además este sistema permite cubrir una mayor superficie para la desinfección.

La mayoría de sustancias desinfectantes cuentan con un alto poder para descomponer o eliminar, hongos, bacterias, virus y microorganismos causantes de enfermedades e infecciones; sin embargo, cada sustancia debe ser elegida de acuerdo a su aplicación, para el sistema implementado al vehículo se evitó sustancias que al descomponerse generen residuos tóxicos, daños al cuero y madera, que no forme oxidación y corrosión, además precautele la integridad física de los ocupantes del vehículo, utilizando el alcohol como sustancia sanitizadora.

En la actualidad la sociedad atraviesa un momento crítico relacionado a la pandemia COVID-19, el sistema de sanitización es una alternativa enfocada a cubrir la necesidad de transportar personas de un destino a otro, con el propósito de promover la bioseguridad de los pasajeros y dar solución a la reanudación de actividades, respetando directrices estipuladas por organismos internacionales de salud.

### **Recomendaciones**

A razón de que las bacterias se reproducen por Fisión Binaria es recomendable monitorear el habitáculo del vehículo con una cámara termográfica esto permitirá evaluar el tiempo de reproducción y formación de colonias bacterianas para definir la frecuencia con la que el sistema sanitizante deba entrar en funcionamiento.

Es recomendable evaluar el funcionamiento del sistema de sanitización con diferentes condiciones de entorno, por ejemplo, se puede evaluar la variación de bacterias cambiando: el tiempo de rocío de la sustancia, habitáculo abierto o cerrado, condiciones ambientales, sustancia sanitizadora, concentración de la sustancia, para así determinar la alternativa más favorable en la aplicación del sistema sanitizante.

Se recomienda que para futuras investigaciones se establezca la implementación de sensores de movimiento y temperatura para la mejora del diseño, calidad y efectividad del sistema de sanitización del vehículo.

Se recomienda realizar un plan de mantenimiento del sistema de sanitización, así como definir un testigo luminoso en el vehículo que indique la presencia de falla o mal funcionamiento del sistema, en especial de la bomba de presión que permite la pulverización del fluido sanitizante.

### Referencias Bibliográficas

Diseño de un túnel de desinfección automatizada para prevenir COVID-19 en UNIANDES, Quevedo - Dialnet. (n.d.). Retrieved May 2, 2021, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7608938>

Li, F., Lee, E. S., Zhou, B., Liu, J., & Zhu, Y. (2017). Effects of the window openings on the micro-environmental condition in a school bus. *Atmospheric Environment*, 167, 434–443. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.08.053>

Tabone, W., de Winter, J., Ackermann, C., Bärghman, J., Baumann, M., Deb, S., ... Stanton, N. A. (2021). Vulnerable road users and the coming wave of automated vehicles: Expert perspectives. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100293>

Verma, S., Dhanak, M., & Frankenfield, J. (2020). Visualizing the effectiveness of face masks in obstructing respiratory jets. *Physics of Fluids*, 32(6). <https://doi.org/10.1063/5.0016018>

Abulhassan, Y., & Davis, G. A. (2021). Considerations for the transportation of school aged children amid the Coronavirus pandemic. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 9, 100290. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100290>

Rodríguez Pinzón, É. (2020). Colombia. Impacto económico, social y político de la COVID-19. *Análisis Carolina*, 1–14. [https://doi.org/10.33960/ac\\_24.2020](https://doi.org/10.33960/ac_24.2020)

de Sousa Santos, B., Harvey, D., Estrada Álvarez, J., Jiménez Martín, C., & Francisco Puello-Socarrás, J. (n.d.). *Alerta global Alerta global Alerta global La cruel pedagogía del virus Razones para ser anticapitalistas.*

Aranaz Andrés, J. M., Gea Velázquez de Castro, M. T., Vicente-Guijarro, J., Beltrán Peribáñez, J., García Haro, M., Valencia-Martín, J. L., ... Gómez Montero, G. (2020). Masks as personal protective equipment in the COVID-19 pandemic: How, when and which should be used. *Journal of Healthcare Quality Research*, 35(4), 245–252.  
<https://doi.org/10.1016/j.jhqr.2020.06.001>

Ahmadi, M., Ahmadi, M.-A., Mehrpooya, M., & Rosen, M. (2015). Using GMDH Neural Networks to Model the Power and Torque of a Stirling Engine. *Sustainability*, 7(2), 2243–2255.  
<https://doi.org/10.3390/su7022243>

Cedeño, N. E. V. (2012). *Desarrollo turístico y su relación con el transporte. Gestión turística*, (17), 23-36. Universidad experimental Nacional Liberta. Venezuela.

Valenzuela, M. T. (2020). Coronavirus: un desafío global: Coronavirus: a global challenge. *ARS Médica Revista de Ciencias Médicas*, 45(1), 5-6.

Castro, L. (2020). Coronavirus, una historia en desarrollo. *Revista médica de Chile*, 1.

Moreno-Montoya, J. (2020). El desafío de comunicar y controlar la epidemia por coronavirus. *Biomédica*, 40(1), 11-13.

Martinez Torres, E. (2020). Los desafíos del nuevo coronavirus. *Revista Cubana de Pediatría*.

Molina, V. C., & Arias, A. V. (2016). *El papel del transporte en el desarrollo de la actividad turística: un análisis bibliométrico. Revista Geográfica Venezolana*, Universidad de los Andes. Venezuela.

BETELGEUX. (2017). *Desinfección por vía aérea*. Recuperado el 19 de mayo de 2021, del sitio web <https://www.betelgeux.es/productos/desinfeccion-por-via-aerea/>

SESA (2020). *La epidemia de COVID-19. Medicina tropical y salud internacional.*

Vazques, C. (2016). Efecto del ozono gaseoso sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y apariencia general de *Punica Granatum L. wonderful fresca*. *SciELO*, 1-2.

Wright H. B. y Cairns W. L. (2020). LUZ ULTRAVIOLETA. London, Ontario, Canadá N5V 4T7

Zulueta, D. A., & Deler, T. R. (2019). *Diagnóstico y evaluación de la situación del turismo en Ecuador y propuesta de acciones para enfrentar la crisis generada por el covid-19*. *Alfa. Publicaciones*, 1(1), 47-64.

Montes, H., Rodríguez, H., Echeverría, O., & Pérez, V. (2020). *¿Es recomendable la desinfección de superficies por medio de técnicas de nebulización, pulverización o rociado contra el SARS-CoV-2?*. Zenodo.

Torres-Maure, M., Tapia-Ibáñez, E. X., Madrigal-Anaya, J. D. C., & Canul-Caamal, M. A. (2021). *Uso de sustancias químicas para prevención o desinfección contra el SARS-CoV-2 en el ámbito extrahospitalario*. *Revista Médica Herediana*, 32(1), 61-63.

Burgos, K. L. G., Zambrano, L. O. A., & Ruiz, D. V. P. (2020). *Diseño de un túnel de desinfección automatizada para prevenir COVID-19 en UNIANDES, Quevedo*. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(2), 48-59.

Pérez, S., & Estrella, E. (2020). *Guía de prácticas de higiene en frutas y hortalizas para centros de acopio, que garanticen la inocuidad de sus productos* (Bachelor's thesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo).

Gonzales Cueto, N., & Quinto Trujillo, L. B. (2021). *Implicancia sobre la salud de las personas ante exposición de Amonio Cuaternario durante la pandemia COVID-19 en mercados de Breña. julio 2020.*

Molina, J. L., & Abad-Corpa, E. (2021). *Desinfectantes y antisépticos frente al coronavirus: Síntesis de evidencias y recomendaciones.* Enfermería clinica, 31, S84-S88.

Olivera ME, García MC, Manzo RH (2020), *El alcohol como antiséptico y desinfectante. Un ajuste fino para su uso racional y efectivo durante la pandemia por COVID 19.* Disponible en Escuela de Posgrado, Facultad de Ciencias Químicas, UNC

Anexos

Anexo 1

Ensayo 1, Cantidad de Bacterias en el Vehículo Chevrolet Sail Antes y Después de Aplicar el Sistema Sanitizante



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA  
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO** 0000632

Certificado No: 22-016		0000632				
Solicitud N°: 22-016		Pág. 1 de 1				
Fecha recepción:	15 de febrero de 2022	Fecha de ejecución de ensayos: 15 al 17 de febrero de 2022				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:						
Representante:	Chilipíngua Guasqueño Edoña Dazar	TIC				
Dirección:	Salvado Av. Circunvalación entre Calle Saenz y Vicente León	Email: <a href="mailto:omarichilipíngua@gmail.com">omarichilipíngua@gmail.com</a>				
Ciudad: Salvado						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto:	Monitoreo Ambiental	Peso / Volumen: N/A				
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase: N/A				
Lote:	n/a	Nº de muestras: cuatro				
F. Exp.:	n/a	F. Exp.: n/a				
Conservación:	Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Área: en Lab: N/A, análisis inmediato				
Cierre seguridad:	Ninguno: X Intactos: Rotos:	Maestro por el cliente: 15 de febrero de 2022				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Monitoreo Ambiental Automóvil	01622017	Antes del Pico antes de la desinfección	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	ISO 7-2-MB AOAC 999.12 Ed. 21, 2019	UFC/15 min	746,70
	01622018	Antes del Pico después de la desinfección con alcohol al 70%	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	ISO 7-2-MB AOAC 999.12 Ed. 21, 2019	UFC/15 min	2,35
	01622019	Antes del Capicero antes de la desinfección	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	ISO 7-2-MB AOAC 999.12 Ed. 21, 2019	UFC/15 min	781,30
	01622020	Antes del Capicero después de la desinfección con alcohol al 70%	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	ISO 7-2-MB AOAC 999.12 Ed. 21, 2019	UFC/15 min	2

Anexo 2

Ensayo 2, Cantidad de Bacterias en el Vehículo Chevrolet Sail Antes y Después de Aplicar el Sistema Sanitizante



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA**  
**LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS**

0000632

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 22-016		001-7-1-00				
Solicitud N°: 22-016		Pág. 1 de 1				
Fecha recepción:	15 de febrero de 2022	Fecha de ejecución de ensayos: 15 al 17 de febrero de 2022				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:						
Representante:	Chiliquinga Geopapán Edwin Omar	TIT				
Dirección:	Solado Av. Circunvalación entre Calle Saenz y Vicente León	Email: omaraichiliquinga@gmail.com				
Ciudad: Solado						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto:	Monitoreo Ambiental	Peso / Volumen: N/A				
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase: N/A				
Lote:	n/a	Nº de muestras: cuatro				
F. Etl:	n/a	F. Esp: n/a				
Conservación:	Ambiente X Refrigeración: Congelación	Almac. en Lab: N/A, análisis inmediato				
Cierre seguridad: Ninguno X Intactas: Reas:		Muestreo por el cliente: 15 de febrero de 2022				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnicas	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
<b>Monitoreo Ambiental Automóvil</b>	01622021	Antes del Ploteo de la desinfección	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	P003-7.2-MB AOAC 999.12, Ed. 21, 2019	UFC/15 min	761,50
	00622022	Antes del Ploteo después de la desinfección con alcohol al 70%	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	P003-7.2-MB AOAC 999.12, Ed. 21, 2019	UFC/15 min	2,50
	00622023	Antes del Capoteo antes de la desinfección	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	P003-7.2-MB AOAC 999.12, Ed. 21, 2019	UFC/15 min	822,30
	00622024	Antes del Capoteo después de la desinfección con alcohol al 70%	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	P003-7.2-MB AOAC 999.12, Ed. 21, 2019	UFC/15 min	2,50

Anexo 3

Ensayo 3, Cantidad de Bacterias en el Vehículo Chevrolet Sail Antes y Después de Aplicar el Sistema Sanitizante



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA  
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO 0000632

Certificado No: 22-016		000-7-833				
Solicitud N°: 22-016		Pág. 1 de 1				
Fecha recepción:	15 de febrero de 2022	Fecha de ejecución de ensayos:	15 al 17 de febrero de 2022			
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:						
Representante:	Chilispunga Guanopeñín Edoña Omar	Tel:	---			
Dirección:	Solado Av. Circunvalación entre Calle Saenz y Vicente León	Email:	omar1chilispunga@gmail.com			
Ciudad:	Solado					
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto:	Monitoreo Ambiental	Peso / Volumen:	N/A			
Marca comercial:	n/a	Tipo de ensayo:	N/A			
Lote:	n/a	No de muestras:	cuatro			
F. Exp.:	n/a	F. Exp.:	n/a			
Conservación:	Ambiente X Refrigeración: Congelación	Análiz. en Lab:	N/A, análisis inmediato			
Cierre seguridad:	Ninguno X Intactos: Rotos	Muestreo por el cliente:	15 de febrero de 2022			
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Monitoreo Ambiental Ambiental	01622025	Antes del Pílo antes de la desinfección	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	PEB3-7.2-MB AOAC 998.12, Ed. 21, 2019	UFC/15 min	602,80
	01622026	Antes del Pílo después de la desinfección con alcohol al 70%	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	PEB3-7.2-MB AOAC 998.12, Ed. 21, 2019	UFC/15 min	2,40
	01622027	Antes del Capólo antes de la desinfección	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	PEB3-7.2-MB AOAC 998.12, Ed. 21, 2019	UFC/15 min	842,70
	01622028	Antes del Capólo después de la desinfección con alcohol al 70%	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	PEB3-7.2-MB AOAC 998.12, Ed. 21, 2019	UFC/15 min	3,00
Condi. Ambientales: 24,9°C; 41,9%HR						
 Ing. Gladys Rincón Directora de Calidad						
Advertencia para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 17 de febrero de 2022						

Note: La muestra fue recibida por el cliente y los resultados se aplicaron a la muestra en las condiciones indicadas. El Laboratorio no es responsable de los resultados de los repetidos ensayos de tipo a la muestra entregada por el cliente.  
El Laboratorio no es responsable por el incumplimiento de este certificado. No es un documento legal. Solo se permite la reproducción de fines de archivo y haciendo referencia a LACONAL.

La información que se está consultando es confidencial, exclusiva y reservada para el destinatario, por lo tanto, no se permite su divulgación. Si usted recibe el documento de una información reservada o confidencial, no debe divulgarlo, copiarlo, ni usarlo en ningún otro medio, ni hacer una copia o una copia de copia. Si usted recibe esta información, debe destruirlo inmediatamente.

Anexo 4

Ensayo 4, Cantidad de Bacterias en el Vehículo Chevrolet Sail Antes y Después de Aplicar el Sistema Sanitizante



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA  
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

**CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO** 0000632

Certificado No: 22-016		800.73.500				
Solicitud N°: 22-016		Pág. 1 de 1				
Fecha recepción:	15 de febrero de 2022	Fecha de ejecución de ensayos: 15 al 17 de febrero de 2022				
<b>Información del cliente:</b>						
Empresa:						
Representante:	Chilispunga Gastronomía Elibia Omar	III				
Dirección:	Salcedo Av. Circunvalación entre Calle Saenz y Vicaría León	Email: omar1chilispunga@gmail.com				
Ciudad: Salcedo						
<b>Descripción de las muestras:</b>						
Producto:	Monitoreo Ambiental	Peso / Volumen: N/A				
Marca comercial:	n/a	Tipo de empaque: N/A				
Lote:	n/a	No de muestras: cuatro				
F. Eib.:	n/a	F. Exp.: n/a				
Conservación:	Ambiente: X Refrigeración: Congelación	Almac. en Lab: N/A, análisis inmediato				
Cierre seguridad:	Ninguno: X Intacto: Reto	Muestreo por el cliente: 15 de febrero de 2022				
<b>RESULTADOS OBTENIDOS</b>						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/ Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
<b>Monitoreo Ambiental Ambiental</b>	01622029	Antes del Pilotaje antes de la desinfección	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	ISO 7-2-MB AOAC 996.12 Ed. 21, 2019	UFC/15 min	<b>790,00</b>
	01622030	Antes del Pilotaje después de la desinfección con alcohol al 70%	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	ISO 7-2-MB AOAC 996.12 Ed. 21, 2019	UFC/15 min	<b>2,30</b>
	01622031	Antes del Capoteo antes de la desinfección	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	ISO 7-2-MB AOAC 996.12 Ed. 21, 2019	UFC/15 min	<b>742,60</b>
	01622032	Antes del Capoteo después de la desinfección con alcohol al 70%	Aerobios Mesófilos, Petrifilm	ISO 7-2-MB AOAC 996.12 Ed. 21, 2019	UFC/15 min	<b>3,00</b>