

2021

Análisis de la calidad microbiológica intramural del aire circulante en una vivienda ubicada en la vereda del Boquerón, Tausa, Cundinamarca y su relación con datos de morbilidad asociada a las infecciones respiratorias agudas IRA

Daniela Mora Montenegro
Universidad de La Salle, Bogotá

Santiago Naranjo Posada
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria



Part of the [Environmental Engineering Commons](#)

Citación recomendada

Mora Montenegro, D., & Naranjo Posada, S. (2021). Análisis de la calidad microbiológica intramural del aire circulante en una vivienda ubicada en la vereda del Boquerón, Tausa, Cundinamarca y su relación con datos de morbilidad asociada a las infecciones respiratorias agudas IRA. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1896

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería Ambiental y Sanitaria by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

Análisis de la calidad microbiológica intramural del aire circulante en una vivienda ubicada en la vereda del Boquerón, Tausa, Cundinamarca y su relación con datos de morbilidad asociada a las Infecciones Respiratorias Agudas (IRA).

**DANIELA MORA MONTENEGRO
SANTIAGO NARANJO POSADA**

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL Y SANITARIA
25 De Enero de 2021

Análisis de la calidad microbiológica intramural del aire circulante en una vivienda ubicada en la vereda del Boquerón, Tausa, Cundinamarca y su relación con datos de morbilidad asociada a las Infecciones Respiratorias agudas (IRA).

**DANIELA MORA MONTENEGRO
SANTIAGO NARANJO POSADA**

Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Facultad de Ingeniería
Universidad de la Salle

Trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental y Sanitario

Línea de Investigación:
Ambiente y sustentabilidad

Director (a):
MSc Francy Janeth Méndez C

Codirector:
PhD. Boris Galvis

25 De Enero de 2021

DEDICATORIA

En especial le dedico este logro a mis padres, quienes sin su esfuerzo y apoyo incondicional hubiera sido un reto aún más difícil. Gracias por darme esa confianza de creer en mí y sobre todo de admirar el amor que tengo hacia mi carrera, fueron años de grandes retos y conversaciones que afianzaron nuestras relaciones. Este resultado fue siempre pensando en mis hermanos menores los cuales han de ver que los sacrificios de hacer las cosas con amor siempre trae sus frutos, les dedico esto y toda mi vida para apoyarlos y mostrarles desde el ejemplo lo importante de la constancia y disciplina. A mi familia que siempre han estado presentes en cada una de mis acciones, mis tías y mi abuela, no saben cuánto las admiro. Quiero expresar mi mayor agradecimiento a las personas más cercanas, a mis amigos y colegas por todas las enseñanzas y momentos compartidos que nos fortalecieron para ser lo que somos hoy en día. Desde el amor y la humildad, un profundo respeto al proceso de cada persona para que pueda cumplir siempre lo que se proponga. Para finalizar, dedico este trabajo a todas aquellas personas que quieren hacer parte del cambio, como yo.

DANIELA MORA MONTENEGRO

Cada uno de los pasos recorridos en este proceso fue de la mano de muchas personas, a cada una de ellas le quedare eternamente agradecido, en primer lugar, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional, su formación y valores sin los cuales esta etapa no habría culminado, a quienes cumplieron con su labor de enseñanza y me brindaron las llaves del conocimiento, a aquellos que con su compañía y servicios lograron de mi paso por la universidad una experiencia grata, y a mis compañeros, amigos y allegados por compartir cada espacio y cada experiencia. Este trabajo representa el fin de una etapa y el comienzo de un nuevo y largo camino, el cual emprendo lleno de expectativas. No quedan más que palabras de gratitud y admiración por todas aquellas personas, a las cuales les deseo éxitos y siempre llevando sus enseñanzas.

SANTIAGO NARANJO POSADA

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo queremos agradecer a todas las personas que hicieron parte de este proceso, en especial a nuestros directores Francy Méndez, Myriam Silva y Boris Galvis, los cuales fueron el pilar para poder llevar a cabo esta investigación. Gracias por la oportunidad y la confianza, por el tiempo y la comprensión, son unos docentes ejemplares y dignos de admirar.

Un profundo agradecimiento al Municipio de Tausa, al alcalde, al ingeniero Duver Cano, al centro de salud y por supuesto, a los habitantes de la vivienda de estudio, sin ustedes esta investigación hubiera sido imposible.

Agradecer a la Universidad de la Salle por su formación hacia el sentido crítico y social que encaminan nuestro papel a desempeñar como profesionales en esta sociedad.

Agradecemos al personal del Centro tecnológico de ambiente y sostenibilidad (CTAS) de la sede Candelaria, por su apoyo para la realización de nuestros estudios en épocas tan difíciles.

RESUMEN

Este estudio se realizó con el propósito de determinar la presencia de microorganismos potencialmente patógenos en el aire de una vivienda ubicada en el municipio de Tausa y su posible relación con las IRA (Infecciones respiratorias agudas), para ello se realizó un análisis microbiológico con el fin de identificar las bacterias que posiblemente están causando enfermedades respiratorias a los habitantes de la vivienda.

El muestreo se realizó empleando el equipo (MAS-100 Eco), durante diferentes franjas horarias y espacios al interior y exterior de la vivienda, posteriormente se realizó el respectivo análisis en el laboratorio y se identificaron 6 microorganismos mesófilos diferentes, los cuales fueron: *Salmonella tiphy*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, y *Kingella kingae*. Además, cada una de estas bacterias fueron analizadas individualmente para entender el comportamiento de la carga contaminante presente en la vivienda. Para finalizar, los microorganismos mesófilos identificados corresponden a bacterias con algún grado de patogenicidad y/o afectaciones a la salud. De igual manera, se analizaron los datos de morbilidad provenientes del centro médico de Tausa, encontrando que la población menor de 13 años es la más afectada por las IRA y que las bacterias presentes afectan con mayor facilidad a este tipo de población; generando una perspectiva sobre las posibilidades de tener más pacientes diagnosticados con IRA, según lo encontrado en la vivienda. Los datos presentados se vieron afectados y sesgados debido a la emergencia sanitaria ocasionada por el COVID-19.

Palabras claves: Calidad de aire intramural, IRA, microorganismos patógenos, salud pública

ABSTRACT

This study was carried out in order to determine the presence of potentially pathogenic microorganisms in the air of a home located in the municipality of Tausa and its possible relationship with ARIs (Acute Respiratory Infections), for which a microbiological analysis was carried out in order to identify bacteria that are possibly causing respiratory illnesses in the household.

The sampling consisted of the use of a suction equipment (MAS-100 Eco), during different time bands and spaces inside and outside the house. Later the respective analysis was carried out in the laboratory and 6 different mesophilic microorganisms were identified, which were: *Salmonella tiphy*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, and *Kingella kingae*. In addition, each of these bacteria were individually analyzed to understand the dynamics of the pollutant load in the home. Finally, the identified mesophilic microorganisms correspond to bacteria with some degree of pathogenicity and / or health effects, in the same way the morbidity data from the Tausa medical center were analyzed. Here we found that the population under 13 years old is the most affected by ARI, and that the bacteria present more easily affect this type of population, generating a wider perspective on the possibilities of having more patients diagnosed with ARI, as found in the home. The data presented here were affected and biased due to the health emergency caused by COVID-19.

Keywords: Intramural air quality, ARI, pathogenic microorganisms, public health

Tabla de Contenido

1. INTRODUCCIÓN	12
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	16
5. OBJETIVOS	16
5.1 OBJETIVO GENERAL	16
5.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
6. ANTECEDENTES	17
7. MARCOS DE REFERENCIA	26
7.1 MARCO TEORICO:	26
7.1.1 Contaminación y calidad de aire intramural:	26
7.1.2 Microorganismos en el aire:	28
7.1.2.1 Procedencia:	29
7.1.3 Microorganismos potencialmente patógenos:	30
7.1.4 Método de muestreo microorganismos:	32
7.1.5 Identificación de microorganismos:	33
7.1.6 Pruebas Bioquímicas:	34
7.1.7 Equipos:	40
7.1.7.1 MAS-100 ECO:	40
7.1.7.2 Anemómetro:	40
7.2 MARCO LEGAL	43
7.3 MARCO NORMATIVO	44
8. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	45
9. METODOLOGIA	49
9.1 FASE I. SELECCIÓN DE LA VIVIENDA Y TOMA DE MUESTRA	49
9.1.1 Cronograma de Muestreo:	50
9.2 FASE II. PREPARACIÓN DE MATERIALES PARA MUESTREOS MICROBIOLÓGICOS. ..	55
9.3 FASE III. CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA	55
10. RESULTADOS	58
10.1. DISTRIBUCION DE PUNTOS DE MUESTREO	58
10.2. CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA	61

<i>10.3 IDENTIFICACIÓN BIOQUÍMICA DE MESÓFILOS ENCONTRADOS EN LA VIVIENDA</i>	<i>64</i>
<i>10.4. VELOCIDAD DE VIENTO</i>	<i>75</i>
<i>10.5 DATOS DE MORBILIDAD (IRA)</i>	<i>78</i>
11. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	80
<i>11.1 Afectaciones a la salud con las bacterias encontradas</i>	<i>83</i>
<i>11.2 Correlación con datos de morbilidad</i>	<i>91</i>
12. CONCLUSIONES	94
13. RECOMENDACIONES	95
14.REFERENCIAS	96
15. ANEXOS	101
ANEXO A. PROCEDIMIENTO PREPARACION DE MEDIOS PARA PRUEBAS BIOQUIMICAS	101
ANEXO B. MANUAL DEL EQUIPO MAS 100-Eco	102
ANEXO C. PROTOCOLO PARA INGRESO A MUNICIPIOS ALEDAÑOS Y LABORATORIOS. 104	
ANEXO D. PLANO GENERAL VIVIENDA DE ESTUDIO Y PLANO UBICACION DE PUNTOS DE MUESTREO	108
ANEXO E. ENCUESTAS-RECOPIACION DE INFORMACIÓN	110
ANEXO F. PERFIL EPIDEMIOLOGICO	110

LISTA DE IMÁGENES

<i>Imagen 1. MAS 100-Eco</i>	40
<i>Imagen 2. Anemómetro ANBH 4225</i>	41
<i>Imagen 3. Número de muertes Vs Categoría Ambiental (Causa)</i>	43
<i>Imagen 4. Polígono de viviendas en el sector El Boquerón</i>	45
<i>Imagen 5. Ubicación de la vivienda de estudio</i>	47
<i>Imagen 6. Rosa de vientos (Mun. Tausa)</i>	48
<i>Imagen 7. Diagrama de la Metodología</i>	49
<i>Imagen 8. Área de la vivienda, con delimitación de zonas para muestreo</i>	50
<i>Imagen 9. Diagrama procedimiento Tinción de Gram</i>	56
<i>Imagen 10. Punto de muestreo Habitación 1</i>	58
<i>Imagen 11. Punto de muestreo Habitación 2</i>	59
<i>Imagen 12. Punto de muestreo Área Social</i>	59
<i>Imagen 13. Punto de muestreo Cocina</i>	59
<i>Imagen 14. Punto de muestreo Baño</i>	60
<i>Imagen 15. Punto de muestreo Exterior</i>	60
<i>Imagen 16. Marcación de las muestras</i>	61
<i>Imagen 17. Salmonella typhi</i>	65
<i>Imagen 18. Bacillus subtilis</i>	66
<i>Imagen 19. Acinetobacter baumannii</i>	67
<i>Imagen 20. Escherichia. coli</i>	68
<i>Imagen 21. Staphylococcus aureus</i>	69
<i>Imagen 22. Kingella kingae</i>	70

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Marco legislativo</i>	43
<i>Tabla 2. Marco Normativo</i>	44
<i>Tabla 3. Plan de muestreo. Sector de Habitaciones y Área Social</i>	52
<i>Tabla 4. Plan de muestreo. Sector de la cocina</i>	53
<i>Tabla 5. Plan de muestreo. Sector del Baño</i>	54
<i>Tabla 6. Áreas analizadas para el muestreo</i>	58
<i>Tabla 7. Áreas por secciones y cantidad de puntos a muestrear</i>	60
<i>Tabla 8. Recuento de Colonias y Bacterias identificadas por placas</i>	62
<i>Tabla 9. Características Salmonella typhi</i>	64
<i>Tabla 10. Características Bacillus subtilis</i>	66
<i>Tabla 11. Características Acinetobacter baumannii</i>	67
<i>Tabla 12. Características Escherichia coli</i>	68
<i>Tabla 13. Características Staphylococcus aureus</i>	69
<i>Tabla 14. Características Kingella kingae</i>	70
<i>Tabla 15. Flujos de aire por zonas y franjas de muestreo</i>	75
<i>Tabla 16. Concentración de UFC/m3 en ambientes exteriores</i>	81

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Grafica 1. Frecuencia morfotipos encontrados. Numero de cajas Vs bacterias encontradas</i>	63
<i>Grafica 2. Concentración de UFC general en la vivienda</i>	63
<i>Grafica 3. Bacterias identificadas en las muestras exteriores</i>	71
<i>Grafica 4. Bacterias encontradas en Franja de la mañana</i>	72
<i>Grafica 5. Bacterias encontradas en Franja de la tarde</i>	72
<i>Grafica 6. Bacterias encontradas en Franja de la noche</i>	73
<i>Grafica 7. Bacterias encontradas Sector Rojo</i>	74
<i>Grafica 8. Bacterias encontradas Sector Verde</i>	74
<i>Grafica 9. Bacterias encontradas Sector Amarillo</i>	75
<i>Grafica 10. Mediciones de flujo general en la vivienda</i>	77
<i>Grafica 11. Comparativa de flujos</i>	77
<i>Grafica 12. Rango de edades en el Sector Boquerón</i>	78
<i>Grafica 13. Pacientes diagnosticados con IRA-Sector Boquerón</i>	79
<i>Grafica 14. Pacientes por genero con IRA-Sector Boquerón (2019-2020)</i>	79
<i>Grafica 15. Edades pacientes con IRA-Sector Boquerón</i>	80

ANEXOS

ANEXO A. PROCEDIMIENTO PREPARACION DE MEDIOS PARA PRUEBAS BIOQUIMICAS	101
ANEXO B. MANUAL DEL EQUIPO MAS 100-Eco.....	102
ANEXO C. PROTOCOLO PARA INGRESO A MUNICIPIOS ALEDAÑOS Y LABORATORIOS. 104	
ANEXO D. PLANO GENERAL VIVIENDA DE ESTUDIO Y PLANO UBICACION DE PUNTOS DE MUESTREO.....	108
ANEXO E. ENCUESTAS-RECOPIACION DE INFORMACIÓN	110
ANEXO F. PERFIL EPIDEMIOLOGICO	110

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, las Infecciones respiratorias agudas (IRA) son las infecciones más frecuentes a nivel nacional e internacional y tienen gran importancia para la salud pública (OMS, 2018). Estas infecciones pueden ser provocadas por diferentes microorganismos, los cuales pueden llegar a encontrarse en el aire debido a condiciones específicas de transporte, como por ejemplo en el polvo, el agua o las condiciones climáticas que hacen que las micropartículas permanezcan por un tiempo más prolongado en los medios y de esta manera ingresar al cuerpo, inhalados por la nariz y/o la boca. Existen ciertos factores de riesgo de carácter ambiental, individual y socioeconómico que intervienen en la ocurrencia de las IRA, entre ellos se encuentran la presencia de humo al interior de una vivienda, los cambios bruscos de temperatura, malas condiciones de ventilación y/o iluminación, la falta de una alimentación balanceada, el hacinamiento, la presencia de polvo en el interior de las viviendas y la falta de aseo personal e higiene en los hogares (OPS, 2012).

En el 2018 las cifras muestran que a causa de la inhalación de partículas que se presenta en ambientes interiores contaminados, se generan más de un 50% de las muertes diagnosticadas por neumonía en niños menores de 5 años (OMS, 2018). Adicionalmente, cada año alrededor de 3.8 millones de personas mueren prematuramente debido a la contaminación del aire en ambientes interiores, en donde el 27% se le atribuye a las neumonías y a otras enfermedades donde se obstruyen las vías respiratorias y los pulmones causando así, una reducción de oxigenación en la sangre (OMS, 2018). Adicionalmente, la enfermedad degenerativa denominada enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una enfermedad respiratoria que obstruye los bronquios y se generan enfisemas o deterioros en los sacos de aire que se

encuentran dentro de los pulmones, causando así gran dificultad para respirar y de no ser tratada puede llegar a desarrollar un cáncer de pulmón (Sanchez & Pinto, 2020).

Así mismo, de acuerdo con encuestas realizadas en febrero del presente año, los habitantes del sector manifestaron que frecuentemente presentan síntomas como: dolor de cabeza, gripes y congestiones nasales que pueden ser ocasionadas por la altitud del lugar (3010m). El cambio repentino de temperaturas y posiblemente por la actividad económica de la zona, la cual pertenece a la explotación y coquización del carbón, generan varios cambios en el entorno del sector ya sea por la cantidad de minas existentes y/o por la cantidad de tráfico vehicular, tanto particular como de carga que pasan por las vías sin pavimentar levantando constantemente polvo y partículas que quedan suspendidas en el aire y entran a las viviendas perjudicando así su fachada y su higiene.

Finalmente, este trabajo de investigación enmarcado en la línea de salud pública específicamente en el campo de la microbiología en un entorno residencial permitió identificar como los microorganismos presentes en el aire intramural de una vivienda rural pueden afectar la salud de los 5 habitantes generando un panorama los posibles factores de riesgo que amenazan el sector donde se localiza la vivienda y la incidencia de la producción de carbón coque en la carga microbiana encontrada.

2. JUSTIFICACIÓN

El municipio de Tausa se caracteriza por las actividades mineras, siendo foco principal de muy altos niveles de contaminación del aire y agua, debido a la explotación irracional de las arcillas y minerías a cielo abierto (GAM, 2018) . El sector de estudio presenta altas cargas contaminantes de material particulado derivadas de estas actividades industriales (Mora et

al.,2020). Los microorganismos presentes en el aire pueden trasportarse en forma de bioaerosoles (partículas suspendidas en el aire usadas como vehículos por microorganismos) que pueden ser ingeridos o inhalados afectando los pulmones o generando infecciones gastrointestinales (Madigan, 1998).

Ya que en el sector existen alrededor de 5 minas dedicadas al proceso productivo del carbón, este trabajo consistió en analizar la calidad microbiológica del aire circulante en una vivienda, y, además, analizar si estas industrias pueden influir en el transporte y presencia de microorganismos en el sitio seleccionado.

El desarrollo del presente trabajo cuenta con dos factores de interés, el primero de ellos es la identificación de los microorganismos presentes en el aire circulante de la vivienda de estudio, mediante un muestreo y posterior análisis microbiológico, ya que algunos de estos pueden ser potencialmente patógenos, y el segundo el análisis de los datos de morbilidad asociados a Infecciones Respiratorias Agudas (IRA), las cuales son frecuentes entre los habitantes del sector según lo manifiesta el centro de salud E.S.E Tausa. Se espera de esta manera obtener información útil para probar la hipótesis sobre la asociación entre los microorganismos identificados y las diferentes enfermedades que puedan ocasionar.

Los datos y resultados aportados en este documento reposaran como apoyo para el conocimiento en el área de la identificación microbiológica del aire en entornos confinados, siendo esta un área de conocimiento de interés general por estar relacionada con los hábitos diarios de permanecer grandes cantidades de tiempo en este tipo de espacios confinados (el hogar, la oficina, los centros educativos, entre otros).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La calidad microbiológica del aire al interior de una vivienda y los posibles impactos ocasionados a la salud pública debido a la presencia de microorganismos potencialmente patógenos, con relación a la ubicación de la vivienda (5.185980 N, -73.879656 W) que tiene cercanía a una de las vías de acceso del sector minero y así mismo a las industrias de coquización (Mora et al.,2020), ocasiona la presencia de una gran cantidad de material particulado que sirve como medio de transporte para los microorganismos potencialmente patógenos, conociéndoseles como bioaerosoles, siendo una situación preocupante para los habitantes de la vivienda.

Según una encuesta realizada a los habitantes del sector, muchas familias se han establecido en este municipio debido a las oportunidades laborales en las minas del lugar (Ver anexo E) lo cual es un factor que permite que las personas sean un medio de transporte para microorganismos del exterior por su ropa de trabajo (sucia o contaminada) que es también un medio para movilizar material particulado y otras micropartículas como hojas secas y pelo animal de sus trabajos hacia sus viviendas, por este factor, dentro de la vivienda de estudio existe una alta carga contaminante, que se pueda correlacionar con datos de morbilidad del sector.

Por otra parte, la ubicación de la vivienda de estudio y la procedencia sureste de los vientos del lugar (Ver imagen 6), genera una hipótesis sobre si es posible que se ocasione el arrastre de material particulado y micropartículas desde la vía principal de este sector, esta vía es la que comunica a los municipios de Zipaquirá y Ubaté, donde transitan vehículos de carga de las industrias cercanas, la corta distancia menor a 15 metros entre la vivienda de estudio y la vía, facilita el arrastre de micropartículas que permanecen en la zona.

4. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Qué microorganismos potencialmente patógenos para la salud pública se encuentran en el aire circulante de una vivienda en el sector minero de Tausa?

5. OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la calidad microbiológica intramural del aire circulante de una vivienda ubicada en el sector minero de la vereda Boquerón en Tausa, Cundinamarca, a partir de un análisis microbiológico, con el fin de establecer la presencia de microorganismos potencialmente patógenos relacionados con Infecciones Respiratorias Agudas (IRA).

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Identificar los microorganismos que se encuentran presentes en el aire circulante de la vivienda, mediante identificación microbiológica, para determinar cuáles de ellos pueden ser potencialmente patógenos.

Relacionar la carga contaminante de microorganismos patógenos encontrados por medio del análisis microbiológico y el flujo de aire circulante medido simultáneamente al muestreo, para analizar la dinámica de la carga contaminante al interior de la vivienda.

Correlacionar los índices de morbilidad en el sector Boquerón, obtenidos antes y después de la emergencia sanitaria (decretada por el Covid-19), con los resultados obtenidos sobre

la carga contaminante encontrada al interior de la vivienda para realizar una hipótesis de los posibles factores de relación con las IRA.

6. ANTECEDENTES

Existe un estudio acerca de las IRA en las comunidades de la huasteca potosina en México, en el año 2019, el cual tenía como objetivo principal lograr reconocer la prevalencia de infecciones respiratorias agudas y la frecuencia de bacterias patógenas a partir de muestreos en la garganta de poblaciones adultas e infantiles. En la población del estado de San Luis se presentan elevados casos de IRA los cuales fueron de gran interés para poder localizar y entender los factores de riesgo que se encontraban en estas comunidades (Rodríguez et al.,2019). La metodología empleada fue seleccionar las comunidades bajo ciertos criterios como localidades con limitados habitantes, grados de marginaciones y ubicaciones de microrregiones geográficas determinando variabilidad climática.

En cuanto a la parte microbiológica los autores de dicho estudio realizaron la toma de muestras directamente desde las áreas amigdalares con hisopos de algodón estéril, siendo depositados inmediatamente en un medio de cultivo (Agar Mueller-Hinton) y cumpliendo con los protocolos de almacenamiento e incubación para sus respectivos análisis en el laboratorio. En relación con las IRA se detectaron alrededor de 34 individuos pertenecientes a la población infantil mientras que para los adultos se encontraron 69 individuos mayores de 15 años con resultados positivos para un diagnóstico previo de IRA (Rodríguez et al.,2019). Con estos resultados, los investigadores concluyeron que las principales causales de estas infecciones en diferentes comunidades se debían a la falta de estructura médica, falta de personal médico o las distancias para acceder a un centro de salud. También concluyeron que una de las tres comunidades es ocho veces más propensa a ser

portadores de BPP (Bacterias potencialmente patógenas) entre edades de 1-15 años siendo este grupo el que representa mayor vulnerabilidad a IRA.

Según la descripción dada sobre las bacterias encontradas como el *Streptococcus pyogenes* que es un agente bacteriano que ocasiona faringitis y que si no se detecta el tipo de esta infección puede llevar a desencadenar otitis, sinusitis y fiebre, también nombraron a *Staphylococcus aureus* como la responsable de la causa de amplias enfermedades en la piel y de infecciones invasoras en el tracto respiratorio, urinario o gastrointestinal, además se ha visto implicado en pacientes con neumonía (Rodríguez et al.,2019). Por último, encontraron que uno de los mayores factores de riesgo se debía a la cantidad de individuos en una determinada área, siendo más propensos los individuos con un índice alto de hacinamiento. Cabe resaltar la importancia de esta publicación debido a que muestra una población directamente afectada, en este caso, la población infantil y además analizan las afectaciones a la salud de las BPP y muestran los posibles factores de riesgo que causan estas infecciones siendo de gran referencia para esta investigación, ya que es posible comparar factores como edades, variabilidad climática y BPP encontradas.

Por otra parte, se realizó una investigación acerca de la caracterización microbiológica de la calidad del aire al interior de las instalaciones más frecuentadas en la universidad nacional de la ciudad de Bucaramanga, en el año 2019 se buscó determinar el potencial patógeno que representa para la salud los microorganismos encontrados y a su vez lograr proponer una metodología de limpieza y desinfección de acuerdo a los resultados.

Es de gran referencia debido a la metodología de identificación que emplean en el laboratorio y sobre todo por la problemática acerca de los hallazgos dentro de un establecimiento cerrado en donde frecuentemente transita personal diferente. Es por esta razón que se realizó un proceso de

selección de los puntos de muestreo bajo la norma técnica 14644 que es la encargada de designar la cantidad de puntos de muestreo por área (Melendez, 2018). En este caso, se eligieron siete puntos de muestreo dentro de las instalaciones del edificio con el criterio de flujo de personas y a la viabilidad de poder colocar las cajas de Petri en un sitio seguro. En este caso el método utilizado fue gravimétrico por un periodo de tres semanas, realizaron un proceso de incubación idéntico al que se llevó a cabo en esta investigación y realizaron un recuento de hongos y bacterias con el fin de identificar la carga microbiana. En conclusión, la mayoría de los hongos y bacterias encontradas causan gran afectación a la salud humana en cuanto alergias y sobre todo asma y sinusitis, afectando las vías respiratorias (Melendez, 2018). Siendo así, por medio de este estudio se logra hacer una breve conclusión, que tanto algunos de los hongos como de las bacterias son perjudiciales para la salud debido a la presencia de estos microorganismos de forma permanente en el aire. Así mismo, también es importante resaltar que la higiene y la frecuencia de limpieza en las áreas más frecuentadas son indispensables para lograr disminuir la carga microbiana encontrada en este y en todos los establecimientos con flujo de aire reducido.

Con relación al artículo anterior y bajo la misma temática sobre salud pública, en un estudio realizado para la evaluación microbiológica del aire y superficies en un quirófano de un centro de salud público en Venezuela, en el 2017, tuvieron como objetivo principal poder generar unos datos estadísticos que logren aportar a la base de datos actual de este país debido a que no se cuenta con un registro nacional periódico de las infecciones intrahospitalarias (IIH) y que esta información es fundamental para establecer las condiciones de cualquier centro de salud en cuanto a temas de higiene y salud pública (Izzedin et al., 2017, p.18-23). Los muestreos que se realizaron fueron por medio de un aparato de muestreo BIOSAS Meter 100 el cual es un dispositivo succionador de aire que impacta directamente en las placas de Petri. Tuvieron dos secciones de muestreo, uno en la

puerta del quirófano y el otro en la salida del aire acondicionado para realizar un total de 46 muestras. Para el recuento de bacterias se utilizó agar nutritivo con el fin de lograr observar su crecimiento después de una incubación de 48 horas. En cuanto a los resultados, encontraron una carga bacteriana de 68 UFC/m³, sobrepasando los límites de la norma NTP 409 que indican 10 UFC/m³. Este indicativo ya muestra las condiciones en la que probablemente se encuentran el centro de salud y, además, a nivel bacteriológico lograron identificar cinco géneros de bacterias aisladas en el aire, siendo la más frecuente *Staphylococcus coagulasa* negativos con 69% y *Staphylococcus aureus* con un 46%, esto indica que los primeros microorganismos mencionados están relacionados con la contaminación de catéteres, abscesos, infecciones en la piel e infecciones urinarias. Mientras que, por el otro lado, los *Staphylococcus aureus*, aunque son determinados como ubicuos tanto en ambientes externos como pertenecientes naturalmente al cuerpo humano, su alto porcentaje da referencia a la baja calidad en temas de salud e higiene en un centro médico y más aún en quirófanos poniendo en riesgo los pacientes que son atendidos en este establecimiento (Izzedin et al.,2017, p.18-23).

A manera de observación, este artículo ha de ser una ilustración que permita ver la importancia de tener una base de datos con respecto a los síntomas y/o microorganismos encontrados, esto con el fin de poder mostrar de manera experimental si hay presencia de bacterias potencialmente patógenas que puedan estar afectando directamente a la salud de las personas y que en muchos casos, según lo documentado hasta el momento, es atribuible a la falta de una ruta sanitaria adecuada o falta de un programa de limpieza y desinfección en espacios cerrados. También es de gran ayuda para lograr comparar ciertas bacterias encontradas en sitios donde el flujo de aire es mínimo y la cantidad de personas que transitaran en limitadas áreas.

Adicionalmente, existe un proyecto acerca del estado de la calidad del aire intramural en la clínica de optometría de la Universidad de la Salle en el año 2016, en donde se quería determinar la calidad bacteriológica del aire mediante la identificación de flora bacteriana, a fin de establecer recomendaciones a los protocolos de bioseguridad, limpieza y desinfección (Ortiz Macea & Garcia Hincapie, 2016).

La toma de las muestras se realizó mediante el succionador de aire llamado MAS 100-Eco, el cual es el mismo instrumento con el que realizaron las muestras del presente estudio y además utilizaron una técnica digital para las pruebas bioquímicas que muestra otra opción para llegar al mismo resultado de clasificación y selección de género o especie de bacterias. Para este caso realizaron muestreos por duplicado en el aire, superficies y equipos durante dos jornadas.

Los resultados obtenidos fueron alrededor de 14 especies y lograron identificar que la población más vulnerable en cada una de las áreas muestreadas fueron pediatría, ortóptica, funcional, patología y sala de espera. Dentro del análisis bacteriológico encontraron que la mayoría de las bacterias, aunque no son causales directas de enfermedades, el estar presentes en la clínica durante un prolongado tiempo incrementa las posibilidades de que un paciente adquiriera una infección ocular en cuanto a los catéteres venosos y también establecieron que gran cantidad de bacterias son transportadas por el material particulado y las partículas de polvo que se encuentran en el lugar (Ortiz Macea & Garcia Hincapie, 2016). Como conclusión estas autoras proponen un protocolo de higiene y desinfección para toda la clínica con el fin de aportar para que la carga microbiana disminuyera y así evitar posibles afectaciones a la salud de los pacientes. A pesar de que este muestreo se llevó a cabo en un establecimiento específico para la salud ocular, el procedimiento desde la toma de muestras, la preparación de medios y el recuento de mesófilos e identificación de colonias es exactamente el mismo que se realizó en esta investigación teniendo en cuenta la calidad

microbiológica del aire a nivel interno, es decir intramural. De esta manera, es de suma importancia recalcar que, según este estudio, se indica que el movimiento de partículas mediante el flujo de aire circulante se convierte en un ente transportador de virus y bacterias que ocasionan afectaciones a la salud al ser inhaladas o adquiridas mediante manipulación de instrumentos o contacto directo con la cara.

Para continuar con este tema acerca del movimiento de partículas en el aire, se encontró un artículo científico sobre un modelamiento de material particulado emitido por la industria de coquización en el municipio de Samacá, Boyacá. En el año 2017, se publicó este artículo con el fin de aportar información real y actual del estado de la calidad del aire como insumo base para la declaración de área como fuente de contaminación atmosférica (Ramos Moreno & Benitez Ramires , 2017).

Se trae a mención esta investigación debido a que en el artículo especifican que, según un análisis epidemiológico realizado en la zona, se encontró que para el año 2010 y 2011 alrededor de 400 y 1000 personas fueron diagnosticadas con IRA y evidentemente sus causas son generadas por las empresas de coquización (Ramos Moreno & Benitez Ramires , 2017). Aunque en el artículo no se emplee ningún método microbiológico, emplearon el software AERMOD que es el encargado de realizar modelamientos de aire de una zona específica y determina las concentraciones de PM 10 o PM 2.5 según sea el estudio, para poder determinar las afectaciones y las distancias de las fuentes contaminantes a un determinado establecimiento o población. Siendo así, el estudio revela que las cargas contaminantes estaban sobrepasando los límites permitidos por la norma tanto anual como diaria lo cual está dado por hecho que en la zona se está dando una contaminación constante. Debido a esto, las conclusiones son determinadas dependiendo la topografía y climatología del lugar ya que estos factores serán los encargados de dispersar o acumular material particulado en la zona.

Se considera que este artículo es de gran impacto, debido a la correlación que se hace junto con el perfil epidemiológico mediante una base teórica que se vuelve fundamental para rectificar de que la carga contaminante de partículas suspendidas en el aire es una de las principales causas de estas infecciones en los habitantes del sector. Esto permite tener una mayor perspectiva en cuanto a que los pacientes diagnosticados por IRA, son proporcionales a la exposición de la cantidad de flora bacteriana y al material particulado (Ramos Moreno & Benitez Ramires , 2017). Por otro lado, al tener en este estudio como fuente principal de contaminación las fábricas de coquización funciona para esta investigación como un ejemplo de comparación debido a que la vivienda de estudio se encuentra a muy pocos metros de una chimenea de coquización.

Por consiguiente, es pertinente enfocar un artículo publicado en el 2015, de carácter netamente informativo en donde el Dr. Molina comenta sobre los contaminantes biológicos del aire al interior de las viviendas, sus factores contribuyentes, las afecciones relacionadas y algunas medidas correctivas con respecto a los lugares limitados (Molina Esquivel, 2015). Este artículo expone los principales contaminantes biológicos haciendo relación a los mohos, heces de ácaros en el polvo, cucarachas y otros insectos que pueden actuar como alérgenos y bacterias que son capaces de producir enfermedades infecciosas. A manera general, todo lo mencionado en este artículo repercute al transporte de micropartículas en el aire que no solo cargan polvo sino también bacterias que son inhaladas o ingeridas por los individuos causando así tos, rinitis, sinusitis, conjuntivitis y el famoso EPOC. Adicionalmente, el artículo se enfoca en determinadas ocasiones en que una buena limpieza en el interior de una vivienda es la mejor manera de evitar cualquier tipo de alergias e infecciones. Por último, se nombran ciertos lugares de las viviendas en donde

más se acumulan los microorganismos potencialmente perjudiciales para la salud, hablando de las alfombras y la humedad como uno de los principales “vertederos” de bacterias que proporcionan gran contaminación en el interior de una vivienda (Molina Esquivel, 2015).

Así mismo, hablando de viviendas, en el año 2015 se publicó un artículo sobre la contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo, el cual se define como aquellas edificaciones que se encuentran en mal estado por falta de mantenimiento durante largos periodos de tiempo, generando no solo en aspecto visual de deterioro, sino que también son retenedores excesivos de agentes biológicos que son perjudiciales para la salud (Daza et al.,2015).El principal objetivo de este proyecto fue generar una perspectiva de la influencia potencial que ejercen los microorganismos como agentes etiológicos de enfermedades de tipo respiratorio y alergias haciendo una comparación de los microorganismo encontrados en el interior de edificaciones sanos y enfermos (Daza Perez, Martinez Benavides, & Caro Hernandez , 2015).

Los autores de este estudio mostraron que las bacterias que están ligadas directamente con enfermedades como amigdalitis, faringitis y bronquitis es la *Streptococcus pyogenes*, la neumonía producida por *Streptococcus pneumoniae* y en general las gripes frecuentes dadas por la *Yersina pestis*. En conclusión, las edificaciones en buen estado y las que padecen el síndrome del edificio enfermo tienen las mismas posibilidades de contener en su interior la misma carga microbiana, es decir, que independientemente del estado del lugar, la higiene en todo momento es fundamental para mantener la carga microbiana controlada y así, evitar que su propagación sea mayor. Establecen que evidentemente es más difícil remover la carga microbiana de una edificación en malas condiciones como humedad relativa por encima del 60%, y que su propagación es mucho más rápida a la de las edificaciones “sanas” (Daza et al.,2015). La recomendación de estos autores es siempre mantener un protocolo de limpieza y desinfección en donde se empleen los

instrumentos necesarios para lograr mejorar la contaminación del aire existente, también nombran que la cantidad y la rapidez de propagación dependerá netamente de factores climatológicos, geográficos y por la cantidad de individuos. Dicho artículo es un muy buen referente para recalcar la importancia que tiene la higiene y la limpieza profunda de las zonas en las viviendas para poder controlar y no dejar que las bacterias se desarrollen con el fin de evitar enfermedades o infecciones.

Para finalizar, en el año 2008 se realizó una investigación con el fin de determinar la calidad del aire extramural e intramural en la sala de cirugía del Hospital El Tunal en Bogotá con el fin de poder relacionar la presencia de microorganismos patógenos potencialmente nosocomiales en dos entornos distintos para la misma área (Hernandez Ramirez & Leon Piñeros , 2008). Aunque es un estudio de hace 12 años, es importante para esta investigación debido a que genera una comparación entre los microorganismos potencialmente patógenos encontradas de forma intra y extramural lo cual sirve de guía ya que también se cuenta con controles de comparación extramural de la vivienda ayudando a entender sobre la variabilidad microbiana que se puede llegar a obtener.

Para este estudio, la metodología implementada fue de carácter aleatorio simple con un criterio de ubicar las posiciones de los pacientes con respecto a las fuentes de ventilaciones, realizaron los muestreos con el equipo, ya mencionado, MAS 100-Eco y realizaron un recuento de bacterias para poder ser identificadas y establecer los factores de riesgos según las bacterias encontradas. Siguiendo el caso, encontraron en su mayoría las bacterias esperadas en un sala de cirugía como lo son las *Klebsiella*, *Escherichia coli*, *Streptococcus pneumoniae* y *Staphylococcus aureus* donde casualmente fueron también las encontradas en los muestreos de control extramural dando a entender que se ha formado una barrera en el exterior del hospital con este tipo de bacterias generando así una mayor posibilidad de que los pacientes contraigan algún tipo de infección nosocomiales que hace referencia a las infecciones adquiridas dentro de un establecimiento de

salud (Hernandez Ramirez & Leon Piñeros , 2008). Como conclusión, se estableció que es fundamental regirse a un protocolo de limpieza para disminuir la flora bacteriana encontrada tanto fuera como por dentro de la sala de cirugía y que además de ser un hospital con tanta frecuencia de pacientes y pocos instrumentos médicos pueden tener acumulación y hacinamiento aumentando así la posibilidad de transmisión de infecciones entre pacientes y las instalaciones (Hernandez Ramirez & Leon Piñeros , 2008).

7.MARCO DE REFERENCIA

7.1 MARCO TEORICO:

El aire representa una de las características básicas para la buena salud de las personas, ya que se encuentra presente en todo momento y entra en contacto directo con las vías respiratorias, por lo cual la presencia de materiales, partículas, microorganismos entre otros elementos contaminantes representa un riesgo para la salud. En ambientes cerrados es mayor el contacto del aire con las personas debido a una menor cantidad de volumen de aire (Ministerio de Salud, 2015)

En Colombia se ha tocado el tema de la contaminación del aire y su calidad desde hace varias décadas, una de las primeras acciones fue la instalación de una red de monitoreo en el año 1967, posteriormente en 1979 se aprobó el Código Sanitario Nacional, en 1982 se adoptaron algunos estándares de calidad mediante decreto 02. (Conpes, 2005). Sin embargo, en materia de calidad microbiológica no existe aún una legislación que adopte algún estándar, aunque existen algunas normas técnicas aplicables a determinados entornos.

7.1.1 Contaminación y calidad de aire intramural:

El término intramural del latín se divide en sus componentes léxicos, el prefijo intra (dentro de), y el sufijo murus (muro) (Etimologías Latin , 2019), hace referencia a lo que se hace dentro de un espacio cerrado como bien podría ser una casa, una oficina o una industria cerrada, entre otros tipos de infraestructuras particulares. En estos lugares la calidad del aire presente debe ser buena debido a que, por las condiciones del entorno, la ventilación y circulación del aire es limitada además de estar asociado a problemas de contaminación del aire por fuentes principalmente antrópicas que puede derivar en un agravante para la salud de los habitantes de estos lugares.

Sumado a la problemática de la contaminación del aire por material particulado principalmente, se encuentra también la presencia de microorganismos en el aire los cuales generan afecciones como alergias, infecciones e intoxicaciones con lo cual afecta bastante a la salud, por eso se hace necesario caracterizar la calidad microbiana del aire en lugares confinados como medida de prevención de enfermedades y afecciones a la salud humana (Sanchez & Pinto, 2018)

Se reconoce que el mayor problema de contaminación intramural en el mundo se debe al humo por hábitos domésticos de cocinar con combustibles de biomasa como leña, carbón vegetal o mineral, residuos vegetales y excremento seco de animal. Estos componentes producen concentraciones altas de partículas de monóxido de carbono, hidrocarburos policíclicos aromáticos (Secretaría de salud, 2011)

“Otro tipo de contaminación atmosférica se presenta en espacios cerrados, como viviendas, oficinas, escuelas, etc., la cual es denominada contaminación intramural. En Australia es uno de los aspectos ambientales más significativos que actualmente se encuentran en desarrollo debido a que los australianos pueden permanecer el 90% del tiempo en espacios interiores (Department of Sustainability, Environment, Water, Population and Communities, 2001) y que las enfermedades

producidas por la contaminación intramural pueden llegar a costar alrededor de 12 billones de dólares al año (FASTS, 2002)” (IDEAM, 2010)

7.1.2 Microorganismos en el aire

Los microorganismos pueden ser transportados rápidamente, en forma de bioaerosoles, es decir, partículas suspendidas que sirven como medio de reservorio para los microorganismos ya que, en sí, el aire representa un ambiente hostil para los microorganismos, estos bioaerosoles se transportan a través de grandes distancias con el movimiento del aire que representa el mejor camino de dispersión. Algunos han creado adaptaciones especializadas que favorecen su supervivencia y su dispersión en la atmósfera. El transporte se realiza sobre partículas de polvo, fragmentos de hojas secas, piel, fibras de la ropa, en gotas de agua o en gotas de saliva eliminadas al toser, estornudar o hablar (De La Rosa et al., 2002).

La atmósfera no posee un microbiota natural, sin embargo, el aire sí representa un medio de dispersión para microorganismos. De la rosa et al., 2002 afirma que algunos microorganismos han creado adaptaciones especializadas que favorecen su supervivencia y permanencia. Los microorganismos dispersados por el aire tienen una gran importancia biológica y económica. Producen enfermedades en plantas, animales y humanos, causan alteración de alimentos y materiales orgánicos y contribuyen al deterioro y corrosión de monumentos y metales. La Microbiología del aire comienza en el siglo XIX, con Pasteur y Miquel que diseñaron métodos para estudiar los microorganismos en el aire y descubrir la causa de algunas enfermedades. (p. 375) adicionalmente el mismo autor y sus colaboradores sostienen que el número de microorganismos de la atmósfera cambia según la altura (10-104 por m³), obteniéndose una cantidad mayor junto al suelo, sobre todo en los dos primeros metros, que constituyen el

microclima del hombre, disminuyen hasta los 200 metros y luego su presencia disminuye hasta los 5.000 metros donde se encuentra el límite de la troposfera, hasta el momento no se ha encontrado presencia de microorganismos en la estratosfera.” (p. 385)

El aire por otro lado es portador de materiales especiales como polvo, hollín, restos vegetales o animales, entre otra gran cantidad de partículas que pueden estar presentes en el, los microorganismos que se adhieren a estas partículas tienen mayor probabilidad de subsistencia y sobre todo y muy importante mayor capacidad de desplazamiento, ya que las partículas les sirven como medio de transporte (Madigan et al., 1998).

Cuando se habla de microorganismos en el aire se les conoce también como microorganismos anemófilos, haciendo referencia a su dispersión por el viento, estos pueden estar presentes en cantidades que varían de decenas hasta millares por m³. Se estima que el ambiente posee de 6 a 8mg de materia sólida por cada m³ de aire, lo cual pueda dar lugar a la existencia de cerca de 1 millón de bacterias por gramo de polvo, también se habla de que una concentración mayor a 500 bacterias por m³ representa una contaminación en el aire (Madigan et al., 1998).

(Pérez et al., 2015) comentan lo siguiente: “Crook y Burton, en una revisión realizada en el 2010, mencionan que algunos países tienen guías de especificaciones en cuanto al número de microorganismos al interior de edificaciones no industriales, sin embargo, entre ellas presentan diferencias. En Suiza niveles mayores a 1000 UFC/m³ indican contaminación, en Europa las especificaciones establecen que 500 UFC/m³ representan un nivel intermedio, mientras que niveles mayores a 1000 UFC/m³ indican un alto nivel.” (p. 46).

7.1.2.1 Procedencia:

Los microorganismos presentes en el aire en general provienen de 3 fuentes. La primera son los suelos y las plantas, la segunda los animales y personas y la tercera fuente es el mar.

La fuente marina es la que menor cantidad aporta ya que el aire presente allí posee las menores cantidades de microorganismos, entre los que se encuentran están: esporas bacterianas, conidios y fragmentos de hongos.

Por otra parte, todos los microorganismos que forman la microflora de los animales y personas pueden llegar al aire de diferentes maneras, entre las enfermedades transmitidas más comunes están: Influenza, Sarampión, Rubéola.

Por último, dependiendo del tipo de suelo variara la microflora del aire (a mayor fertilidad mayor cantidad de microorganismos), de igual manera la microflora epifita también llega al aire desde los tallos y hojas de las plantas, se encuentran entre otros los siguientes: bacterias saprofitas, esporas de hongos, actinomicetos, algas unicelulares, coliformes. (Madigan et al.,1998)

7.1.3 Microorganismos potencialmente patógenos:

El aire al interior de una edificación o aire intramural puede presentar contaminantes de diferentes tipos, uno de estos tipos de contaminantes está conformado por los microorganismos que se presentan en forma de bioaerosoles, cuando estos generan un daño a la salud de los humanos se les determina como agente patógeno o microorganismo patógeno (Sanchez & Pinto, 2018).

Los agentes patógenos más comunes son las bacterias, los virus, hongos y protozoos. Estos agentes patógenos tienen una mayor facilidad de generar enfermedades infecciosas en ambientes interiores, ya que al ser menor la cantidad de volumen de aire presente, es mayor el contacto directo

con los humanos, algunas de estas enfermedades son la gripe, el sarampión o la viruela (Sanchez & Pinto, 2018).

También existen los antígenos que son sustancias relacionadas con los agentes patógenos que pueden provocar enfermedades tales como neumonitis hipersensitiva, rinitis y asma alérgicos, estas enfermedades son relacionadas a agentes patógenos de tipo hongo (Sanchez & Pinto, 2018) Por otro lado, se encuentran las toxinas las cuales están relacionadas con los mohos, estos liberan sustancias volátiles que pueden producir efectos nocivos a la salud humana, son característicos del olor que se percibe en zonas con humedad (Sanchez & Pinto, 2018).

Ahora bien, en el aire cuando se encuentra una carga microbiana no siempre se habla de que sean estrictamente microorganismos patógenos, pero la exposición a estas cargas genera la activación del sistema inmune, promoviendo algunas veces el desarrollo de enfermedades de carácter microbiano, entre las cuales destacan la Neumonitis Hipersensible, El Síndrome del Edificio Enfermo, entre otras. (Pérez et al., 2015)

De las enfermedades bacterianas transmitidas por el aire, las bacterias Gram negativas son las que mayormente las producen, afectan principalmente el aparato respiratorio y el sistema circulatorio, (Pérez et al., 2015) dice que:

Entre las más comunes están la amigdalitis, faringitis, bronquitis o escarlatina producidas por *Streptococcus pyogenes*; la difteria producida por *Corynebacterium diphtheriae*; la neumonía clásica provocada por *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* o *Klebsiella pneumoniae*; la neumonía atípica o bronquitis producida por *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydomphila pneumoniae* o *Chlamydomphila psittaci*; la meningitis causada por *Neisseria meningitidis*; la meningitis, epiglotis o neumonía producida por *Haemophilus*

influenzae; la tosferina causada por *Bordetella pertussis*; la tuberculosis provocada por *Mycobacterium tuberculosis*; la legionelosis causada por *Legionella pneumophila*; la actinomicosis dada por *Actinomyces israelii*; la nocardiosis causada por *Nocardia asteroides*; la fiebre provocada por *Coxiella burnetii*; el carbunco pulmonar, por *Bacillus anthracis*; la peste por *Yersinia pestis*. (p.43)

7.1.4 Método de muestreo microorganismos:

Hoy en día, en pleno siglo XXI se han desarrollado métodos ya establecidos para lograr capturar los microorganismos presentes en el aire con el fin de poderlos identificar previamente, existen 2 métodos utilizados que son muy importantes entre estos se encuentra la sedimentación por gravedad y la técnica de impacto sobre superficies sólidas. (De la rosa et al., 2002).

El método por sedimentación por gravedad es uno de los métodos más económica, ya que no necesita de equipos auxiliares, y no requiere de un volumen de aire conocida ya que no es un método cualitativo. Es utilizado para estudios iniciales que pretendan determinara estimaciones aproximadas de la carga contaminante. (Universidad del país Vasco, 2018)

Para la técnica de impacto sobre superficies sólidas, (De la rosa et al., 2002) dice que:

Esta técnica es la más usada en la actualidad, los microorganismos se separan de la corriente de aire utilizando la inercia para forzar su sedimentación sobre las superficies sólidas. El proceso de impacto depende de las propiedades de inercia de la partícula (tamaño, densidad y velocidad) y de las propiedades físicas del aparato tales como las dimensiones de la boquilla y el recorrido del flujo de aire. Se han diseñado una gran variedad de aparatos que difieren por el número de boquillas o impactadores, y por el tamaño, así como el número de pasos o etapas por las que pasa el aire. En la mayoría de ellos, los microorganismos

quedan retenidos sobre un medio de cultivo sólido contenido en: placas de Petri de distinto tamaño, 65 o 90 mm (bioMérieux), 100 mm (Andersen y Burkard) y 150 mm (Casella), en tiras de plástico (Biotest) y en placas de contacto de 55 o 84 mm (SAS y Micro Flow). (p.391).

Para lograr caracterizar los microorganismos que se encuentran presentes en el aire de un entorno intramural determinado se hace necesaria la ayuda de equipos para lograr capturar una muestra de los microorganismos presentes en el aire, dicha muestra es capturada por el método de succión (Guzmán & Pachón, 2016), que luego será transportada y analizada con el fin de determinar género y especie de los microorganismos allí presentes.

7.1.5 Identificación de microrganismos:

Una vez tomada la muestra en un medio de cultivo es necesario encubar las muestras durante 24 horas con el fin de que las colonias presenten crecimiento suficiente para poder analizar.

(Bou et al, 2011) afirma que:

Actualmente, la identificación bacteriana se realiza por medio de métodos convencionales basados en las características fenotípicas, puesto que su realización y coste los hace más asequibles. Los esquemas tradicionales de identificación fenotípica bacteriana se basan en las características «observables» de las bacterias, como su morfología, desarrollo, y propiedades bioquímicas y metabólicas. El cultivo, cuando es factible, continúa siendo el método diagnóstico de elección; permite el aislamiento del microorganismo implicado, su identificación, el estudio de sensibilidad a los antimicrobianos y facilita la aplicación de marcadores epidemiológicos. En el cultivo es esencial la correcta elección del medio de crecimiento y las condiciones de incubación. (p.602).

Para llevar a cabo el proceso de identificación, en primer lugar, se procede a realizar un recuento de todas las colonias o Unidades Formadoras de Colonias (UFC) que existen en la muestra.

Un segundo paso es la caracterización Macro de la colonia, en donde se observa la morfología de la colonia en cuanto a color, elevación, borde y apariencia, este proceso tiene la finalidad de hacer una preselección de los microorganismos existentes, teniendo en cuenta que la colonia de un mismo individuo puede repetirse más de una vez, también se seleccionan las colonias con mayor crecimiento para la caracterización micro morfológica.

La micro morfología es el tercer paso del proceso, separa los organismos en tres grandes grupos, siendo estos los Bacilos con forma cilíndrica, los Cocos con forma esférica y las Espiroquetas con forma en espiral. Adicional a esto se realiza un proceso de tinción que generalmente es de Gram, pudiendo ser este positivo cuando las bacterias retienen el cristal violeta (presentando coloración azul oscuro), luego de haber fijado con yodo, decolorado con alcohol y realizado una contratación con safranina, y pudiendo ser negativo cuando las bacterias no retienen el cristal violeta (presentando coloración roja) esto sucede por que poseen una membrana exterior adicional con contenido de lipopolisacárido, lo cual aumenta la virulencia de la bacteria (Manual MSD, 2018).

Con la información macro y micro de la morfología de la bacteria es posible dar una aproximación de cual bacteria es, siendo necesarias las pruebas bioquímicas para determinar su identificación con exactitud.

7.1.6 Pruebas Bioquímicas:

Las pruebas bioquímicas son una herramienta utilizada en la microbiología que consiste en la realización de un conjunto de ensayos químicos con el fin de identificar un microorganismo esencialmente bacterias.

Estos ensayos se basan en las propiedades metabólicas del organismo de estudio y dependen de ensayos realizados con anterioridad como la tinción de Gram. Básicamente lo que se hace es mediante la adición de un sustrato determinar si existe una reacción lo cual indicará la presencia de una enzima específica para cada tipo de ensayo que se practique.

Por lo general basta con la aplicación de menos de 10 pruebas para la determinación del microorganismo y hasta especie, estas pruebas se pueden dividir en tres grandes grupos:

*Universales: Son pruebas realizables a cualquier ensayo que se desee hacer, estas pruebas permiten dar una orientación inicial al investigador.

*Especiales: Estas pruebas son utilizadas para un tipo específico de especie o para subcategorizar la especie, ejemplo de estas es la prueba de citrato de Simmons.

*Diferenciales: Estos ensayos permiten llegar hasta el nivel de especie en la identificación del microorganismo, esta identificación se hace con una combinación de pruebas ya que los ensayos individuales no contienen la suficiente información, ejemplo de estas son las indol-rojo de metilo-Voges-Proskauer-citrato (IMVIC) y las de utilización de azúcar. (Briceño, 2018)

Cabe resaltar que las llamadas pruebas universales son de lectura inmediata, un segundo grupo de pruebas con tiempo de lectura menor a 6 horas, un tercer grupo de clasificación por tiempos de lectura de 18 a 48 horas contiene pruebas tales como reducción de nitratos, Rojo metilo, Voges-Proskauer entre otras. Para finalizar un cuarto grupo de pruebas esta vez basado en caracteres de resistencia a determinadas sustancias. (Bou et al., 2011).

Agar MacConkey:

Este es un medio selectivo y diferencial de cultivo sólido que se utiliza generalmente para el aislamiento de Bacilos Gramnegativos (selección) y con este agar es posible diferenciar entre fermentadores y no fermentadores de lactosa (Gil, Lifeder, 2019).

El agar está compuesto por diferentes elementos, cada uno de ellos le aporta una característica distintiva y la sumatoria de estas da como resultado al medio de cultivo. El contenido de sales biliares y viraje a color rosa no permite que los organismos gramnegativos crezcan, las peptonas, polipectonas y lactosa permiten a los microorganismos contar con los nutrientes adecuados para su crecimiento y la lactosa aporta el carácter diferencial del medio, el indicador de pH permite al medio virar cuando se encuentra el cultivo realizando metabolismo, y un último conjunto compuesto por el agua destilada, el agar y el cloruro de sodio permiten un equilibrio osmótico y le brinda un medio sólido e hidratación (Gil, Lifeder, 2019).

Especies de *Escherichia coli*, *Klebsiella sp* y *Enterobacter sp*, crecen en este medio como colonias rosadas de coloración fuerte, rodeadas de una zona de bilis. Otros géneros como *Citrobacter sp* y *Serratia sp* pueden no generar una coloración al cabo de 24h, y algunos géneros como *Salmonella* y *Shigella* producen colonias sin coloración (Gil, Lifeder, 2019).

En cuanto al método de preparación de esta prueba es un proceso estandarizado por el Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria (PIAS) el cual se encuentra en el Anexo A, el cual es similar al descrito por (Gil, 2019)

Agar Manitol:

Este medio de cultivo creación de Chapman, fue diseñado para el aislamiento de cocos grampositivos, siendo un medio de cultivo selectivo, pero también diferencial. Algunos bacilos Gramnegativos formadores de esporas pueden llegar a crecer en este medio (Gil, Lifeder, 2019).

La composición del medio que contiene extractos y peptonas de carne bovina, el manitol y la triptea, permiten al medio proveer de los nutrientes necesarios a las colonias que puedan estar dentro de los criterios de selección y diferenciación, mientras que cloruro de sodio, el agar, y el rojo de fenol permiten darle un medio sólido y un compuesto indicador necesarios para saber cómo reacciona el metabolismo de los microorganismos sembrados (Gil, Lifeder, 2019).

El agar manitol posee un alto contenido de sal, esta salinidad le brinda un carácter selectivo al medio, aquellos microorganismos capaces de fermentar el manitol logran generar ácidos haciendo que el color del medio de cultivo vire a amarillo, en el caso contrario los microorganismos toman sus nutrientes de los demás componentes del medio y permaneces de un color rosado al igual que el medio que puede llegar a virar a fucsia en este caso (Gil, Lifeder, 2019).

Al ser un medio selectivo, en general se utiliza para cultivos de secreción nasal y exudados faríngeos, para detectar especialmente *Staphylococcus Aureus*, ya que crece bien en el medio y es el principal patógeno del género. (Gil, Lifeder, 2019).

En cuanto al método de preparación de esta prueba es un proceso estandarizado por el PIAS el cual se encuentra en el Anexo D, el cual es similar al descrito por (Gil, 2019)

Citrato de Simmons:

Esta prueba tiene como principio el determinar si un microorganismo tiene la capacidad o no de utilizar en su metabolismo el citrato como la única fuente de carbono. Esta prueba hacer parte de las pruebas IMVIC, las cuales ayudan a identificar la familia *Enterobacteriaceae*, microorganismos gramnegativos y bacterias no fermentadoras (Macfaddin, 2004)

Algunos de los géneros que se pueden diferenciar con esta prueba son *Escherichia Coli* (-), *Shigella* positiva, *Salmonella* positiva, *klebsiella* positiva, entre otras, y a diferenciar entre especies como *Leminorella grimonii* positiva, *leminorella richardii* negativa (Macfaddin, 2004).

Así mismo McFaddin (2003), comenta que “La energía puede ser proporcionada por algunas bacterias en ausencia de fermentación o de producción de ácido láctico, por la utilización de citrato como única fuente de carbono. En condiciones normales el metabolismo del citrato involucra una condensación de acetilo de coenzima A y oxalacetato para ingresar en el ciclo de Krebs” (p, 93).

La interpretación de la prueba se realiza así:

- Positivo: Crecimiento con un cambio intenso color azul en el pico de la flauta
- Negativo: Sin presencia de crecimiento y ningún cambio de color

En cuanto al método de preparación de esta prueba es un proceso estandarizado por el PIAS el cual se encuentra en el Anexo D, siendo este similar al presentado por McFaddin (2003, p.94).

Rojo Metilo:

La Prueba de Rojo de metilo (RM) prueba dos cosas, por una parte, una determinación cuantitativa de la producción de ácido (determinación de pH, y por otra parte la capacidad de un microorganismo de producir y mantener estables los productos finales ácidos que provengan de la fermentación de la glucosa (Macfaddin, 2004).

Esta es otra de las pruebas que forman las IMVIC, mediante la aplicación de esta es posible entre otros análisis, diferenciar géneros o especies dentro de un género, ejemplo de esto es, diferenciar *Escherichia coli* RM positivo de *Enterobacter aerogenes* RM positivo, o tipificar géneros como la

Shigella en el cual todas las especies con RM positivo, al igual que la gran mayoría de especies de *Citrobacter*, por solo mencionar algunas. (McFaddin, 2003).

Para interpretar la prueba de RM:

- RM positivo: Cultivo con la suficiente capacidad acida para mantener el compuesto rojo de metilo en un color rojo notable
- RM negativo: Coloración amarilla en la superficie del medio.

En cuanto al método de preparación de esta prueba es un proceso estandarizado por el PIAS el cual se encuentra en el Anexo D, siendo este similar al presentado por McFaddin (2003, p.303).

Voges-Proskauer:

Esta prueba que hacer parte de las IMVIC se utiliza para determinar cuáles microorganismos fermentan glucosa obteniendo como producto final neutro, acetilmetilcarbinol (AMC, acetona), Voges y Proskauer fueron quienes descubrieron la coloración roja luego de tratar el cultivo con hidróxido de potasio (Macfaddin, 2004).

Con esta prueba se puede diferenciar entre otras: *Klebsiella* positiva y *Enterobacter* positiva de *Escherichia coli* negativa., Entre especies de *Klebsiella*, *Aeromonas* o *Streptococos*., Todas las especies de *Listeria* son RM positivo Y VP positivo (Macfaddin, 2004).

La interpretación de esta prueba se hace de la siguiente manera:

- VP positivo: Color rosado-rojo en la superficie del medio (acetona presente)
- VP negativo: Color amarillo en la superficie del medio (puede ser cobrizo)

En cuanto al método de preparación de esta prueba es un proceso estandarizado por el PIAS el cual se encuentra en el Anexo D, siendo este similar al presentado por McFaddin (2003, p.413).

7.1.7 Equipos:

7.1.7.1 MAS-100 ECO:

El MAS-100-ECO es un equipo de muestreo de aire que permite la utilización de placas de Petri de 10mm en las cuales se almacena la muestra capturada con un caudal que dependerá del modelo utilizado, estas placas deberán ser incubadas posteriormente. El uso de este equipo permite una captura adecuada de la muestra que no se lograría con una simple exposición al aire de la placa de Petri, ya que en este caso específico el equipo cuenta con un caudal estable de 100 l/min. (VWR c., 2020)

Imagen 1. MAS 100-Eco



Fuente: Merck

7.1.7.2 Anemómetro:

El anemómetro es un aparato que permite realizar una medición de la velocidad con la que circula el viento en un lugar determinado, sin embargo, las corrientes o ráfagas de viento pueden hacer variar rápidamente la medición del aparato, por lo cual es necesario intentar buscar una corriente estable o realizar mediciones continuas con el fin de realizar un promedio.

Existen diversos tipos de anemómetros, para este caso se utilizó un anemómetro marca Lutron referencia ABH 4225, el cual es un anemómetro de paleta.

Imagen 2. Anemómetro ANBH 4225



Fuente: Open Sky

7.1.8 Salud ambiental:

La salud ambiental es un término referente a la interacción entre los seres humanos y diferentes factores bióticos y abióticos, dicho en otras palabras “la salud ambiental explora las prácticas de uso, manipulación, apropiación y explotación de los componentes ambientales, y su relación con los efectos en salud humana” (MinSalud, 2020)

En el plan decenal de salud pública del Ministerio de Salud, se contempla una dimensión de salud ambiental, dicha dimensión se traduce en “Conjunto de acciones que buscan materializar el derecho al ambiente sano para favorecer y promover calidad de vida de la población actual y futura generaciones, a través de estrategias enmarcadas en dos componentes: Hábitat saludable y Situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales”(MinSalud,2020)

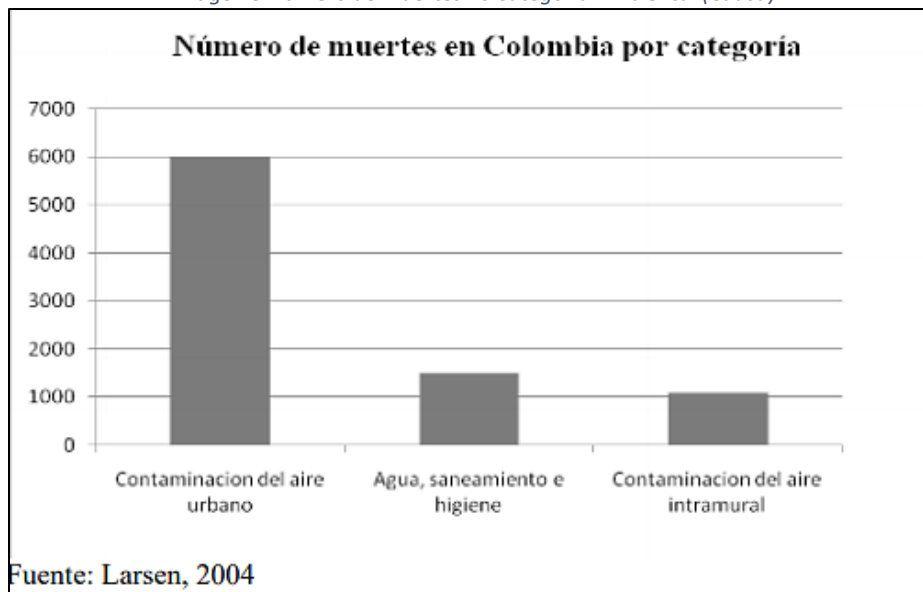
Esta dimensión de salud ambiental contemplada para el periodo comprendido entre 2012 y 2021 posee 4 objetivos los cuales apuntan hacia una forma organizacional y política que permita crear la estructura necesaria a nivel intersectorial para poder proveer una extra en la atención en salud a las poblaciones que por sus escasos recursos les he difícil y que además de eso son afectadas directa o indirectamente por las problemáticas ambientales que en el país se desarrollen.

Como se mencionó la dimensión de salud ambiental cuenta con dos componentes, la primera es el hábitat saludable el cual pretende un mejoramiento de la calidad de vida y salud mediante de las determinantes en salud, poniendo en práctica procesos participativos en entornos cotidianos y ecosistemas estratégicos saludables, para lograr esto plantearon 9 objetivos dentro del componente, junto con 1 meta al 2015, 1 meta al 2017, 18 metas al 2021 y 22 estrategias para lograr el éxito.

El segundo componente de la dimensión de salud ambiental son las situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales, en este componente lo que se planteó fue una estructura a nivel intersectorial, nacional y territorial para identificar las situaciones interés que permitan llegar a modificar la carga ambiental de la enfermedad, en este componente se habla de 4 objetivos que van de la mano con 2 metas a 2015, 1 meta a 2017 y 7 metas a 2021 con la aplicación y apoyo de 8 estrategias (MINSALUD, 2017).

Además, en el CONPES 3550/08 se menciona que: “Los factores ambientales que más contribuyen a muertes prematuras en Colombia son la contaminación del aire en exteriores e interiores y las condiciones del agua, saneamiento e higiene”. (p 12.)

Imagen 3. Número de muertes Vs Categoría Ambiental (Causa)



Fuente: CONPES 3550

7.2 MARCO LEGAL

Tabla 1. Marco legislativo

Normatividad	Aplicación	Uso
Decreto ley 2811	Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente	Revisión acerca de calidad del aire microbiológica
Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias	Revisión de medidas sanitarias relacionadas a microorganismos en el aire
CONPES 3344	Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la calidad del aire	Revisión de lineamientos en tema de calidad del aire microbiológica
CONPES 3550	Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad del aire, calidad del agua, y seguridad química	Revisión en materia de salud ambiental

Resolución 2254 de 2017	Por la cual se adopta la norma de calidad del aire y se dictan otras disposiciones.	Revisión de normativa para calidad del aire microbiológica
-------------------------	---	--

Fuente: Autores

7.3 MARCO NORMATIVO

Tabla 2. Marco Normativo

Normatividad	Aplicación	Uso
NTC 4251	Gestión Ambiental. Calidad del aire, Método de muestreo estratificado para evaluar la calidad del aire ambiente	Fortalecimiento de competencias para la metodología propuesta
ISO 14644	Salas limpias y ambientes controlados asociados. Control de la biocontaminación.	Metodología para selección de puntos de muestreo por área
NTP 299	Métodos para el recuento de bacterias y hongos.	Fortalecimiento de conocimiento para la identificación microbiológica
NTP 608	Agentes biológicos: Planificación de la medición	Fortalecimiento de conocimiento para el muestreo microbiológico
NTP 609	Agentes biológicos: equipos de muestreo (I).	Fortalecimiento de conocimiento para el muestreo microbiológico
NTP 611	Agentes biológicos: Análisis de muestras	Fortalecimiento de conocimiento para la identificación microbiológica
NTP 1064-1065	Calidad del aire interior: Contaminantes biológicos, estrategias de muestreos	Fortalecimiento de conocimiento para el muestreo microbiológico

Fuente: Autores

8. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

El municipio de Tausa ubicado en el departamento de Cundinamarca hace parte de la provincia de Ubaté, se encuentra a 3010 msnm, con una extensión de 204 kilómetros cuadrados, presenta unas condiciones climáticas de tipo mediterráneo o templado, la temperatura promedio es 18°C/7°C (máxima y mínima), siendo la sensación térmica menor a la temperatura del momento dada sus condiciones de cercanía a la zona de páramo (páramo de Guerrero), cuenta con un aproximado de 6700 habitantes (*DANE, 2018*). Igualmente, en el municipio, la minería de carbón es la principal fuente de ingresos en toda la extensión de su territorio (*GAM, 2018*), una de las veredas más cercanas a la cabecera municipal es El Boquerón.

Imagen 4. Polígono de viviendas en el sector El Boquerón



Fuente: Google Maps

La vereda del Boquerón fue la zona escogida para este estudio y como se muestra en la imagen 4, la mayor parte de las viviendas se encuentran ubicadas en un polígono que se forma entre la vía que comunica a Zipaquirá y Ubaté, por un lado, y por otro se ven los dos frentes a las industrias Inversiones Pinzón e InterAmerican Coal del sector minero (Carbón).

La operación continua de las empresas generan partículas de carbón en el aire que son provenientes tanto del proceso de quema, como de la movilización y transporte de este, generando una re suspensión de material particulado de la vía principal y en el aire circulante.

Es de suma importancia resaltar los componentes bióticos, abióticos y sociales del lugar, con el fin de contextualizar acerca del sector donde se llevó a cabo el estudio

Para el medio biótico, el sector en el que se encuentra ubicado El Boquerón, hace parte del páramo de guerrero, pero exactamente en la zona donde no se encuentra delimitada como reserva ambiental por lo que allí se realizan las labores de extracción de carbón y de agricultura. Esto ha derivado en que la presencia de fauna sea escasa.

Sin embargo, la contaminación atmosférica también ha afectado a la flora existente ya que se genera una deposición del material particulado sobre la superficie de las plantas afectando las funciones metabólicas que llevan a cabo por intercambios mediante sus hojas.

El medio abiótico es el más afectado, pues según estudios desde hace más de 50 años los suelos han sido altamente intervenidos y degradados debido principalmente a las de actividades mineras en el sector, igualmente se puede decir, que los terrenos que no han sido afectados por la minería están siendo utilizados para agricultura, especialmente en cultivos de papa, para cría de animales y/o para asentamientos de viviendas. Así mismo, existe en el sector un pequeño cuerpo de agua que tiene su cauce cerca al lugar de estudio, la Quebrada Aguasal, que es afectada por la contaminación proveniente de la operación industrial del sector y que termina depositándose en la superficie del cuerpo de agua, con lo cual las condiciones del agua allí presente hacen que se limite su uso, al no ser 100% apta para consumo humano, es utilizada con frecuencia en los cultivos del sector (Mora et al. 2020).

En cuanto al medio socioeconómico, las personas que se han asentado en la vereda de Boquerón, han desarrollado actividades comerciales como supermercados, asaderos de pollo, panaderías, entre otros, y gracias a las minerías se ha presentado una opción viable para la subsistencia, debido a las jornadas laborales, los salarios y a la frecuente oferta laboral por parte de las empresas que han operado allí durante años, brindando a los habitantes del sector una cierta estabilidad laboral y económica.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, el lugar de estudio del presente proyecto es una vivienda ubicada en el sector minero del sector de El Boquerón en el municipio de Tausa, Cundinamarca. Como se muestra en la imagen 5.

La vivienda se encuentra ubicada aledaña a la vía que comunica a los municipios de Zipaquirá y Ubaté, y de igual forma está cerca de la vía de acceso de dos industrias mineras del sector, las coordenadas de la vivienda son (5.185980 N, -73.879656 W).

Imagen 5. Ubicación de la vivienda de estudio

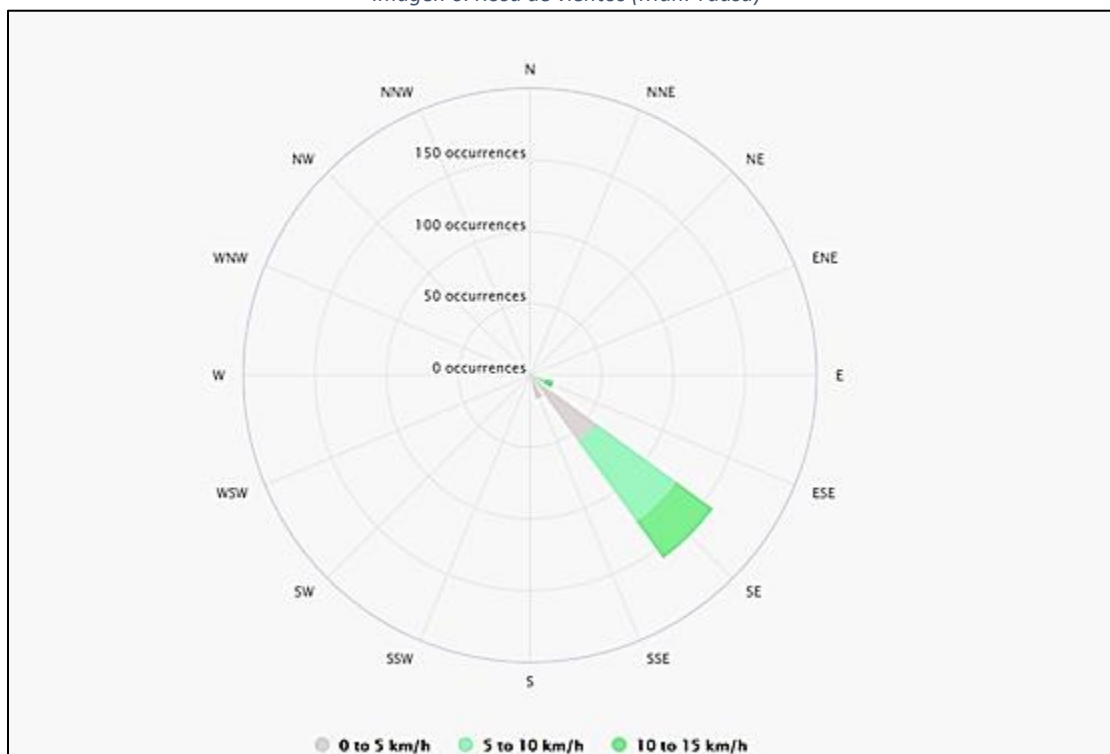


Fuente: Google Maps

Como se puede observar en la imagen, se encuentra un recuadro amarillo que visualiza la vivienda la cual se encuentra cerca de las industrias de carbón identificados por los polígonos rojos dentro de la imagen. El polígono rojo ubicado en la parte inferior representa a Inversiones Pinzón, y el polígono en la parte superior representa a Interamerican Coal, de igual forma el polígono verde traza la vía de acceso de estas dos industrias.

Otro punto relevante en este proyecto son los vientos en el sector de proveniencia Sureste, como se aprecia en la rosa de los vientos de la imagen 6 que, dada la ubicación de la vivienda, es posible que las corrientes de viento arrastren micropartículas de las industrias antes mencionadas y que ingresen a la vivienda.

Imagen 6. Rosa de vientos (Mun. Tausa)

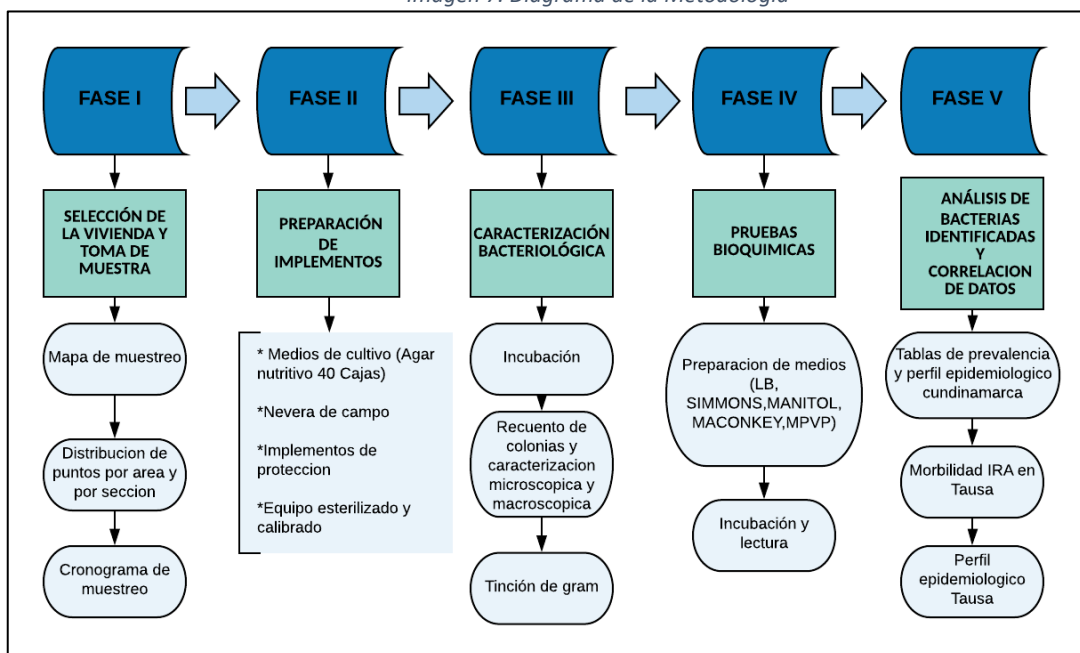


Fuente: MeteoBlue

9.METODOLOGIA

Este proyecto cuenta con una metodología cuantitativa experimental que permitió determinar la cantidad de microorganismos potencialmente patógenos para la salud y que se encuentran relacionados con las infecciones respiratorias agudas (IRA) determinando los factores de riesgo asociados a las actividades de coquización que existen en el sector. El siguiente diagrama muestra las fases que fueron realizadas en este estudio.

Imagen 7. Diagrama de la Metodología



Fuente: Autores

9.1 FASE I. SELECCIÓN DE LA VIVIENDA Y TOMA DE MUESTRA

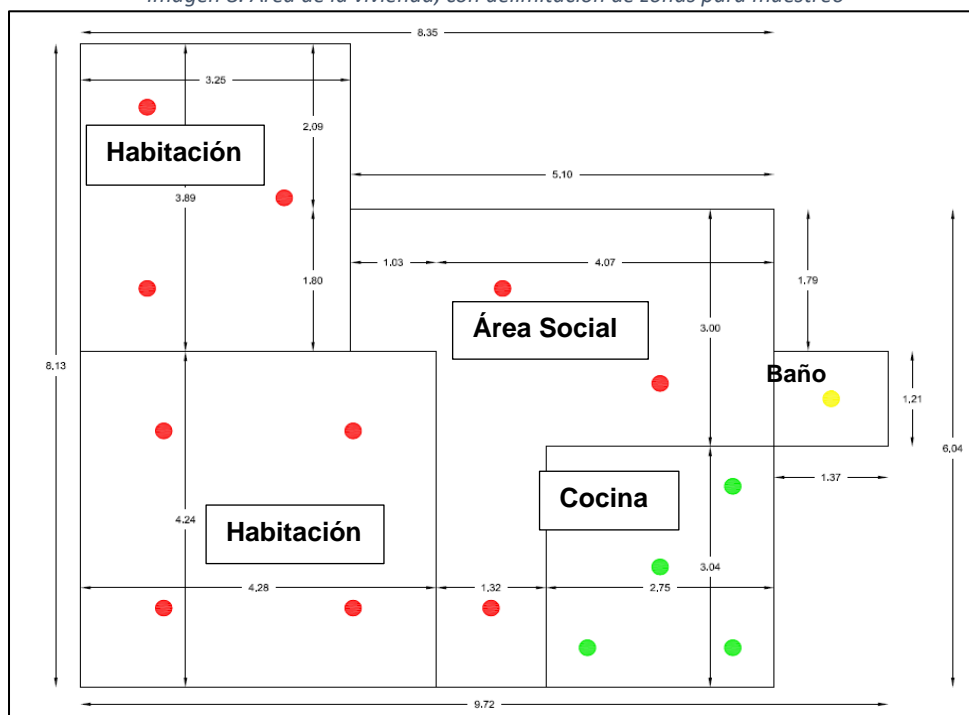
La vivienda fue seleccionada de acuerdo con criterios previamente establecidos que incluyeron: posición geográfica estratégica, la cual recibe emisiones contaminantes debido al funcionamiento de dos plantas productoras de carbón coque, promedio de habitantes y disponibilidad para toma de muestra. Se realizó una medición del área interior de la vivienda con el fin de establecer los puntos de muestreo siguiendo lo establecido en la norma ISO 14644 realizando las mediciones de

área de la vivienda. Se establecieron tres zonas como se muestra en la imagen 8.

- Sector Rojo: habitaciones 1 y 2, área social.
- Sector Verde: Cocina.
- Sector Amarillo: Baño.

Los colores no representan una zonificación tipo semáforo por nivel alerta, simplemente fueron seleccionados para una distinción más detallada (Ver Imagen 8).

Imagen 8. Área de la vivienda, con delimitación de zonas para muestreo



Fuente: Autores

9.1.1 Cronograma de Muestreo:

Los muestreos se realizaron en aproximadamente 12 horas, usando una caja de Petri para cada sección.

A continuación, se observan los horarios establecidos para la toma de cada sector, es importante mencionar que para que una muestra sea representativa debe durar aproximadamente 15 minutos por muestreo (EUROPEAN COLLABORATIVE ACTION , 1993) y a su vez realizar un triplicado por zona lo que indica que se realizó en un solo día, en 3 franjas horarias (mañana, tarde

y noche). Para explicar la tabla y dar por sentado el mismo procedimiento para las otras zonas, se empezó con la primera franja en las horas de la mañana, donde se pudo evidenciar la distribución de los 15 minutos en cada uno de los puntos a muestrear. Se realizó el mismo procediendo en la segunda y tercera franja con el fin de completar 9 muestreos por zona.

Tabla 3. Plan de muestreo. Sector de Habitaciones y Área Social

Franja #1					Franja #2					Franja #3				
SECTOR	Ubicación	Hora de inicio de muestra	Hora Final de muestra	Código	SECTOR	Ubicación	Hora de inicio de muestra	Hora Final de muestra	Código	SECTOR	Ubicación	Hora de inicio de muestra	Hora Final de muestra	Código
Habitación Principal	Punto 1	8:00 a. m.	8:04 a. m.	MS1	Habitación Principal	Punto 1	12:00 p. m.	12:04 p. m.	MS4	Habitación Principal	Punto 1	6:00 p. m.	6:04 p. m.	MS7
	Punto 2	8:04 a. m.	8:08 a. m.			Punto 2	12:04 p. m.	12:08 p. m.			Punto 2	6:04 p. m.	6:08 p. m.	
	Punto 3	8:08 a. m.	8:12 a. m.			Punto 3	12:08 p. m.	12:12 p. m.			Punto 3	6:08 p. m.	6:12 p. m.	
	Punto 4	8:12 a. m.	8:15 a. m.			Punto 4	12:12 p. m.	12:15 p. m.			Punto 4	6:12 p. m.	6:15 p. m.	
Habitacion #2	Punto 5	8:16 a. m.	8:21 a. m.	MS2	Habitacion #2	Punto 5	12:16 p. m.	12:21 p. m.	MS5	Habitacion #2	Punto 5	6:16 p. m.	6:21 p. m.	MS8
	Punto 6	8:21 a. m.	8:26 a. m.			Punto 6	12:21 p. m.	12:26 p. m.			Punto 6	6:21 p. m.	6:26 p. m.	
	Punto 7	8:26 a. m.	8:31 a. m.			Punto 7	12:26 p. m.	12:31 p. m.			Punto 7	6:26 p. m.	6:31 p. m.	
Area Social	Punto 8	8:32 a. m.	8:37 a. m.	MS3	Area Social	Punto 8	12:32 p. m.	12:37 p. m.	MS6	Area Social	Punto 8	6:32 p. m.	6:37 p. m.	MS9
	Punto 9	8:37 a. m.	8:42 a. m.			Punto 9	12:37 p. m.	12:42 p. m.			Punto 9	6:37 p. m.	6:42 p. m.	
	Punto 10	8:42 a. m.	8:47 a. m.			Punto 10	12:42 p. m.	12:47 p. m.			Punto 10	6:42 p. m.	6:47 p. m.	

Fuente: Autores, 2020

*Columna Código: M=Muestra; S=Social

Tabla 4. Plan de muestreo. Sector de la cocina

Franja #1					Franja #2					Franja #3				
SECTOR	Ubicación	Hora de inicio de muestra	Hora Final de muestra	Código	SECTOR	Ubicación	Hora de inicio de muestra	Hora Final de muestra	Código	SECTOR	Ubicación	Hora de inicio de muestra	Hora Final de muestra	Código
Verde (cocina)	Punto 1	9:50 a. m.	9:53 a. m.	MC1	Verde (cocina)	Punto 1	12:50 p. m.	12:53 p. m.	MC4	Verde (cocina)	Punto 1	6:50 p. m.	6:53 p. m.	MC7
	Punto 2	9:53 a. m.	9:56 a. m.			Punto 2	12:53 p. m.	12:56 p. m.			Punto 2	6:53 p. m.	6:56 p. m.	
	Punto 3	9:56 a. m.	9:59 a. m.			Punto 3	12:56 p. m.	12:59 p. m.			Punto 3	6:56 p. m.	6:59 p. m.	
	Punto 4	9:59 a. m.	10:02 a. m.			Punto 4	12:59 p. m.	1:02 p. m.			Punto 4	6:59 p. m.	7:02 p. m.	
	Punto 5	10:02 a. m.	10:05 a. m.			Punto 5	1:02 p. m.	1:05 p. m.			Punto 5	7:02 p. m.	7:05 p. m.	
	Punto 1	10:07 a. m.	10:10 a. m.	MC2		Punto 1	1:07 p. m.	1:10 p. m.	MC5		Punto 1	7:07 p. m.	7:10 p. m.	MC8
	Punto 2	10:10 a. m.	10:13 a. m.			Punto 2	1:10 p. m.	1:13 p. m.			Punto 2	7:10 p. m.	7:13 p. m.	
	Punto 3	10:13 a. m.	10:16 a. m.			Punto 3	1:13 p. m.	1:16 p. m.			Punto 3	7:13 p. m.	7:16 p. m.	
	Punto 4	10:16 a. m.	10:19 a. m.			Punto 4	1:16 p. m.	1:19 p. m.			Punto 4	7:16 p. m.	7:19 p. m.	
	Punto 5	10:19 a. m.	10:22 a. m.			Punto 5	1:19 p. m.	1:22 p. m.			Punto 5	7:19 p. m.	7:22 p. m.	
	Punto 1	10:22 a. m.	10:25 a. m.	MC3		Punto 1	1:22 p. m.	1:25 p. m.	MC6		Punto 1	7:22 p. m.	7:25 p. m.	MC9
	Punto 2	10:25 a. m.	10:28 a. m.			Punto 2	1:25 p. m.	1:28 p. m.			Punto 2	7:25 p. m.	7:28 p. m.	
	Punto 3	10:28 a. m.	10:31 a. m.			Punto 3	1:28 p. m.	1:31 p. m.			Punto 3	7:28 p. m.	7:31 p. m.	
	Punto 4	10:31 a. m.	10:34 a. m.			Punto 4	1:31 p. m.	1:34 p. m.			Punto 4	7:31 p. m.	7:34 p. m.	
	Punto 5	10:34 a. m.	10:37 a. m.			Punto 5	1:34 p. m.	1:37 p. m.			Punto 5	7:34 p. m.	7:37 p. m.	

Fuente: Autores,2020

*Columna Código: M=Muestra; C=Cocina

Tabla 5. Plan de muestreo. Sector del Baño

Franja #1					Franja #2					Franja #3				
SECTOR	Ubicación	Hora de inicio de muestra		Código	SECTOR	Ubicación	Hora de inicio de muestra		Código	SECTOR	Ubicación	Hora de inicio de muestra		Código
Amarillo (Baño)	Punto 1	10:40 a. m.	10:55 a. m.	MB1	Amarillo (Baño)	Punto 1	1:40 p. m.	1:55 p. m.	MB4	Amarillo (Baño)	Punto 1	7:40 p. m.	7:55 p. m.	MB7
	Punto 1	10:55 a. m.	11:10 a. m.	MB2		Punto 1	1:55 p. m.	2:10 p. m.	MB5		Punto 1	7:55 p. m.	8:10 p. m.	MB8
	Punto 1	11:10 a. m.	11:25 a. m.	MB3		Punto 1	2:10 p. m.	2:25 p. m.	MB6		Punto 1	8:10 p. m.	8:25 p. m.	MB9

Fuente: Autores ,2020

*Columna Código: M=Muestra; B=Baño

9.2 FASE II. PREPARACIÓN DE MATERIALES PARA MUESTREOS MICROBIOLÓGICOS

Se usó el medio de cultivo agar nutritivo (Anexo A), el equipo colector microbiológico de aire MAS 100-Eco con un flujo de 480L/min, debido a que es un flujo apropiado para obtener mayor succión del aire en la vivienda que no cuenta con un flujo de viento constante y según, el manual de uso, se evita que el medio de cultivo pierda su humedad inicial, en el Anexo B se muestra el protocolo para el correcto funcionamiento del equipo. Por medio de un Anemómetro, de manera simultánea, se midió la velocidad del viento para cada punto de muestreo.

Debido a la contingencia sanitaria por el COVID-19 fue necesario establecer un protocolo de bioseguridad para que los muestreadores tuvieran en cuenta (Ver Anexo C).

9.3 FASE III. CARACTERIZACIÓN BACTERIOLÓGICA

Para la toma de muestras de aire se utilizó el equipo MAS-100 Eco y agar nutritivo; posterior a ello, se procesaron en el laboratorio del centro tecnológico de ambiente y sostenibilidad (CTAS) ubicado en la sede Candelaria de la Universidad de La Salle.

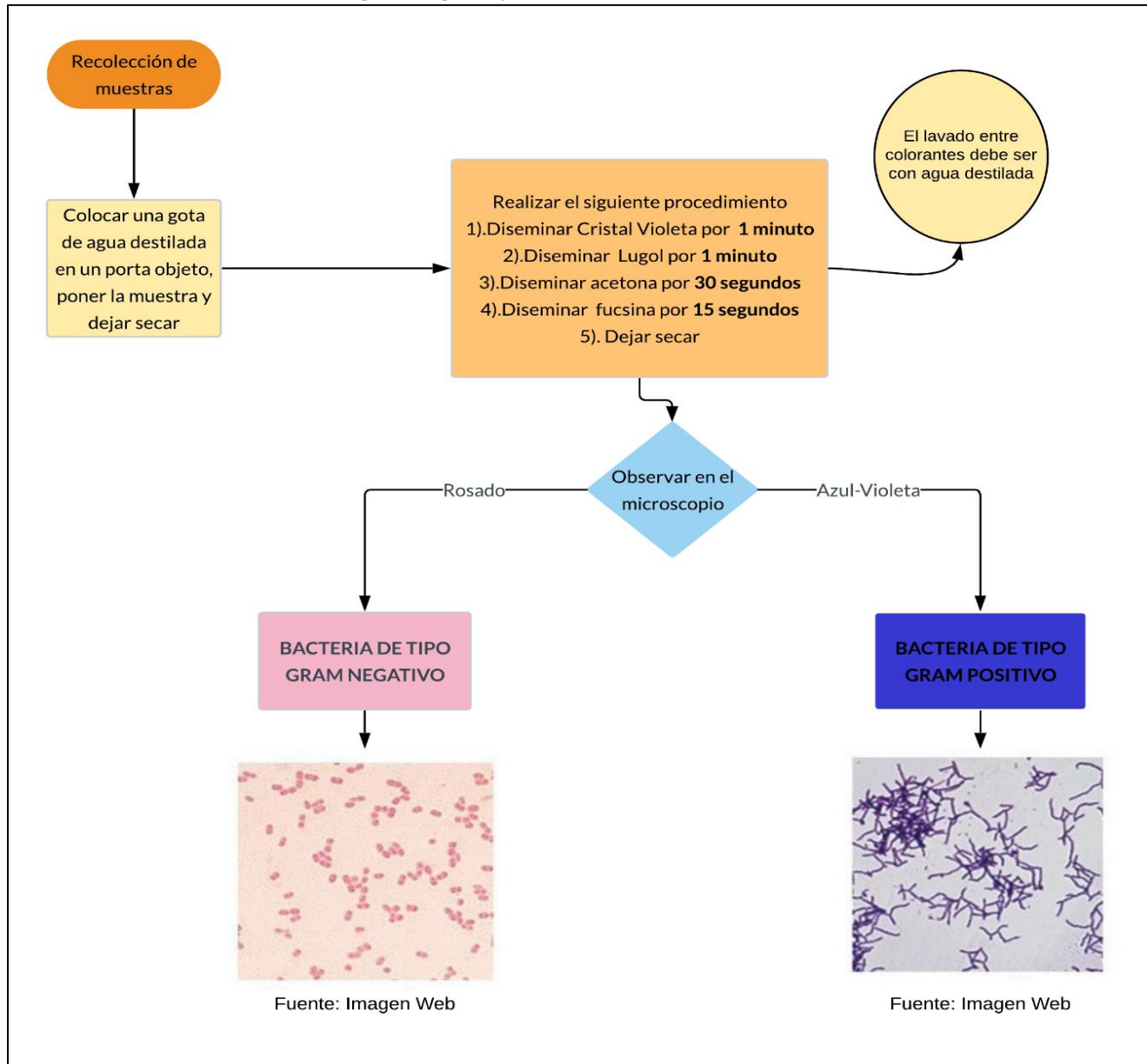
Todos los medios se incubaron a 37°C por 24 horas. Después del crecimiento se realizó una determinación macroscópica de las colonias para posteriormente montar la coloración de Gram.

Tinción de Gram

Para lograr caracterizar las bacterias de manera microscópica, se realizó el proceso mediante tinción de Gram la cual es una técnica de coloración que revela de forma visual mediante el microscopio si una bacteria es Gram Positiva o Gram Negativa debido a la composición de la

pared y membrana celular bacteriana. A continuación, el siguiente diagrama se explicó el procedimiento para la realización de esta técnica.

Imagen 9. Diagrama procedimiento Tinción de Gram



Pruebas bioquímicas

Para las pruebas bioquímicas se hacen mediante la adición de un sustrato en un medio de cultivo que determina la actividad metabólica del microorganismo y que al desarrollarse la bacteria incorpora o no dicho sustrato. En muchas ocasiones indicará la presencia o ausencia de una enzima específica según cada tipo de prueba química que se use.

Las pruebas bioquímicas realizadas fueron:

- Citrato de Simmons
- Agar Manitol salado
- Agar MacConkey
- VP(Voges-Proskauer)
- MR (Rojo de metilo)

El protocolo sobre la preparación de estos medios y sustratos se encuentran en el Anexo A.

Una vez se tenga segmentados los mesófilos gracias a sus características macroscópicas y microscópicas, de manera independiente se procede a sembrar cada uno de los mesófilos obtenidos en el medio de muestreo inicial y en los tubos de ensayo con su respectivo sustrato dejándolas incubar por 24 horas a 37°C, se procede a aplicar los reactivos adicionales y se leen e interpretan los resultados en las pruebas bioquímicas.

Análisis de bacterias identificadas y correlación de datos

Se tuvo los datos proporcionados por el centro de salud de Tausa sobre la morbilidad en relación a las IRA. Lo cual permitió realizar una correlación directa de las bacterias encontradas, sus características y la relación con la cantidad de habitantes afectados y diagnosticados con IRA en los últimos 11 meses. También se tiene un censo poblacional del sector, sobre las personas que están afiliadas al centro de salud, y con esta información sobre la edad, sexo, dirección y diagnóstico, se generó una amplia base de datos para hacer sesgos que permitan relacionar los

resultados encontrados con los datos proporcionados. Además, aprovechando un poco la contingencia, estos datos, permitieron ver el comportamiento de las infecciones reportadas, antes y después de la pandemia.


Es importante aclarar que el muestreo se realizó en el interior de una vivienda con el fin de realizar un análisis a nivel sectorial que permitirá dar indicios del comportamiento general de los microorganismos en las demás viviendas en el sector.




10. RESULTADOS

10.1. DISTRIBUCION DE PUNTOS DE MUESTREO

En primer lugar, en la tabla 6 se observan los diferentes puntos de muestreo en el interior y exterior de la vivienda. Las muestras fueron realizadas por triplicado en tres intervalos de tiempo diferentes: en las horas de la mañana (8:00 am -12:00pm), en la tarde (12:07pm-3:17pm) y en la noche (5:00pm -9:00pm) con el fin de tener una perspectiva sobre la carga microbiana en diferentes momentos del día en el interior de la vivienda y poder ser comparada con los muestreos del exterior.

Tabla 6. Áreas analizadas para el muestreo

Sector	Lugar de muestreo	Puntos para el muestreo	Ilustración
Rojo	Habitación 1	4	<p>Imagen 10. Punto de muestreo Habitación 1</p>  <p>Fuente: Autores</p>

	Habitación 2	3	<p><i>Imagen 11. Punto de muestreo Habitación 2</i></p>  <p><i>Fuente: Autores</i></p>
	Área Social	3	<p><i>Imagen 12. Punto de muestreo Área Social</i></p>  <p><i>Fuente: Autores</i></p>
Verde	Cocina	5 x3 veces	<p><i>Imagen 13. Punto de muestreo Cocina</i></p>  <p><i>Fuente: Autores</i></p>

Amarillo	Baño	1 x 3 veces	<p style="text-align: center;"><i>Imagen 14. Punto de muestreo Baño</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Autores</i></p>
Exteriores	Exterior de la casa	1 x 3 veces	<p style="text-align: center;"><i>Imagen 15. Punto de muestreo Exterior</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Autores</i></p>

El área total es de aproximadamente 80m² y el área de muestreo fue de 58.59 m²(Tabla 7). Se realizó un total de 9 muestreos (cajas de Petri) por sector y 3 controles en el exterior de la vivienda.

Tabla 7. Áreas por secciones y cantidad de puntos a muestrear

ZONA	ÁREA (m ²)	PUNTOS PARA MUESTREO	TOTAL
Social: Habitación 1	18.31	4	4
Social: Habitación 2	12.61	3	3

Social: Corredor y Patio cubierto	6.7 y 10.53	Corredor=1 Patio cubierto=2	3
Cocina	8.36	5	5
Baño	1.78	1	1
Total	58.59	16	16

Fuente: Autores

En primera instancia, todas las cajas de Petri fueron marcadas según su código, como se indicó en el cronograma de muestreo, para lograr tener un registro ordenado sobre las muestras tomadas en los distintos puntos (Ver Imagen 16).

Imagen 16. Marcación de las muestras



Fuente: Autores

10.2. CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA

Una vez las muestras fueron incubadas por 24 horas a 37°C se procedió a analizar cada una de las cajas de Petri determinando alrededor de 6 bacterias diferentes. En la tabla 8, se muestran los intervalos de tiempos realizados, las locaciones de cada punto muestreado, y la cantidad de colonias encontradas. El color rojo en la casilla, indica que la bacteria se encontraba presente en determinada caja de muestra.

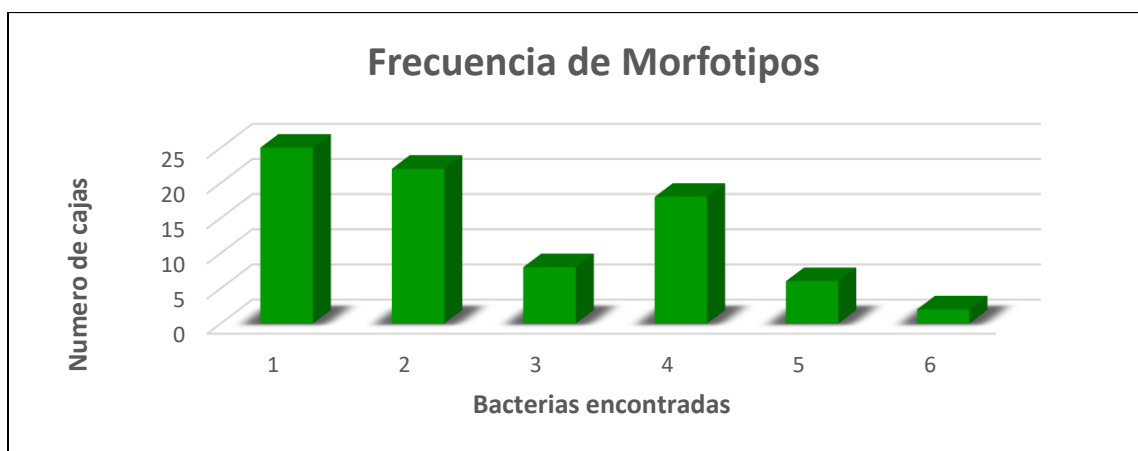
Tabla 8. Recuento de Colonias y Bacterias identificadas por placas

Franja	Código de muestra	Recuento de colonias (UFC)	Bacterias identificadas					
			<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>
Mañana (8:00AM-12:00PM)	Habitación 1	179	P	P	P	P	NP	NP
	Habitación 2	87	P	P	NP	NP	NP	NP
	Área Social	51	NP	NP	P	P	NP	NP
	Cocina 1	92	P	P	NP	P	NP	NP
	Cocina 2	181	P	P	NP	P	NP	NP
	Cocina 3	117	P	P	NP	P	NP	NP
	Baño 1	126	P	P	NP	P	NP	NP
	Baño 2	68	P	P	NP	P	NP	NP
	Baño 3	81	P	P	NP	P	NP	NP
	Exterior1	79	NP	NP	NP	NP	NP	NP
Tarde (12:07PM-3:17PM)	Habitación 1	95	P	P	NP	NP	NP	NP
	Habitación 2	118	P	P	NP	P	NP	NP
	Área Social	116	P	P	NP	P	NP	NP
	Cocina 1	135	P	P	NP	P	NP	NP
	Cocina 2	68	P	P	P	NP	P	NP
	Cocina 3	60	P	P	P	P	NP	NP
	Baño 1	92	NP	NP	NP	P	NP	NP
	Baño 2	141	P	P	P	P	P	NP
	Baño 3	125	P	NP	NP	P	NP	NP
	Exterior2	93	P	P	P	P	NP	NP
Noche (5:00PM-9:00PM)	Habitación 1	54	P	P	NP	NP	NP	NP
	Habitación 2	53	P	P	NP	NP	NP	NP
	Área Social	119	P	P	P	NP	NP	P
	Cocina 1	91	P	P	NP	NP	P	NP
	Cocina 2	72	P	P	NP	P	P	NP
	Cocina 3	88	P	P	P	NP	NP	NP
	Baño 1	94	NP	NP	NP	NP	P	P
	Baño 2	29	P	NP	NP	NP	NP	NP
	Baño 3	65	P	NP	NP	NP	NP	NP
	Exterior3	73	NP	NP	NP	P	P	NP
Total de bacterias			25	22	8	18	6	2

Fuente: Autores

Siendo así, se usaron para el muestreo 30 cajas de Petri donde se analizaron la cantidad de morfotipo en cada punto de muestreo. El Gráfico 1 indica la frecuencia de los morfotipo encontrados.

Grafica 1. Frecuencia morfotipo encontrados. Numero de cajas Vs bacterias encontradas

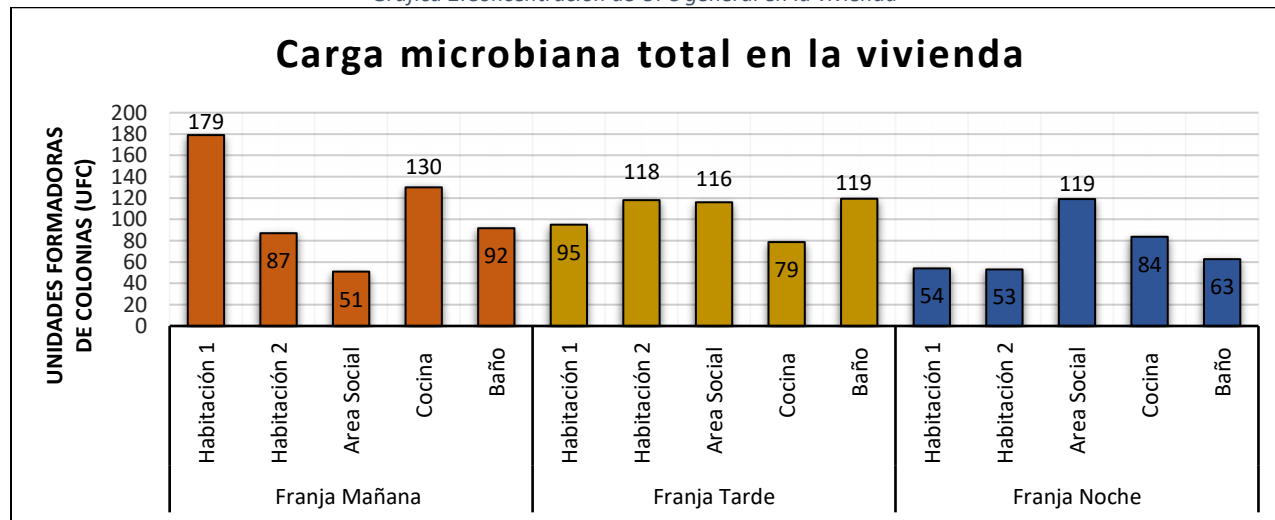


Fuente: Autores

Unidades Formadoras de Colonia (UFC) en vivienda

La Tabla 8 relaciona los recuentos de mesófilos totales encontrados en los puntos de muestreo.

Grafica 2. Concentración de UFC general en la vivienda



Fuente: Autores

En el gráfico 2, se puede observar la carga microbiana por triplicado para cada punto de muestreo. Para las áreas de la cocina y del baño, se realizó un promedio, respectivamente, de las UFC encontradas en cada franja horaria, a diferencia del sector de las habitaciones y el área social que se muestrearon en tres áreas diferentes. Los valores más altos se presentaron en la franja de la mañana en las áreas de la habitación 1 y de la cocina. Por el contrario, los valores más bajos se dieron en la franja de la noche para las áreas de la habitación 1 y 2, al igual que en la franja de la mañana para el área social.

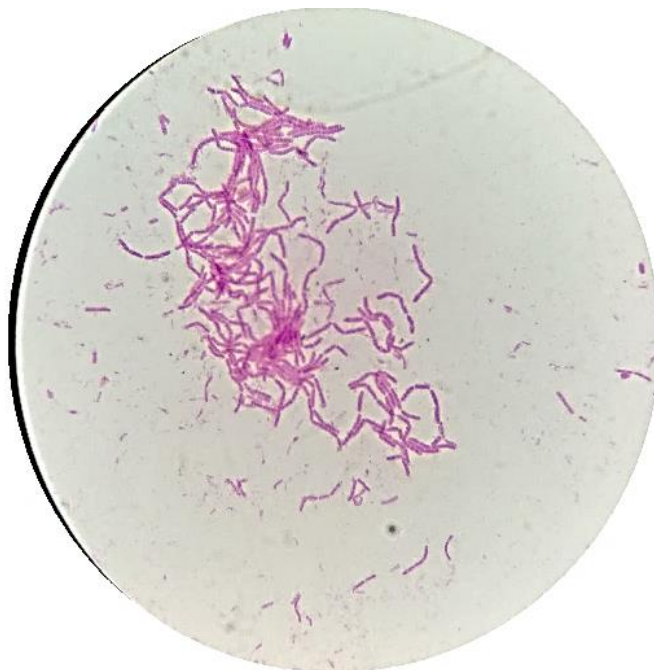
10.3 IDENTIFICACIÓN BIOQUÍMICA DE MESÓFILOS ENCONTRADOS EN LA VIVIENDA

Mediante los hallazgos macroscópicos, microscópicos y por medio de los resultados de las pruebas bioquímicas y la tinción de Gram, se pudieron identificar las siguientes bacterias:

Tabla 9. Características Salmonella typhi

<u>Taxonomía</u>
Familia: Enterobacteriaceae Género: <i>Salmonella</i> Especie: <i>S. typhi</i>
<u>Características Macroscópicas en Agar Nutritivo</u>
Color: Blanco Elevación: Convexa Margen: Entero Forma: Circular
<u>Microscopía a 100X</u>

Imagen 17. Salmonella typhi



Fuente: Autores

Tabla 10. Características *Bacillus subtilis*

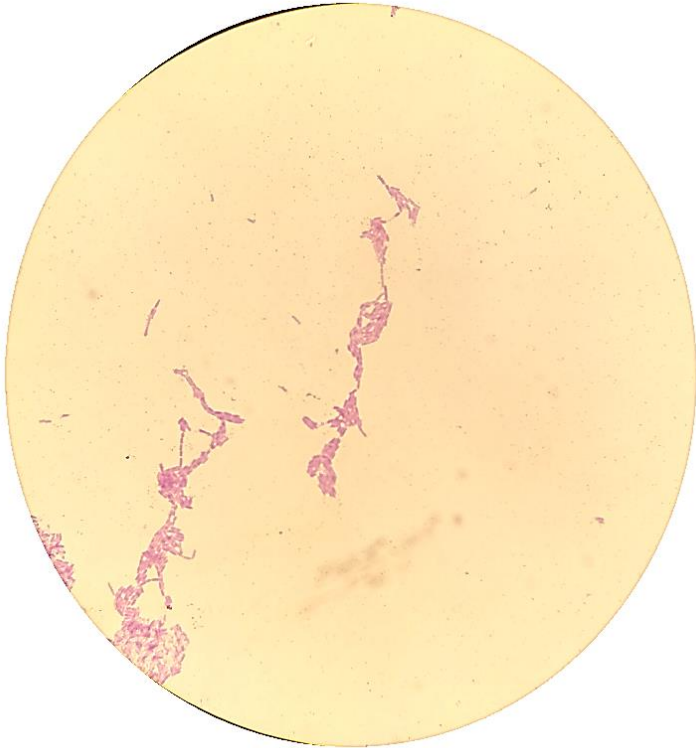
<u>Taxonomía</u>
Familia: Bacillaceae Género: <i>Bacillus</i> Especie: <i>Bacillus subtilis</i>
<u>Características Macroscópicas en Agar Nutritivo</u>
Color: Blanco Elevación: Umbilicada Margen: Ondulado Forma: Rizoide
<u>Microscopía a 100X</u>
<p><i>Imagen 18. Bacillus subtilis</i></p>  <p><i>Fuente: Autores</i></p>

Tabla 11. Características *Acinetobacter baumannii*

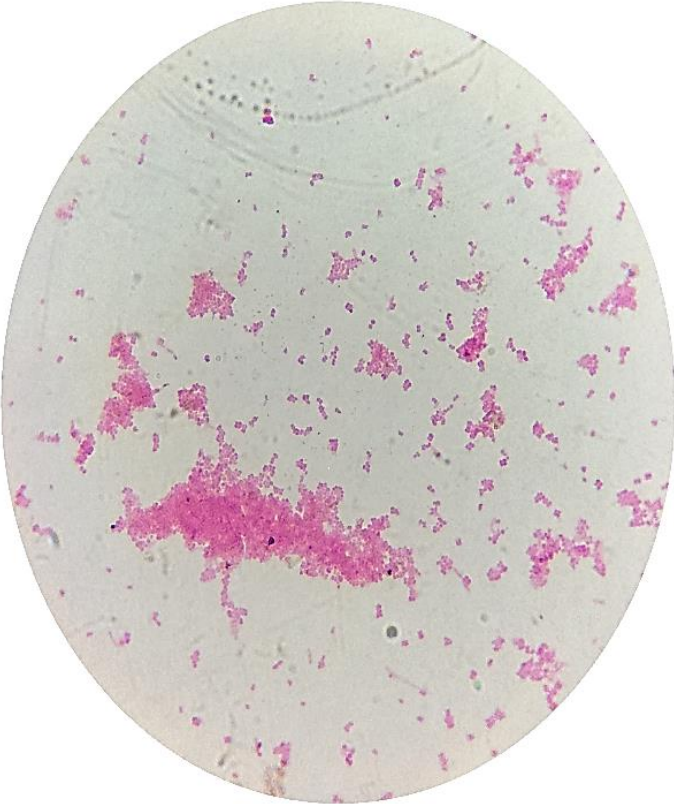
<u>Taxonomía</u>
Familia: Moraxellaceae Género: <i>Acinetobacter</i> Especie: <i>Acinetobacter baumannii</i>
<u>Características Macroscópicas en Agar Nutritivo</u>
Color: Blanco Elevación: Elevada Margen: Ondulado Forma: Filamentoso
<u>Microscopía a 100X</u>
<p><i>Imagen 19. Acinetobacter baumannii</i></p>  <p><i>Fuente: Autores</i></p>

Tabla 12. Características *Escherichia coli*

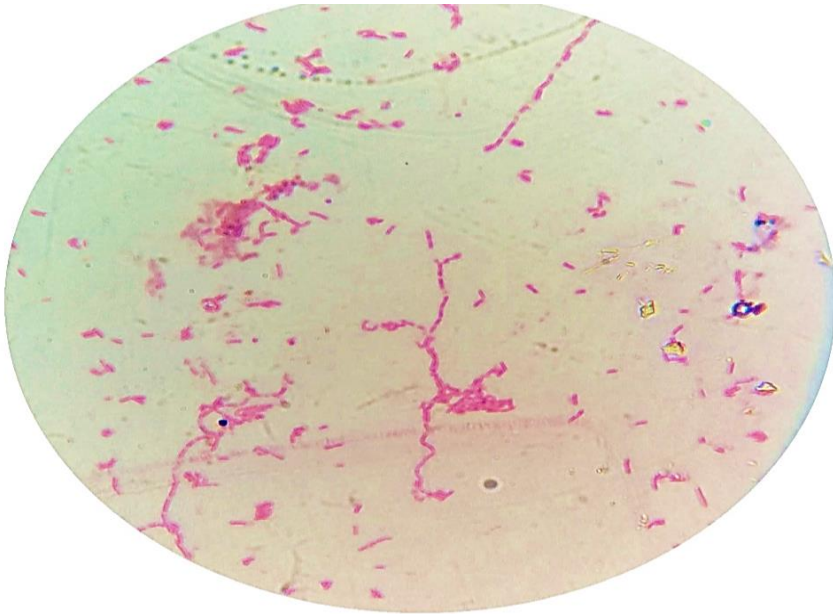
<u>Taxonomía</u>
Familia: Enterobacteriaceae Género: <i>Escherichia</i> Especie: <i>E. coli</i>
<u>Características Macroscópicas en Agar Nutritivo</u>
Color: Blanco Elevación: Convexa Margen: Entero Forma: Circular
<u>Microscopía a 100X</u>
<p>Imagen 20. <i>Escherichia. coli</i></p> 
Fuente: Autores

Tabla 13. Características *Staphylococcus aureus*

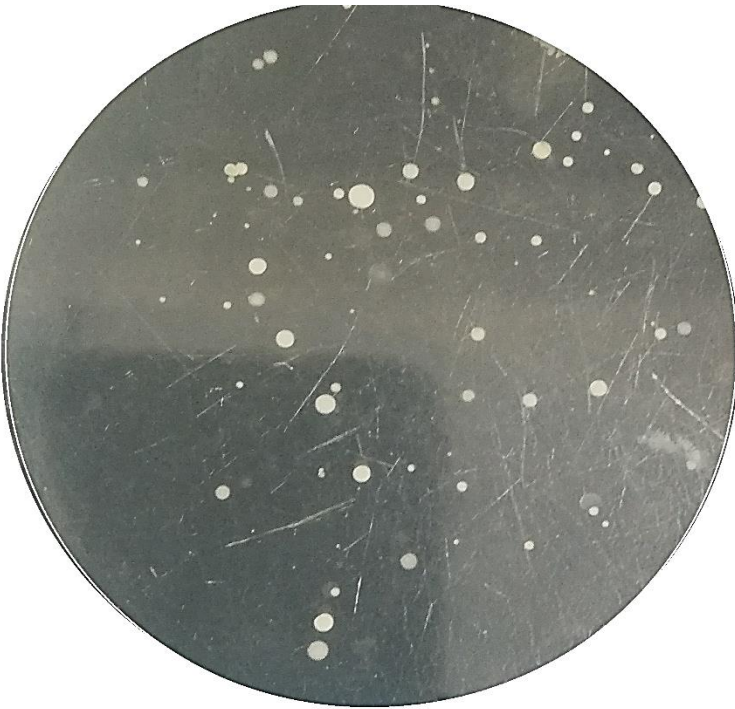
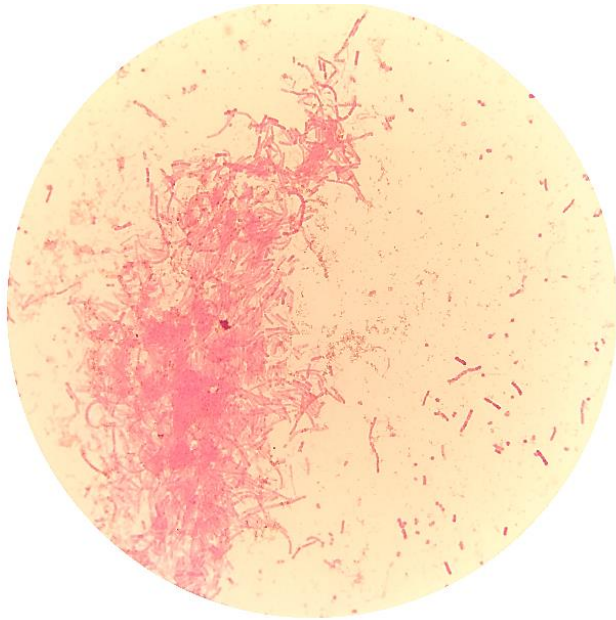
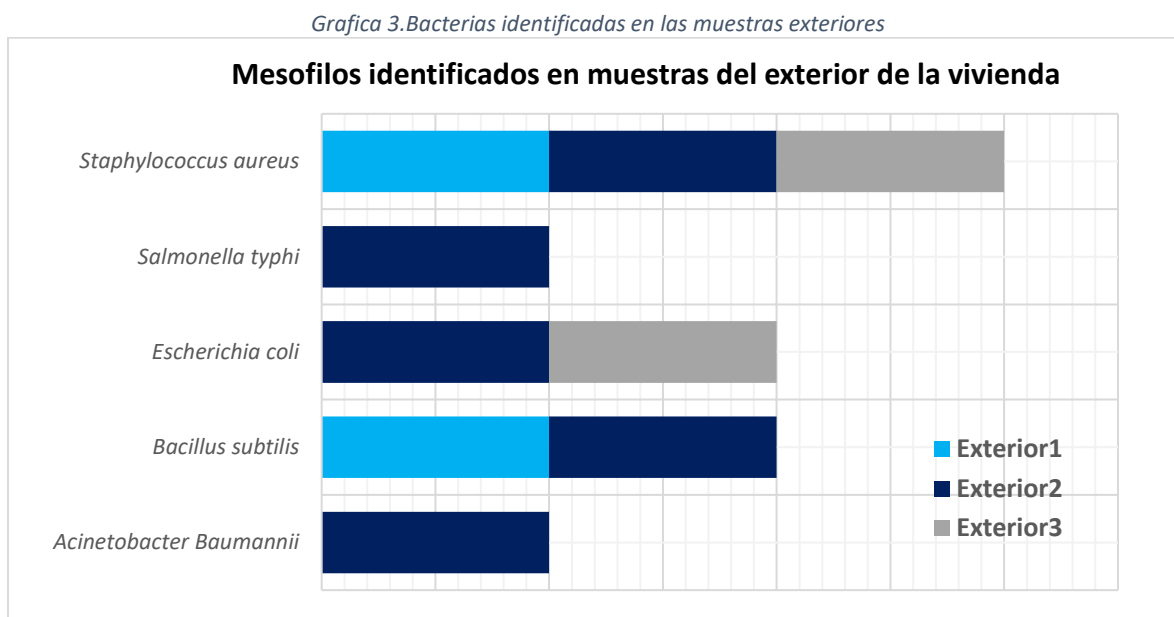
<u>Taxonomía</u>
Familia : Staphylococcaceae Género : <i>Staphylococcus</i> Especie : <i>S. aureus</i>
<u>Características Macroscópicas en Agar Nutritivo</u>
Color: Blanco Elevación: Plana Margen: Ondulado Forma: Rizoide
<p><i>Imagen 21. Staphylococcus aureus</i></p>  <p><i>Fuente: Autores</i></p>
<u>Microscopía a 100X</u>
COCO GRAM POSITIVO EN RACIMOS

Tabla 14. Características *Kingella kingae*

<u>Taxonomía</u>
Familia: Neisseriaceae Género: <i>Kingella</i> Especie: <i>K. kingae</i>
<u>Características Macroscópicas en Agar Nutritivo</u>
Color: Blanco Elevación: Plana Margen: Ondulado Forma: Irregular
<u>Microscopía a 100X</u>
<p style="text-align: center;"><i>Imagen 22. Kingella kingae</i></p>  <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Autores</i></p>

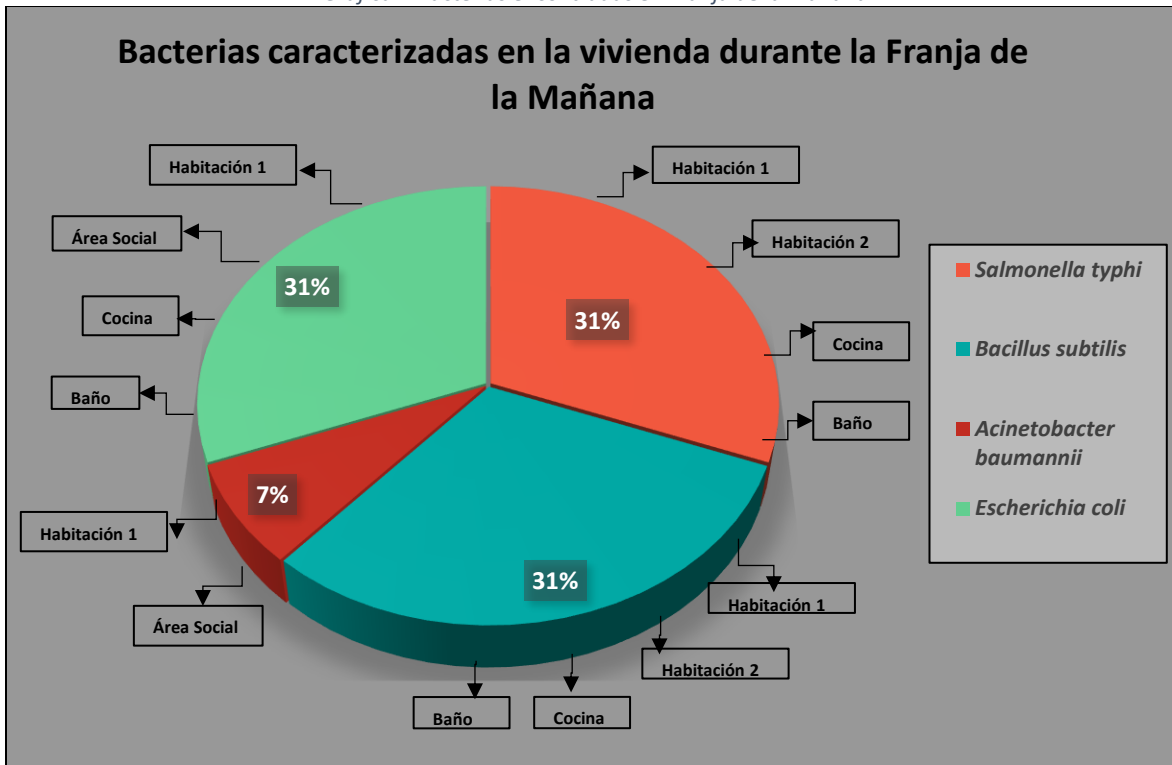
En la gráfica 3, se muestra el resultado de la población bacteriana en el exterior de la vivienda. Se identificaron la presencia de *Escherichia Coli*, *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella typhi* y *Staphylococcus aureus*, en las 3 franjas horarias. Estos muestreos exteriores se hicieron con el fin de poder hacer una comparación entre las bacterias encontradas en el interior y exterior de la vivienda.



Las siguientes gráficas muestran el comportamiento de las bacterias encontradas por franjas horarias y por sectores analizados en la vivienda.

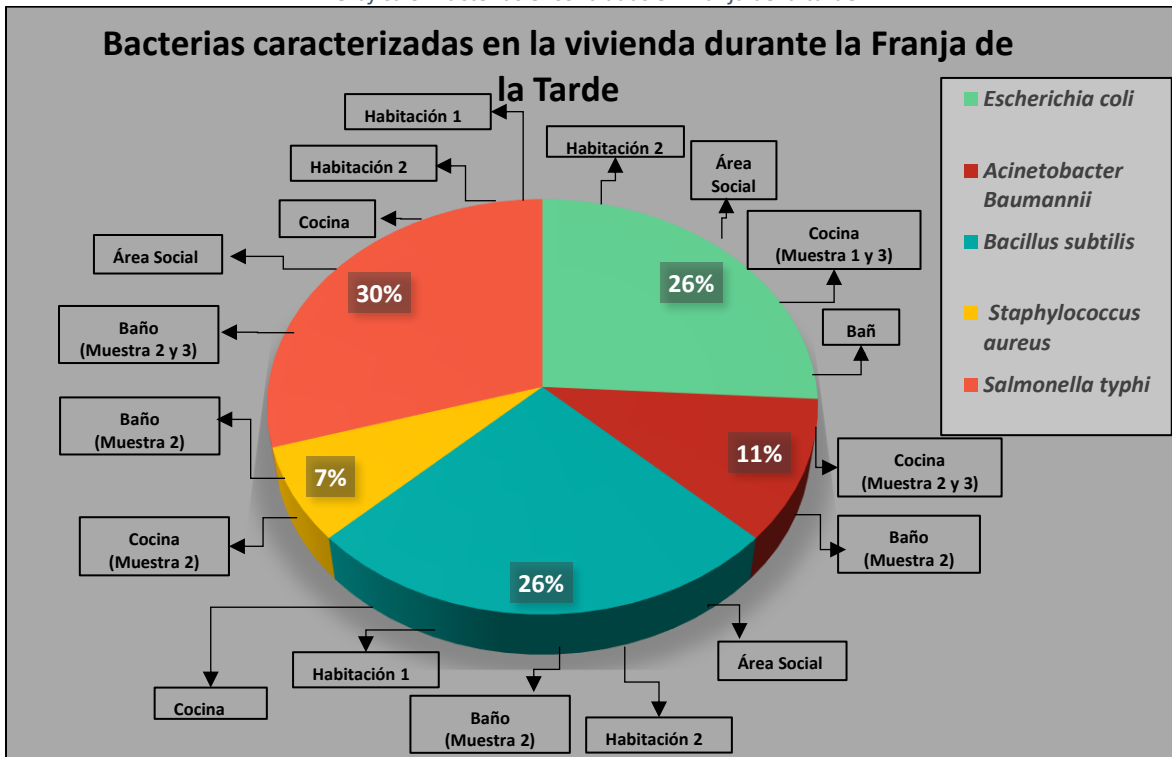
En general, las bacterias con mayor presencia fueron *Salmonella typhi*, *Bacillus subtilis*, *Escherichia Coli* y *Acinetobacter baumannii* que predominaron en las 3 franjas. La *Staphylococcus aureus* fueron percibidas en la franja de la tarde y de la noche, mientras que *Kingella Kingae* solo se encontró en un porcentaje muy bajo en la franja de la noche únicamente (Ver graficas 4,5 y 6).

Grafica 4. Bacterias encontradas en Franja de la mañana



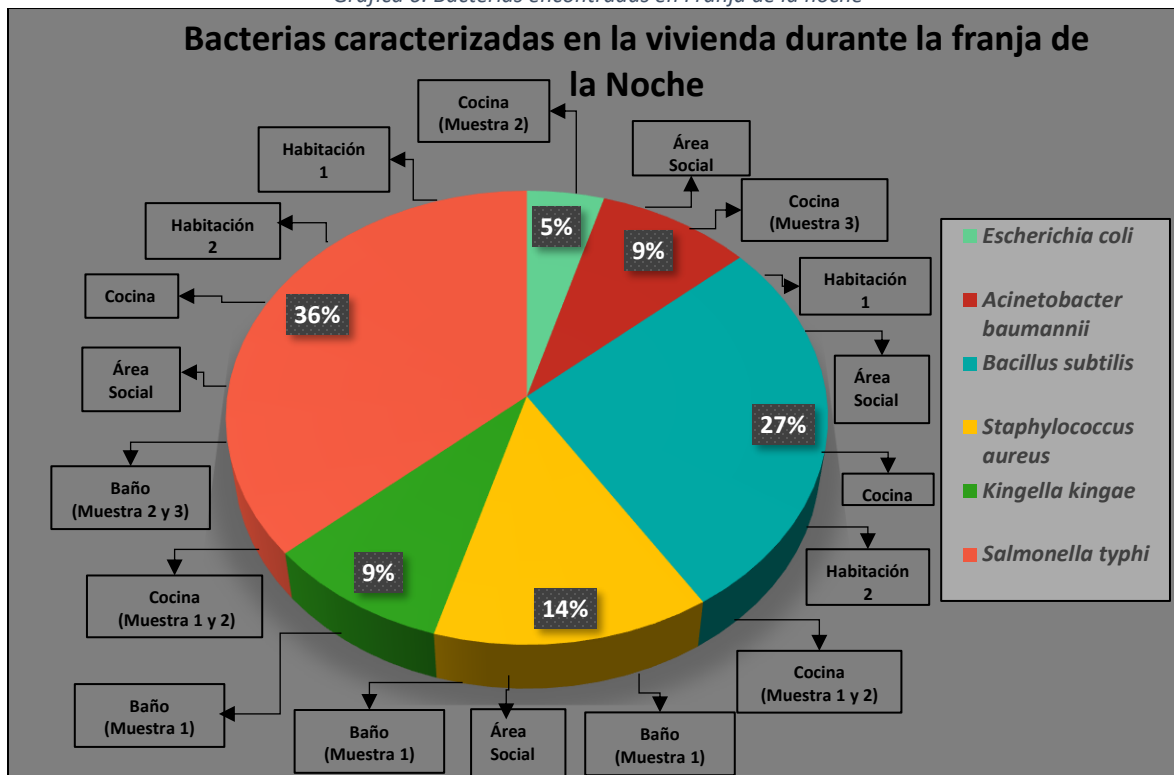
Fuente: Autores

Grafica 5. Bacterias encontradas en Franja de la tarde



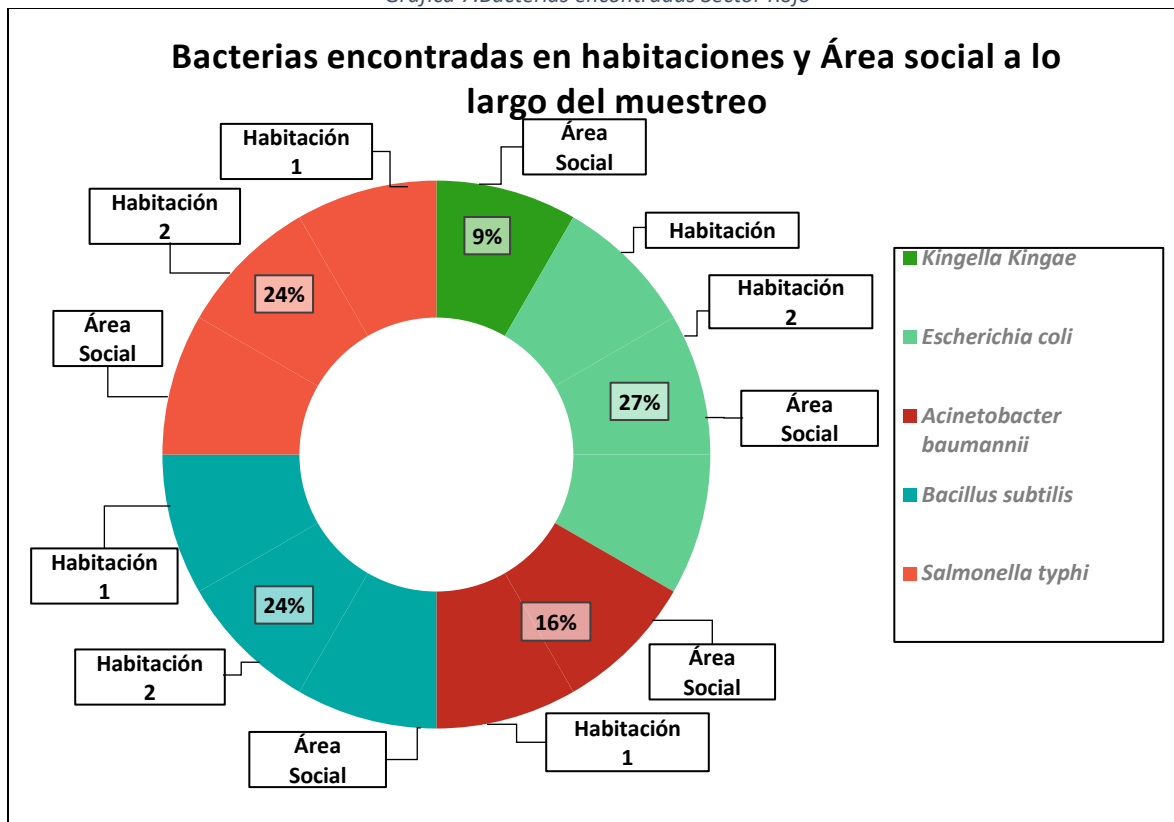
Fuente: Autores

Grafica 6. Bacterias encontradas en Franja de la noche



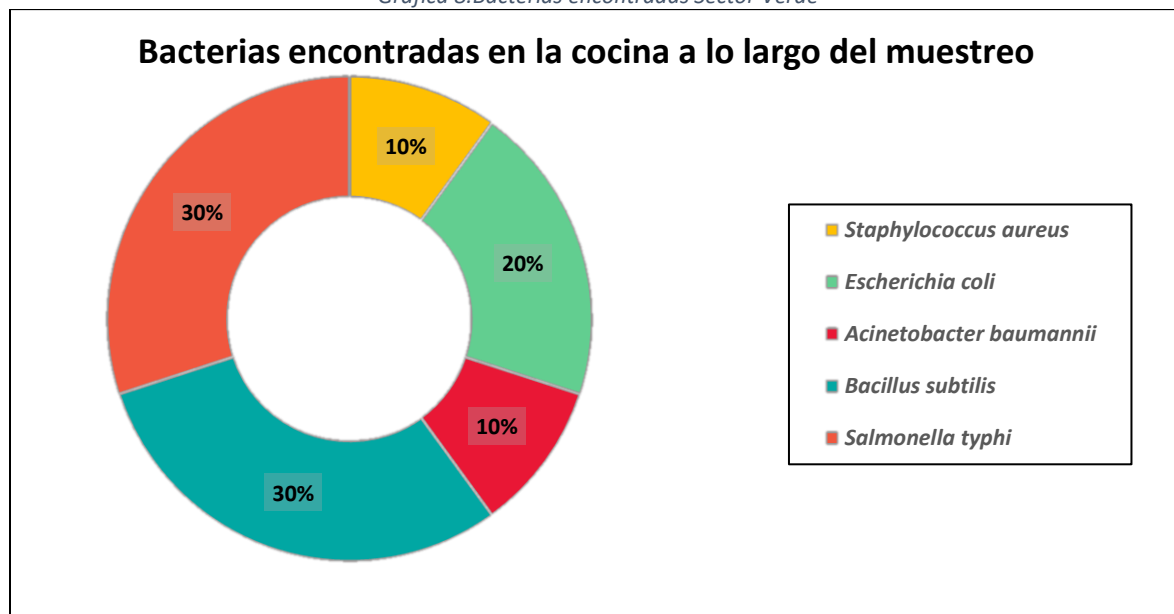
En relación a la población bacteriana identificada por áreas, se encontraron *Escherichia Coli*, *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, *Salmonella typhi* en todas las áreas a excepción de la *Staphylococcus aureus* que solo se encontró en el sector de la cocina y del baño y la *Kingella Kingae* que se encontró en el área social y el baño (Ver Graficas 7,8, y 9).

Grafica 7. Bacterias encontradas Sector Rojo



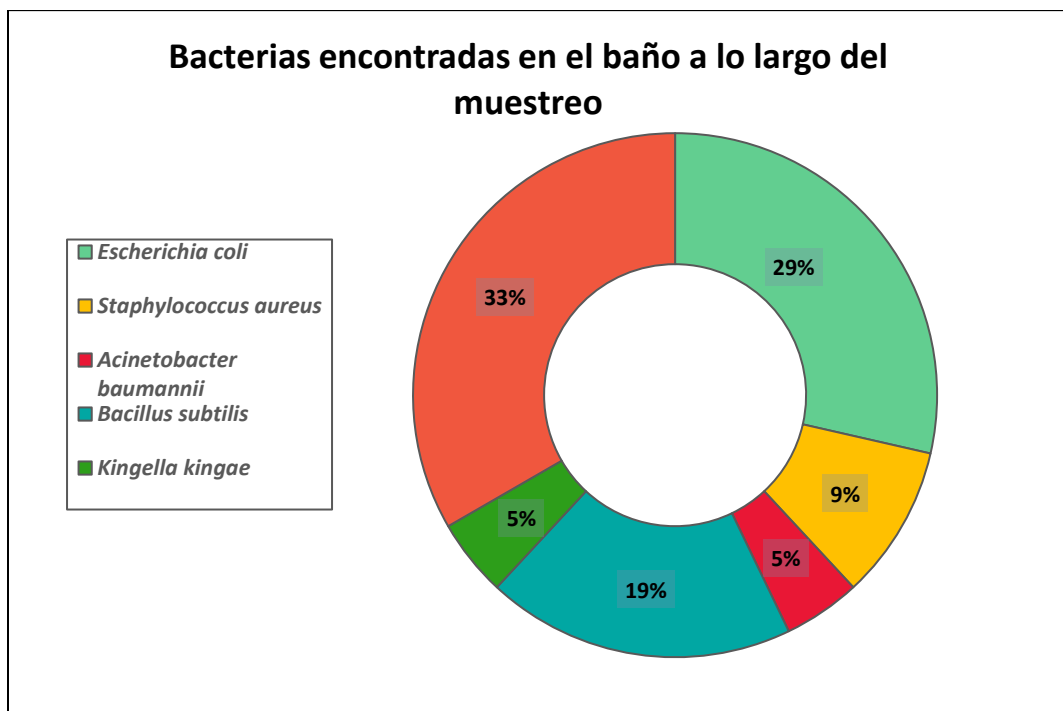
Fuente: Autores

Grafica 8. Bacterias encontradas Sector Verde



Fuente: Autores

Grafica 9. Bacterias encontradas Sector Amarillo



10.4. VELOCIDAD DE VIENTO

Las mediciones de flujos de aire al interior de la vivienda se realizaron simultáneamente al muestreo en cada una de las franjas y zonas mediante el uso de un anemómetro ; los datos se presentan en la tabla mostrada a continuación.

Tabla 15. Flujos de aire por zonas y franjas de muestreo

Franja	Código de muestra	Min Vel. (m/s)	Max Vel. (m/s)	Promedio Vel. (m/s)
Mañana (8:00AM-12:00PM)	Habitación 1	0	0,1	0,05
	Habitación 2	0	0	0
	Área Social	0	0,2	0,1
	Cocina 1	0	0	0
	Cocina 2	0	0	0
	Cocina 3	0	0,1	0,05

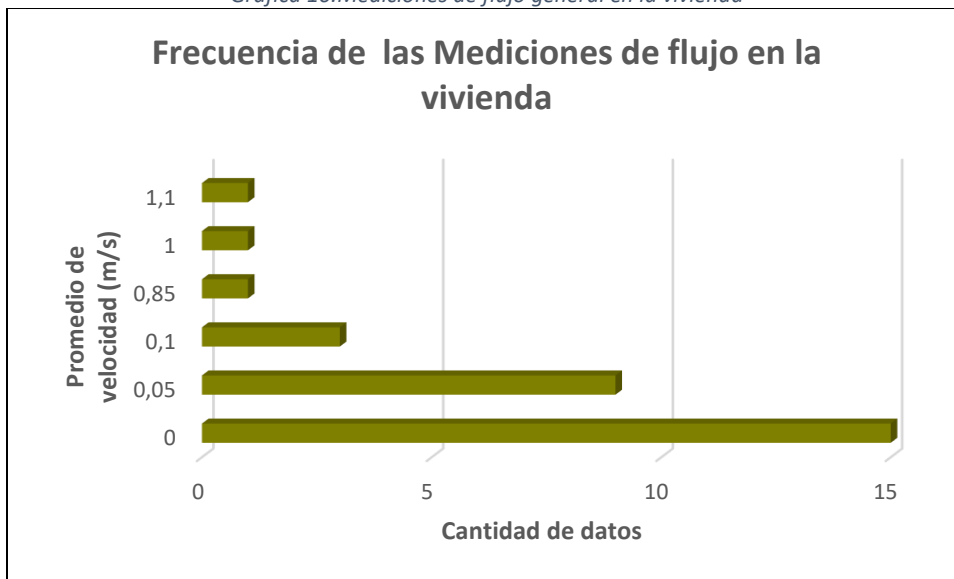
	Baño 1	0	0,1	0,05
	Baño 2	0	0,1	0,05
	Baño 3	0	0	0
	Exterior1	0,7	1	0,85
Tarde (12:07PM- 3:17PM)	Habitación 1	0	0	0
	Habitación 2	0	0,1	0,05
	Área Social	0,1	0,1	0,1
	Cocina 1	0	0	0
	Cocina 2	0	0	0
	Cocina 3	0,1	0	0,05
	Baño 1	0	0	0
	Baño 2	0	0,1	0,05
	Baño 3	0	0	0
	Exterior2	0,9	1,3	1,1
Noche (5:00PM- 9:00PM)	Habitación 1	0	0	0
	Habitación 2	0	0	0
	Área Social	0	0,2	0,1
	Cocina 1	0	0,1	0,05
	Cocina 2	0	0	0
	Cocina 3	0	0	0
	Baño 1	0	0	0
	Baño 2	0	0	0
	Baño 3	0	0,1	0,05
	Exterior3	0,8	1,2	1

Fuente: Autores

Como se observa, las velocidades del viento al interior de la vivienda no son superiores a 0.2 m/s en ninguno de los 27 casos. En 15 casos el promedio de lecturas no arrojó una medición siendo de 0 m/s, en 9 casos se registró un promedio de 0.05 m/s, y en 3 casos el promedio fue de 0.1 m/s, resaltando que estos últimos 3 casos se presentaron en la misma zona, pero a diferentes franjas.

Así mismo, se presentan también los datos para las 3 muestras exteriores de la vivienda, siendo estos de 0.85, 1,1 y 1 (m/s) respectivamente por franja horaria, lo cual llega a ser 10 veces mayor a los valores del interior de la vivienda.

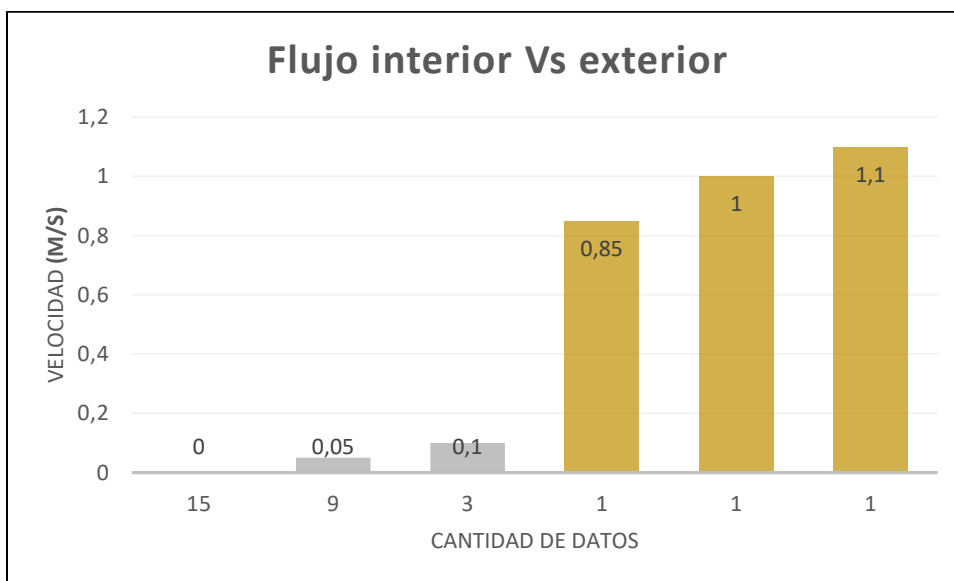
Grafica 10. Mediciones de flujo general en la vivienda



Fuente: Autores

En la gráfica 10 se ve como existe una frecuencia parecida entre los datos nulos de 0 m/s y los datos de 0.05 y 0.1 m/s, lo que indica las pequeñas variaciones que mantiene el flujo de la vivienda a lo largo del día, pero primando en la mayoría de las veces la calma.

Grafica 11. Comparativa de flujos



Fuente: Autores

En la gráfica 11 se observa de manera más concreta la diferencia del flujo al interior de la casa, versus el flujo en el exterior de esta, al interior el flujo es mínimo, mientras que al exterior (color

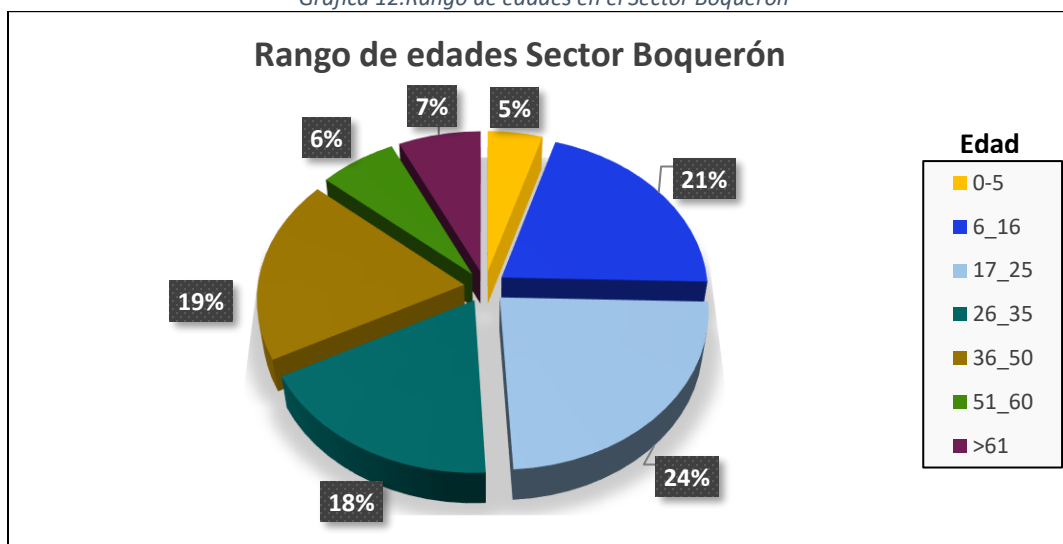
amarillo) se tiene un gran flujo comparado con el interior, este flujo exterior se manifiesta en corrientes de aire que se pueden sentir en la piel y rostro, sensación que no se logra percibir con el flujo interior de la vivienda.

10.5 DATOS DE MORBILIDAD (IRA)

El centro de salud del municipio de Tausa suministró una base de datos donde se incluyeron 468 personas de las cuales 218 son mujeres y 250 son hombres registrados en el centro de salud para el sector Boquerón; 22 pacientes fueron diagnosticados con IRA en los últimos 11 meses.

De esta población, un 24% pertenece a una población adulta entre las edades de 17 a 25 años, seguido de un 21% que indican las edades de 6 a 16 años. Como se puede observar en la gráfica 12 son poblaciones jóvenes los que habitan en este sector.

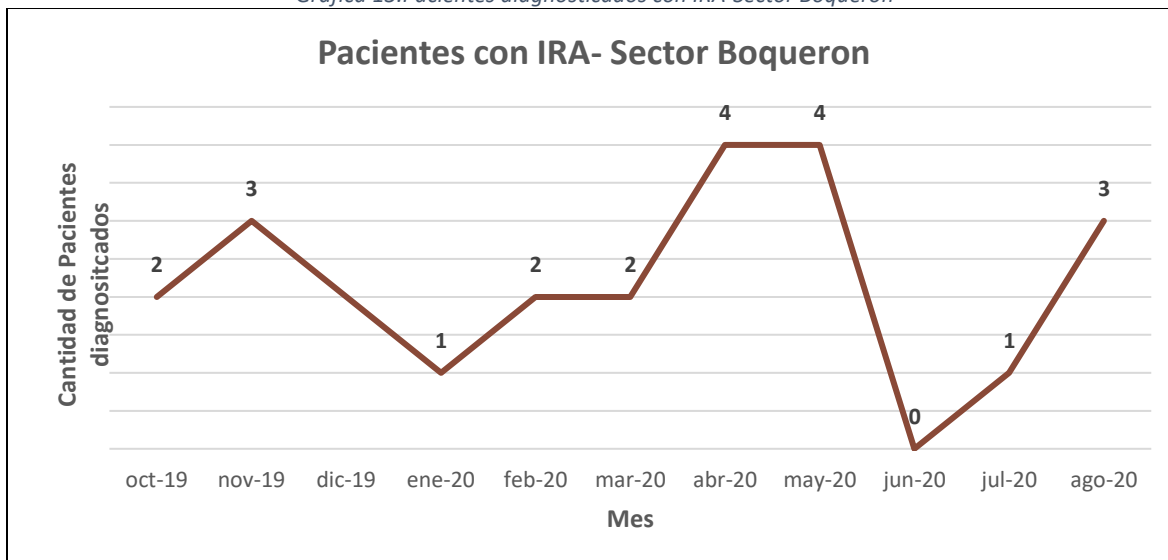
Grafica 12. Rango de edades en el Sector Boquerón



Fuente: Autores

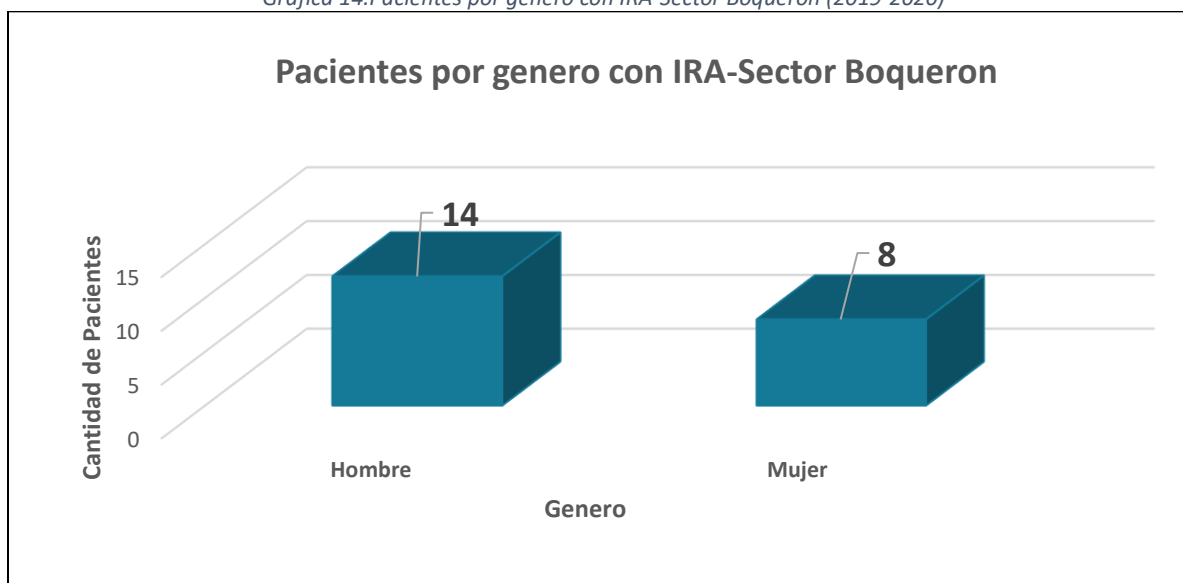
Los gráficos a continuación mostrarán los datos segmentados en cuanto a los pacientes que fueron diagnosticados con IRA a finales del año 2019 y hasta el mes de agosto del 2020. En la gráfica 13, se observa que la mayor cantidad de pacientes diagnosticados fueron en los meses de abril y mayo, teniendo en cuenta la contingencia sanitaria debida al COVID-19.

Grafica 13. Pacientes diagnosticados con IRA-Sector Boquerón



Fuente: Autores

Grafica 14. Pacientes por genero con IRA-Sector Boquerón (2019-2020)

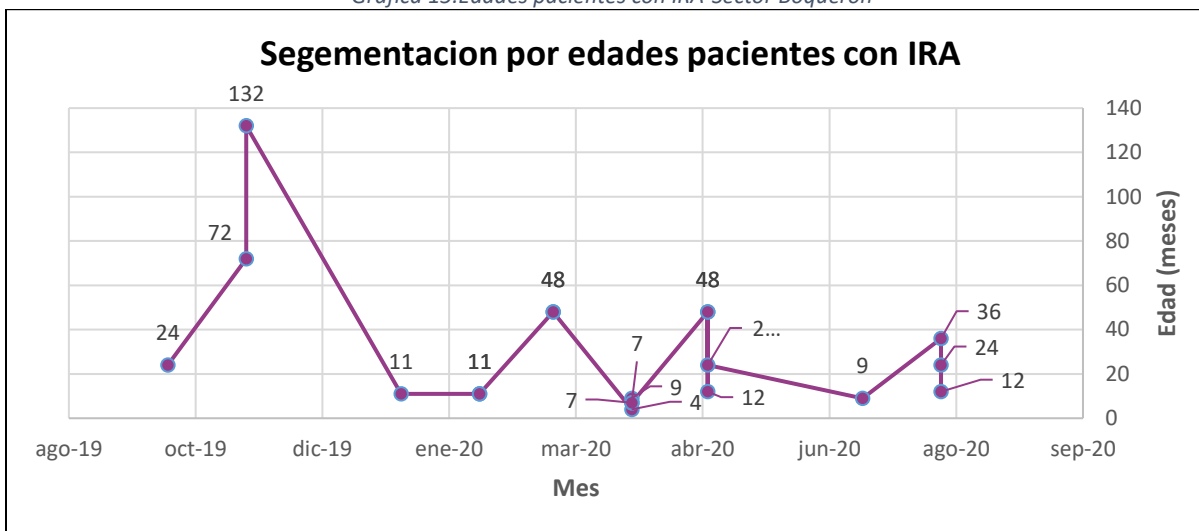


Fuente: Autores

La gráfica 14, hace relación a la cantidad de pacientes diagnosticados con IRA en el sector del Boquerón Vs al género. Se determinó que 14 pacientes son hombres mientras que 8 pacientes pertenecen al género femenino. Para la gráfica 15, se presentan las edades de los pacientes que fueron diagnosticados con IRA para el mismo periodo de tiempo. Se establecieron las edades en meses debido a que el paciente con mayor edad tenía 11 años (132 meses) y la mayoría de los

pacientes oscilan las edades entre 4 meses de edad y 4 años. No existen registros de personas adultas diagnosticados con IRA.

Grafica 15. Edades pacientes con IRA-Sector Boquerón



Fuente: Autores

11. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Como se puede observar en la Tabla 6, para los lugares a muestrear se procuró abarcar todas las áreas en el interior de la vivienda que mediante muestreos por triplicado fue posible obtener los resultados previamente mostrados. Para las muestras del exterior de la vivienda, se tomaron en la entrada debido a que es la fuente principal por donde entra el flujo de aire.

En la gráfica 1, se observó que existe una mayor frecuencia correspondiente a los morfotipos 1, 2 y 4, desarrolladas en 25, 22, y 18 cajas, respetivamente, mientras que por el contrario se observa una presencia menor del morfotipo 6 en donde corresponde a 2 cajas muestreadas.

La cantidad de UFC que se identificaron en el recuento de colonias a nivel general dentro de la vivienda, variaron en gran medida entre las diferentes muestras, siendo el mayor valor de 179 UFC/m³ en el área de la habitación 1, en la franja de la mañana. Se pudo presentar mayor cantidad de unidades formadoras de colonia debido a que los residentes duermen en conjunto en esta

habitación y se presentan condiciones óptimas para el crecimiento de bacterias. Por otro lado, puede que haya una mayor carga microbiana ya que no hay velocidad de viento en esta zona, donde esto puede ser un motivo para la acumulación y crecimiento de microorganismos patógenos.

Mientras que, la menor cantidad de colonias fue de 51 UFC/m³ que se presentaron en el área social correspondiente a la franja horaria de la mañana. Esta zona es el espacio con mayor área dentro de la casa, en frente de la puerta principal, debido a lo mencionado anteriormente, se puede decir que hay una menor cantidad de colonias porque hay un flujo de aire mayor, si se compara con la habitación principal (Grafica 2).

A nivel general, durante todo el muestreo, la franja en donde se obtuvo una carga microbiana alta y constante fue en la franja de la tarde con valores muy similares en todas las zonas muestreas de la casa, debido a las altas temperaturas y nulas velocidades de viento en el interior. Para esta franja, había mucha actividad dentro de la vivienda, en especial en el área social y en el baño. La temperatura del lugar oscilaba los 20°C y se podía percibir humedad en el ambiente, debido al uso de la ducha y a la ropa húmeda que se encontraba en el área social. Además, la puerta de la vivienda permaneció abierta lo cual permitió una mayor circulación del aire.

A continuación, la tabla 16 muestra los niveles de carga microbiana según su valor de UFC/m³ para muestras tomadas en interiores mediante intervalos de tiempo de 10 a 15 min y con incubación previa (EUROPEAN COLLABORATIVE ACTION , 1993).

Tabla 16. Concentración de UFC/m³ en ambientes exteriores

Categoría	UFC/m³
Muy baja	<100
Baja	<500
Intermedio	<2500
Alta	<10000
Muy Alta	>10000

Fuente: OMS, Biological Particles in Indoor Environments. Indoor Air Quality and its Impact on man. 1993

Aunque ningún valor sobrepasa los 500 UFC/m³ se determina que se encuentra una carga microbiana muy baja y baja en el interior de la vivienda. Para el sector de las habitaciones y el área social, se logró establecer en categoría baja debido a los valores máximos de 179 UFC/m³, 118 UFC/m³ y 116 UFC/m³ correspondientes a la habitación 1 en la franja de la mañana y a la habitación 2 y área social en la franja de la tarde. Como se explicó anteriormente, la franja de la tarde fue en donde la vivienda contaba con mayor actividad en cuanto a ingreso de personas en la vivienda.

Para el sector de la cocina, el valor más alto fue de 130 UFC/m³ en promedio para todos los puntos muestreados en la franja de la mañana, indicando una carga microbiana baja. Para las franjas de la tarde y la noche se obtuvieron valores de 79 UFC/m³ y 84 UFC/m³ respectivamente categorizando así una carga microbiana muy baja. Estos cambios de cargas se debieron a que, en la mañana, en la cocina se realizó la preparación de los alimentos y por ende la utilización de la estufa de carbón lo cual generaba humo dentro de la vivienda. La contaminación del aire por uso de combustibles sólidos en Colombia causó 2,89 muertes por cada 100.000 habitantes en niños y niñas menores de 5 años de acuerdo a los datos reportados por el Estudio de Carga Global de la Enfermedad para 2013 (MINSALUD, 2017). Adicionalmente, hubo cambios de temperatura en la cocina de alrededor de 24°C y flujo de viento nulo, nuevamente.

Por último, para la zona del baño, la franja con mayor carga fue en las horas de la tarde con un total de 119 UFC/m³. Aunque en las tres franjas se indica una carga de categorías baja, en la franja de la tarde se encuentra más concentración debido a que en el baño cuenta con una ventana, cerrada, y es la entrada de aire más cercana a la chimenea de coquización, otro factor importante es que había bastante sol y en el exterior existe un flujo constante de aire que posiblemente elevo

las concentraciones de la carga microbiana en esta área, además de la humedad presenta por el uso constante del baño.

11.1 Afectaciones a la salud con las bacterias encontradas

Es de saber que los seres humanos estamos expuestos al contacto con diferentes microorganismos durante el día, bien sea en las calles o en un lugar limitado. Durante varios años se han realizado numerosas investigaciones acerca de los microorganismos que se encuentran presentes en los ambientes interiores, dejando por centrado que existe la presencia de bioaerosoles, que se definen como pequeñas partículas transmitidas por el aire que contienen en su interior contaminantes biológicos que pueden causar enfermedades o efectos adversos a la salud (Ortiz & Catalan , 2007).

Las bacterias encontradas fueron: *Salmonella tiphy*, *Bacillus subtilis*, *Acinetobacter baumannii*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, y *Kingella kingae*. Las cuales se describirán a continuación con el fin de identificar su patogenicidad y su relación con los habitantes de la vivienda.

La primera bacteria que se logró identificar fue la denominada como *Salmonella tiphy*, la cual fue la bacteria con mayor presencia durante todo el muestreo en la mayoría de las áreas. Esta bacteria es el causante de la Fiebre Tifoidea la cual es una infección que causa diarrea y salpullidos. En el año 2002, se presentaron aproximadamente 17 millones de casos anuales con casi 600,000 muertes, principalmente en Asia y África debido a la fiebre tifoidea, este microorganismo entra al intestino del hospedante y puede durar de 2 a 3 semanas en aparecer síntomas como tos seca, diarrea, fiebre muy alta e intensos dolores de cabeza (Calva, 2002). También indica que la principal causa de esta infección se da por ingesta de la bacteria proveniente de alimentos o agua contaminada.

Dicho esto, en la vivienda de estudio, el agua obtenida es filtrada de una forma empírica debido a que existen pequeñas partículas de carbón que son depositadas en las fuentes de agua potable y/o por las tuberías que terminan siendo ingeridas por los habitantes de la vivienda. Es un factor determinante para poder corroborar la carga microbiana en exceso de esta bacteria encontrada en las zonas de las habitaciones y la cocina.

La segunda bacteria fue *Bacillus subtilis*, el cual es evidenciado por la ingesta de alimentos contaminados. Son bacterias de carácter saprófito, es decir, que se alimentan de la descomposición de la materia orgánica en su gran mayoría en medio como aire, agua, suelo y vegetación. La mayoría de las enfermedades mencionadas son mediante envenenamiento alimentario que hace referencia a toda intoxicación o enfermedad causada mediante ingesta de alimentos o líquidos descompuestos. Este microorganismo no se considera como patógeno para el ser humano sin embargo puede sobrevivir a las cocciones y preparaciones de comidas caseras que pueden afectar el tracto gastrointestinal debido a la ingestión de una toxina preformada (IVAMI, 2019).

Durante las mediciones, esta bacteria se presentó en dos de los muestreos exteriores de la casa y también en el interior de la vivienda, lo que nos da a entender que es una bacteria que se encuentra tanto en el interior como el exterior de la casa siendo comúnmente encontrada en este tipo de muestreos microbiológicos. Además, es viable encontrar este tipo de bacterias debido a que en la vivienda no se cuenta con un refrigerador para lograr mantener los alimentos frescos y la humedad del lugar es una condición óptima para el desarrollo del *Bacillus subtilis*.

La tercera bacteria encontrada fue se llama *Acinetobacter baumannii* este microorganismo pertenece al género de la *Moraxellaceae* siendo este, el causante de infecciones respiratorias como enfermedades más comunes por el tipo *A. baumannii* (AB) que es el tipo de *Acinetobacter* que corresponde al 80% de las infecciones (Bush & Perez., 2018). Esta bacteria es ubicua y puede

sobrevivir en superficie secas y húmedas por tiempos prolongados, puede ocasionar afectaciones en la tráquea y bronquiolitis de manera extrahospitalario en niños sanos. Sin embargo, el factor de riesgo más frecuente para este microorganismo se encuentra en los hospitales en pacientes con cirugías abiertas o en cuidados intensivos (Bush & Perez., 2018). Según estas características, al ser una bacteria que crece en ambientes húmedos, se logró hallar dentro de la vivienda debido a que tenía filtraciones de agua provenientes de la humedad en todo el are de muestreo.

La mejor forma para prevenir esta bacteria es tener buena disposición de los residuos hospitalarios tanto para pacientes internos como externos, tener una higiene adecuada tanto en el entorno como el lavado frecuente manos. Es de importancia recalcar la presencia de esta bacteria debido a que en la vivienda se encuentra una persona con una intervención quirúrgica reciente y sus residuos deben ser depositados y aislados del resto de los habitantes y de los alimentos.

La cuarta bacteria que se identifico es *Escherichia coli*, es una bacteria que se encuentra presente de manera común en los intestinos de animales y personas sanas, la mayoría de cepas son inofensivas o causan diarrea leve, pero algunas cepas pueden causar dolor abdominal intenso, diarrea con sangre y vómitos, se puede estar expuesto a la bacteria por la ingesta de alimentos contaminados con agua como vegetales crudos y carne poco cocidas (MAYOCLINIC, 2019).

Un ejemplo de una cepa más patógena es la denominada *E. coli* O157:H7, la cual tiene un periodo de incubación de 1 a 4 días, esta puede generar diarrea (variando de leve y liquida a grave y con presencia de sangre), cólicos abdominales y nauseas o vómitos. Esta cepa produce una toxina que afecta al intestino delgado generando los síntomas mencionados, uno de los problemas con esta bacteria es que genera infección incluso con pequeñas cantidades que se ingieran, por eso se debe tener precaución con alimentos (MAYOCLINIC, 2019).

Al igual que con otras bacterias e infecciones, existen factores de riesgo que incluyen la época del año, la edad, el sistema inmune y la producción de ácidos estomacales.

Esta bacteria actualmente no cuenta con una cura efectiva, se han estudiado algunos métodos para disminuir su afectación una vez en el cuerpo, pero en general se debe tratar de evitar que ingrese al cuerpo, principalmente con el lavado e higiene en los alimentos y el tratamiento de las aguas de consumo.

Staphylococcus aureus es una especie que representa mayor riesgo dentro del género estafilococo, ya que genera enfermedades cutáneas y en menor medida, neumonía y problemas cardíacos. Quienes portan la bacteria sin presentar síntomas, son cerca del 30% de adultos sanos (temporalmente en la nariz) y el 20% de adultos sanos en la piel (MDS, 2019)

La sintomatología hablando del caso de la neumonía, va acompañada de fiebre, tos y dificultad para respirar que a su vez si la enfermedad se desarrolla puede generar pus al interior del sistema respiratorio dificultando aún más la respiración. En cuanto a la piel puede generar forúnculos, foliculitis e incluso celulitis (CONSULTORSALUD, 2014).

Se puede prevenir su contagio con el lavado frecuente de manos y el uso de desinfectantes para manos. Generalmente se tratan este tipo de enfermedades con antibióticos eficaces contra *Staphylococcus aureus* resistente a penicilina (SARM).

Por último se hablara de la sexta bacteria identificada como *Kingella kingae*, la cual es una bacteria que afecta con mayor frecuencia el aparato respiratorio en la edad pediátrica, generalmente provoca una enfermedad osteoarticular, también se le reconoce por hacer parte del grupo HACEK (*Haemophilus sp*, *Actinobacillus actynomicetemcomitans*, *Cardiobacterium hominis*, *Eikenella*

corrodens, *K. kingae*) compuesto por microorganismos que pueden provocar endocarditis en ocasiones poco comunes (Gal Dubnov-Raz, 2008).

Entre las enfermedades que causa esta bacteria se encuentran la artritis séptica, la osteomielitis, endocarditis y bacteriemia, llegando también a causar neumonía o meningitis. Esta bacteria puede llegar a evitarse ya que se contagia por objetos del entorno contaminados, a través de la saliva o el contacto directo, por esto la importancia de una higiene adecuada que prevenga su contagio.

En caso tal de que alguien se contagie con esta bacteria y la misma sea identificada mediante un aislamiento en laboratorio de los tejidos o fluidos infectados, es posible tratarla con penicilina ya que esta género y especie de bacteria es susceptible a este medicamento (Bush L. , 2018).

En los controles realizados en el exterior de la vivienda durante el muestreo, se presentaron la mayoría de las bacterias identificadas en el interior a excepción de la bacteria *K. kingae* la cual no se desarrolló en ningún muestreo del exterior, al ser una bacteria que coloniza el tracto respiratorio o la boca, se encuentra relacionada con su ubicación directamente en el interior de la casa.

En la gráfica 4, correspondiente a los muestreos realizados en la franja de la mañana se identificaron las bacterias *S. typhi*, *B. subtilis*, *E. coli* con un porcentaje de 31%, respectivamente, lo cual indica que estuvo presente en todas las áreas de la casa a excepción de la *S.typhi* que no se encontró en el área social. También se identificó la bacteria *A.baumannii* con un porcentaje de presencia del 7% ubicada en las áreas de la habitación 1 y el área social. Las tres primeras bacterias mencionadas, se asocian a comida o agua contaminada, por lo que su presencia en los lugares donde se encontró entran en total concordancia, por su parte el *A. baumannii*, principalmente asociada al agua, puede colonizar la piel también, por esta razón se corrobora su presencia en el área social. Estos lugares, donde predominaron estas bacterias, al ser lugares con mucha humedad,

pasan a ser “vertederos” de bacterias que proporcionan gran contaminación en el interior de una vivienda (Molina Esquivel, 2015).

En la gráfica 5 correspondiente a la franja de los muestreos en las horas de la tarde, se puede observar la presencia de *S. typhi* con un 30% y siendo encontrada en todas las áreas de la vivienda, caso que se repite en la franja de la mañana.

Las bacterias *E.coli* y *B. subtilis* se encontraron en la mayoría de los muestreos con un 26% de presencia cada una. Afortunadamente la primera bacteria nombrada no se encontró en la habitación principal, pero si en la habitación 2 donde hay poca iluminación y una de las ventanas se encuentra dirigida a una canaleta de agua lluvia, estos factores son propios para el resguardo de ciertos vectores como mosquitos o cucarachas que se percibieron durante el muestreo. En cuanto a *B. subtilis* se pudo observar su presencia en todas las áreas de la vivienda sin embargo solo apareció en un muestro en el baño.

Una vez iniciadas las labores domésticas en la casa parece que la carga microbiana empieza a distribuirse por toda la casa, y adicional inicia el tránsito de otros mesófilos como lo son *S. aureus* y *A. baumannii* con un 7% y 11% respectivamente. Ambas bacterias fueron halladas en el baño y la cocina en la mayoría de sus muestreos, la aparición de la *S.aureus* puede deberse la cantidad de personas que entraron y salieron de la casa de manera contaste, al igual que se estaban preparando alimentos en la estufa, siendo el humo un propagador de micropartículas.

En la gráfica 6 correspondiente a la franja de la noche, la presencia de *E.coli* disminuyo notablemente, mientras que *S. typhi* se mantuvo en la mayoría de muestras y *B. subtilis* también presento presencia en más de la mitad de las muestras de esta franja, es también durante esta franja cuando se identifica por primera vez a *K. kingae* la cual presento presencia en las zonas del baño

y el área social, esta bacteria puede colonizar el tracto respiratorio, por esto es probable que se encontrara en estas ubicaciones. En cuanto a la *S. aureus* su presencia aumento a la mitad en comparación a la franja de la tarde, pero predominando nuevamente en las áreas de la cocina y el baño. Para esta franja a pesar de que las cargas microbianas mostraron poca presencia fue la franja horaria en donde todas las bacterias identificadas fueron encontradas, esto indica que la diversidad de las bacterias cambia a lo largo del día y de la noche (E.F.E Salud, 2018) generando así una afectación mayor o acumulación de bacterias dentro de la vivienda que puede llegar a perjudicar negativamente la salud de los habitante.

En la gráfica 7 que representa las áreas de las habitaciones y área social durante toda la jornada, se observa la zona del área social aledaña al baño y la cocina, donde se encontró mayor variedad de bacterias, por otra parte, en esta zona la presencia de *S. typhi*, *B. subtilis* y *E. coli* son las bacterias con mayor porcentaje con respecto a las 3 áreas muestreadas. El tener estas bacterias tan presentes indica que existen una contaminación cruzada y se debe a que la posible contaminación del agua y los alimentos sea transportada hacia las habitaciones ya que los habitantes de la vivienda ingieren sus alimentos en la habitación principal.

Para la gráfica 8 que corresponde al sector de la cocina se observa la presencia de *S. typhi* y *B. subtilis* en todas las muestras de la jornada de muestreo, esto indica que allí es donde puede estar el foco más grande de estos dos mesófilos ya que siempre estuvieron presentes, representando así la cocina el lugar más adecuado en la vivienda para estos mesófilos, también desde este sector de la vivienda existe tránsito a todas las zonas y de todos los miembros de la casa. Por otra parte, se resalta que en esta zona fue la única donde el mesófilo *K. kingae* no presento desarrollo

Para la gráfica 9 del sector del baño a lo largo de la jornada predominó la presencia de *S. typhi*. En este sector como era de esperarse la presencia de *E. coli* también fue alta y en un tercer lugar destaca la *B. subtilis*. Los mesófilos *S. aureus*, *A. baumannii* y *K. kingae* presentaron un desarrollo en solo algunas de las muestras realizadas. El baño presentó variables tanto en la carga microbiana como en la presencia de mesófilos durante el muestreo sin embargo es una zona que además de ser reducida en espacio, permanentemente se encuentra con humedad.

En cuanto a los datos de flujo de viento que se obtuvieron dentro de la vivienda, se puede observar en la tabla 13 que predominó siempre la calma con la mayoría de datos arrojando 0 m/s, ya que la casa no cuenta con una buena ventilación, como se mencionó anteriormente, la puerta es el único lugar por donde ingresa la mayor cantidad de aire a la vivienda, se encuentra ubicada cerca de la cocina y a menos de 3 metros de la chimenea de la estufa de leña, esto de alguna manera puede afectar generando que ingrese parte del material que expulsa la chimenea de la estufa, así mismo la ventana que se encuentra en la cocina, tiene una ubicación que genera que la dirección del viento pueda arrastrar los vapores y humo de la estufa de leña.

También se puede observar en la gráfica 11 que la velocidad del viento o el flujo de aire al exterior de la vivienda es mucho mayor que en el interior, esto se debe a que las estructuras de la cuadra fuerzan al viento a pasar por allí, y también indica que es probable que esta corriente más rápida de viento, predomine sobre las corrientes lentas de la casa, y de esta manera parte del material particulado y otras diversas partículas del ambiente terminan ingresando a la vivienda, una evidencia de esto es que a la vivienda se le debe hacer constante aseo ya que las superficies tienden a llenarse fácil y rápidamente de polvo generando un efecto visual de suciedad y oscuridad.

Otro factor importante es que, al no tener una corriente constante de aire dentro de la vivienda, los microorganismos permanecen estáticos y con más chance de reproducirse en el medio que se encuentren.

11.2 Correlación con datos de morbilidad

Gracias a la colaboración del centro de salud en el municipio de Tausa que proporciono los datos de morbilidad de IRA en el año 2019 y para el presente años hasta el mes de agosto. Previamente se tenía una base de datos de las personas afiliadas al centro de salud y se logró hacer una segmentación para el sector del Boquerón, el cual es el barrio donde se encuentra ubicada la vivienda de estudio.

Es importante hablar sobre las condiciones climáticas que caracterizan a este sector como la humedad relativa que oscilo entre 80 y 85% en los meses de marzo y abril y a su vez tuvo precipitación de 42 a 93 mm de agua respectivamente. (Ver Anexo F).

Como se observa, los meses registrados corresponden a la época de primavera, que, aunque en Colombia no se encuentren tan marcados, los cambios climáticos si son evidentes, y al estar a una altitud de aprox. 3000msnm se presentan vientos fríos que pueden causar una alteración en las defensas de los habitantes debido a los cambios de temperaturas tan frecuentes en un solo día, según se registró en el perfil epidemiológico del sector (Ver Anexo F).

En términos demográficos, el centro de salud tiene afiliados a 468 personas que viven actualmente en el sector boquerón .Del total de la población de estudio el 45% pertenece a edades entre 6 y 25 años siendo casi la mitad de la población registrada. Esta población es evidente debido a la cantidad de habitantes por familia, la mayoría de las familias tienen empleos en las minas aledañas al

municipio y los niños en su mayoría estudian en la cabecera municipal, a 5 minutos del sector Boquerón.

Uno de los objetivos de esta investigación era poder ver el comportamiento de las IRA antes y después de la contingencia sanitaria a la que se ha sometido el país debido al COVID-19. Es por esta razón que la gráfica 17 muestra el comportamiento de los pacientes diagnosticados con IRA, en los meses de octubre y noviembre del año 2019 y los primeros tres meses del año 2020 en donde hasta el mes de marzo se registran 10 pacientes con IRA. Es importante aclarar el desde el mes de marzo se estableció la cuarentena en todos los municipios del país.

Por otra parte, en los meses de abril hasta agosto del presente año, se diagnosticaron 12 personas con IRA. Aunque el incremento no fue excesivo, se presenta un incremento de 2 personas antes y después de la contingencia, el cual se puede considerar de importancia considerando el efecto que debió tener la cuarentena en la transmisión no solo del COVID-19, sino de otras enfermedades como las IRA.

Al hablar con la directora del centro de salud, ella explico que las visitas estuvieron restringidas durante los dos primeros meses y que solo atendían a pacientes que iban con prioridad de urgencia. Sin embargo, el COVID-19 desarrollado por el virus SARS-CoV-2 coloniza las vías respiratorias al igual que las bacterias que se introducen en el tracto respiratorio generando un paciente con posible pronóstico de IRA. Es por esta razón que es necesario tener conciencia de que la rápida identificación de los pacientes con sospecha de infección por COVID-19 y la intervención precoz en los enfermos con clínica-situación gasométrica de IRA supondrá una mejora en el pronóstico (Carratala, 2020).

Se obtuvo un total de 22 pacientes diagnosticados con IRA en el sector del Boquerón de los cuales 14 pertenecen al género masculino, mientras que el faltante pertenece a las mujeres. Este parámetro se segmentó con el único fin de poder observar en que género se ha presentado estas infecciones. Estos resultados se deben a que los hombres por lo general y en la mayoría de esta población trabajan en las minas de carbón que se encuentran en el municipio, estando más expuestos a la inhalación de micropartículas de carbón o de material particulado que sirvan como vehículos conductores de las partículas. “El material particulado PM10 y PM2.5 está compuesto por aerosoles, polvos, metales, productos de combustión, o bien microorganismos como, hongos, esporas fúngicas y bacterias. Estos han sido asociados a condiciones de salud que van desde alergias hasta infecciones diseminadas” (Sanchez C. E., 2015).

Para finalizar, se mostró el comportamiento de los pacientes diagnosticados por IRA bajo el mismo periodo de tiempo, pero esta vez, bajo la segmentación de edades. Las edades están dadas en meses debido a que ninguno de los pacientes diagnosticados sobrepasaba los 15 años, siendo el más antiguo un niño de 11 años (132 meses). Independientemente de la fecha en que fue diagnosticado, la población con mayores afectaciones a la salud es la población infantil, esto genera una alerta para familias en cuanto a los cuidados prenatales y el seguimiento adecuado del programa de vacunación para los primeros meses de vida de un niño. Las vacunas constituyen una de las medidas sanitarias que mayor beneficio ha producido y sigue produciendo a la humanidad, previenen enfermedades que antes causaban grandes epidemias, muertes y secuelas. Las vacunas benefician tanto a las personas vacunadas como a las personas no vacunadas y susceptibles que viven en su entorno (inmunidad de grupo) (Rioja Salud, S.F).

Dado el resultado mostrado por esta gráfica, la población infantil es la más vulnerable a contraer este tipo de enfermedades debido a que su sistema inmunológico está en desarrollo y está generando resistencia a los cambios frecuentes del entorno.

12. CONCLUSIONES

- Se identificaron 6 bacterias hasta género y especie lo que permitió relacionar las afectaciones y patogenicidad de cada una de ellas en el ambiente específico estudiado, es decir, una vivienda rural en un sector con alta afectación de material particulado asociado a la producción de carbón coque en el sector de Tausa.
- La carga microbiana determinada en las tres franjas horarias es muy similar lo que permite afirmar que las bacterias presentes, indican que se encuentra una carga microbiana relativamente constante durante todo el día.
- La ausencia de un flujo de aire constante en el interior de la vivienda permite que la carga microbiana potencia la permanencia de los microorganismos en el aire intramural.
- Con respecto a la emergencia sanitaria asociada al COVID-19, se observó un aumento significativo en los casos asociados a infecciones en el tracto respiratorio creando una alerta sobre este sector.

13. RECOMENDACIONES

Realizar mediciones en un tiempo más prolongado para generar una mayor cantidad de datos a analizar.

Generar una caracterización bacteriológica con un mayor número de pruebas bioquímicas o moleculares con el fin de agilizar dicha actividad y poder generar un análisis más exhaustivo con respecto a las bacterias identificadas.

Generar actividades de capacitación dirigidas a las mujeres con hijos que padecen IRA con el fin de concientizarlas frente a los prenatales y posteriores al nacimiento con el fin de generar poblaciones menos vulnerables a los microorganismos asociados al desarrollo de infecciones respiratorias agudas.

Ligado a las partículas provenientes del exterior, es fundamental mantener las áreas limpias en especial el baño, la cocina y las habitaciones debido a que son los lugares en donde más proliferan los microorganismos debido a la humedad, a los alimentos y a la cantidad de objetos que sirven de superficies para que las bacterias permanezcan. Mantener las viviendas en buen estado además de fortalecer las actividades asociadas a la limpieza y desinfección diaria es fundamental para poder controlar la carga microbiana.

14.REFERENCIAS

- Alcaldía Municipal de Tausa. (2020). *QUE LAS INFECCIONES RESPIRATORIAS AGUDAS NO LO TOMEN POR SORPESA*. Obtenido de <http://www.tausa-cundinamarca.gov.co/noticias/que-las-infecciones-respiratorias-agudasirasno-lo-tome>
- Briceño, K. (Marzo de 2018). *Lifeder*. Obtenido de Pruebas bioquímicas: tipos, para que sirven e importancia: <https://www.lifeder.com/pruebas-bioquimicas-microbiologia/>
- Bush, L. (julio de 2018). *Manual msd version para profesionales*. Obtenido de Infecciones por Kingella: <https://www.msmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/cocos-gramnegativos-y-cocobacilos/infecciones-por-kingella>
- Bush, L. M., & Perez, M. (Julio de 2018). *Manul MSD, Version para profesionales*. Obtenido de Infecciones por Acinetobacter: <https://www.msmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/cocos-gramnegativos-y-cocobacilos/infecciones-por-acinetobacter>
- Calva, E. (2002). *Salmonella typhi y la fiebre tifoidea: de la biología molecular a la salud pública*. En D. E. Romero, *MICROBIOS en línea*. Mexico : Centro de investigación sobre fijación de nitrógeno(CIFN).
- Carratala, J. M. (01 de Abril de 2020). *IRA EN LA INFECCIÓN POR COVID-19: ESTRATEGIAS DE TRATAMIENTO Y PERFIL DEL PACIENTE EN URGENCIAS*. Obtenido de Vygón, Value life: <http://campusvygon.com/ira-en-la-infeccion-por-covid-19-estrategias-de-tratamiento-y-perfil-del-paciente/>
- Conpes. (2005). *Conpes 3344: Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de calidad del aire*. Bogotá.
- CONSULTORSALUD. (14 de 10 de 2014). *Medicina Clínica* . Obtenido de ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA EDA – GUÍA DE PRÁCTICA CLÍNICA GPC: <https://consultorsalud.com/enfermedad-diarreica-aguda-eda-guia-de-practica-clinica-gpc/>
- DANE. (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Obtenido de Principales resultados censales a nivel nacional, departamental y municipal: <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/CNPV-2018-VIHOPE-v2.xls>
- Daza Perez, M. A., Martínez Benavides, D. X., & Caro Hernández, P. A. (2015). Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo. *Biociencias*. Vol. 10. Num. 2, 37-50.
- E.F.E Salud. (12 de 11 de 2018). *Nutrición* . Obtenido de <https://www.efesalud.com>
- Etimologías Latin* . (abril de 2019). Obtenido de Redacción de la palabra INTRAMURAL : <http://etimologias.dechile.net/?intramural>

- EUROPEAN COLLABORATIVE ACTION . (1993). INDOOR AIR QUALITY & ITS IMPACT ON MAN. *Biological particles in indoor Environments. Report. 12*, 2-86.
- Gal Dubnov-Raz, O. S.-Z. (2008). Infecciones invasoras por *Kingella kingae* en los niños: características clínicas y de laboratorio. *Elsevier*, 371-375.
- GAM. (2018). *AGENDA AMBIENTAL* . Obtenido de GESTIÓN AMBIENTAL MUNICIPAL: https://tausacundinamarca.micolombiadigital.gov.co/sites/tausacundinamarca/content/files/000249/12409_perfil-ambiental--tausa-1.pdf
- Germán Bou, A. F.-O.-N. (2011). Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología. *Elsevier*, 601-608.
- Gil, M. (Enero de 2019). *Lifeder*. Obtenido de Agar MacConkey: Fundamento, preparación y usos: <https://www.lifeder.com/agar-macconkey/#:~:text=El%20agar%20MacConkey%20es%20un,lo%20hace%20un%20medio%20diferencial.>
- Gil, M. (Febrero de 2019). *Lifeder*. Obtenido de Agar sal y Manitol: Fundamento, preparación y usos: <https://www.lifeder.com/agar-sal-y-manitol/>
- Hernandez Ramirez, M. N., & Leon Piñeros , S. P. (2008). *DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE EXTRAMURAL E INTRAMURAL EN LA SALA DE CIRUGÍA DEL HOSPITAL EL TUNAL DE LA CIUDAD DE BOGOTÁ PARA EL DESARROLLO DE MECANISMOS DE CONTROL Y MINIMIZACIÓN DE RIESGO CAUSADO POR MICROORGANISMOS POTENCIALMENTE NOSOCOMIALES*. Bogotá: Universidad de la Salle.
- IDEAM. (2010). *Informe del estado de la calidad del aire en Colombia*. Bogotá.
- IVAMI. (2019). *IVAMI*. Obtenido de Bacillus Subtilis: Cultivo, cualitativo y cuantitativo, identificación y detección de toxinas.: <https://www.ivami.com/es/microbiologia-de-alimentos/642-bacillus-subtilis-investigacion-y-recuento>
- Izzedin, N., Rodriguez , G. A., Medina , L., & Gonzalez , L. (2017). Evaluación microbiológica de aire y superficies en quirófano de un centro de salud. *SALUS vol. 21, núm. 3*, 18-23.
- Lina Guzman, J. P. (2016). *Protocolo de monitoreo y análisis de calidad microbiológica del aire en centros de atención médica*. Bogotá.
- M.C. de la Rosa, M. M. (2002). El aire: Hábitad y medio de transmisión de microorganismos. *Observatorio medio ambiental*, 375-402.
- Macfaddin, J. (2004). *Pruebas bioquímicas para la identificación de bacterias de importancia clínica, Ed.3* . Buenos Aires : Medica Panamericana .
- Madigan, M. (1998). *Brock Biología de los microorganismos*. Prentice Hall.
- Manual MSD. (Octubre de 2018). *Manual MSD versión para profesionales*. Obtenido de Biología de las enfermedades infecciosas:

<https://www.msdmanuals.com/es/professional/enfermedades-infecciosas/biolog%C3%ADa-de-las-enfermedades-infecciosas/introducci%C3%B3n-a-la-biolog%C3%ADa-de-las-enfermedades-infecciosas>

- María Ángela Daza Pérez, D. X. (2015). Contaminación microbiológica del aire al interior y el síndrome del edificio enfermo. *Biociencias*, 37-50.
- Mariana, R., Rodríguez Cortinas, G., Cubillas Tejada, A., & Galindo Mendoza, M. G. (2019). Infecciones respiratorias agudas y caracterización de bacterias potencialmente patógenas en comunidades de la Huasteca Potosina. *RESPYN (Revista Salud Pública y Nutrición)*.
- MAYOCLINIC. (2019). *MAYO CLINICS*. Obtenido de E. COLI: <https://www.mayoclinic.org/es-es/diseases-conditions/e-coli/symptoms-causes/syc-20372058>
- MDS. (2019). *Infecciones por Staphylococcus aureus*. Obtenido de MANUAL MSD, para el público en general: <https://www.msdmanuals.com/es/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-bacterias-grampositivas/infecciones-por-staphylococcus-aureus>
- Melendez, L. M. (2018). *CARACTERIZACIÓN MICROBIOLÓGICA DE LA CALIDAD DEL AIRE AL INTERIOR DE LAS INSTALACIONES DEL CEAD BUCARAMANGA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA*. Bucaramanga: UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA.
- Ministerio de Salud. (23 de 04 de 2020). *Infecciones Respiratorias Agudas (IRA)*. Obtenido de [https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Infecciones-Respiratorias-Agudas-\(IRA\).aspx](https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/Infecciones-Respiratorias-Agudas-(IRA).aspx)
- Ministerio de Salud. (2015). *Abecé del aire y salud*. Bogotá.
- MinSalud. (Septiembre de 2020). *Ministerio de Salud y P.S.* Obtenido de Dimensión salud ambiental: <https://www.minsalud.gov.co/plandecenal/Paginas/dimension-ambiental.aspx>
- MINSALUD. (Abril de 2017). El uso de estufas eficientes y su impacto en la promoción de la salud en el contexto colombiano. Bogotá, Colombia.
- MinSalud. (Septiembre de 2020). *Ministerios de Salud y Protección Social*. Obtenido de Salud ambiental: <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/ambiental/Paginas/Salud-ambiental.aspx>
- Molina Esquivel, E. (2015). Contaminantes biológicos del aire interior de la vivienda: factores contribuyentes, afecciones relacionadas y medidas correctivas. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. Vol.53 Num. 1.
- Monentengro, S. (20 de 06 de 2012). Exposición a Material Particulado (PM) y efectos en Salud Respiratoria.

- Mora, D., Naranjo, S., Rodriguez, N., & Acero, C. (Mayo de 2020). *Visor Geográfico Taller de Servicio Municipal*. Obtenido de PLAN DE SALUD AMBIENTAL EN RELACIÓN AL IMPACTO DE LA CONTAMINACIÓN DEL AIRE EN LA COMUNIDAD DE LA VEREDA EL BOQUERÓN EN EL MUNICIPIO DE TAUSA, CUNDINAMARCA : <https://www.arcgis.com/apps/opsdashboard/index.html?fbclid=IwAR2DiaRvBGNuV0Kg2ALulaLkUtUNgG1SMVf2BQ-TaBmadNfce28zDGcx8Qg#/aa8f6d4f685642d5a6e32c68aad9af09>
- Moreno, F. C. (17 de 01 de 2017). MATERIAL PARTICULADO EN EL AIRE: UN PROBLEMA DE SALUD PÚBLICA.
- OMS. (8 de Mayo de 2018). *Contaminación del aire de interiores y salud*. Obtenido de Datos y cifras: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
- OMS. (16 de Febrero de 2018). *organizacion mundial de la salud* . Obtenido de Legionelosis: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/legionellosis>
- OPS. (2012). *UAERAC/UAIRAC- Manual para Agentes Comunitarios Voluntarios de Salud*. Bogota: Da Vinci Editores & CIA S en C.
- Ortiz , G., & Catalan , V. (2007). Calidad microbiologica en ambientes interiores. *Gestion Practica de Riesgos Laborales, N° 40, 26-32*.
- Ortiz Macea , I. M., & Garcia Hincapie, M. P. (2016). *EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LA CALIDAD DEL AIRE INTRAMURAL EN LA CLÍNICA DE OPTOMETRÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA SALLE*. Bogotá: UNIVERSIDAD DE LA SALLE.
- Ramos Moreno, A., & Benitez Ramires , D. M. (2017). Modelamiento de material particulado emitidos por coquización. Municipio de Samacá, Boyacá. *Revista LOGOS CIENCIA& TECNOLOGÍA Vol 8, num 2*.
- Rioja Salud. (S.F). *La importancia de las vacunas como prevención de enfermedades en la infancia y la adolescencia*. Obtenido de La importancia de las vacunas: <https://www.riojasalud.es/ciudadanos/catalogo-multimedia/vacunaciones/la-importancia-de-las-vacunas>
- Sanchez & Pinto. (5 de marzo de 2018). *El blog de la ventilacion eficiente*. Obtenido de Causas de la contaminacion del aire interior, medidas de control: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/causas-contaminacion-aire-interior/>
- Sanchez, C. E. (2015). *DETERMINACIÓN BACTERIAS Y HONGOS PRESENTES EN MATERIAL PARTICULADO CAPTADOS EN LOS FILTROS PM2.5 Y PM10 UTILIZADOS EN ESTACIONES DE LA RED DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AIRE DEL VALLE DE ABURRÁ*. Bogota: Universidad nacional de Colombia .

Sanchez, J., & Pinto, A. (22 de Junio de 2020). *El Blog de la ventilación eficiente*. Obtenido de ¿Cómo afecta la calidad del aire interior a la salud?: <https://www.solerpalau.com/es-es/blog/calidad-aire-interior-salud/>

Secretaria de salud. (2011). *Documento tecnico de linea*. Bogotá.

Solís, J., & Herrera, M. L. (2001). Kingella kingae, Revisión de la literatura y análisis de cuatro aislamientos realizados en el Hospital Nacional de Niños. *Revista Médica del Hospital Nacional de Niños Dr. Carlos Sáenz Herrera*, vol.36 , 1-6.

Universidad del pais Vasco. (2018). Apéndice 3: IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS EN LOS LUGARES DE TRABAJO . Pais Vasco, España.

15. ANEXOS

ANEXO A. PROCEDIMIENTO PREPARACION DE MEDIOS PARA PRUEBAS BIOQUIMICAS

MEDIO	PREPARACIÓN
CITRATO DE SIMMONS	<p>Para una preparación de 100ml se diluye en un °C shoot 24 gramos y se procede a agitar.</p> <p>Se calienta por 30 segundos hasta que llegue a su punto de ebullición.</p> <p>Verter 5 ml del contenido en 20 tubos de ensayo e inclinar los tubos para que se solidifiquen.</p> <p>Esterilizar en autoclave a 121°C.</p>
AGAR MANITOL SALADO	<p>Para una preparación de 100ml se diluye en un shoot 10.8 gramos y se procede a agitar.</p> <p>Se calienta por 30 segundos hasta que llegue a su punto de ebullición.</p> <p>Esterilizar en autoclave a 121°C, dejar enfriar a temperatura ambiente en cámara de protección, mezclar bien.</p> <p>Verter el contenido en 5 cajas de Petri con aproximadamente 20ml por caja.</p>
AGAR MAC CONKEY	<p>Para una preparación de 100ml se diluye en un shoot 5.15 gramos y se procede a agitar.</p> <p>Se calienta por 30 segundos hasta que llegue a su punto de ebullición.</p> <p>Esterilizar en autoclave a 121°C, dejar enfriar a temperatura ambiente en cámara de protección, mezclar bien.</p>

	<p>Verter el contenido en 5 cajas de Petri con aproximadamente 20ml por caja.</p>
<p style="text-align: center;">MR-VP (Rojo de metilo y Voges-Proskauer)</p>	<p>Para una preparación de 1000ml se diluye en un shoot 17 gramos y se procede a agitar.</p> <p>Se calienta por 30 segundos hasta que llegue a su punto de ebullición.</p> <p>Verter 5 ml del contenido en 22 tubos de ensayo y proceder a marcar 11 para MP y 11 para VP</p> <p>Esterilizar en autoclave a 121°C.</p>

ANEXO B. MANUAL DEL EQUIPO MAS 100-Eco

Funcionamiento

1. Cargar el equipo 12 horas con antelación a su uso
2. Calibración del equipo antes del muestreo
3. Limpieza con alcohol del equipo

Procedimiento

1. Colocación de la placa

Se coloca la placa de Petri abierta con el agar paralelo a la tapa del equipo. Volver a cerrar verificando que la placa no se descuadre.

Acción: Desatornillar los elementos, encajar la placa de Petri de 90mm, quitar la tapa de la muestra y volver a ajustar los tornillos con la llave Bristol, poner la tapa. Debe ser un procedimiento rápido para evitar la contaminación de la caja.

2. Puesta en funcionamiento

En la pantalla del equipo aparece en el nombre “MAS 100 ECO” la fecha y la hora, ese es el indicio de que el equipo tiene carga.

Acción: Pulsar “YES”

3. Seleccionar el flujo para muestrear

El equipo proporciona 6 niveles de flujo de aire, dando a libre elección el flujo que se quiera tomar, es importante que, a mayor flujo de viento en el aire, mayor debe ser el nivel escogido. En este caso, se escogió el nivel 4: 480 L/min.

Acción: Desplazarse con las flechas de si o no, hasta que la sección de volumen empieza a titular, seleccionar yes seleccionar el volumen deseado. Volver a presionar si para confirmar.

4. Inicio de muestreo y repetición de muestro

Cuando el equipo ya se encuentra en una superficie vertical, aparecerá en la pantalla “START?”. Quiere decir que ya se encuentra todo en orden para poder empezar a muestrear. Durante el proceso de succión, en la pantalla aparecer una barra que muestra el tiempo proporcional al volumen elegido y una vez culminada aparece en la pantalla “END”.

Acción: Para confirmar el inicio de muestreo solo hace falta pulsar el botón “YES”. Para realizar otro muestreo una vez culminado el realizado, se vuelve a pulsar dos veces el botón “YES”

5. Aviso de alerta

Es probable que durante el inicio del muestreo en la pantalla aparezca la palabra “AIRBLOCK”, deteniendo el equipo. Cuando esta ocasión se presenta es porque la placa no se encuentra ajustada o se están teniendo problemas con las baterías.

Acción: Desatornille y verifique que la palca encaje perfectamente con los tornillos, de no ser así, el tamaño de la placa es muy grande y debe cambiar la placa. Si encaja, acomode y vuelva a ajustar. Este procedimiento debe ser rápido para evitar contaminación de la palca.

ANEXO C. PROTOCOLO PARA INGRESO A MUNICIPIOS ALEDAÑOS Y LABORATORIOS.

Título del proyecto: Análisis de la calidad microbiológica intramural del aire circulante en una vivienda ubicada en la vereda del Boquerón, Tausa, Cundinamarca y su relación con datos de morbilidad asociada a las infecciones respiratorias agudas (IRA).

- ✓ Estudiantes: Daniela Mora Montenegro (41151177) y Santiago Naranjo Posada (41151245)
- ✓ Tutor y Cotutor: Francly Méndez y Boris Galvis
- ✓ Jurado: Gabriel Herrera

Cronograma de actividades

Fecha	Actividad	Lugar	Descripción	Duración
22-07-2020	Preparación de medio de cultivo	Laboratorio	Uso de materiales para la preparación de los medios de cultivos	10 am -4 pm

			necesarios para las de muestras, (uso de autoclave)	
23-07-2020	Muestreo	Municipio (Tausa)	Ingreso al municipio (a la vivienda) para realizar los muestreos según lo planteado en el plan de muestreos del anteproyecto	7 am -8 pm
24-07-2020	Incubación de muestras	Laboratorio	Ingreso a las instalaciones de laboratorio para dejar en incubación las muestras de campo (uso de incubadora)	10 am – 4 pm
25-07-2020	Lecturas de muestras	Laboratorio	Proceso de análisis de las muestras (Caracterización, aislamiento e identificación de microorganismos)	10 am – 4 pm

Actividades detalladas dentro del municipio.

Como se observa en el cronograma presentado, el muestreo se realizara en el municipio, allí no será necesario hacer el ingreso al casco urbano del municipio ya que la vivienda de estudio se encuentra en aledaña a la vía principal que comunica al municipio, una vez en la vivienda teniendo todas las medidas de seguridad pertinentes, que consiste en dotación completa de elementos de

protección personal (EPP), se procederá a realizar los muestreos, los cuales están planteados de forma tal que no es necesario salir de la vivienda, ya que al ser un estudio de condiciones intramuros todo sucede al interior de la vivienda de estudio. Debido a la contingencia nacional ocasionada por el Covid-19 fue necesario incrementar el protocolo de seguridad para que fuera de bioseguridad.

Protocolo de bioseguridad en el municipio y vivienda

El ingreso al municipio se hará en vehículo privado (con película de bioseguridad interna) autorizado por el municipio previa carta indicando datos del vehículo y de los ocupantes (Los dos tesisistas, el conductor y un acompañante).

Una vez allí los tesisistas serán los únicos quienes bajen del vehículo, paso a seguir deberán desinfectar pies y manos y luego colocarse bata, guantes, cofia, hacer cambio del tapabocas (desechando adecuadamente) y careta.

Una vez ingresados a la vivienda e iniciado el muestreo por razones de bioseguridad no podrán retirarse dichos implementos por ningún motivo, solo en caso de ser necesario un cambio de guantes o tapabocas. Al finalizar cada sección del muestreo será necesario realizar cuidadosamente desinfecciones generales procurando siempre la no alteración de las muestras y la seguridad de nosotros.

La hora destinada para el almuerzo deberá llevarse a cabo bajo estricto cuidado, retirando los implementos mencionados, desechando los que correspondan y almacenando careta y bata de

manera adecuada. Haciendo cambio de tapabocas, zapatos y desinfectando manos y pies antes de proceder a dicho horario de almuerzo, al finalizar también deberán seguir este protocolo para el ingreso a la vivienda. Una vez finalizada la jornada deberán cambiar tapabocas y zapatos guardando adecuadamente los destinados para el muestreo y generar la desinfección de manos.

***Es importante desechar adecuadamente todos los implementos utilizados, y desinfectar en la llegada a casa los elementos no desechables.

Protocolo de bioseguridad en el laboratorio:

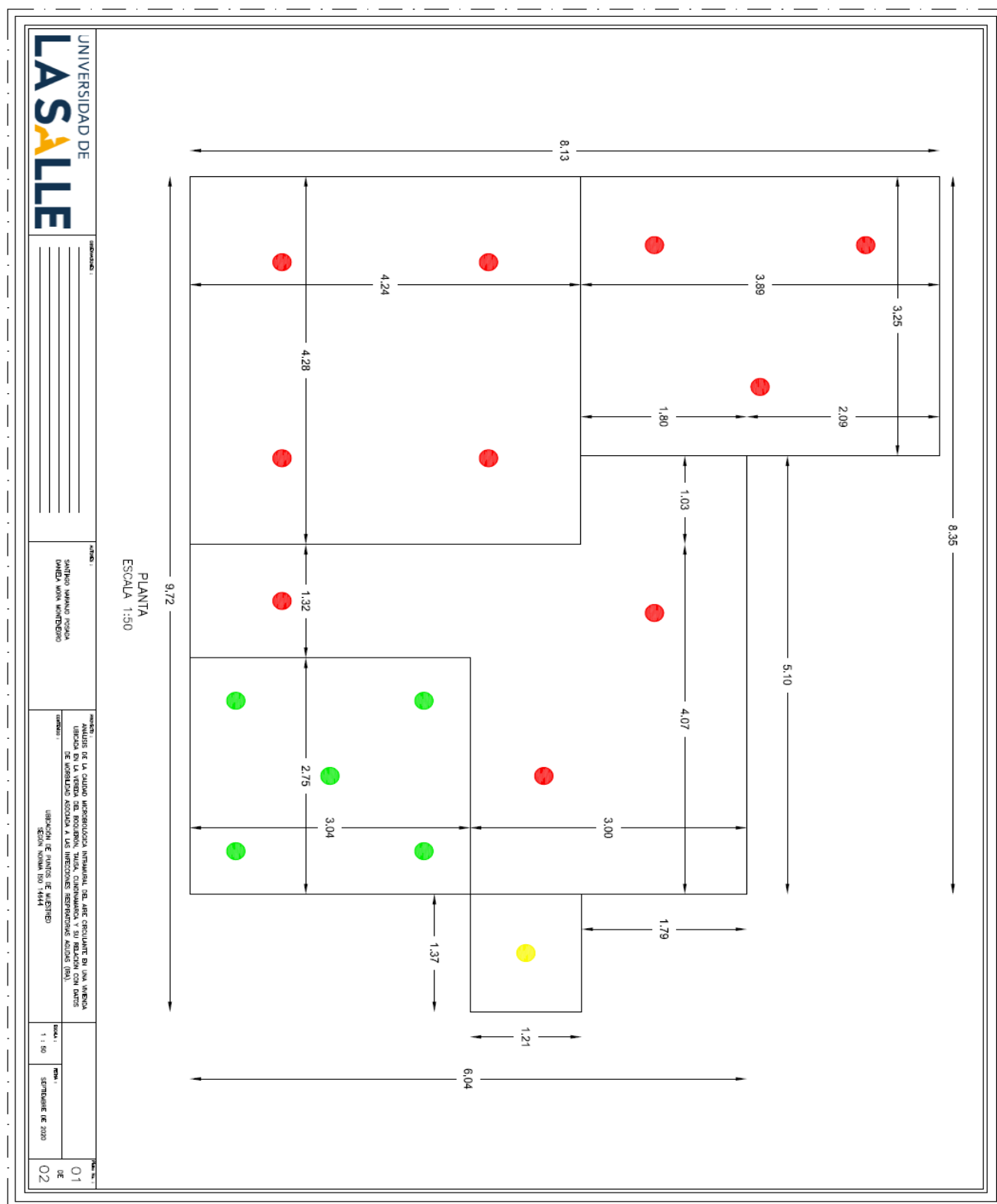
Sera necesario en primer lugar seguir las indicaciones que la universidad a dispuesto para este ingreso, priorizando siempre el uso adecuado de los implementos de bioseguridad, garantizando así la eficacia del protocolo adoptado.

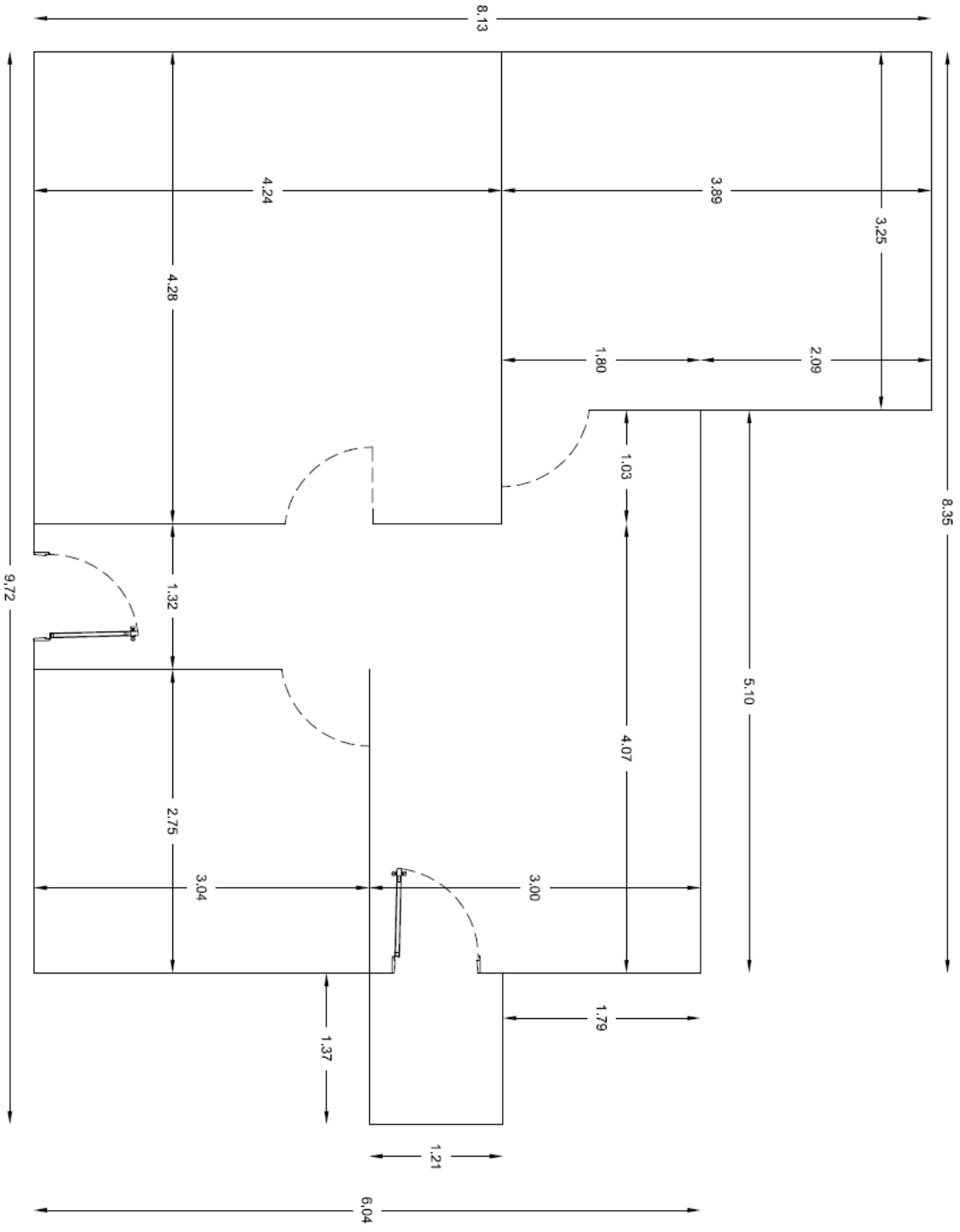
Al llegar a las instalaciones de la universidad es necesario hacer cambio de tapabocas y verificar la temperatura de ingreso con los vigilantes (se debe contar con una autorización para el ingreso), una vez confirmada la temperatura, se desinfectarán manos y pies y procederán a ingresar a realizar únicamente las labores estrictamente relacionadas con el tema de laboratorios.

Al salir de la universidad se deberá cambiar nuevamente el tapabocas y se confirmará la temperatura de salida.

***Es importante generar un lavado de manos en periodos de 2 horas como medida complementaria a lo descrito.

ANEXO D. PLANO GENERAL VIVIENDA DE ESTUDIO Y PLANO UBICACION DE PUNTOS DE MUESTREO.





PLANTA ESCALA 1:50

PROFESOR:	
ALUMNO:	
FECHA:	

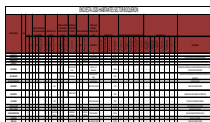
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES Y PROYECTOS DE ARQUITECTURA

ANÁLISIS DE LA CALIDAD MICROCLIMÁTICA INTERNA DEL AEE CIRCULANTE EN UNA VIVIENDA UBICADA EN LA VEREDA DEL ROSARIO, TALCA, COMUNA DE SAN RAFAEL DE LOS RIOS DE VENEZUELA ASOCIADA A LOS MECANISMOS RESISTENTES ACTIVOS (MRA)

PLANO GENERAL DE LA VIVIENDA DE ESTUDIO

ESCALA:	1 : 50
FECHA:	SEPTIEMBRE DE 2020

ANEXO E. ENCUESTAS-RECOPIACION DE INFORMACIÓN



(DOBLE CLICK)

ANEXO F. PERFIL EPIDEMIOLOGICO



PERFIL
EPIDEMIOLOGICO_PDI

(DOBLE CLICK)